

DANIELA APARECIDA LIMA COSTA

**INFLUÊNCIA AMBIENTAL NOS ASPECTOS PRODUTIVOS E COMPOSTOS
FUNCIONAIS EM CHICÓRIA-DO-PARÁ (*Eryngium foetidum* L.)**

TANGARÁ DA SERRA/MT- BRASIL

2024

DANIELA APARECIDA LIMA COSTA

**INFLUÊNCIA AMBIENTAL NOS ASPECTOS PRODUTIVOS E COMPOSTOS
FUNCIONAIS EM CHICÓRIA-DO-PARÁ (*Eryngium foetidum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Santino Seabra Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Renê Arnoux da Silva Campos

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

Costa, Daniela Aparecida Lima.

Influência ambiental nos aspectos produtivos e compostos funcionais em chicória-do-pará (*Eryngium foetidum* L.) / Daniela Aparecida Lima Costa. - Cáceres, 2024.

53f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola/TGA-PPGASP - TANGARA DA SERRA - Mestrado Academico, Campus Universitário De Tangará Da Serra "Eugênio Carlos Stieler".

Orientador: Dr. Santino Seabra Junior.

1. *Eryngium foetidum* L. 2. Malhas de Sombreamento. 3. Antioxidantes. 4. Fenóis Totais. I. Seabra Junior, Santino, Dr. II. Título.

UNEMAT / MT-SCB

CDU 582.794.1

DANIELA APARECIDA LIMA COSTA

**INFLUÊNCIA AMBIENTAL NOS ASPECTOS PRODUTIVOS E
COMPOSTOS FUNCIONAIS EM CHICÓRIA-DO-PARÁ (*Eryngium foetidum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 13 de junho de 2024

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br SANTINO SEABRA JUNIOR
Data: 24/09/2024 15:34:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Santino Seabra Junior

Orientador – Ciências Agronômicas- UNESP/Botucatu-São Paulo

Aline Nunes

Bióloga

Dra. Aline Nunes. UNESP/Botucatu-São Paulo

Membro externo

Documento assinado digitalmente
gov.br RIVANILDO DALLACORT
Data: 24/09/2024 18:09:24-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Rivanildo Dallacort

Coordenador - PPGASP/UNEMAT

Membro interno

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2024

Dedico este trabalho à DEUS e a minha “sagrada família”, abençoada por ELE.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo favor imerecido que ele tem por mim, por ter me sustentado e guiado com seus braços fortes.

Ao meu filho amado Cleiton Júnior, herança do Senhor Jesus Cristo, por compreender minhas ausências.

À minha amada mãe Elena, que sempre esteve ao meu lado e orou por mim.

Ao meu amado esposo Clovis que sempre me apoiou e me deu força para nunca desistir.

À minha sobrinha amada Kemilly Elena, por estar sempre ao meu lado quando precisei.

Gratidão aos professores, meu orientador, Prof. Dr. Santino Seabra Júnior, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Renê Arnoux da Silva Campos, pela oportunidade de vivenciar, aprender e contribuir para o conhecimento científico.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Nova Mutum, campus de Tangará da Serra em especial ao Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola – PPGASP pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao Núcleo de Bioquímica e Compostos Funcionais (NUBIQ) - Campus de Cáceres da Universidade Estadual de Mato Grosso - UNEMAT, em especial a Áquila Maria pela contribuição para a conclusão do trabalho

Aos meus amigos e colegas do laboratório de Horticultura, Joilson, Rafaela, Ângela, Inês, Jéssica, Nina e o Senhor Nivaldo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa. Todo o apoio foi essencial para mim.

RESUMO

A espécie *Eryngium foetidum* L. é uma hortaliça folhosa condimentar que pertence à família Apiaceae-Umbelliferae, nativa da Amazônia. As folhas apresentam compostos funcionais como flavonoides, composto fenólicos, carotenoides e capacidade antioxidante. Fatores ambientais como luminosidade e temperatura do ar e do solo afetam a fisiologia, as características produtivas, a qualidade das folhas e os compostos funcionais das plantas. Entender o metabolismo da cultura e como se dá a interação com o ambiente é importante para adequar o ambiente de cultivo visando maior produtividade e produção de compostos funcionais. Assim, o estudo teve como objetivo analisar a influência das condições edafoclimáticas proporcionadas por malhas de sombreamento e identificar a melhor cobertura para o cultivo de *E. foetidum*. Para a obtenção do objetivo foram avaliados parâmetros meteorológicos, de produtividade e de caracterização bioquímica. O experimento foi realizado em Nova Mutum, Mato Grosso, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e sete tratamentos. Os tratamentos foram tela preta (Sombrite®), tela prata (Aluminet®), tela vermelha (Chromatinet®) de 35% de sombreamento, tela pérola (ClariNet®) com 30% de sombreamento, cobertura de tecido de organza branca (47 g m⁻²) e agrotêxtil (15 g m⁻²) e campo aberto. Em relação aos parâmetros meteorológicos, verificou-se que a temperatura do ar foi superior nos ambientes com agrotêxtil e campo aberto, assim como a maior temperatura das folhas ocorreu em campo aberto. Em ambientes revestido com tecido organza e tela prata a umidade relativa foi maior. A luminosidade foi significativamente maior no campo aberto, seguido pelo agrotêxtil e tela pérola. Nos parâmetros morfológicos, observou-se que o agrotêxtil, a tela vermelha e o campo aberto proporcionaram maior número de folhas. Na primeira colheita, aos 60 dias, plantas cultivadas em agrotêxtil apresentaram maior peso de folhas frescas em comparação aos demais tratamentos. No entanto, aos 90 dias, na segunda colheita, o agrotêxtil não se diferenciou estatisticamente do tecido organza, das telas pérola, prata e vermelha, sendo todos esses tratamentos igualmente eficazes na produção de massa fresca de folhas. A raiz fresca foi superior aos 60 dias quando cultivadas em agrotêxtil, campo aberto e tela pérola. Aos 90 dias, a massa seca de folhas foi maior no agrotêxtil, organza e pérola. Das análises bioquímicas, observou-se que o cultivo em campo aberto proporcionou maior concentração de flavonoides totais. Os ambientes com telas prata e preto se destacam aos 60 dias, com alto acúmulo de clorofila a. Ainda, o uso dos métodos revelou que nos dois períodos de colheita, aos 90 dias com DPPH e aos 60 dias com FRAP, o campo aberto se destacou apresentando maior capacidade antioxidante. Tais informações são relevantes para que os produtores possam tomar decisões mais assertivas quanto ao uso das malhas de sombreamento, buscando maximizar a produtividade ao longo de todo o cultivo da espécie *E. foetidum*.

Palavras-chave: *Eryngium foetidum* L.; malhas de sombreamento; antioxidantes; fenóis totais.

ABSTRACT

The species *Eryngium foetidum* L. is a leafy condiment vegetable belonging to the Apiaceae-Umbelliferae family, native to the Amazon. The leaves present functional compounds such as flavonoids, phenolic compounds, carotenoids, and antioxidant capacity. Environmental factors such as light, air, and soil temperature affect the plants' physiology, productive characteristics, quality, and functional compounds. Understanding the metabolism of the crop and how it interacts with the environment is important to adapt to the cultivation environment aiming at greater productivity and production of functional compounds. Thus, the study aimed to analyze the influence of edaphoclimatic conditions provided by shade nets and identify the best coverage for cultivating *E. foetidum*. To achieve the objective, meteorological, productivity, and biochemical characterization parameters were evaluated. The experiment was carried out in Nova Mutum, Mato Grosso, in a randomized block experimental design, with four replications and seven treatments. The treatments were black netting (Sombrite®), silver netting (Aluminet®), red netting (Chromatinet®) with 35% shading, pearl netting (ClariNet®) with 30% shading, white organza fabric covering (47 g m⁻²) and agrotexile (15 g m⁻²) and open field. Regarding the meteorological parameters, it was found that the air temperature was higher in the environments with agrotexile and open field, as well as the highest leaf temperature occurred in the open field. In environments covered with organza fabric and silver netting, the relative humidity was higher. The luminosity was significantly higher in the open field, followed by agrotexile and pearl netting. In the morphological parameters, it was observed that agrotexile, red netting, and open field provided a greater number of leaves. In the first harvest, at 60 days, plants grown in agrotexile presented a greater weight of fresh leaves compared to the other treatments. However, at 90 days, in the second harvest, the agrotexile did not differ statistically from the organza fabric, pearl, silver, and red screens, all of these treatments being equally effective in the production of fresh leaf mass. The fresh root was higher at 60 days when grown in agrotexile, open field, and pearl screen. At 90 days, the dry leaf mass was higher in the agrotexile, organza, and pearl. From the biochemical analyses, it was observed that cultivation in the open field provided a higher concentration of total flavonoids. The environments with silver and black screens stood out at 60 days, with a high accumulation of chlorophyll a. Furthermore, the use of the methods revealed that in both harvest periods, at 90 days with DPPH and at 60 days with FRAP, the open field stood out presenting greater antioxidant capacity. Such information is relevant so that producers can make more assertive decisions regarding the use of shading nets, seeking to maximize productivity throughout the cultivation of the *E. foetidum* species.

Keywords: *Eryngium foetidum* L.; shading meshes; antioxidants; total phenols.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, temperatura foliar, temperatura do solo, umidade relativa e luminosidade) obtidos a partir do cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos	25
Figura 2 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros morfológicos (número de folhas, folhas frescas, caule fresco, raiz fresca, massa fresca total e massa seca de folhas) obtidos a partir do cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos	33
Figura 3 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros bioquímicos (ácido fenólico, flavonoides totais, clorofila a, clorofila b, carotenoides totais, fenólicos totais, ABTS, DPPH e FRAP) obtidos a partir do cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos túneis de cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos.....	21
Tabela 2 – Número de folhas (unidades por planta), massa fresca de folhas (g por planta), massa fresca de caule (g por planta), massa fresca de raízes (g por planta), massa fresca total (g por planta), e massa seca foliar (g por planta) de <i>Eryngium foetidum</i> cultivada sob diferentes telas de sombreamento e em campo aberto	27
Tabela 3 – Ácidos fenólicos (mg CAE 100 g ⁻¹), flavonóides totais (mg QE 100 g ⁻¹), teor de clorofila a e b (µg 100 g ⁻¹) e carotenoides totais (µg 100 g ⁻¹) em folhas de <i>Eryngium foetidum</i> cultivadas em diversas telas de sombreamento e campo aberto	38
Tabela 4 – Capacidade antioxidante por fenólicos totais (mg GAE 100 g ⁻¹), sequestro de ABTS (mg TE 100 g ⁻¹), sequestro de DPPH (mg TE 100 g ⁻¹), poder redutor de FRAP (µg Fe ²⁺ 100 g ⁻¹) em folhas de <i>Eryngium foetidum</i> cultivadas em diversas telas de sombreamento e em campo aberto.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1	LOCAL DO ESTUDO E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	14
2.2	MONITORAMENTO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	15
2.3	AMOSTRAGEM DE PLANTAS PARA ANÁLISES AGRONÔMICAS	16
2.4	AMOSTRAGEM DE PLANTAS PARA ANÁLISES BIOQUÍMICAS	16
2.5	ANÁLISES DOS PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES.....	16
2.6	ANÁLISES DE COMPOSTOS FENÓLICOS	17
2.6.1	Flavonoides.....	17
2.6.2	Ácidos fenólicos	17
2.6.3	Fenólicos totais	18
2.7	PREPARO DO EXTRATO METANÓLICO DAS ANÁLISES DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	18
2.7.1	Sequestro do radical 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}).....	18
2.7.2	Sequestro do radical 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	19
2.7.3	Poder redutor do ferro (FRAP)	19
2.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	19
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1	PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	20
3.2	PARÂMETROS MORFOLÓGICOS.....	26
3.3	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	36
3.3.1	Caracterização bioquímica	36
3.3.2	Capacidade antioxidante	39
4	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Eryngium foetidum* L. é uma hortaliça folhosa condimentar, pertencente à família Apiaceae-Umbelliferae, nativa da Amazônia, conhecida como chicória-da-Amazônia, coentrão, chicória-do-Pará, coentro africano ou ainda como chicória-de-caboclo (Rosero-Gómez et al., 2020). As folhas da chicória-do-Pará apresentam compostos funcionais, como compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides, além de possuírem capacidade antioxidante (Waman; Bohra, 2022). Dentre as propriedades terapêuticas, destaca-se a ação anti-helmíntica, anti-inflamatória, analgésica, anticonvulsivante, anticancerígena e antidiabética (Thi et al., 2020; Silalahi, 2021), tornando-a uma planta promissora com grande potencial para o mercado farmacêutico e de cosmético (Leitão et al., 2020; Rosero-Gómez et al., 2020; Rodrigues et al., 2022).

Entretanto, por tratar-se de uma espécie considerada Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) (Gomes et al., 2013), não apresenta cultivo estabelecido no país. Poucos trabalhos são encontrados sobre técnicas de cultivo para a espécie (Gomes et al., 2013), e conforme Soto-Bravo e Ocampo (2021), as pesquisas acerca do cultivo de *E. foetidum* L. no campo aberto resulta em rendimentos insatisfatórios, afetando negativamente a qualidade e rentabilidade da cultura.

Nesse sentido, salienta-se que a maioria das plantas em cultivo aberto são significativamente afetadas pelo estresse biótico e abióticos do clima, que incluem condições adversas de radiação solar, temperaturas altas, seca, salinidade, calor e frio. Esses fatores contínuos, podem afetar negativamente o rendimento e qualidade das colheitas (Silva et al., 2021a; Warsi; Howladar; Alsharif, 2021). Ademais, a quantidade e a qualidade da luz fornecida às plantas podem interferir diretamente no seu metabolismo (Seabra Júnior et al., 2019). Dessa maneira, a estação do ano, o sistema de cultivo e os fatores ambientais, como luminosidade e temperatura, são muito importantes para a espécie de *E. foetidum* L., pois além de influenciarem na produtividade, também impactam os compostos funcionais e a atividade antioxidante (Campos et al., 2014; Campos et al., 2023).

