



MARIANA RESENDE ÁVILA

**ANÁLISE MINERAL E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE
Eryngium spp. SOB DIFERENTES FORMAS DE CULTIVO**

LAVRAS-MG

2019

MARIANA RESENDE ÁVILA

**ANÁLISE MINERAL E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *Eryngium* spp. SOB
DIFERENTES FORMAS DE CULTIVO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Dra. Luciane Vilela Resende
Orientadora

Ms. Krisnanda Kelly Castro Lima
Dr. Douglas Correa de Souza
Coorientadores

**LAVRAS-MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Ávila, Mariana Resende.

Análise mineral e potencial antioxidante de *Eryngium* spp. sob diferentes formas de cultivo / Mariana Resende Ávila. – 2019.

45 p. : il.

Orientadora: Luciane Vilela Resende.

Coorientadores: Krisnanda Kelly Castro Lima; Douglas Correa de Souza.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2019
Bibliografia.

1. Chicória-do-Pará. 2. Hortaliças não convencionais. 3. Planta condimentar. I. Resende, Luciane Vilela. II. Lima, Krisnanda Kelly Castro. III. Souza, Douglas Correa de. IV. Título.

MARIANA RESENDE ÁVILA

**ANÁLISE MINERAL E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *Eryngium* spp. SOB
DIFERENTES FORMAS DE CULTIVO**

**MINERAL ANALYSIS AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF *Eryngium* spp.
UNDER DIFFERENT CULTURAL FORMS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 28 de Novembro de 2019.

Ms. Krisnanda Kelly Castro Lima UFLA

Dr. Douglas Correa de Souza UFLA

Profª. Dra. Luciane Vilela Resende
Orientadora

**LAVRAS-MG
2019**

À Deus, pois sem ele nada seria possível. Aos meus pais, por todo o apoio, carinho e dedicação que me deram na vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades e concluir este trabalho.

Aos meus pais, Célio Divino Ávila e Vânia Maria Resende Ávila, meus maiores exemplos. Sou grata por todo o incentivo que recebi nesses anos de faculdade.

Aos meus irmãos, Rafael Resende Ávila, Gabriel Resende Ávila e Isabela Resende Ávila, pela amizade e atenção dedicadas quando sempre precisei.

Aos meus sobrinhos, Miguel Botelho Ávila, Théo Botelho Ávila e Lívia Botelho Ávila, que respeitaram meus momentos de reclusão. Obrigada pelo carinho!

Ao meu namorado, Luís Claudio dos Santos Salgado, que sempre esteve ao meu lado apoiando e ajudando.

À minha orientadora, Dra. Luciane Vilela Resende, pela paciência, orientação e dedicação durante este trajeto, que contribuiu muito para minha formação profissional e pessoal.

Aos meus coorientadores, Krisnanda Kelly Castro Lima e Douglas Correa de Souza, pelos conselhos e orientações que fizeram toda diferença no resultado final deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de realização da graduação.

À FAPEMIG e CNPq, pela concessão dos recursos financeiros para a realização do trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”

(Robert Collier)

RESUMO

Denominadas como hortaliças não convencionais, por não serem muito produzidas ou comercializadas, *Eryngium foetidum* L. e *Eryngium* cf. *campestre* são plantas condimentares com propriedades fitoterápicas e que fornecem nutrientes essenciais para a saúde. Entretanto, existem poucas informações disponíveis para o cultivo dessas espécies. Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de dois tipos de cultivo sobre a composição mineral de folhas e inflorescências, e o potencial antioxidante de folhas de *Eryngium foetidum* L. e *Eryngium* cf. *campestre*. Foram quantificados os fenóis totais, flavonoides, dihidroflavonóides e determinada a composição mineral (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) dessas espécies, no cultivo em campo e cultivo protegido. O teor de compostos fenólicos indicou que para *E. foetidum* e *E. campestre*, o cultivo em campo obteve uma maior quantidade de flavonoides (28,45 mg EQ g⁻¹) e dihidroflavonoides (0,69 mg EM g⁻¹). E os maiores teores de fenóis totais para *E. campestre* (56,27 mg EAG g⁻¹) foi o cultivo em campo e para *E. foetidum* (173,41 mg EAG g⁻¹) foi o cultivo protegido. Já a análise de composição mineral indicou que o cultivo em campo possui maiores resultados para os seguintes minerais: N, Ca, S, Cu e Fe. O cultivo protegido apresentou maiores resultados para P, Mg, B e Mn. Os tipos de cultivo interferiram em todos os resultados, apresentando diferentes valores.