Apesar do verão ser o período mais favorável para *E. foetidum* L. crescer e se desenvolver, a planta necessita de ambiente com sombra e com umidade (Rosero-Gómez et al., 2020). Assim, o cultivo dessa espécie em regiões como o Centro-Oeste

do Brasil, onde ocorrem altas temperaturas e baixa umidade, pode ser dificultoso (Seabra Júnior et al., 2019; Lazzaretti et al., 2021). Portanto, é necessário otimizar os sistemas de cultivo dessa espécie, a fim de maximizar a produção e potencializar a produção de compostos funcionais de interesse.

Dessa forma, a utilização de telas de sombreamento tem sido uma das maneiras para cultivar espécies que apresentam restrições. Essas telas permitem um melhor cultivo e manejo em períodos inadequados (Rampazzo et al., 2014; Seabra Júnior et al., 2019; Ponce et al., 2021; Mascarenhas, 2022). O uso das telas pode melhorar as características fisiológicas e morfológicas das plantas que são sensíveis a alta disponibilidade energética (Ilić; Fallik, 2017; Vieira et al., 2019; Seabra Júnior et al., 2019; Cruz et al., 2020; Ferreira et al., 2021), podendo resultar em um melhor rendimento e uma melhora na qualidade bioquímica (Campos et al., 2023).

Essas telas podem ser aplicadas em estruturas baixas como túneis, por exemplo, tornando a instalação mais acessível financeiramente, além de fácil manejo (Ponce et al., 2022). Por ser uma tecnologia indispensável, essa é usada na agricultura nos setores hortícola, frutícola e ornamental (Cruz et al., 2020). Devido a demanda crescente de mercado, existem muitos tipos de telas agrícolas que podem ser encontradas, cada qual com sua aplicação distinta. Entre as telas destacam-se os modelos de agrotêxtil e o tecido organza, além das telas plásticas que podem ser de sombreamento, termorefletoras e termoconversoras, que são encontradas em muitas cores e níveis de sombreamento (Seabra Júnior et al., 2019; Ponce et al., 2021).

Inúmeros estudos já comprovam a eficácia das telas de sombreamento na produtividade e morfologia de diferentes culturas, como em couve (Seabra Júnior et al., 2019; Ponce et al., 2021), em coentro (Oliveira, 2020), em almeirão (Lazzaretti et al., 2021) em salsa (Silva et al., 2021a) e em rúcula (Abade et al., 2021; Leite et al., 2022). A modificação das condições de luz através de redes fotosselativas também potencializou a atividade antioxidante do manjeriço (Milenković et al., 2019).

Portanto, com base na importância dessas telas de sombreamento para o cultivo de diversas culturas agrícolas, o objetivo desse estudo foi analisar a influência das condições edafoclimáticas proporcionadas por malhas de sombreamento e identificar a melhor cobertura para o cultivo de *E. foetidum*. Para tal, avaliou-se parâmetros morfológicos e bioquímicos de plantas colhidas em 60 e 90 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO ESTUDO E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O estudo foi conduzido entre dezembro de 2022 e junho de 2023 em Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil (latitude 13° 05 '04" S, longitude 56° 05 '16" W; altitude de 460 m). O clima da região é do tipo equatorial de savana, com inverno seco (Aw), segundo a classificação de Köppen. As temperaturas do ar variam de 24 a 34 °C, e a precipitação média é de 1900 mm entre outubro e abril (Alvares et al., 2013). O solo é do tipo Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi realizado em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições e sete tratamentos. Os tratamentos foram compostos de sete ambientes: campo aberto e seis túneis baixos cobertos com: tela preta (Sombrite®), tela prata (Aluminet®), tela vermelha (Chromatinet®) de 35% de sombreamento, tela pérola (ClariNet®) com 30% de sombreamento, cobertura de tecido de organza branca (47 g m⁻²) e agrotêxtil (15 g m⁻²).

A semeadura de *E. foetidum* foi realizada em 21 de dezembro 2022, em micro estufas das embalagens (Galvanotek®) de material plástico pet (int: 0,255x95mm e ext: 0,300x100mm). Posteriormente, essas foram repicadas para bandejas rígida de polipropileno contendo 162 células, sendo preenchidas com substrato comercial (Vivatto® - 31 cm³).

Os túneis baixos foram confeccionados utilizando barras de tubo de PVC (Polyvinyl chloride®) de 25 mm com comprimento de 1,5 m. Os túneis tinham 0,6 m de altura, 1,5 m de comprimento e 1,2 m de largura. Os canteiros foram construídos com 12 m de comprimento, 1 m de largura, 0,20 m de altura e 0,3 m de espaçamento entre os canteiros. Esses foram cobertos de filme plástico agrícola (TechAgro®) de (mulching) branco e preto com face branca voltada para cima. Cada túnel foi fixado no solo sobre vergalhões de ferro de 0,5 metros de comprimento e enterrados a 0,3 metros de profundidade nas laterais dos canteiros.

Quando as plantas apresentaram três folhas definitivas foram repicadas de forma individual em bandejas de 162 células (21 cm³) preenchidas com substrato comercial (Vivatto®). As bandejas permaneceram por mais 45 dias em viveiro de

mudas, coberto com filme agrícola tipo difusor com espessura de 150 micras e janelas laterais revestidas com tela de sombreamento com bloqueio de luz de 50%.

O solo da área apresentou as características: pH 6,5; matéria orgânica; 25,40g.dm⁻³ P; 148 mg dm⁻³ K; 45.50 mg dm⁻³ Ca; 4.9 cmol dm⁻³ Mg; 0.4 cmol dm⁻³ CTC; 78 V%; 1,8 mg dm⁻³ B; 0,4 mg dm⁻³ Cu; 1,1 mg dm⁻³ Mn; 19,6 mg dm⁻³ Fe; 20,2 mg dm⁻³ B; 0,4 mg dm⁻³ Zn; 15,4 mg dm⁻³ S; 5,9 mg.dm⁻³ areia; 804 g.kg⁻¹ silte; 25 g.kg⁻¹; e 171 g.kg⁻¹ argila.

Antes do plantio foi realizada a adubação do solo baseada na recomendação de Campos et al. (2019), com aplicação de 10% N (57,6 g), 100% P₂O₅ (259,2 g) e 10% K₂O (345,6 g). A adubação de cobertura foi realizada por fertirrigação com intervalo semanal durante 90 dias. Cada aplicação incluía 10,21 g de nitrogênio (13%), 76,09 g de fósforo (18%) e 78,55 g de potássio (44%).

O transplante das mudas ocorreu aos 90 dias após a semeadura, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m. A irrigação ocorreu por um sistema de gotejamento. As inflorescências foram podadas com a periodicidade de sete dias, visando aumentar a produtividade de folhas conforme a recomendação de Campos et al. (2019).

O cultivo foi conduzido até 90 dias. As colheitas das plantas foram realizadas em dois momentos, aos 60 e 90 dias após o transplante (DAT), em que foram utilizadas oito plantas centrais de cada parcela.

2.2 MONITORAMENTO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis ambientais como luminosidade, temperaturas do solo, temperatura de folha e umidade relativa do ar, foram coletadas diariamente. A luminosidade foi coletada com o auxílio de um luxímetro (TESTO 540®) que foi posicionado dentro dos ambientes, registrando-se a luminosidade incidente. Para a temperatura do solo foi utilizado termômetro digital tipo espeto (Doctor Plant®). A temperatura das folhas foi coletada utilizando-se um termômetro digital Infravermelho Mira Laser (Hikari HT-550®). As variáveis temperatura do ar e a umidade relativa do ar foi mensurada com auxílio termohigrômetro digital (HM-02 Hig. Med®) posicionado nos diferentes ambientes e foram mantidos durante toda a condução do experimento.

2.3 AMOSTRAGEM DE PLANTAS PARA ANÁLISES AGRONÔMICAS

As plantas foram colhidas em dois períodos, aos 60 e 90 dias após o transplante (DAT). Para a coleta foram determinadas cinco plantas centrais de cada parcela. As plantas foram separadas em estruturas de folhas, caule e raiz. Utilizando balança de precisão (Shimadzu BL-3200H[®]) foram mensuradas a massa fresca foliar, a massa fresca do caule e a massa fresca da raiz (g^{-1} planta). O número de folhas maiores que 5 cm foram contadas para cada tipo de tratamento. Para obtenção da massa da matéria seca, as plantas foram secas em uma estufa de circulação de ar forçado ($\pm 60^\circ\text{C}$), até obter peso de massa constante.

2.4 AMOSTRAGEM DE PLANTAS PARA ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Foram coletadas três plantas centrais de cada parcela aos 60 e 90 dias (DAT), e essas foram levadas ao laboratório, lavadas em água corrente e posteriormente em água destilada. Foram separadas as folhas jovens adultas, das quais foram retiradas o centro do limbo foliar e estabilizadas com nitrogênio líquido. As folhas foram maceradas e armazenadas em triplicata contendo aproximadamente 2 g por eppendorf e estocadas em ultra freezer -80°C . As amostras foram utilizadas para análise de teores de carotenoides (TC), clorofila a (Chla), clorofila b (Chlb), compostos fenólicos totais (CFT), ácido fenólicos (ACF), flavonoides totais (FT), e determinação de atividade antioxidante por métodos de DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (redução do ferro) e ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico).

2.5 ANÁLISES DOS PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES

A clorofila a (Chla), a clorofila b (Chlb) e os carotenoides totais foram determinados segundo procedimentos descritos por Sims e Gamon (2002). Para tal, 50 mg de extrato foram misturados com 3 mL de acetona tamponada. A mistura foi agitada em vórtex e centrifugada a 2000 rpm por 5 minutos. O sobrenadante foi coletado e realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Bel Photonics[®], modelo V-M5), nos comprimentos de onda de 470 nm, 537 nm, 645 nm e 663 nm. Os teores de Chla,

Chlb e carotenoides totais foram expressos em microgramas por 100 gramas de massa fresca ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$), utilizando se a fórmula:

$$Chla = 0.01373A_{663} - 0.000897A_{537} - 0.003046A_{647} \quad 1$$

$$Chlb = 0.02405A_{647} - 0.004305A_{537} - 0.005507A_{663} \quad 2$$

$$Carotenoides = (A_{470} - (17.1 \times (Chla + Chlb) - 9.479 \times \text{Antocianina})) \times 119.26 \times (2 - 5) \quad 3$$

2.6 ANÁLISES DE COMPOSTOS FENÓLICOS

2.6.1 Flavonoides

A determinação de flavonoides foi realizada segundo Popova et al. (2004). Uma amostra de 500 mg foi misturada com 4 mL de metanol acidificado [solução de metanol 70% e ácido acético 10% (85:15)] e 1 mL de cloreto de alumínio 5%. A mistura foi agitada em vórtex, deixada em repouso durante 30 minutos e centrifugada a 4000 rpm por 30 minutos. Em espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5), a leitura da absorbância foi realizada em 425 nm. Uma curva de quercetina (Sigma Aldrich®, 0-20 μM) foi utilizada para calibrar o ensaio ($R^2 = 0,998$) e os resultados foram expressos em miligramas de quercetina equivalente por 100 g de massa fresca ($\text{mg QE } 100 \text{ g}^{-1}$).

2.6.2 Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos foram quantificados segundo Mazza et al. (1999). Foi misturada 350 μL do extrato etanólico, 150 μL de etanol acidificado e 4,55 mL de solução HCl 2%. A mistura foi deixada em repouso por 15 minutos e em espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5) a leitura da absorbância foi realizada a 320 nm em cubeta de quartzo. O ensaio foi calibrado com ácido cafeico (Sigma Aldrich®, 0-580 μM) e os resultados foram expressos em miligramas de ácido cafeico equivalente por 100 g de massa fresca ($\text{mg CAE } 100 \text{ g}^{-1}$).

2.6.3 Fenólicos totais

A determinação de fenólicos totais foi realizada segundo procedimentos descritos por Singleton et al. (1999). Foi misturada a 1 mL do extrato metanólico, 500 µl de Folin Ciocalteu (10%) e 2,5 mL de carbonato de sódio (20%). A mistura foi agitada em vórtex e deixada em repouso por 1 hora e em espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5) a leitura da absorbância foi feita a 760 nm. O ácido gálico (Sigma Aldrich®, 0-170 µM) foi utilizado para calibrar a análise e os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico equivalente por 100 g de massa fresca (mg GAE 100 g⁻¹).

2.7 PREPARO DO EXTRATO METANÓLICO DAS ANÁLISES DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Uma amostra de 500 mg de massa fresca de folha pulverizada em nitrogênio líquido foi misturada com 5 mL de metanol. A mistura foi agitada vigorosamente em vórtex por 30 segundos e deixada em banho ultrassônico 3 minutos. O procedimento foi repetido duas vezes. O material foi centrifugado por 15 minutos a 4000 rpm e o sobrenadante coletado e armazenado em freezer a -20°C até o momento das análises.

2.7.1 Sequestro do radical 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+})

O sequestro do radical ABTS^{•+} foi determinado segundo Re et al. (1999). Foi misturado a 30 µL de extrato metanólico 3 mL da solução etanólica do radical ABTS^{•+} 70 µM. A mistura foi deixada em repouso por 6 minutos e a leitura em espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5) foi realizada em 734 nm. O sequestro do radical ABTS^{•+} foi convertido em % e o Trolox (0-2 mM) utilizado para calibrar o ensaio. Os resultados foram expressos em miligramas de Trolox (Sigma Aldrich®) equivalente a 100 g de massa fresca (mg TE 100 g⁻¹).

2.7.2 Sequestro do radical 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

O sequestro do radical DPPH foi determinado segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). 100 μL do extrato metanólico foi misturada com 3,9 mL da solução metanólica de DPPH 60 μM . A mistura foi deixada em repouso por 1 hora e a leitura foi realizada em espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5) a 515 nm. O sequestro do radical DPPH foi convertido em porcentagem e o Trolox (Sigma Aldrich®, 0-2 mM) utilizado para calibrar o ensaio. Os resultados foram expressos em miligramas de Trolox equivalente a 100 g de massa fresca ($\text{mg TE } 100 \text{ g}^{-1}$).