Palavras-chave: Chicória-do-Pará. Hortaliças não convencionais. Planta condimentar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Eryngium foetidum</i> L.	15
Figura 2 - <i>Eryngium</i> cf. <i>campestre</i>	16
Figura 3 - (A) Cultivo em campo; (B) Cultivo protegido.	21
Figura 4 - (A) Folha de <i>Eryngium foetidum</i> L.; (B) Folha de <i>Eryngium</i> cf. <i>campestre</i>	22
Figura 5 - (A) Inflorescência de <i>Eryngium foetidum</i> L.; (B) Inflorescência de <i>Eryngium</i> cf. <i>campestre</i>	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desdobramento entre os fatores “cultivo x espécie” para o teor de fenóis totais, expresso em mg EAG g ⁻¹	25
Tabela 2 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “solvente” para o teor de fenóis totais, expresso em mg EAG g ⁻¹	25
Tabela 3 - Teste de média dos fatores cultivo, espécie e solvente para o teor de dihidroflavonóides, expresso em mg EN g ⁻¹	26
Tabela 4 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “solvente” para o teor de dihidroflavonoides, expresso em mg EN g ⁻¹	26
Tabela 5 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” para o teor de flavonóides, expresso em mg EQ g ⁻¹	27
Tabela 6 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “solvente” para o teor de flavonoides, expresso em mg EQ g ⁻¹	27
Tabela 7 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Nitrogênio (N), expresso em g kg ⁻¹	29
Tabela 8 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” para o teor de Fósforo (P), expresso em g kg ⁻¹	30
Tabela 9 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Potássio (K), expresso em g kg ⁻¹	31
Tabela 10 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Cálcio (Ca), expresso em g kg ⁻¹	31
Tabela 11 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Cálcio (Ca), expresso em g kg ⁻¹	32
Tabela 12 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Magnésio (Mg), expresso em g kg ⁻¹	33
Tabela 13 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Enxofre (S), expresso em g kg ⁻¹	34
Tabela 14 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Enxofre (S), expresso em g kg ⁻¹	34
Tabela 15 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Boro (B), expresso em mg kg ⁻¹	35

Tabela 16 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Boro (B), expresso em mg kg^{-1}	35
Tabela 17 - Teste de média dos fatores cultivo e espécie para o teor de Cobre (Cu), expresso em mg kg^{-1}	36
Tabela 18 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Ferro (Fe), expresso em mg kg^{-1}	36
Tabela 19 - Teste de média dos fatores cultivo, espécie e estrutura vegetal para o teor de Manganês (Mn), expresso em mg kg^{-1}	37
Tabela 20 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Zinco (Zn), expresso em mg kg^{-1}	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Hortalças não convencionais	13
2.1.1	Gênero <i>Eryngium</i>	14
2.1.2	<i>Eryngium foetidum</i> e <i>Eryngium campestre</i>	15
2.2	Formas de cultivo	17
2.3	Produção de metabólitos secundários	18
2.4	Minerais nos vegetais	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Material vegetal	21
3.2	Análise de antioxidante	23
3.2.1	Preparação dos extratos	23
3.2.2	Determinação de fenóis totais	23
3.2.3	Quantificação dos dihidroflavonoides	23
3.2.4	Quantificação de flavonoides	24
3.3	Análise de componentes minerais	24
3.4	Análise estatística	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	Antioxidante	25
4.1.1	Fenóis totais	25
4.1.2	Dihidroflavonoides	26
4.1.3	Flavonoides	27
4.2	Composição Mineral	28
4.2.1	Nitrogênio (N)	28
4.2.2	Fósforo (P)	29
4.2.3	Potássio (K)	30
4.2.4	Cálcio (Ca)	31
4.2.5	Magnésio (Mg)	32
4.2.6	Enxofre (S)	34
4.2.7	Boro (B)	35
4.2.8	Cobre (Cu)	36
4.2.9	Ferro (Fe)	36
4.2.10	Manganês (Mn)	37
4.2.11	Zinco (Zn)	38
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

As espécies *Eryngium foetidum* L. e *Eryngium* cf. *campestre* pertencem à família Apiaceae, apreciadas e consumidas em regiões tropicais do mundo, como temperos e utilizadas na medicina tradicional, principalmente como anti-inflamatório.

No Brasil, são consideradas como hortaliças não convencionais, sendo cultivadas por populações tradicionais, em decorrência dos conhecimentos de seus ancestrais. Com a situação de desuso dessas hortaliças, em razão da expansão do uso de alimentos industrializados, é muito importante o resgate e a valorização de hortaliças na alimentação, pois são fontes ricas em proteínas, vitaminas, fibras, minerais, fenóis totais e outros compostos bioativos fundamentais para uma saúde equilibrada.

Como esses compostos são resultantes do metabolismo secundário das espécies, diferentes condições de cultivo podem resultar em variações nas concentrações de princípios ativos, afetando a segurança, qualidade e eficácia esperada dos fitoterápicos, pois a produção do metabólito secundário está relacionado com o ambiente.

Os cultivos protegido e em campo, são uns dos tipos utilizados, apesar de serem diferentes na questão de como as plantas estão expostas às variações climáticas. O cultivo protegido é uma técnica em que a cultura fica protegida dos fatores externos e evita a entrada de pragas, tendo como resultado mais produtividade. E, já no cultivo em campo, a cultura fica exposta a diversos fatores ambientais, como luz, temperatura, ventos, insetos, dentre outros e, com isso, a cultura fica dependente das condições ambientais naturais, sendo beneficiadas somente quando as condições ambientais são favoráveis àquela cultura.

Diante da importância nutricional, medicinal e a falta de estudos sobre o cultivo para uma padronização a fim de um uso eficaz dessas espécies, objetivou-se avaliar o efeito de dois tipos de cultivo sobre composição mineral de folhas e inflorescências, e o potencial antioxidante de folhas de *Eryngium foetidum* e *Eryngium campestre*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hortaliças não convencionais

As hortaliças não convencionais são aquelas espécies presentes em determinada região, que exercem influência na alimentação e na cultura de populações tradicionais. Geralmente, não estão organizadas como cadeia produtiva, não despertando, assim, o interesse comercial por parte de empresas ligadas à agricultura (BRASIL, 2013). O cultivo se dá principalmente por populações tradicionais, mediante à cultura e aos conhecimentos de seus antepassados (BRASIL, 2010).

Algumas dessas hortaliças são: almeirão-de-árvore, araruta, azedinha, beldroega, bertalha, capuchinha, cará-moela, chicória-do-pará, chuchu-de-vento, feijão-mangalô, inhame, jacatupé, jambu, maria-gondó, ora-pro-nóbis, peixinho, serralha, taioba, taro, vinagreira dentre outras (MINAS GERAIS, 2011).

As populações tradicionais, geralmente, são agricultores que têm sua sobrevivência ligada ao campo (BRASIL, 2010), como é o caso da *Eryngium foetidum*, que é cultivada por comunidades indígenas da região de Chittagong Hill (CHT) de Bangladesh, a produção média é de 59,21 kg por hectare, com um benefício líquido de cerca de US \$ 51.212 ha⁻¹ ano⁻¹ e 86% dos agricultores fazem o cultivo, exclusivamente para geração de renda (HOSSAIN et al., 2017). Na cidade de La Molana, Atrato chocó, Colombia, também é considerada, como uma das espécies economicamente mais importantes (MARMOLEJO-LILOY et al., 2018).

Existem outras denominações para essas hortaliças, causando confusão na literatura. São denominadas como “hortaliças negligenciadas”, “hortaliças subutilizadas” ou “hortaliças tradicionais”. O termo “hortaliças tradicionais” se refere ao cultivo por populações tradicionais, valorizando a cultura dessas espécies e eliminando, algumas espécies exóticas que também são classificadas como hortaliças não convencionais, mas que estão ligadas com populações tradicionais brasileiras (BRASIL, 2013).

O resgate do consumo de hortaliças não convencionais é essencial para evitar a sua extinção e de sua cultura (BRASIL, 2010), além dos seus valores nutricionais, que possuem altos teores de sais minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas (BRASIL, 2013). Um estudo com 10 espécies de hortaliças não convencionais (*Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus viridis* L., *Basella alba* L., *Eryngium campestre* L., *Hibiscus sabdariffa* L., *Lactuca canadensis* L., *Rumex acetosa* L., *Stumys byzantina* K. Koch, *Tropaeolum majus* L. e *Xanthosoma sagittifolium* L.) indicou a presença de vitamina C, carboidratos, lipídios,

proteínas, fibras e minerais em todas as espécies (SILVA et al., 2018). Foi observado em estudo, que a ingestão de fibra alimentar está associada à diminuição do risco de doença cardiovascular (SOLIMAN, 2019). Essas hortaliças possuem também propriedades antioxidantes que podem prevenir algumas doenças crônico-degenerativo relacionados ao estresse oxidativo, por isso é importante sua presença na dieta (MAZZUCOTELLI et al., 2018).

Atualmente, os países subdesenvolvidos e desenvolvidos enfrentam problemas de saúde, causados por fatores como: tradições, costumes e disponibilidade inadequada de alimentos. A desnutrição proteica é um grande problema e afeta, principalmente, crianças que consomem alto teor de gorduras e carboidratos. Por isso, são necessárias práticas alimentares alternativas que contribuam para uma boa nutrição (CUJ-LAINES et al., 2018).