2.7.3 Poder redutor do ferro (FRAP)

O poder redutor (FRAP) foi determinado segundo Benzie e Strain (1996). A 120 μL do extrato metanólico foi misturado 900 μL do reagente FRAP previamente aquecido a 37 °C. Após 1 hora, a absorbância foi medida a 595 nm no espectrofotômetro (Bel Photonics®, modelo V-M5). Uma curva de FeSO_4 (0-2 mM) foi utilizada para calibrar o ensaio. Os resultados foram expressos em micromol de ferro reduzido por 100 g de massa fresca ($\mu\text{mol Fe}^{2+} 100 \text{ g}^{-1}$).

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através da variância de ANOVA, e os dados foram aplicados no teste de Scott & Knott ($p < 0.05$), utilizando o software SISVAR® (versão 5.8). Ademais, os dados foram separados em parâmetros meteorológicos, morfológicos e bioquímicos, sendo esses calculados através da análise de componentes principais (PCA), empregando-se o algoritmo de decomposição de valor singular (SVD). As análises foram realizadas com auxílio do software The Unscrambler® X (versão 10.4).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

As telas fotosseletivas coloridas são tecnologias essenciais para cultivos em regiões tropicais de altas temperaturas e radiação solar, pois proporcionam condições climáticas mais favoráveis (Cruz et al., 2020; Abade et al., 2021). Essas telas reduzem a radiação incidente sobre as plantas, diminuindo a temperatura (Seabra Júnior et al., 2019). Essas também alteram a qualidade da luz, tornando-a mais difusa e com melhor distribuição, além de melhorar a umidade do ambiente (Rajapakse; Shahak, 2007; Zare et al., 2019). Adicionalmente, o ajuste térmico nos túneis é fundamental para atenuar o estresse fisiológico das plantas, operando por vias bioquímicas e diminuindo distúrbios após a colheita (Seabra Júnior et al., 2019). Portanto, uma estratégia interessante para aumentar o rendimento do cultivo de *E. foetidum* por pequenos produtores rurais é o uso de sombrite com 50% a 75% de sombreamento (Singh et al., 2013).

Nos parâmetros ambientais do estudo (Tabela 1), verificou-se diferenças estatísticas entre os tratamentos, ou seja, entre os tipos de telas utilizadas, para as variáveis de temperaturas do ar, temperatura de folhas, umidade relativa e luminosidade. Apenas para a temperatura do solo não foram encontradas diferenças estatísticas.

Na temperatura do ar foram observadas médias superiores (°C) quando utilizado o sombreamento do tipo agrotêxtil e em campo, com 33,1 °C e 34,2 °C, respectivamente, havendo diferenças estatística com os demais tratamentos. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as telas organza, pérola, prata, preto e vermelho. Na temperatura foliar, o tratamento do campo aberto diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando a temperatura mais alta, com 31,9 °C. Entre as demais telas não foram detectadas diferenças estatísticas, havendo variação da temperatura entre 24,3 e 27,0 °C (Tabela 1).

Na umidade relativa verificou-se que as telas do tipo organza (76,9%) e na cor prata (82,9%) apresentaram as melhores condições de manter umidade em comparação com as demais telas e com o campo aberto. A luminosidade foi detectada em maior atividade no campo aberto (60166,4 lux), diferindo estatisticamente dos

demaís tratamentos com telas de sombreamento. A tela do tipo organza (29412,7 lux) e as telas nas cores prata (26247,6 lux), preto (30129,2 lux) e vermelho (27373,9 lux) apresentaram os valores mais baixos de luminosidade, diferindo estatisticamente das demais (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos túneis de cultivo de *Eryngium foetidum* sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos

Tratamento	Temperatura do ar (°C)	Temperatura foliar (°C)	Temperatura do solo (°C)	Umidade relativa (%)	Luminosidade (lux)
Agrotêxtil	33,1 ± 2,1 a	27,0 ± 1,1 b	27,1 ± 1,0 a	62,6 ± 1,8 b	37861,4 ± 2743,5 b
Campo aberto	34,2 ± 0,8 a	31,9 ± 1,1 a	27,5 ± 0,1 a	58,8 ± 0,8 b	60166,4 ± 1148,7 a
Organza	31,3 ± 0,8 b	24,9 ± 2,7 b	26,8 ± 1,1 a	76,9 ± 5,8 a	29412,7 ± 2925,5 c
Pérola	29,3 ± 1,0 b	24,9 ± 1,3 b	25,7 ± 1,9 a	61,6 ± 6,1 b	34036,4 ± 3228,3 b
Prata	29,5 ± 0,8 b	24,3 ± 2,0 b	26,6 ± 1,1 a	82,9 ± 4,0 a	26247,6 ± 4909,0 c
Preto	30,7 ± 1,9 b	26,7 ± 0,8 b	26,3 ± 1,0 a	69,1 ± 3,3 b	30129,2 ± 2829,0 c
Vermelho	30,3 ± 0,4 b	26,3 ± 1,8 b	26,7 ± 0,2 a	63,1 ± 4,3 b	27373,9 ± 3726,9 c

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

Segundo Singh et al. (2013), a *E. foetidum* é uma planta de dias longos, que requer uma temperatura média de 27,96 °C para se desenvolver adequadamente. Isso se deve ao fato de que as plantas possuem mecanismos para executar seus processos metabólicos, como respiração e liberação de oxigênio, em ritmos específicos ao longo do dia, fenômeno conhecido como ritmo circadiano. Esse ritmo é influenciado por estímulos exógenos e endógenos, de modo que cada espécie vegetal demanda um período particular de exposição à luz. Dessa forma, as plantas são classificadas em dois grupos: de dia longo, que necessitam de um menor período de escuridão, requerendo, portanto, mais horas de luz solar para um crescimento e desenvolvimento satisfatórios; e de dia curto, que exigem um maior período de escuridão (Luz et al., 2022). Essa particularidade fisiológica das espécies vegetais deve ser considerada no manejo dos cultivos.

Dentre as variáveis analisadas, a temperatura do ar desempenha uma influência significativa sobre as plantas, sendo que, temperaturas elevadas ou baixas podem afetar as plantas de diversas formas (Silva et al., 2021a), como a germinação, floração, fotossíntese (Mascarenhas, 2022), crescimento e desenvolvimento (Silva et al., 2021b). Marsaro et al. (2014) ressalta que a temperatura é um dos fatores que

pode restringir a produção dessa espécie. Na região de Nova Mutum, MT, a temperatura do ar varia entre 24 °C e 34 °C (Alvares et al., 2013). Apesar dessa amplitude térmica, a família Apiaceae, da qual a espécie *E. foetidum* faz parte, é bem adaptada a regiões com clima subtropical e quente, com intensa luminosidade (Torzecki; Leite; Oliveira, 2023).

No experimento de Campos et al. (2023), a temperatura do ar variou entre 18 e 39 °C, variação superior à encontrada nesse estudo, entre 29,3 °C, 34,2 °C (Tabela 1). Os resultados observados da temperatura do ar, são corroborados pelo estudo de Seabra Júnior et al. (2019), que conduziu um experimento em Nova Mutum, MT, e avaliou as condições microclimáticas da temperatura do ar, solo e luz, nos túneis baixos protegendo o cultivo de couve. Os autores perceberam que a temperatura do ar começou a aumentar em todos os ambientes a partir das 7h da manhã. A temperatura mais alta foi registrada no cultivo utilizando agrotêxtil às 14h, atingindo uma média máxima de 41,4 °C. Conforme os autores, isso é atribuído pelo fato de que o material do agrotêxtil proporcionar temperaturas mais elevadas durante as horas mais quentes do dia, sendo próximo ao encontrado em cultivo de campo aberto, fator esse também observado em nossa pesquisa.

A temperatura foliar é um fator muito importante e pode ser usado como indicativo para avaliar o nível de déficit hídrico nas plantas (Gomes; Lima; Pinheiro Neto, 2020). As plantas quando cultivadas a pleno sol recebem toda luz disponível (Mozumder et al., 2020), portanto, a maior temperatura ocorrendo em campo aberto já era esperado (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado ao estresse que a planta sofre nesse tipo de ambiente. Geralmente, em condição de estresse, as plantas fecham seus estômatos, causando menor taxa de transpiração, resultando no aumento da temperatura das folhas (Taiz; Zeiger, 2004; Gomes; Lima; Pinheiro Neto, 2020). Dependendo do aquecimento que ocorre na folha, pode haver prejuízo no metabolismo dessas (Taiz; Zeiger, 2004).

Igualmente ao que ocorre na temperatura foliar, a temperatura do solo é um dos fatores de grande relevância que pode influenciar a produção de hortaliças folhosas, além disso, essa variável possui um papel ecológico no ecossistema e na vida dos vegetais (Rampazzo et al., 2014). No entanto, pode-se observar que não houve diferença significativa na temperatura no solo (Tabela 1). De acordo com Singh et al. (2013), no estado de Mizoram, na Índia, a *E. foetidum* cresce naturalmente em

solos úmidos e áreas sombreadas de florestas. A espécie também é encontrada nas terras Jhum, onde predominam solos pesados e sombreados. Para os autores, a planta se desenvolve melhor em condições de solo com pH entre 5,5 e 6,5, exigindo pouca sombra para o seu crescimento adequado.

Em relação à umidade dos ambientes, a tela prata e o tecido organza influenciaram positivamente a umidade relativa (Tabela 1). No caso da tela prata, essa já demonstrou proporcionar menor temperatura no ambiente (Seabra Júnior et al., 2019). Quando utilizadas em cultivo protegido, as telas prateadas promovem maior refletância dos raios solares, em comparação a outros materiais, mantendo o ambiente mais fresco e com maior facilidade de reter umidade (Abade et al., 2021). Quanto ao tecido organza, o segundo maior responsável pelo aumento da umidade, isso possivelmente se deve às características do material, que não possui aberturas, contribuindo para a retenção de umidade no ambiente (Ponce et al., 2021). Conforme Singh et al. (2013), a espécie *E. foetidum* prefere solos irrigados, bem drenados e úmidos. O estudo de Rampazzo et al. (2014) corrobora os achados do presente trabalho. Ao compararem a umidade relativa do ambiente protegido com o campo aberto, os autores observaram que a umidade é maior em cultivo protegido. Para eles, a umidade relativa pode ser influenciada pela irrigação do ambiente. Além disso, a umidade relativa está intimamente relacionada à temperatura, podendo variar entre 30% e 100% ao longo do dia. Ou seja, quando a temperatura se eleva, a umidade relativa tende a diminuir, e vice-versa.

Por outro lado, no que se refere a quantidade de luz solar e sombreamento nas características morfológicas de *E. foetidum*, a sua influência na produtividade são de extrema importância (Gomes et al., 2023). Os fatores como temperatura e luz, são essenciais para a realização da fotossíntese, o processo no qual as plantas produzem energia. Esses agentes ajudam as plantas a crescerem e a desenvolver-se. A luz solar direta e a temperatura quando fornecida de forma correta, possibilita que as plantas produzam maior quantidade de biomassa. Ainda, a temperatura e a luz atuam na evapotranspiração, ou seja, na forma com que a planta perde água para o ambiente (Silva et al., 2021b).

O espectro de luz da radiação do sol é separado em três fases: UV-A de 320 a 400, UV-B de 280 a 320 e UV-C inferior a 280 nm. Durante as fases de desenvolvimento, as plantas usam diferentes comprimento de luz, no entanto, a

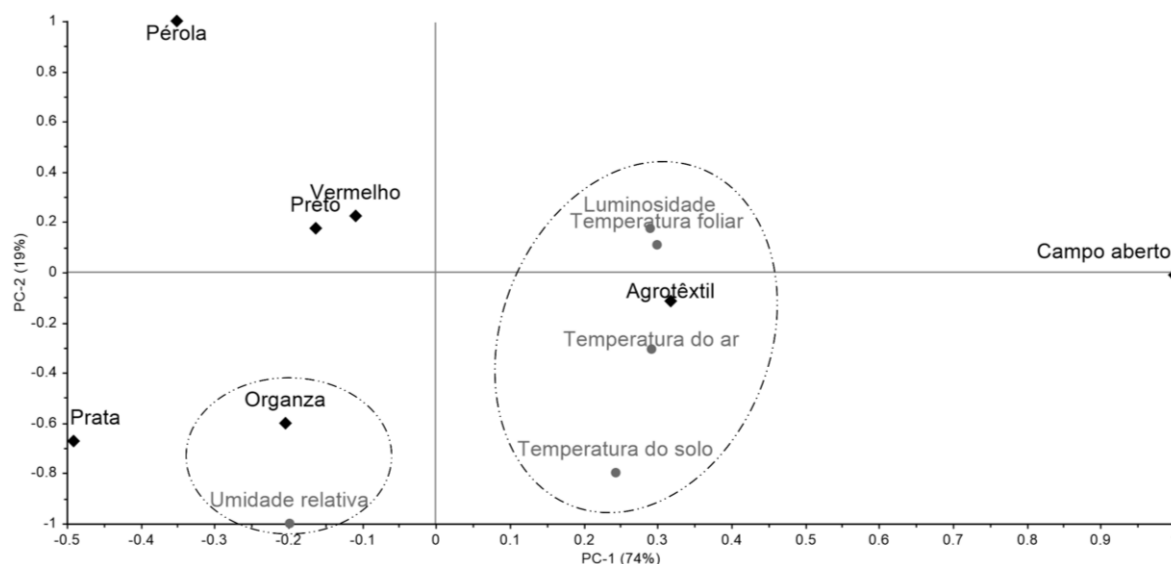
radiação fotossinteticamente ativa é melhor para a fotossíntese (Rajapakse; Shahak, 2007), sendo que as bandas de 400-700 nm ajudam nas reações fotoquímicas, transformando energia luminosa em energia química. A quantidade e a qualidade da luz sob os vegetais interferem no crescimento e rendimento (Manja; Aoun, 2019), e podem atuar no metabolismo primário e secundário (Campos et al., 2023).

A maior luminosidade foi registrada no cultivo a campo (Tabela 1), resultando em folhas menores, mais espinhosas e de menor qualidade, com sensação de gosto mais forte. Esse resultado corroboram os achados de outros autores que cultivaram *E. foetidum* em ambiente aberto (Casey et al., 2004; Singh et al., 2013; Mozumder et al., 2020; Campos et al., 2023). Essa mesma tendência foi observada por pesquisadores que conduziram o cultivo de rúcula em campo aberto durante o inverno. Mesmo com temperaturas mais baixas nessa estação, as plantas ficaram expostas a altos níveis de radiação solar, resultando em plantas mais rígidas, menores e com sabor mais intenso (Abade et al., 2021). Entretanto, a produção de *E. foetidum* sem sombreamento é mais indicada para a indústria de remédios e alimentos processados. Por outro lado, os ambientes sombreados são recomendados para o consumo *in natura*, pois a planta apresenta maior qualidade das folhas (Campos et al., 2023).

Cabe ressaltar que após a maior luminosidade obtida no campo aberto, a tela tipo agrotêxtil e as telas pérolas foram as que apresentaram os segundos valores mais altos (Tabela 1). Mesmo com essa luminosidade de 37861,4 lux registrado no agrotêxtil e 34036,4 lux para a pérola, o agrotêxtil consegue bloquear os raios UV e até possibilita a redução de insetos (Ponce et al., 2021), assim como, as telas pérolas influenciam de forma favorável na taxa fotossintética (Vieira et al., 2019).

Ao empregar a análise de componentes principais (PCA), verificou-se uma variância total de 93%, com a PC1 representando 74% do modelo (Figura 1). Dois agrupamentos distintos foram observados, sendo um com a tela organza agrupada com a variável de umidade relativa e outra com a tela do tipo agrotêxtil agrupada com a luminosidade, a temperatura foliar, a temperatura do ar e a temperatura do solo, demonstrando que essa pode influenciar nessas variáveis, mantendo uma estabilidade similar.

Figura 1 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, temperatura foliar, temperatura do solo, umidade relativa e luminosidade) obtidos a partir do cultivo de *Eryngium foetidum* sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos



O uso do tecido agrotêxtil demonstrou ter um impacto significativo nas condições microclimáticas do ambiente de cultivo. Em relação à luminosidade, o tecido promoveu uma redução da incidência de radiação solar direta sobre as plantas, criando um ambiente mais sombreado quando comparado ao campo aberto, que se apresentou separada de todas as variáveis na PCA (PC1 +). Essa condição de menor luminosidade pode ter refletido na temperatura foliar, que se manteve mais amena em comparação ao cultivo a céu aberto. O tecido agrotêxtil também atuou como uma barreira física, impedindo a dissipação rápida do calor, o que resultou em temperaturas do ar ligeiramente mais elevadas no interior do ambiente protegido. Essa combinação de menor luminosidade e temperaturas moderadas dentro do ambiente protegido possivelmente favoreceu o desenvolvimento equilibrado das plantas de *E. foetidum*, permitindo a obtenção de folhas com melhor qualidade e características sensoriais mais desejáveis para o consumo *in natura*.

3.2 PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

As folhas de *E. foetidum* têm perspectiva financeira muito importante, por ser comercializada em feiras. Quando a planta apresenta maior número de folhas, resulta num maior volume de maços colhido por metro quadrado, sendo muito vantajoso para os produtores, gerando mais renda (Gonçalves et al., 2022; Waman; Bohra, 2022; Gomes et al., 2023). Portanto, manter a qualidade e a quantidade das folhas são aspectos fundamentais para a determinação do tipo de cultivo a ser realizado.

Assim, em relação aos parâmetros morfológicos, inicialmente separou-se os cultivos de 60 e de 90 dias (Tabela 1). No cultivo de 60 dias, foram observadas diferenças estatísticas para o número de folhas, o peso das folhas frescas e o peso da raiz fresca. Quanto ao número de folhas, verificou-se que quando a *E. foetidum* é cultivada em campo aberto, assim como, com sombreamento da tela do tipo agrotêxtil e com tela vermelha, há aumento no número de folhas, de 40,7, 47,0 e 40,2, respectivamente, havendo diferença estatística quando comparado aos demais tipos de telas (Tabela 1).

Acerca do peso fresco das folhas, observou-se que o tecido agrotêxtil possibilitou maior rendimento (122,4 g) quando comparado aos demais, que apresentaram variação entre 70,2 a 89,7 g. No peso fresco da raiz, detectou-se que a tela agrotêxtil, o campo aberto e o tecido pérola resultaram em maior rendimento, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1).

Para a segunda coleta, realizada aos 90 dias, foram obtidas diferenças estatísticas apenas para as variáveis de peso fresco das folhas e massa seca das folhas. No peso fresco das folhas, visualizou-se maior rendimento quando utilizado o tecido agrotêxtil (155,5 g), organza (155,9 g), pérola (145,3 g), prata (128,1 g) e vermelho (140,5 g), diferindo estatisticamente do campo aberto (113,7 g) e do tecido preto (84,9 g). Para a massa seca das folhas, obteve-se rendimento superior com o uso da tela agrotêxtil (19,7 g), organza (19,3 g) e pérola, (18,4 g), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 2 – Número de folhas (unidades por planta), massa fresca de folhas (g por planta), massa fresca de caule (g por planta), massa fresca de raízes (g por planta), massa fresca total (g por planta) , e massa seca foliar (g por planta) de *Eryngium foetidum* cultivada sob diferentes telas de sombreamento e em campo aberto

	Tratamento	Número de folhas	Folhas frescas	Caule fresco	Raiz fresca	Massa fresca total	Massa seca de folhas
1ª colheita	Agrotêxtil	47,0 ± 7,8 a	122,4 ± 13,2 a	5,7 ± 1,9 a	41,8 ± 12,4 a	154,3 ± 46,8 a	11,9 ± 2,5 a
	Campo aberto	40,7 ± 2,1 a	84,5 ± 3,1b	5,4 ± 1,2 a	33,2 ± 1,3 a	123,2 ± 3,7 a	10,7 ± 0,9 a
	Organza	36,1 ± 1,5 b	70,2 ± 4,4 b	3,9 ± 1,6 a	30,2 ± 2,4 b	98,4 ± 15,5 a	8,6 ± 0,3 a
	Pérola	37,3 ± 7,0 b	82,0 ± 18,0 b	4,4 ± 0,7 a	36,2 ± 4,0 a	122,6 ± 21,0 a	10,3 ± 2,4 a
	Prata	34,6 ± 2,4 b	78,3 ± 12,5 b	3,8 ± 0,6 a	22,7 ± 5,1b	104,7 ± 18,1 a	9,5 ± 1,4 a
	Preto	31,9 ± 5,6 b	77,8 ± 12,0 b	3,5 ± 0,7 a	30,8 ± 6,9 b	112,1 ± 16,3 a	9,9 ± 1,6 a
	Vermelho	40,2 ± 3,8 a	89,7 ± 12,6 b	5,1 ± 1,0 a	26,1 ± 3,8 b	121,0 ± 16,3 a	10,3 ± 0,6 a
2ª colheita	Agrotêxtil	56,9 ± 11,9 a	155,5 ± 20,4 a	6,4 ± 2,3 a	73,4 ± 17,0 a	216,3 ± 61,6 a	19,7 ± 1,7 a
	Campo aberto	59,2 ± 4,5 a	113,7 ± 5,5 b	6,6 ± 0,8 a	64,6 ± 8,8 a	184,9 ± 14,6 a	15,3 ± 0,5 b
	Organza	57,1 ± 4,6 a	155,9 ± 17,2 a	8,3 ± 0,5 a	65,8 ± 7,9 a	230,0 ± 25,7 a	19,3 ± 1,2 a
	Pérola	45,3 ± 9,2 a	145,3 ± 24,3 a	6,6 ± 2,0 a	68,5 ± 23,6 a	199,2 ± 73,6 a	18,4 ± 2,0 a
	Prata	46,7 ± 10,6 a	128,1 ± 13,5 a	6,9 ± 2,4 a	45,5 ± 10,5 a	169,1 ± 39,4 a	14,4 ± 0,7 c
	Preto	53,3 ± 3,1 a	84,9 ± 12,7 c	6,0 ± 1,5 a	49,6 ± 8,9 a	140,4 ± 11,3 a	13,0 ± 0,8 c
	Vermelho	54,9 ± 4,6 a	140,5 ± 18,7 a	9,9 ± 4,2 a	60,4 ± 14,1 a	210,7 ± 36,2 a	16,0 ± 1,3 b

Análise estatística realizada considerando a 1ª e 2ª safra separadamente. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

Em relação ao número de folhas no presente estudo, verificou-se que houve maior rendimento quando comparado com estudo de Gomes et al. (2023), onde obteve-se variação entre 19,65 e 23,8 nos números de folhas aos 65 DAT após avaliar os níveis de sombreamento em relação a produtividade de *E. foetidum*. Rendimento superior também foi observado quando comparado com pesquisa de Campos et al. (2019), que relataram número de folhas entre 15 e 36.

Estudos apontam que as variações de tipo de cultivo, espaçamento ou tipo de poda também podem impactar no rendimento de *E. foetidum*. Por exemplo, Campos et al. (2023) cultivaram *E. foetidum* a pleno sol, com aplicação de fertilizante, e obtiveram maior rendimento de massa fresca total e foliar das plantas. Para os autores a junção dessas condições (fertilizante e cultivo em campo aberto) são essenciais e favoráveis, levando ao rendimento de 37% na massa fresca das folhas. Já, o estudo de Gomes et al. (2013) aponta que o espaçamento entre plantas de 0,25 m x 0,25 m, associado à poda de inflorescência resulta em uma melhor média de massa fresca (66,50 g).

Na região de Costa Rica, Soto-Bravo e Ocampo (2021) cultivaram *E. foetidum* no sombreamento de 30% e relatam aumento no rendimento de massa fresca foliar na segunda etapa do cultivo. A menor produção aconteceu após o transplante da primeira etapa do experimento. Segundo os autores, isso ocorre devido à estabilidade da planta para a formação das raízes e ao desenvolvimento da área foliar, durante a etapa inicial. Conforme o mesmo, é importante observar que, em muitos cultivos, a produção começa baixa e aos poucos vai otimizando, até atingir máxima produção. Porém, no período de senescência, as colheitas podem diminuir novamente.

Nesse experimento, o ambiente protegido com agrotêxtil se destacou, criou um microclima favorável ao desenvolvimento de *E. foetidum*, que possibilitou condições energéticas ideais para o crescimento e desenvolvimento, com um ciclo muito rápido aos 60 dias, com maior rendimento (g/por planta) (Tabela 2). Isso está em concordância, com autores Orth et al. (2018), Mandle (2019) e Marasovic e Kopitar (2019), que afirmam, que devido a seu material específico, uma das características muito interessante do agrotêxtil é a possibilidade de colher material precocemente.

Contrariamente, Seabra Júnior et al. (2019) descreve que o agrotêxtil forneceu condições inadequadas para o cultivo de couve. Apesar disso, o cultivo com agrotêxtil é considerado sustentável (Cărpuş; Dorogan; Burnichi, 2018). O material protege as

plantas do excesso de luz solar e possui resistência aos raios UV, permitindo a respiração das raízes e a permeabilidade de água e nutrientes (Orth et al., 2018). Normalmente, o uso de agrotêxtil potencializa a fotossíntese, resulta em maior produtividade, qualidade e menores danos (Cărpuş; Dorogan; Burnichi, 2018; Marasovic; Kopitar, 2019).

Já em relação, ao cultivo a céu aberto, segundo Taiz e Zeiger (2013), o exagero de luz pode causar condição de estresse, e levar à fotoinibição, reduzindo biomassa das plantas, fator esse observado aos 60 e 90 dias para o rendimento de folhas frescas. Todavia, a *E. foetidum* por ser uma espécie nativa da Amazônia mostra-se apta ao cultivo em campo aberto (Rodrigues et al., 2022) entretanto, a qualidade das folhas pode diminuir (Mozumder et al., 2020; Abade et al., 2021; Campos et al., 2023).

Além do anteposto, cabe ressaltar que as plantas exibem diferentes respostas morfológicas e físicas com base na cor das redes fotosseletivas (Cruz et al., 2020). O uso de malhas de sombreamento proporciona melhores características fisiológicas e morfológicas, possibilitando o melhor desenvolvimento e rendimento das plantas (Ilić; Fallik, 2017; Zare et al., 2019; Cruz et al., 2020; Silva et al., 2021b). Dentre as malhas testadas, a tela vermelha apresentou resultados similares ao observado para o número de folhas, se aproximando do rendimento obtido com o uso do agrotêxtil e o cultivo a campo aberto (Tabela 2). Conforme apontado por Rajapakse e Shahak (2007), Zare et al. (2019) e Abade et al. (2021), o uso de tecidos com coloração vermelha pode melhorar o desenvolvimento de plantas hortícolas. Isso ocorre devido às mudanças no espectro de luz transmitida, com maior proporção de comprimentos de onda na faixa do vermelho e vermelho distante, aumentando a quantidade de luz difusa no ambiente (Vieira et al., 2019). A luz vermelha desempenha um papel crucial na produção de moléculas energéticas finais, como o NADPH e o ATP, as quais são fundamentais no ciclo de Calvin-Benson para a formação de glicose (Taiz et al., 2017). Dessa forma, a radiação fotossintética e a fotossíntese são favorecidas (Zare et al., 2019; Abade et al., 2021), resultando em maior crescimento foliar e aumento da área foliar das plantas (Rajapakse; Shahak, 2007; Zare et al., 2019).

Essas redes foram introduzidas no mercado com propósito de unir proteção física à qualidade da luz espectral, destinando uma luminosidade diferenciada ao ambiente de cultivo (Lima et al., 2018). Elas são fabricadas com vários cromóforos, elementos reflexivos e dispersivos, permitindo que rastreiem bandas espectrais

específicas da radiação solar e mudem a luz direta em luz dispersa, intensificando a fotossíntese (Lima et al., 2018; Manja; Aoun, 2019; Zare et al., 2019). Essas telas podem ter vários níveis de sombreamento, por exemplo, 30%, 40% e 50%, e podem ser encontradas nas cores vermelho, verde, preto, branco e preto (Mascarenhas, 2022). As telas coloridas são excelentes e têm demonstrado melhor crescimento das plantas, aumentando a duração dos produtos, diminuindo as perdas pós-colheita, e, consequentemente, resultando em maior lucro nos comércios dos vegetais (Ilić; Fallik, 2017).