2.1.1 Gênero *Eryngium*

O gênero *Eryngium* da família Apiaceae, contém mais de 250 espécies de plantas com flores, que são comumente usadas como plantas comestíveis e medicinais em muitos países. Algumas espécies são usadas para o tratamento de hipertensão, problemas gastrointestinais, asma, queimaduras, febres, diarreia, malária, etc. A análise fitoquímica mostrou que as espécies desse gênero são uma fonte rica de flavonoides, taninos, saponinas e triterpenoides. Além disso, o eryngial, um dos compostos mais importantes do óleo essencial de *Eryngium*, possui um efeito antibacteriano (ERDEM et al., 2015). Análises evidenciam que as espécies de *Eryngium* podem ser consideradas uma fonte nativa benéfica de antioxidantes e antimicrobianos (MATEJÍČ et al., 2018).

Diferentes espécies de *Eryngium* são utilizadas com fins ornamentais, agrícolas e medicinais (AYUSO et al., 2019). Tribos norte americanas relaram o uso das espécies desse gênero, principalmente as raízes como terapia contra o veneno de cobra (PRICE, 2016).

Na cidade de Texas (EUA), foi relatada uma nova espécie, *Eryngium arenosum*. Diferente de *E. nasturtiiifolium* por caracteres do capítulo como: cor, forma, tamanho, número de flores; comprimento e formas das brácteas; presença ou ausência de coma; comprimento das escalas de calicina em relação as sépalas e preferência de habitat (CALVIÑO; LEVIN, 2019).

Um estudo relatou, pela primeira vez, a atividade antioxidante, antibacteriana e citotóxica *in vitro*, composição de constituintes bioativos dos extratos de metanol (flores, folhas, caules e raízes) de *Eryngium serbicum* e foram apresentados altos teores de compostos

fenólicos (flavonóides, flavanóis e ácidos fenólicos totais) (VUKIC et al., 2018). Os extratos metanólico e polifenólico de *E. caucasicum* tiveram um efeito antiepilético contra convulsões em camundongos (EBRAHIMZADEH et al., 2017).

Um estudo da composição química, identificou 102 compostos em *Eryngium glomeratum* Lam. e *Eryngium barrelieri* Boiss (LANDOULSI et al., 2016). Outro estudo mostrou que *E. planum* contém, principalmente flavonoides (PAUN et al., 2019).

2.1.2 *Eryngium foetidum* e *Eryngium campestre*

Eryngium foetidum L. (FIGURA 1), conhecida popularmente como chicória do Pará, é uma erva de folhas aromáticas, encontrada em regiões tropicais do mundo, como América, Sul da Ásia, Ilhas do Pacífico, Europa do Sul e África (SINGH; RAMAKRISHNA; NGACHAN, 2014) e nativa da América Tropical e das Antilhas (JARAMILLO; DUARTE; MARTELO, 2011).

Possui folhas glabras, espatuladas, com espinhos, de 5 a 18 cm de comprimento, com 1,5 a 5 cm de largura. Na fase reprodutiva, há emissão de uma haste floral distribuída em pequenos capítulos, cilíndricos, longo-pedunculadas com grande produção de sementes férteis. É uma espécie adaptada as altas temperaturas, boa disponibilidade de água, solo leve, fértil e com bom teor de matéria orgânica (BRASIL, 2010).

Figura 1 - *Eryngium foetidum* L.



Fonte: Do autor (2019).

Muito utilizada em países como tempero culinário e medicina tradicional (JANWITTHAYANUCHIT et al., 2016). Possui diversos usos etnomédicos para o tratamento de uma série de doenças como febres, calafrios, vômitos, queimaduras, febre, hipertensão, dor

de cabeça, dor de ouvido, dor de estômago, asma, artrite, picadas de cobra, picadas de escorpião, diarreia, malária e epilepsia.

Investigações farmacológicas mostraram atividade anti-helmíntica, anti-inflamatória, analgésica, anticonvulsivante, anti-clastogênica, anti-carcinogênica, antidiabética, antibacteriana (SINGH; RAMAKRISHNA; NGACHAN, 2014), antimicrobiana (PANDA et al., 2016) e possui alto potencial na ingestão alimentar para diminuir o risco de câncer associado à inflamação (MEKHORA et al., 2012). O extrato metanólico apontou a existência de alcaloides, fenólicos, flavonoides, proteínas, carboidratos e vitamina C (SWARGIARY et al., 2016).

A erva é rica em cálcio, ferro, caroteno e riboflavina e suas folhas colhidas são amplamente utilizadas como tempero de alimentos (JARAMILLO; DUARTE; MARTELO, 2011). Foi encontrada a presença de Fe, Zn, Cu, Mn, V e Co (RAJAN et al., 2014).