Em relação as demais telas, mesmo não havendo incremento no número de folhas, é importante ressaltar que essas podem ser empregadas com diferentes objetivos. A tela de pérola, por exemplo, é capaz de difundir uma quantidade maior de luz, enquanto transmite uma quantidade menor de radiação ultravioleta (Nomura, 2020). Já a tela prata possui um material que durante a noite reflete e retém ondas longas de calor, ou seja, ela consegue manter a temperatura das plantas mais alta. Ao refletir essas ondas, a tela mantém o calor próximo às plantas, evitando que elas esfriem muito durante a noite, isso ajuda a reduzir a formação de orvalho e o risco de geada, protegendo as plantas em noites frias. A tela prata age como um cobertor térmico, mantendo as plantas aquecidas e protegidas (Abade et al., 2021). As telas de cor preta, por sua vez, são vistas como neutras, não modificam o espectro de luz, ajudando apenas a diminuir a incidência direta da radiação nas plantas (Abade et al., 2021), resultando em um microclima com temperaturas mais baixas e maior sombreamento (Nomura, 2020), o que pode ser útil para determinados tipos de cultivo.

A tela do tipo organza é uma tecelagem conhecida por ser resistente e durável. Se destaca por sua textura de poliéster, fina, leve, com um brilho sutil e uma pequena transparência (Wildainy; Sunarya, 2016). Mesmo que o tecido organza não seja um material tradicionalmente utilizado na agricultura (Ponce et al., 2021), essa é considerada uma novidade e já apresentou resultados importantes, incrementando o rendimento de couve, por exemplo (Seabra Júnior et al., 2019). Igualmente, mostrou sucesso elevando na produtividade de híbrido de couve 'Hi-crop' (Ponce et al., 2022). Adicionalmente, diminuiu o número de insetos em plantas de tomate (Trento et al., 2023).

Conforme Taiz et al. (2017), o crescimento dos órgãos das plantas é muito importante e está relacionado à adaptação ao ambiente. Nesse sentido, observou-se

que a massa fresca de raiz foi influenciada aos 60 dias de colheita pelo tipo de sombreamento utilizado. Esses resultados estão de acordo com os achados de Vieira et al. (2019), no qual avaliou a raiz de ora-pro-nóbis em ambientes com 20% de sombreamento e a campo aberto aos 80 e 120 DAT. Os resultados demonstram que aos 120 dias, o ambiente sombreado com a tela pérola proporcionou raízes com comprimento de 80 g, enquanto na tela vermelha foi de 64 g e a pleno sol de 70,1 g, não diferindo estatisticamente entre si.

Os resultados também foram semelhantes aos encontrados por Ponce et al. (2021), onde as maiores médias foram observadas quando a couve foi cultivada em ambiente coberto com tecido de organza. Esse ambiente, foi eficaz aumentando a produtividade das plantas de couve, durante épocas chuvosas, permitiu produzir mais folhas em quantidade total com qualidade comercial. Ainda, o uso do tecido diminuiu danos médios provocados por duas pragas específicas, a *Plutella xylostella* e a *Diabrotica speciosa*.

Outra variável importante a ser considerada nos aspectos morfológicos é a massa seca, pois essa é um indicativo do crescimento e produtividade das plantas. Essa caracteriza a quantidade de matéria orgânica acumulada pelas plantas após a perda de água (Taiz et al., 2017). Conforme a Tabela 2, ao longo dos 90 dias, o estudo constatou que *E. foetidum* respondeu bem ao uso de diferentes coberturas, como agrotêxtil, tecido organza e tela pérola. Esses materiais, resultaram em condição favoráveis, aumentando significativamente tanto massa fresca de folhas (g por planta), quanto a incorporação de biomassa seca de folhas nas plantas (g por planta). Quando uma cultura é acomodada dentro de uma faixa ideal de luminosidade, essa condição permite uma alta fotossíntese e uma respiração normal, em consequência, resulta em um maior acúmulo de matéria seca (Guerra; Costa; Tavares, 2017). Ou seja, quando as plantas encontram condições ideais de desenvolvimento, derivada da eficiência do processo fotossintético, ocorre crescimento e aumento da massa seca (Taiz et al., 2017; Abade et al., 2019).

Resultados diferentes foram observados no estudo de Gomes et al. (2023), onde não foram observadas diferenças significativas nos valores de massa seca de *E. foetidum* cultivada em pleno sol (3,29 g) e em ambientes telados com 30% (2,18 g), 50% (3,35 g) e 70% (3,33 g) de sombreamento.

Por fim, é importante destacar que as características de produção da planta podem ser interferidas por vários fatores. A produção de *E. foetidum* passa por três períodos de ciclo, fase jovem com lento desenvolvimento; maturação precoce, com crescimento intermediário para rápido; e, por último, maturidade plena aos 140 dias. Após este período, a produção de biomassa começa a diminuir, quando a planta passa para a fase de senescência (Campos et al., 2019).

A interação entre a genética da planta e seu ambiente de cultivo é fundamental para o crescimento e desenvolvimento. Genótipos diferentes também podem mostrar respostas variadas ao ambiente. Ainda que o clima influencie no crescimento das plantas, fatores ambientais como umidade, temperatura e precipitação afetam o crescimento (Soto-Bravo; Ocampo, 2021). O ponto de colheita também é importante para as plantas medicinais, as indústrias podem aproveitar melhor os compostos presentes e prevenir perdas por causa de deterioração de enzima (Campos et al., 2019).

Além disso, práticas como, fertilização, irrigação e controle de pragas são fundamentais. Assim, um manejo adequado auxilia na otimização do crescimento das plantas e na maximização da produção de *E. foetidum* (Soto-Bravo; Ocampo, 2021). Tratos culturais como a poda da inflorescência podem favorecer o aumento de fotossintatos, no qual é designada à formação de folhas e biomassa (Campos et al., 2019).

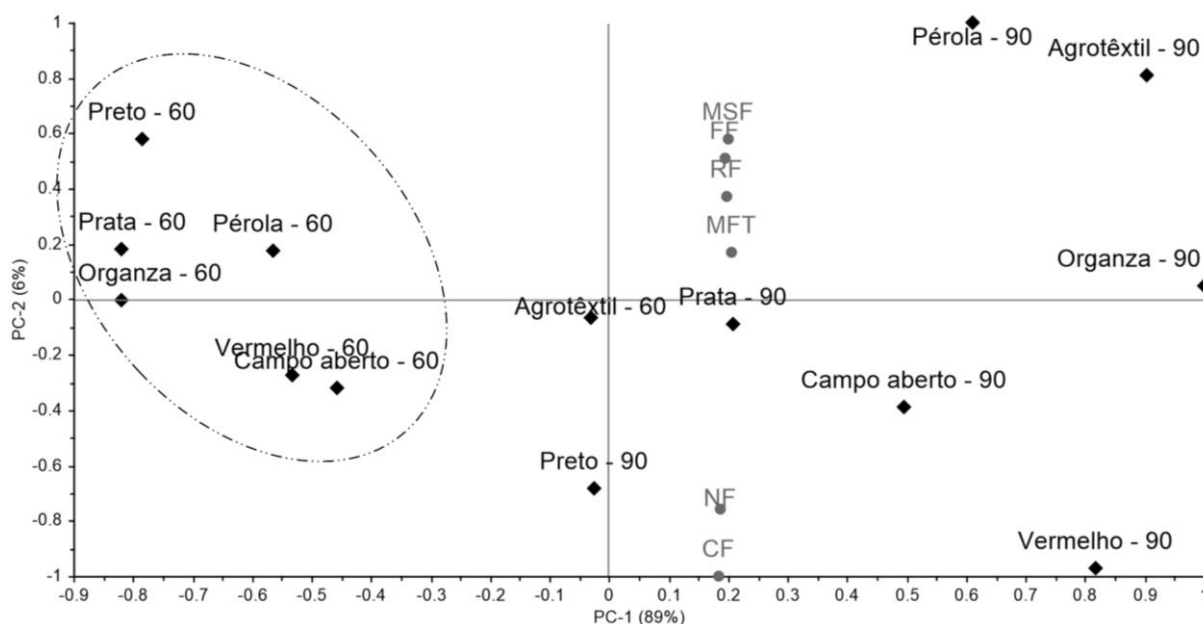
Ainda, segundo Campos et al. (2023), a produtividade de *E. foetidum* é induzida por condições de luminosidade, contudo, a capacidade radiométrica das telas de sombreamentos são bem diferentes e são determinadas a partir da porosidade e da coloração. Essas redes têm a capacidade de modificar a luz, tornando-a difusa, possibilitando que a luz seja distribuída mais uniformemente no interior dos ambientes de cultivo, possibilitando melhor absorção por parte das plantas (Ilić; Fallik, 2017).

No entanto, a importância do sombreamento para *E. foetidum* depende muito das condições agroclimáticas de cada região (Campos et al., 2023). Em situações de cultivo onde há excesso de luz, o sombreamento é interessante e traz benefícios, podendo reduzir o excesso luminoso e a temperatura elevada, possibilitando condições mais favoráveis para que os estômatos fiquem abertos por mais tempo, viabilizando a fotossíntese e maior produção de massa fresca (Taiz et al., 2017; Campos et al., 2023).

Portanto, nesse estudo, nessas condições, sob diferentes ambientes de cultivo, a luz solar interferiu nos resultados produtivos, visto que *E. foetidum* conseguiu significativamente produzir mais massa fresca e seca em alguns dos ambientes de sombra. Dessa forma, os resultados do presente estudo são vinculados especialmente a adaptação da planta aos tratamentos de cultivos protegidos.

Ao analisar a PCA para os resultados morfológicos aos 60 e 90 dias, verifica-se a variância total do modelo foi de 95%, com a PC1 representando 89% (Figura 2). É possível distinguir as diferenças entre os cultivos de 60 e 90 dias, havendo separação de 85% dos tratamentos ($n = 6$) na PC2, com exceção apenas do tratamento de agrotêxtil, estando mais disperso entre esses. A colheita aos 90 dias esteve agrupada com as variáveis morfológicas (número de folhas, folhas frescas, caule fresco, raiz fresca, massa fresca total e massa seca de folhas), demonstrando que essas possuem maior incremento na colheita posterior.

Figura 2 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros morfológicos (número de folhas, folhas frescas, caule fresco, raiz fresca, massa fresca total e massa seca de folhas) obtidos a partir do cultivo de *Eryngium foetidum* sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos



NF – número de folhas; FF – folhas frescas; CF – caule fresco; RF – raiz fresca; MFT – massa fresca total; MSF – massa seca de folhas.

Assim, verifica-se que houve maior rendimento de *E. foetidum* aos 90 dias, no entanto, o produtor deve refletir se é economicamente viável, optar por colher num

período mais longo de crescimento das plantas. Alguns autores relatam que a colheita e comercialização ocorre com cerca de sessenta dias após o DAT (Gusmão et al., 2003; Silva et al., 2016). Porém, Cardoso e Silva Filho (1997) apontam que a colheita pode iniciar a partir dos 80 a 90 dias pós-DAT. Mas, devido aos períodos de perfilhamento e início da floração da espécie, há possibilidade de a colheita ser efetuada conforme as exigências e demanda do mercado (Gusmão et al., 2003).

No Belém, Pará, o rendimento de *E. foetidum* é aproximadamente de cinco a dez maços por m² de canteiro, cada um deles pesa entre 100 g e 300 g. O valor de cada maço pode variar de R\$ 0,10 a R\$ 0,20. Nessa região, o produtor consegue manter a produção estável ao longo do ano (Gusmão et al., 2003). Porém, nos Estados do Pará e Mato Grosso, apenas 5% do cultivo de *E. foetidum* é destinado a fins comerciais (Gusmão et al., 2003; Silva et al., 2016). Vale mencionar que a planta *E. foetidum* é promissora com grande potencial (Villachica et al., 1996; Rosero-Gómez et al., 2020; Thomas et al., 2017), podendo ser usada na produção de alimentos saborosos, além de medicamentos (Leitão et al., 2020; Rodrigues et al., 2022).

Na Índia, em uma análise de mercado foram investigadas 42 plantas indígenas. Cerca de 29% dos vegetais avaliados apresentaram menos de 10% de prevalência nos mercados, enquanto *E. foetidum* (86,7%) e *Basella alba* (53,5%) apresentaram mais de 50%, dominando o mercado (Singh et al., 2018). Da mesma forma, no Mercado do Porto, em Cuiabá, Mato Grosso, em um levantamento de especiarias comercializadas, a segunda família de maior importância econômica foi Apiaceae, representando 12,5% (Oliveira, 2020). Por isso, quando se fala em gastronomia brasileira, *E. foetidum* aparece como destaque do patrimônio cultural da culinária do Estado Pará, sendo vendida exclusivamente frescas nos maiores mercados ao ar livre, sendo uma das riquezas e diversidade dos saborosos pratos típicos da região (Corrêa; Quinzani; Capovilla, 2016).

A planta *E. foetidum* é comercializada inclusive com o sistema radicular (Cardoso; Silva Filho, 1997; Gusmão et al., 2003). Entretanto, quando colhidas somente as folhas, a conservação após a colheita é de apenas quatro dias (Mohammed; Wickham, 1995; Silva et al., 2016), então, é importante seguir alguns critérios no momento da comercialização. Assim, é indicado que sejam colhidas entre 9 e 13 folhas por planta, permitindo que fiquem três folhas jovens ilesas em cada planta para próxima colheita (Silva et al., 2016).

Conforme Mohammed e Wickham (1995), o período de 4 dias de utilidade das plantas colhidas é muito inconveniente, limitando um uso mais abrangente. Por esse motivo, *E. foetidum* pode passar por processamento após a colheita, tornando a planta mais versátil e acessível aos consumidores. Isso, por sua vez, pode beneficiar economicamente os produtores locais. O produtor pode explorar em vários seguimentos de mercado. Pode ser comercializada em maços (*in natura*) ou processada pós-colheita, sendo minimamente cortadas ou desidratada e reservadas em embalagens plásticas.

Inclusive, na atualidade do século XXI, tem surgido a procura por alimentos já manipulados, higienizados e cortados. Assim sendo, os alimentos que estão sendo minimamente processados estão ganhando grande espaço no mercado. Esses produtos visam oferecer qualidade e praticidade ao consumidor (Silva; Bueno, 2021). Dessa forma, sugere-se para as folhas de *E. foetidum* a combinação de refrigeração e uso de embalagens de polietileno e ação do GA₃. Armazenando em temperatura baixa a decomposição demora mais. A hortaliça dura por mais de duas semanas (Sankat; Maharaj, 1996).

E. foetidum é considerada uma hortaliça de tempero condimentar (Mohammed; Wickham, 1995; Silva et al., 2016; Rodrigues et al., 2022), sendo muito usada como especiaria nos pratos do Caribe na Ásia, principalmente na Coreia e na Índia (Mohammed; Wickham, 1995). Em consideração a isso, a desidratação ser é uma excelente maneira de solucionar problemas relacionados à deterioração de alimentos, especialmente vegetais. Ao remover a água dos alimentos, a desidratação ajuda a prolongar sua vida útil, tornando-os mais duráveis e convenientes para armazenamento. Na cidade de Pucallpa, na Amazônia peruana, Banout et al. (2010) avaliaram dois modelos de secagem solar para a planta *E. foetidum*. Esses métodos incluíram o uso de um secador solar de gabinete direto e um secador solar de gabinete indireto. O secador solar, é um instrumento que usa a energia solar para adicionar calor expressivo no vegetal e retira a umidade, sem comprometer sua qualidade, como o sabor, textura ou cor. Isso resulta em alimentos secos saborosos e nutritivos. Além disso, a utilização de secadores solares é benéfica, pois eles são geralmente de custo relativamente baixo (Banout et al., 2010).

A desidratação das folhas de *E. foetidum* oferece vantagens importantes em relação ao consumo *in natura*, visto que aumenta o prazo de validade, podendo ser

armazenada por mais tempo sem perder a qualidade, atraindo, assim, maior comercialização. Quando *E. foetidum* foi desidratada, sua atividade antioxidante aumentou em comparação com o estado fresco. Além disso, a planta desidratada manteve propriedades de sabor, aroma e cor sem grandes variações (Basilio-Atencio; Flores-Ayala, 2021).

Em síntese, a decisão de colher aos 90 dias pode ser um procedimento eficiente se o produtor for capaz de manter a demanda e qualidade do produto, seja *in natura* ou processada, até o momento da venda. Adaptar-se às condições do ambiente e a demandas do mercado é de extrema importância para potencializar o rendimento econômico e o desenvolvimento da região.

3.3 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

3.3.1 Caracterização bioquímica

As ervas aromáticas fazem parte constante do nosso dia a dia e são amplamente apreciadas em todo o mundo por seus sabores sofisticados e aromas únicos, que tornam os pratos mais saborosos e nutritivos. Além de suas propriedades organolépticas, essas plantas também possuem importantes propriedades funcionais (Izidoro et al., 2021). Os antioxidantes presentes nas ervas aromáticas, como compostos fenólicos, carotenoides e clorofilas, desempenham um papel fundamental na alimentação e saúde das pessoas (Campos et al., 2023), devido à sua capacidade de prevenir diversas doenças (Leitão et al., 2020). Esses compostos químicos, como os metabólitos secundários, também atuam como uma via de proteção para as plantas (Taiz et al., 2017; Borges; Amorim, 2020). A liberação dessas substâncias é ativada localmente em resposta a estresse, ataque de herbívora ou patógenos (Taiz et al., 2017).

Além disso, os flavonoides também desempenham funções essenciais nas plantas, como a dispersão de sementes e a atração de polinizadores. Os flavonoides atuam como pigmentos em flores, frutos e sementes, conferindo-lhes cores atrativas que facilitam a dispersão pelos animais. Adicionalmente, os flavonoides protegem as plantas contra estresses, como radiação UV, patógenos e herbívoros (Borges; Amorim, 2020).

Da mesma maneira, os pigmentos são essenciais para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas, pois são essenciais para o processo fotossintético. Se essas estiverem ausentes, a capacidade fotossintética da planta pode ser reduzida ou até mesmo inibida, o que afeta diretamente a produtividade da cultura (Souza et al., 2019). Os pigmentos como as clorofilas a e b absorvem regiões de azul próximo a 430 nm e vermelho próximo a 660 nm, com pouca absorção no verde (Paradiso; Proietti, 2022).

No metabolismo, a clorofila a é o pigmento que conduz a fase fotoquímica da fotossíntese, absorvendo a luz solar e convertendo-a em energia química, possibilitando alta produtividade (Taiz et al., 2017). Já o carotenoide, que é um pigmento acessório que juntamente com a clorofila b, desempenha um papel importante na fotoproteção da clorofila a, maximizando a absorção de energia que é efetivamente utilizada nas reações fotoquímicas (Pacheco; Lazzarini; Alvarenga, 2021).

Ao analisar os dados bioquímicos (ácido fenólico, flavonoides totais, clorofila a, clorofila b e carotenoides totais), verifica-se que houve diferença estatística entre os tratamentos apenas para os resultados de flavonoides totais e clorofila a para a colheita aos 60 dias e apenas para flavonoides totais para a colheita aos 90 dias. Para os flavonoides totais registrou-se concentração superior nas folhas colhidas no tratamento campo aberto, para as duas colheitas, com 12,6 mg QE 100 g⁻¹ aos 60 dias e 13,1 mg QE 100 g⁻¹ aos 90 dias. No caso da clorofila a houve incremento nas folhas colhidas das plantas cultivadas nas telas das cores prata (53,9 µg 100 g⁻¹) e preto (52,4 µg 100 g⁻¹) (Tabela 3).

Tabela 3 – Ácidos fenólicos (mg CAE 100 g⁻¹), flavonoides totais (mg QE 100 g⁻¹), teor de clorofila a e b (µg 100 g⁻¹) e carotenoides totais (µg 100 g⁻¹) em folhas de *Eryngium foetidum* cultivadas em diversas telas de sombreamento e campo aberto

	Tratamento	Ácido fenólico	Flavonoides totais	Clorofila a	Clorofila b	Carotenoides totais
1ª colheita	Agrotêxtil	24,1 ± 4,7 a	9,2 ± 0,7 b	37,0 ± 6,5 b	16,2 ± 2,8 a	13,4 ± 6,7 a
	Campo aberto	25,9 ± 12,4 a	12,6 ± 2,6 a	42,5 ± 6,5 b	18,1 ± 3,5 a	15,3 ± 8,4 a
	Organza	21,8 ± 4,4 a	8,7 ± 0,7 b	37,2 ± 4,9 b	17,1 ± 4,5 a	17,7 ± 3,3 a
	Pérola	30,0 ± 8,6 a	8,6 ± 1,3 b	38,4 ± 3,7 b	13,3 ± 0,5 a	15,2 ± 1,6 a
	Prata	29,1 ± 2,1 a	7,4 ± 0,9 b	53,9 ± 15,2 a	25,3 ± 9,3 a	22,1 ± 4,9 a
	Preto	15,9 ± 4,1 a	6,7 ± 1,3 b	52,4 ± 11,6 a	24,3 ± 8,1 a	16,7 ± 9,8 a
	Vermelho	27,2 ± 2,7 a	9,3 ± 1,8 b	41,7 ± 9,8 b	19,7 ± 8,1 a	14,5 ± 8,0 a
2ª colheita	Agrotêxtil	29,7 ± 8,0 a	9,0 ± 0,6 b	59,9 ± 27,5 a	32,7 ± 13,9 a	24,0 ± 9,2 a
	Campo aberto	54,3 ± 28,6 a	13,1 ± 2,8 a	40,5 ± 5,4 a	26,5 ± 11,5 a	20,6 ± 4,4 a
	Organza	31,3 ± 12,1 a	8,1 ± 2,3 b	55,0 ± 14,3 a	26,4 ± 1,6 a	25,3 ± 6,0 a
	Pérola	28,3 ± 6,3 a	8,3 ± 0,2 b	53,8 ± 4,7 a	28,9 ± 9,4 a	25,3 ± 2,3 a
	Prata	30,5 ± 8,6 a	8,5 ± 1,7 b	48,2 ± 8,0 a	21,0 ± 1,9 a	17,6 ± 3,5 a
	Preto	42,1 ± 4,3 a	7,4 ± 1,1 b	53,9 ± 7,7 a	27,2 ± 6,7 a	21,4 ± 5,6 a
	Vermelho	43,3 ± 9,4 a	8,9 ± 2,1 b	41,8 ± 12,2 a	21,0 ± 5,3 a	19,3 ± 8,2 a

Análise estatística realizada considerando a 1ª e 2ª safra separadamente. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott (p < 0,05).

Resultados semelhantes foram relatados por Campos et al. (2023), no qual o ambiente aberto aumentou a concentração de flavonoides em 81%. Comparativamente, em nosso estudo, observou-se incremento de 88% quando comparado ao tratamento com uso da tela preta (6,7 mg QE 100 g⁻¹), que apresentou o rendimento mais baixo, todavia, sem diferir estaticamente dos demais.

A respeito da clorofila a, identificou-se o mesmo resultado no experimento de Lima et al. (2018). As plantas *Lippia alba* cultivadas sob sombreamento tiveram 7% a mais de clorofila a do que aquelas que foram cultivadas a pleno sol. No estudo de Campos et al. (2023), o cultivo de *E. foetidum* sob adubação e telas de sombreamento com 50% gerou maior concentração de carotenoides e clorofila b. Neste estudo, foi detectado o inverso, havendo maior concentração de clorofila a quando as plantas foram cultivadas com sombreamento de telas prata e preta.

3.3.2 Capacidade antioxidante

Atualmente, tem-se observado o surgimento de indústrias de antioxidantes naturais derivados de plantas que têm o potencial de substituir os antioxidantes sintéticos (Bisbal et al., 2020). Os sistemas antioxidantes presentes nas plantas conseguem manter as concentrações das espécies reativas de oxigênio (ROS) à baixas concentrações, o que demonstra a eficiência no seu sistema de eliminação (Waszczak; Carmody; Kangasjärvi, 2018).

A planta *E. foetidum* por ser rica em antioxidantes como (E)-2-dodecenal e ácido dodecanóico, quando consumida diariamente, ajuda a inibir o desenvolvimento de muitas enfermidades, como câncer e hipertensão. Além disso, essa pode auxiliar no combate da malária (Silalahi, 2021).

Em relação a capacidade antioxidante, considerando os testes de fenólicos totais, ABTS, DPPH e FRAP, constatou-se haver diferenças estatísticas para as análises de FRAP aos 60 dias e de DPPH aos 90 dias. Para ambas as análises, observou-se que a capacidade antioxidante foi superior nas folhas cultivadas em campo aberto, com incremento de 128% quando comparado com folhas colhidas sob sombreamento de tela pérola, que apresentou a menor capacidade FRAP, assim como de 126% quando comparado ao mesmo tratamento, também com menor capacidade no teste DPPH (Tabela 4).

Tabela 4 – Capacidade antioxidante por fenólicos totais (mg GAE 100 g⁻¹), sequestro de ABTS (mg TE 100 g⁻¹), sequestro de DPPH (mg TE 100 g⁻¹), poder redutor de FRAP (μg Fe2+ 100 g⁻¹) em folhas de *Eryngium foetidum* cultivadas em diversas telas de sombreamento e em campo aberto

	Tratamento	Fenólicos totais	ABTS	DPPH	FRAP
1ª colheita	Agrotêxtil	56,7 ± 12,1 a	2348,5 ± 371,1 a	40,8 ± 2,1 a	3,3 ± 0,5 b
	Campo aberto	64,8 ± 1,8 a	2195,2 ± 411,4 a	43,7 ± 9,6 a	6,4 ± 1,6 a
	Organza	63,1 ± 4,6 a	2.450,5 ± 461,0 a	39,8 ± 3,4 a	3,7 ± 0,6 b
	Pérola	57,7 ± 3,2 a	2222,7 ± 213,4 a	49,6 ± 15,8 a	2,8 ± 0,8 b
	Prata	54,4 ± 9,3 a	2420,5 ± 293,6 a	38,3 ± 1,2 a	3,9 ± 0,5 b
	Preto	56,8 ± 2,8 a	2443,2 ± 414,3 a	41,5 ± 1,4 a	4,5 ± 0,7 b
	Vermelho	54,4 ± 4,3 a	2144,9 ± 416,2 a	36,5 ± 4,4 a	3,5 ± 0,2 b
2ª colheita	Agrotêxtil	63,5 ± 10,6 a	2803,2 ± 2022,4 a	33,4 ± 5,4 b	3,9 ± 0,5 a
	Campo aberto	77,5 ± 12,7 a	4248,7 ± 1124,6 a	64,3 ± 15,8 a	4,7 ± 0,5 a
	Organza	71,0 ± 10,2 a	2.943,3 ± 1.557,1 a	36,9 ± 5,6 b	4,9 ± 0,3 a
	Pérola	66,0 ± 6,1 a	2546,1 ± 801,2 a	28,4 ± 8,0 b	4,4 ± 0,1 a
	Prata	66,4 ± 6,8 a	2715,3 ± 1394,7 a	38,6 ± 5,1 b	4,3 ± 0,2 a
	Preto	68,6 ± 1,9 a	2567,5 ± 931,8 a	44,7 ± 6,8 b	4,5 ± 0,3 a
	Vermelho	63,9 ± 5,3 a	902,0 ± 465,1 a	35,5 ± 2,5 b	4,2 ± 0,3 a

Análise estatística realizada considerando a 1ª e 2ª safra separadamente. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott (p < 0,05).

Esses resultados coincidem com o acúmulo de flavonoides totais, durante os dois períodos de colheita (Tabela 3), no qual está relacionado à capacidade antioxidante de *E. foetidum* (Tabela 4), demonstrando, assim, a importância da luminosidade para essas variáveis.