Eryngium cf. campestre (FIGURA 2) foi classificada por Lineu e é descrita por vários autores em seus trabalhos como uma planta herbácea perene verde-clara glaucosa, que cresce até 60cm. As folhas são espinhosas, mais complexas na base e simples ao ápice. Possui outros nomes como, cardo de cem cabeças, bogadikeni, cardo panical, eryngo comum. Cresce em pastagens secas e ásperas perto da costa, estradas e locais de resíduos no norte da África e nas áreas do sudoeste da Ásia e da América do Norte (BRAUN, 1996; KARTAL et al., 2005; JARADAT, 2015; SOUMIA, 2018).

Figura 2 - *Eryngium cf. campestre*.



Fonte: Do autor (2019).

Em países do Mediterrâneo, é usada como alimento ou remédio para tratar muitas doenças (CIANFAGLIONE et al., 2017). A infusão de diferentes partes é usada como

diurética, aperitivo, estimulante (GUNES et al., 2014) e os extratos hexânico das partes aéreas possuem atividade antitrypanosoma, antileishmanial, anticâncer (MEDBOUHI et al., 2018), atividade antimicrobiana (JARADAT, 2015) e pode ser usada no tratamento de doenças inflamatórias (BOUZIDI et al., 2017). Uma análise indicou presença de ácidos fenólicos, saponinas, flavonoides e acetilenos (KIKOWSKA et al., 2016).

Em um estudo da caracterização dos constituintes nutricionais afirmou-se a presença de compostos nutricionais como compostos fenólicos, vitamina C, pectina, carotenóides, antocianinas monoméricas e fibras (SILVA et al., 2018). Análise química encontrou os elementos Na, Si, V, Cr, Rb, Y, Zr, Mo, Sn, Sb, Tl, Bi, Th e U (YAVUZ PEHLIVANLI et al., 2012).

2.2 Formas de cultivo

Existem diversas formas de cultivos na agricultura, algumas delas são os cultivos em campo e protegidos.

O cultivo à campo aberto é um dos sistemas mais utilizados no Brasil, pelo seu baixo investimento inicial. As plantas ficam expostas às variações climáticas, como chuvas, geadas, temperaturas altas ou baixas e tempestades, colocando em risco toda a produção e chegando até a perdas em determinadas épocas do ano (BOARETTO, 2005).

Já o cultivo protegido é uma técnica que possibilita o controle das variáveis climáticas como a temperatura, umidade do ar, radiação solar e vento. Esse controle permite uma maior eficiência na produtividade, além de reduzir o efeito da sazonalidade. Essa vantagem é bastante evidente em regiões de clima frio, pois o calor acumulado dentro das estufas possibilita a produção de algumas culturas fora de época e reduzir seu ciclo de produção (CEPEA, 2014).

O estresse térmico interfere no desenvolvimento e crescimento das plantas, de forma negativa, especialmente na produção e qualidade (WANG et al., 2019). Diante desse risco, o cultivo protegido tem sido uma alternativa (CEPEA, 2014) e está ocorrendo uma grande expansão, principalmente, em áreas que as terras são escassas, arenosas ou utilizadas para outros fins (VILLAGRÁN; BOJACÁ, 2019).

O cultivo a campo aberto proporciona maior irradiação que o ambiente protegido, esse fator beneficia o cultivo, em períodos com temperaturas que favorecem o desempenho da espécie, principalmente quando se utiliza uma cultivar adequada para a região (SEABRA JUNIOR et al., 2010).

A autotoxicidade é um problema no cultivo protegido, visto que sob condições de estresse pode ocorrer uma diminuição na área foliar, altura da planta, peso fresco e o peso seco (YANG et al., 2019).

Agricultores têm utilizado práticas agrícolas, a fim de minimizar o estresse no cultivo de plantas para uma melhor qualidade. No entanto foi observado, em um estudo, que o estresse pode aumentar a produção das plantas, desde que seja em pequenas doses. Portanto, o estresse pode ser usado como uma melhoria na produção e qualidade das plantas (VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ et al., 2019) desde que controlados.

2.3 Produção de metabolitos secundários

Os metabolitos secundários possuem baixo peso molecular, formados durante determinada fase da planta e encontrados em apenas alguns grupos de plantas. Incluem todas as substâncias e processos envolvidos nas inter-relações do indivíduo com seu meio ambiente e diferentemente dos metabolitos primários, os compostos produzidos são dispensáveis para o seu crescimento e desenvolvimento. Suas substâncias podem apresentar efeitos biológicos e farmacológicos (SIMÕES et al., 2017).