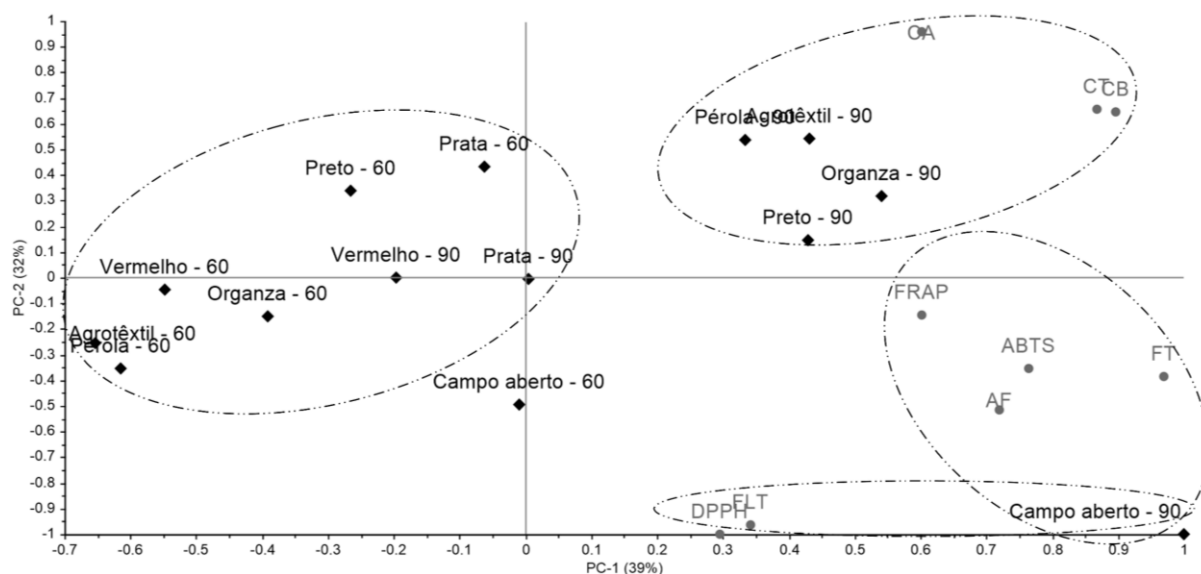
Da mesma forma, foi observado no estudo de Campos et al. (2023), que plantas cultivadas sem telas de sombreamento tiveram os melhores resultados de capacidade antioxidante das folhas de *E. foetidum*. O radical DPPH foi de 0,8 μmol g⁻¹ fw com inibição de 39,5%. Bem como, o poder redutor FRAP foi de 63,5 μmol g⁻¹ fw, e inibição do radical de 31%. Portanto, à medida que a concentração de metabólitos aumenta, a atividade e a capacidade dos antioxidantes em absorver radicais também se elevam (Ormaza; Díaz; Rojano, 2018).

Assim, o resultado do potencial antioxidante deste estudo é atribuído ao ambiente, em resposta à influência das variáveis microclimáticas, principalmente temperatura e luminosidade.

Na PCA, que apresentou variância total de 71%, verificou-se a formação de três agrupamentos, onde a colheita aos 60 dias distanciou-se da colheita aos 90 dias, com

exceção dos resultados obtidos com o uso da tela vermelha e prata. Os pigmentos, ou seja, clorofila a, clorofila b e carotenoides, foram agrupados com os tratamentos pérola, agrotêxtil, organza e preto, enquanto o campo aberto foi agrupado com ácido fenólicos, flavonoides totais, fenólicos totais, ABTS, DPPH e FRAP. Flavonoides totais e DPPH foram agrupados entre si, enquanto FRAP, ABTS, ácidos fenólicos e fenólicos totais foram encontrados em proximidade (Figura 3).

Figura 3 – Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros bioquímicos (ácido fenólico, flavonoides totais, clorofila a, clorofila b, carotenoides totais, fenólicos totais, ABTS, DPPH e FRAP) obtidos a partir do cultivo de *Eryngium foetidum* sob diferentes telas de sombreamento e campos abertos



AF – Ácido fenólico; FLT – Flavonoides totais; CA – Clorofila a; CB – Clorofila b; CT – Carotenoides totais; FT – Fenólicos totais.

Os compostos secundários das plantas são sintetizados a partir dos metabólitos primários (Borges; Amorim, 2020), no entanto, quando a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) das plantas cultivadas em sombreamento são menores pode haver interferência na produção de metabólitos primários importantes para a formação de metabólitos secundários, como compostos fenólicos e terpenos (Campos et al., 2023). Por outro lado, ambientes com alta radiação influenciam positivamente a biossíntese de flavonoides, uma vez que esses compostos absorvem a radiação UV-B e UV-A (Brunetti et al., 2018). Dessa forma, quando as plantas estão sob estresse por excesso de luz, elas tendem a aumentar a produção de compostos

fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante, como uma estratégia de defesa para evitar danos fotooxidativos. Essa resposta está relacionada à função protetora desses metabólitos secundários nas células vegetais, sendo crucial para a saúde e adaptação das plantas (Brunetti et al., 2018; Campos et al., 2023).

As plantas conhecidas como de sol possuem características específicas de adaptação às altas intensidades de luz, conseguindo realizar a fotossíntese de forma eficiente. Isso acontece porque essas plantas têm alta atividade da enzima rubisco, fundamental para a fixação de carbono durante a fotossíntese. Essa enzima é formada por um conjunto de pigmentos de xantofila, que ajudam a absorver a luz e dissipar o excesso de energia luminosa, evitando lesões nas células vegetais (Taiz et al., 2017).

Por outro lado, o ambiente sombreado incentiva o aumento nos níveis de carotenoides e clorofila b em espécies como o *E. foetidum*, especialmente no início da maturação da planta (Campos et al., 2019; Campos et al., 2023). A maior concentração de carotenoides totais, clorofila a e clorofila b deve-se à elevada ação fotossintética no período inicial da maturação da planta (Campos et al., 2019). Na literatura é visto que hortaliças folhosas, diminuem a concentração de clorofilas quando ocorre o aumento da atividade da enzima peroxidase (POD) ou quando a planta passa por período de senescência (Campos et al., 2019). A quantidade desses pigmentos mostra a boa adaptação da planta em seu ambiente de luz (Taiz et al., 2017).

Por fim, os pigmentos nas plantas estão relacionados aos mecanismos de prevenção e defesa. Por exemplo, quanto maior a concentração de caroteno na planta, melhor será sua capacidade de defesa (Nascimento et al., 2021). Como observado no presente estudo, os pigmentos foram agrupados aos diferentes tipos de ambientes, todavia, todos com nível de sombreamento, diferindo-se do campo aberto. Assim, esses resultados podem estar diretamente relacionados às condições de luminosidade.

4 CONCLUSÃO

O uso das malhas de sombreamento influenciou as condições edafoclimática dos ambientes de cultivo. As malhas ajudaram a criar um microclima mais favorável, reduzindo a intensidade da luz solar e a temperatura do ar. Essa proteção contra o excesso de radiação solar evitou danos por queimaduras e ajudou a estabilizar a temperatura das folhas.

As malhas de sombrite prata e tecido organza mantiveram a umidade do solo, o que é crucial para o desenvolvimento saudável das plantas. Esse ambiente mais estável e menos estressante promoveu melhores condições para o cultivo. Por sua vez, as telas de sombrite preta e prata bloquearam o excesso de luz solar, criando um ambiente sombreado. Isso resultou em um aumento na produção de clorofila a. Esses benefícios combinados tornam as malhas de sombreamento uma ferramenta eficiente para melhorar o desenvolvimento e a saúde das plantas.

Os resultados mostraram que as plantas tiveram preferência por ambientes sombreados com comprimentos de onda específicos, proporcionados pelos agrotêxteis, tecido organza e malha pérola. Esses ambientes afetaram positivamente a produção de massas fresca e seca.

Assim, para promover o maior número de folhas frescas, recomenda-se o uso de agrotêxtil, tela vermelha e cultivo a campo. Para aumentar a massa fresca das folhas, o agrotêxtil e o tecido organza são mais indicados. As telas de sombreamento pérola e prata são recomendadas aos 90 dias de cultivo, para aumentar o rendimento. Ambos os ambientes sombreados melhoram a qualidade palatável das folhas. Já o cultivo aberto é recomendado para otimizar a produção de compostos e atividade antioxidante na espécie.

Diante desses resultados, é essencial explorar a extração dos compostos bioativos de *Eryngium foetidum* para aplicações na indústria farmacêutica. A manipulação desses compostos para a encapsulação de medicamentos representa uma área promissora da pesquisa, pois pode proteger os compostos bioativos da degradação, melhorar sua biodisponibilidade e permitir uma liberação controlada dos princípios ativos, resultando em medicamentos mais eficazes e com menos efeitos colaterais.

REFERÊNCIAS

- ABADE, M. T. R. et al. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 27, n. 1, p. 217-226, set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31062/agrom.v27i1.26578>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26578>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- ABADE, R. T. M. et al. Desempenho agrônômico de rúcula em cultivo de inverno sob pleno sol e telas sombrite vermelha, prata e preta. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 7, n. 10, p. 100100-100117, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-360>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/38335>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- ALVARES, A. C. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 15 fev. 2023.
- BANOUT, J. et al. Effect of solar drying on the composition of essential oil of sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.) grown in the peruvian amazon. **Journal of Food Process Engineering**, v. 33, n. 1, p. 83-103, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2008.00261.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4530.2008.00261.x>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- BASILIO-ATENCIO, J.; FLORES-AYALA, J. Optimización de parámetros para la deshidratación por lecho fluidizado del sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.). **Revista de Pesquisa Agrícola Ciência e Biotecnologia**, Peru, v. 1, n. 3, p. 13-28, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.25127/riagrop.20213.700>. Disponível em: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP/article/view/700>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, jul. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003269796902924>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- BISBAL, S. J. J. et al. Plant species as food antioxidants. **Nereis: Revistas Científicas UCV**, Espanha, n. 12, p. 71-90, mar. 2020. DOI: https://doi.org/10.46583/nereis_2020.12.577. Disponível em: <https://revistas.ucv.es/nereis/index.php/Nereis/article/view/577>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, mar. 2020. Disponível em:

<https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9705>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085?via%3Di> hub. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRITO, S. G. et al. Growth of *Basella alba* under different light environments. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 17, n. 3, p. 201-205, jul./set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v17i3.9299>. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/9299>. Acesso em: 12 nov. 2023.

BRUNETTI, C. et al. Modulation of phytohormone signaling: a primary function of flavonoids in plant–environment interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1-8, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01042>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01042/full>. Acesso em: 14 jul. 2023.

CAMPOS, R. A. S. et al. Changes in bioactive compounds in spiny coriander leaves in response to inflorescence pruning at different growth stages. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 250-257, fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.033>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423818307362>. Acesso em: 12 jul. 2023.

CAMPOS, R. A. S. et al. Physiological responses and antioxidant properties of spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.) under shading and nitrogen fertilization. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 45, n. 111, p. 1-11, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-023-03593-w>. Disponível em: <https://link-springer-com-443.webvpn.synu.edu.cn/article/10.1007/s11738-023-03593-w>. Acesso em: 15 jul. 2023.

CAMPOS, R. A. S. **Produtividade, compostos bioativos e atividade antioxidante em *Eryngium foetidum* L.** 2014. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

CARDOSO, M. O.; SILVA FILHO, F. D. Chicória (*Eryngium foetidum* L.). In: CARDOSO, M. O. (Org.). **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1997.

CĂRPUȘ, E.; DOROGAN, A.; BURNICHI, F. Agrotexile systems-strategic elements for sustainable development of the agriculture. In: **International Conference on Advanced Materials and Systems**. The National Research & Development Institute for Textiles and Leather-INCOTEX, 2018.

CASEY, C. A. et al. The effect of light intensity and nitrogen fertilization on plant growth and leaf quality of ngo gai (*Eryngium foetidum* L.) in Massachusetts. In: **XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants**. Canada, 2004.

CORRÊA, A. A. S.; QUINZANI, S. S. P.; CAPOVILLA, V. M. A pluralidade gastronômica da região Amazônica: sabores Acreanos, Paraenses e do Alto Rio Negro. **Revista Hospitalidade**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 248-271, out. 2016. Disponível em: <https://revhosp.org/hospitalidade/article/view/645>. Acesso em: 18 fev. 2024.

CRUZ, R. R. P. et al. Sombra fotosselativa Redes na agricultura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, Vargem Grande Paulista, v. 8, p. 1-13, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5921>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5921>. Acesso em: 9 jan. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de solos: Rio de Janeiro, 2013.

FERREIRA, M. M. S. et al. Jambu varieties performance under shading screens. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 68, n. 5, p. 390-395, set./out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202168050003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/zkqvHd5BGNSypx4m7Nsdc7q/#>. Acesso em: 20 mar. 2023.

GOMES, F. R. et al. Amazon chicory: growing at full sunlight or under shade? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1-6, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-2023-e2554>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/FqBsZ99Nzs3pFcYKznZTcFK/#>. Acesso em: 4 fev. 2024.

GOMES, F. R. et al. Produção de chicória da Amazônia cultivada sob densidades de cultivo e poda do pendão floral. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 9-14, out. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2573>. Acesso em: 4 fev. 2024.

GOMES, F.; LIMA, J.; PINHEIRO NETO, L. Aplicações da termografia na agricultura. **Agrarian Academy**, Jandaia, v. 8, n. 16, p. 91-105, dez. 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5420>. Acesso em: 2 fev. 2024.

GONÇALVES, P. V. et al. Genetic diversity in creole genotypes of Amazon chicory. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 52, n. 2, p. abr./jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202102852>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/XJxsq9hVqQxLbrr3jWWYCNm/#>. Acesso em: 28 mar. 2024.

GUERRA, A. M. N. M.; COSTA, A. C. M.; TAVARES, P. R. F. Atividade fotossintética e produtividade de alface cultivada sob sombreamento. **Revista Agropecuária**

Técnica, Paraíba, v. 38, n. 3, p.125-132, out. 2017. DOI: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i3.29246>. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/29246>. Acesso em: 14 mar. 2024.