Segundo Waterman (1994 citado por GOBBO-NETO; LOPES, 2007, p. 374-381), “existe uma correlação positiva bem estabelecida entre intensidade de radiação solar e produção de compostos fenólicos”.

A produção de metabolitos secundários pela planta se dá, por meio da interação planta versus ambiente, em resposta a fatores químicos e biológicos (LIMA; SILVA, 2016). Estudos revelaram que a concentração de metabolitos secundários está associada a índice de nutrientes do solo (ZHOU et al., 2019). Foi observado que a composição do óleo de *E. foetidum* era diferente em duas localidades da Índia (CHANDRIKA; THARA SARASWATHI; MALLAVARAPU, 2015) e ocorreu uma variação nos metabolitos secundários, em razão da localização geográfica (SINGH; RAMAKRISHNA; NGACHAN, 2014).

O tempo ideal de colheita de *E. foetidum* para a produção de compostos bioativos e atividades antioxidantes é, entre 90 e 120 dias após a germinação (CAMPOS et al., 2019).

Muitas plantas têm chamado a atenção em razão da composição fitoquímica e efeitos farmacológicos, como erva-mate, hibisco, camomila, capim-limão, erva-doce e menta. Os extratos de plantas medicinais atomizadas ou liofilizadas podem ser inseridas em formulações de bebidas, pois o consumo desses produtos contêm nutrientes e compostos bioativos, como: minerais, vitaminas, terpenos, antioxidantes, saponinas, alcalóides e polissacarídeos

(VALDUGA et al., 2019). A obtenção de produtos naturais bioativos de forma alternativa ao isolamento direto das fontes naturais está em grande expansão. Uma vez que a síntese total desses compostos de estruturas químicas de alta complexidade é praticamente inviável (SIMÕES et al., 2017).

Os bioativos provenientes das plantas são chamados de antioxidantes naturais por protegerem as células contra o efeito prejudicial das espécies reativas de oxigênio e a concentração de compostos bioativos varia nos extratos preparados em diferentes solventes (SINGH et al., 2013).

Antioxidantes são compostos que reagem com os radicais livres controlando o estresse oxidativo. Muitas doenças estão associadas à produção de radicais livres, causando um interesse da análise do potencial antioxidante de várias plantas (AQUINO et al., 2017).

Existem vários tipos de substâncias antioxidantes, e o composto fenólico é um deles, compreende uma das maiores classes. Quimicamente, são substâncias que possuem, pelo menos, um anel aromático no qual, ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Sua ingestão alimentar está associada à prevenção de doenças crônicas e degenerativas, como doenças cardiovasculares, diabetes tipo II, alguns tipos de câncer ou distúrbios neurodegenerativos, como as doenças de Alzheimer e Parkinson (SANTOS-BUELGA et al., 2019).

Ácidos fenólicos e flavonoides, são compostos bioativos de polifenóis de extrema importância, possuem um papel significativo nas plantas, além de ser antioxidantes de grande interesse na saúde humana (KIKOWSKA et al., 2019).

Segundo Amer (2018) “os flavonóides são pequenos metabólitos secundários moleculares sintetizados por plantas com várias atividades biológicas, como anti-inflamatórios, anticancerígenos, antioxidantes etc.” Estão subdivididos em flavononas, isoflavonóides, antocianinas, flavonas e flavanóis (SIMÃO, 2010).

2.4 Minerais nos vegetais

Para uma planta crescer e produzir, é preciso lhe fornecer quantidades suficientes de todos os elementos minerais essenciais. O conteúdo de minerais, nos tecidos das plantas, são variáveis, dependendo do tipo de planta, das condições climáticas existentes ao longo do período de crescimento, da composição química do meio e da idade do tecido, entre outros (FERNANDES, 2006).

Os elementos minerais essenciais são chamados nutrientes minerais e classificados como macronutrientes e micronutrientes. Essa classificação é conforme as quantidades de nutrientes exigidas pelas plantas que, no caso de macronutrientes, corresponde cerca de 99,5% da massa seca e são considerados o C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S, já, no caso de micronutrientes, corresponde cerca de 0,03% da massa seca e são considerados o B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn (FERNANDES, 2006).