GUSMÃO, S. A. L. et al. Caracterização do cultivo de chicória do Pará nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 1-4, abr./jun. 2003.

ILIĆ, Z. S.; FALLIK, E. Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: A review. **Environmental and Experimental Botany**, v. 139, p. 79-90, jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.04.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847217300928>. Acesso em: 20 fev. 2024.

IZIDORO, M. et al. Propriedades funcionais e organolépticas de plantas condimentares: Revisão. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 6, p. 1-13, maio 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.14958>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14958>. Acesso em: 22 fev. 2024.

LAZZARETTI, P. et al. Produção de cultivares de almeirão sob diferentes telados e campo aberto em clima tropical. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 12, n. 12, p. 45-52, set. 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.012.0005>. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6322?articlesBySameAuthorPage=2>. Acesso em: 15 jan. 2024.

LEITÃO, D. S. T. C. et al. Amazonian *Eryngium foetidum* leaves exhibited very high contents of bioactive compounds and high singlet oxygen quenching capacity. **International Journal of Food Properties**, v. 23, n. 1, p. 1452-1464, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1811311>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2020.1811311>. Acesso em: 15 jan. 2024.

LEITE, T. R. C. et al. Produção de cultivares de rúcula (*Eruca sativa*) sob diferentes malhas de sombreamento e campo aberto. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 5, p. 12-18, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36560/15520221499>. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1499>. Acesso em: 13 jan. 2024.

LIMA, C. J. et al. Proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* (Mill) NE Br. cultivadas sob ambientes de luz. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 41, n. 3, p. 655-662, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17240>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16722>. Acesso em: 13 fev. 2024.

LUZ, V. C. P. et al. Suplementação luminosa aplicada ao cultivo de hortaliças. In: **Proceedings of the 14th Seminar on Power Electronics and Control**. SEPOC, 2022.

MANDLE, S. A. Agro textile – a new innovation for crop management. **International Journal of Advance and Innovative Research**, v. 6, n. 1, p. 345-351, 2019.

MANJA, K.; AOUN, M. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 246, p. 110-122, fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.050>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818307520>. Acesso em: 13 fev. 2024.

MARASOVIC, P.; KOPITAR, D. Overview and perspective of nonwoven agrotexile. **Textile & Leather Review**, v. 2, n. 1, p. 32-45, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31881/TLR.2019.23>. Disponível em: <https://www.tlr-journal.com/tlr-2-1-2019-23-marasovic/>. Acesso em: 02 mar. 2024.

MARSARO, R. et al. Produção de cultivares de coentro em diferentes telados e campo aberto. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 7, n. 4, p. 43-54, 2014. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/616>. Acesso em: 04 jan. 2024.

MASCARENHAS, N. M. H. Microclima na produção de alface em ambiente protegido com diferentes telas de sombreamento: uma revisão. **Revista Ambientale**, Arapiraca, v. 14, n. 4, p. 9-18, jul./out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.48180/ambientale.v14i4.384>. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/384>. Acesso em: 5 maio 2024.

MAZZA, G. et al. Anthocyanins, phenolics, and color of cabernet franc, merlot, and pinot noir wines from British Columbia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 10, p. 4009-4017, set. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf990449f>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf990449f>. Acesso em: 5 maio 2024.

MILENKOVIĆ, L. Z. S. et al. New technology in basil production with high essential oil yield and quality. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 1-11, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111718>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669019307289?via%3Dihub>. Acesso em: 5 maio 2024.

MOHAMMED, M.; WICKHAM, L. D. Postharvest retardation of senescence in shado benni (*Eryngium foetidum*, L.) plants. **Journal of Food Quality**, v. 18, n. 4, p. 325-334, ago. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1995.tb00384.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4557.1995.tb00384.x>. Acesso em: 7 jan. 2024.

MOZUMDER, S. N. et al. Effect of shade and sowing method on *Eryngium foetidum* production. **International Journal of Research**, v. 8, n. 12, p. 251-261, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v8.i12.2020.2714>. Disponível em:

https://www.granthaalayahpublication.org/journals/index.php/granthaalayah/article/view/IJRG20_B12_3983. Acesso em: 12 jan. 2024.

NASCIMENTO, A. S. et al. Desempenho produtivo e bioquímico de alface crespa sob diferentes ambientes de cultivo. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 17, n. 11, p. 1-8, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.491101>. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/6203>. Acesso em: 12 fev. 2023.

NOMURA, M. Telas fotosselativas na produção de cultivares de manjeriço em duas épocas de plantio. 2020. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

OLIVEIRA, L. S. Especiarias na gastronomia Mato-Grossense. **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 19, n. 3, p. 104-132, jul. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/10821>. Acesso em: 8 dez. 2023.

ORMAZA, A. M.; DÍAZ, F. O.; ROJANO, B. A. Efecto del añejamiento del café (*Coffea arábica* L. var. *castillo*) sobre la composición de fenoles totales, flavonoides, ácido clorogénico y la actividad antioxidante. **Información Tecnológica**, La Serena, v. 29, n. 3, p. 187-196, jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300187>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000300187. Acesso em: 12 jan. 2024.

ORTH, M. et al. Innovative ecological agricultural textiles. **International Polymer Science and Technology**, v. 45, n. 7, p. 291-296, out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/0307174X18450701>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0307174X18450701?journalCode=ipr>. Acesso em: 17 jan. 2024.

PACHECO, F.; LAZZARINI, L. E.; ALVARENGA, I. Metabolismo relacionado com a fisiologia dos estômatos. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 18, n. 36, p. 186-206, jun. 2021. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5264>. Acesso em: 14 jan. 2024.

PARADISO, R.; PROIETTI, S. Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: the state of the art and the opportunities of modern led systems. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, p. 742-780, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-021-10337-y>. Acesso em: 18 fev. 2024.

PONCE, F. S. et al. Low tunnels with shading meshes: An alternative for the management of insect pests in kale cultivation. **Scientia Horticulturae**, v. 288, p. 1-7, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110284>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423821003915?via%3Dihub>. Acesso em: 20 fev. 2023.

PONCE, F. S. et al. Productivity, cost, and profitability of kale produced in a low tunnel. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 13, p. 1-8, set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3876>. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3876>. Acesso em: 18 fev. 2024.

POPOVA, M. et al. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type própolis. **Phytochemical Analysis**, v. 15, n. 4, p. 235-240, jul./ago. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/pca.777>. Disponível em: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pca.777>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RAJAPAKSE, N. C.; SHAHAK, Y. Light-quality manipulation by horticulture industry. In: WHITELAM, C. G.; HALLIDAY, K. J. **Light and Plant Development**. Blackwell Publishing Ltd., 2007.

RAMPAZZO, R. et al. Eficiência de telas termorefletores e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 33-42, jan./fev. 2014. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v22i1.362>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/326>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, maio 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584998003153>. Acesso em: 14 mar. 2024.

RODRIGUES, L. M. T. et al. *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae): a literature review of traditional uses, chemical composition, and pharmacological activities. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, p. 1-15, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2896895>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/2896895>. Acesso em: 12 mar. 2024.

ROSETO-GÓMEZ, C. A. et al. Nomenclatura y usos del culantro de monte (*Eryngium foetidum* L.) en la comunidad San Antonio de Padua, cantón Quinsaloma, Provincia de Los Ríos – Ecuador. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Chile, v. 19, n. 3, p. 334-343, maio 2020. DOI: <https://doi.org/10.37360/blacpma.20.19.3.21>. Disponível em: <https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/49>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SANKAT, C. K.; MAHARAJ, V. Vida útil da erva verde 'shado beni' (*Eryngium foetidum* L.) armazenada sob condições refrigeradas. **Postharvest Biology and Technology**, v. 7, n. 1-2, p. 109-118, jan. 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(95\)00016-X](https://doi.org/10.1016/0925-5214(95)00016-X). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092552149500016X>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SEABRA JÚNIOR, S. et al. Does knitted shade provide temperature reduction and increase yield kale? **Journal of Agricultural Science**, Canadá, v. 11, n. 9, p. 103-111, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p103>. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39739>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SILALAH, M. Essential oils and uses of *Eryngium foetidum* L. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 15, n. 3, p. 289294, jun. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.30574/gscbps.2021.15.3.0175>. Disponível em: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/content/essential-oils-and-uses-eryngium-foetidum-l>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA, A. V. et al. Levantamento do cultivo do coentrão (*Eryngium foetidum* L.) nas áreas produtoras de Cáceres-MT. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 9, n. 1, p. 62-72, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/698>. Acesso em: 13 fev. 2023.

SILVA, G. R. T. et al. Abiotic factors in plant growth and flowering. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. 1-9, abr. 2021b. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13817>. Acesso em: 12 fev. 2023.

SILVA, L. C. V. et al. Características comerciais em variedades de salsa cultivadas sob diferentes ambientes de luz. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 1, p. 1-9, jan. 2021a. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1388>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23219>. Acesso em: 6 mar. 2024.

SILVA, N. C.; BUENO, S. M. Alimentos minimamente processados: tendência de mercado no século XXI. **Revista Científica Unilago**, São José do Rio Preto, v. 1, n. 1, p. 1-12, dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/643>. Acesso em: 15 fev. 2023.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v. 81, n. 2-3, p. 337-354, ago. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00010-X). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003442570200010X?via%3Dihub>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SINGH, S. et al. Determination of bioactives and antioxidant activity in *Eryngium foetidum* L.: a traditional culinary and medicinal herb. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 83, p. 453-460, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0141-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40011-012-0141-y>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SINGH, S. et al. Indigenous underutilized vegetables for food and nutritional security in an island ecosystem. **Food Security**, v. 10, p. 1173-1189, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0840-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-018-0840-1>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SINGLETON, V. L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0076687999990171>. Acesso em: 10 out. 2023.

SOTO-BRAVO, F.; RODRÍGUEZ-OCAMPO, G. A. Crecimiento, evapotranspiración y uso de nutrientes en cultivo hidropónico de *Eryngium foetidum*, en dos diferentes ambientes y niveles de nutrición. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, v. 45, n. 1, p. 19-40, fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45674>. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/45674>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SOUZA, F. P. et al. Extração de pigmentos fotossintéticos em diferentes espécies vegetais. In: **XXIV Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Unicruz, 2019. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2019/XXIV%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/Mostra%20de%20Iniciacao%20Cientifica/Ciencias%20Exatas,%20agrarias%20e%20engenharias/RESUMO%20EXPANDIDO/EXTRAÇÃO%20DE%20PIGMENTOS%20FOTOSSINTÉTICOS%20EM%20DIFERENTES%20ESPÉCIES%20VEGETAIS%20-%2009061.pdf>

TAIZ, L. et al. **A fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, 2004.

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

TRENTO, D. A. et al. Entomofauna associated with the cultivation of creeping tomato trees under different shading meshes. **Idesia**, Chile, v. 41, n. 3, p. 43-50, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292023000300043>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292023000300043&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 15 jan. 2024.

THI, N. Q. N. et al. Phytochemical Content and Antioxidant activity in aqueous and ethanolic extracts of *Eryngium foetidum* L. **Materials Science and Engineering**, v. 991, n. 1, p. 1-9, 1 dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012026>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/991/1/012026/meta>. Acesso em: 15 jan. 2024.

THOMAS, P. S. et al. *Eryngium foetidum* L. essential oils: chemical composition and antioxidant capacity. **Medicines**, v. 4, n. 2, p. 1-7, abr. 2017. DOI:

<https://doi.org/10.3390/medicines4020024>. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2305-6320/4/2/24>. Acesso em: 22 jan. 2024.

TORZECKI, J. M. S.; LEITE, I. V. C.; OLIVEIRA, R. A. P. Olericultura do coentro e o uso de sombreamento artificial. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 6, p. 1-14, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-039>. Disponível em:
<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2197>. Acesso em: 12 jan. 2024.

VIEIRA, S. J. et al. Desenvolvimento e teor de proteína em ora-pro-nóbis influenciados por diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 04, p. 48-54, mar. 2019. DOI:
<https://doi.org/10.21206/rbas.v9i04.8242>. Disponível em:
<https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/8242>. Acesso em: 13 fev. 2024.

VILLACHICA, H. et al. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima, Peru: TCA, FAO, DGIS, PNUD, ICRAF, FIDA, PNUMA, IICA, GTZ, UNAMAZ, 1996.

WAMAN, A. A.; BOHRA, P. Underutilized culantro (*Eryngium foetidum* L.) under novel pro-tray cultivation system: effect of substrates. **National Academy Science Letters**, v. 45, p. 549-551, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40009-022-01177-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40009-022-01177-9>. Acesso em: 14 jan. 2024.

WARSI, M. K.; HOWLADAR, S. M.; ALSHARIF, M. A. Regulon: An overview of plant abiotic stress transcriptional regulatory system and role in transgenic plants. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. 1-14, 2023. DOI:
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.245379>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/bjb/a/yDgxn4hQnYQ9cK6nWxtHB9K/?lang=en#>. Acesso em: 14 jan. 2024.

WASZCZAK, C.; CARMODY, M.; KANGASJÄRVI, J. Reactive oxygen species in plant signaling. **Annual Review of Plant Biology**, v. 69, n. 1, p. 209–236, abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040322>. Disponível em:
<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-arplant-042817-040322>. Acesso em: 12 jan. 2024.

WILDAINY, C.; SUNARYA, Y. Y. Aplikasi Motif Batik Garut Mojang Priangan pada Organza Untuk. **Jurnal Tingkat Sarjana Bidang Seni rupa dan Desain**, n. 1, p. 1–6, 2016. Disponível em: <https://www.neliti.com/publications/242907/aplikasi-motif-batik-garut-mojang-priangan-pada-organza-untuk-busana-ready-to-we#cite>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ZARE, A. K. S. et al. The effect of light variations by photoselective shade nets on pigments, antioxidant capacity, and growth of two ornamental plant species: marigold (*Calendula officinalis* L.) and violet (*Viola tricolor*). **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-16, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1650415>. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2019.1650415>. Acesso em: 16 jan. 2024.