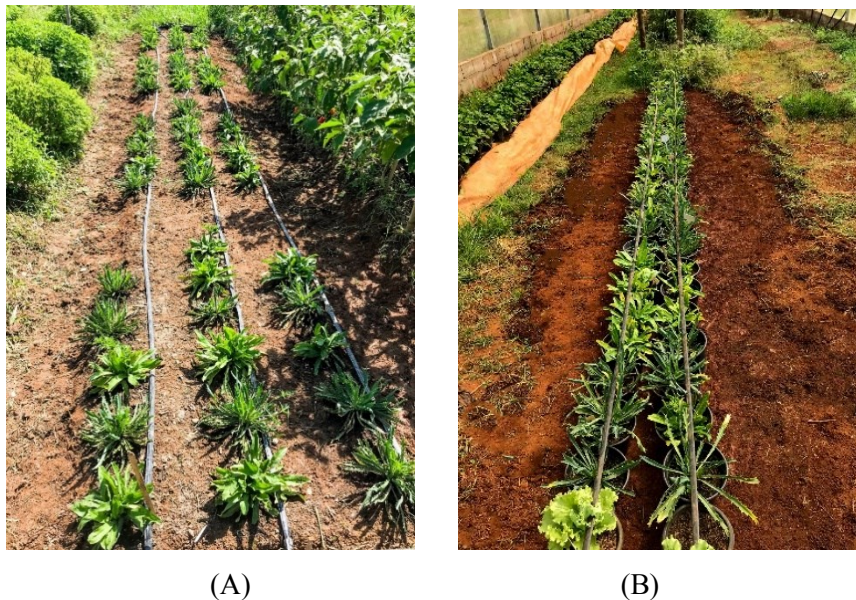
A ordem de exigência de macronutrientes pelas plantas são $K > N > Ca > Mg > P = S$ e de micronutrientes são $Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo$. O nitrogênio é o mineral mais exigido pelas plantas, mas, muitas vezes, é superado pelo potássio, por grande parte das hortaliças. Apesar do potássio ser o primeiro mineral da ordem de exigência das plantas, o fósforo limita muito o crescimento das plantas, por estar menos disponível que o potássio nos solos (FAQUIN; ANDRADE, 2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

As espécies *E. foetidum* e *E. cf. campestre* foram cultivadas em um sistema orgânico, com adubação de esterco de galinha, contendo dois modos de cultivo, em campo e ambiente protegido (FIGURA 3). O experimento foi montado, em outubro de 2018, na horta experimental da UFLA, localizada no município de Lavras, MG. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e as parcelas compostas por oito plantas.

Figura 3 - (A) Cultivo em campo; (B) Cultivo protegido.



(A)

(B)

Fonte: Do autor (2019).

Em campo, as plantas foram cultivadas em canteiros de um metro de largura e espaçamento de 30 cm entre plantas. Enquanto que no cultivo protegido, as plantas foram cultivadas em vasos de 3 dm³, preenchido com substrato com 2 partes de terra e uma parte de esterco de galinha. Foram realizadas adubações mensalmente com 50 g de esterco de galinha e composto orgânico. A irrigação realizada foi por microaspersão, uma vez por dia, cerca de 30 minutos no campo e três vezes ao dia por cerca de 2 minutos no ambiente protegido.

150 dias após o plantio, as folhas (FIGURA 4) e inflorescências (FIGURA 5) foram coletadas, secas em estufa em 35°C, até o peso ficar constante e moídas para análise de composição mineral no laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciências do Solo da UFLA. O delineamento foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2

x 2 x 2 em quatro repetições, nos quais os fatores estudados foram tipo de cultivo, espécies e estrutura vegetal.

Figura 4 - (A) Folha de *Eryngium foetidum* L.; (B) Folha de *Eryngium* cf. *campestre*.



(A)

(B)

Fonte: Do autor (2019).

Figura 5 - (A) Inflorescência de *Eryngium foetidum* L.; (B) Inflorescência de *Eryngium* cf. *campestre*.



(A)

(B)

Fonte: Do autor (2019)

208 dias após o plantio, as folhas foram coletadas para a preparação dos extratos para a análise de antioxidante. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 x 2 em três repetições, nos quais os fatores estudados foram tipo de cultivo, espécies e solvente.

3.2 Análise de antioxidante

3.2.1 Preparação dos extratos

Os extratos vegetais de *E. foetidum* e *E. campestre* a 5% foram preparados por refluxo aquoso e metanólico (50%), a partir dos materiais vegetais frescos. As folhas foram cortadas em pedaços de, aproximadamente, 1 cm e colocadas no aparelho de extração por 20 minutos em fervura. Após esse processo, as amostras foram filtradas, rotoevaporadas e ressuspensas em água e metanol (50%) 1 mg ml^{-1} .

A partir das amostras dos extratos obtidos, foram realizados testes de quantificação de fenóis totais, dihidroflavonoides e flavonoides avaliados por leitura em espectrofotômetro.

3.2.2 Determinação de fenóis totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método colorimétrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu descrito por Slinkard e Singleton (1977). As reações foram realizadas em placas de microtitulação, utilizando 20 μL dos extratos, 125 μL de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) e 100 μL de solução etanólica de Folin-Ciocalteu a 10% (v/v). Após 2 horas no escuro e à temperatura ambiente, foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Leitura de microplacas TECAN Infinity® M200 PRO) a 760 nm, contra um branco 20 μL de solvente da amostra + 100 μL de Folin-Ciocalteu + 125 μL de Na_2CO_3 . Os testes foram realizados em triplicatas e os resultados foram expressos em miligrama equivalentes em ácido gálico por g de peso fresco da amostra (mg EAG g^{-1}). A curva de calibração foi realizada com ácido gálico com oito pontos de concentração (1,5; 0,75; 0,375; 0,1875; 0,09375; 0,046875; 0,023438 e 0,011719 $\mu\text{g ml}^{-1}$). $Y=4,9483x + 0,1108$, em que y é a absorbância e x é a concentração; $R^2=0,9986$.

3.2.3 Quantificação dos dihidroflavonoides

O conteúdo de dihidroflavonoides, foram determinados pelo método Popova, Bankova e Butovska (2004). Foram misturados 400 μL de solução metanólica de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNP) a 1% em 200 μL de extrato e aquecidas a 50°C por 50 minutos. Após arrefecimento à temperatura ambiente, foram adicionados 1,400 μL de hidróxido de potássio (KOH) 10% em metanol (v/v) à solução reagente (amostra+DNP). Logo após, 50 μL

da solução reagente (amostra+DNP+KOH) foram diluídos em 950 μL de metanol e centrifugados a 400 rpm por 5 minutos. Um volume de 250 μL de cada amostra foi transferido para os poços da microplaca. As absorbâncias foram lidas a 486 nm, contra um branco 200 μL de solvente da amostra + 400 μL de DNP + 1.400 μL de KOH 10%. O conteúdo total de dihidroflavonoides foi determinado utilizando curva padrão de naringenina com oito pontos de concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125; 0,015625; 0,007813 $\mu\text{g ml}^{-1}$), o qual recebeu o mesmo tratamento que as amostras. $Y=3,077x + 0,072$, em que y é a absorbância e x é concentração; $R^2=0,9971$. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes em naringenina por g de matéria fresca (mg EM g^{-1}).

3.2.4 Quantificação de flavonoides

A quantificação de flavonoides nos extratos foi determinada pelo método de Ahn et al. (2007). Foram utilizados 100 μL de solução de cloreto de alumínio (AlCl_3) a 10% (preparado com etanol 70%) e misturado em 100 μL de cada extrato. Após 60 minutos no escuro e à temperatura ambiente, as absorbâncias das amostras foram lidas a 420 nm, contra um branco 100 μL de solvente da amostra +100 μL solução de Cloreto de Alumínio (AlCl_3). O conteúdo total de flavonoides foi determinado, usando uma curva padrão de quercetina com oito pontos de concentração (1,5; 0,75; 0,375; 0,1875; 0,09375; 0,046875; 0,023438; 0,011719 $\mu\text{g ml}^{-1}$). $Y=10,891x + 0,0783$, em que y é a absorbância e x é a concentração; $R^2=0,9976$. O conteúdo total de flavonoides foi expresso como miligramas equivalentes de quercetina por grama de matéria fresca (mg EQ g^{-1}).

3.3 Análise de componentes minerais

A análise dos minerais foi realizada de acordo com a metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). A análise do Nitrogênio foi determinada pelo método de Kjeldahl, o Boro pelo método colorimetria da azometina H via espectrofotômetro UV-visível e os demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn) foram determinados via leitura no ICP-OES.

3.4 Análise estatística

Foi realizada observação nas médias e desvio padrão, análise de variância e o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Antioxidante

4.1.1 Fenóis totais

De acordo com a ANAVA foi observado que houve interação entre os fatores cultivo e espécie e entre espécie e solvente, conforme a Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Desdobramento entre os fatores “cultivo x espécie” para o teor de fenóis totais, expresso em mg EAG g⁻¹.

Espécie	Cultivo	
	Campo	Protegido
<i>Eryngium campestre</i>	56,27 Ab	44,40 Bb
<i>Eryngium foetidum</i>	160,14 Ba	173,41 Aa
CV	1,32 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “solvente” para o teor de fenóis totais, expresso em mg EAG g⁻¹.

Solvente	Espécie	
	<i>Eryngium foetidum</i>	<i>Eryngium campestre</i>
Água	157,66 Ab	47,22 Bb
Metanol	175,89 Aa	53,45 Ba
CV	1,32 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na interação entre espécie e cultivo, foi observado que *E. campestre* apresentou maior quantidade de fenóis, no cultivo em campo, enquanto que a *E. foetidum* apresentou maior quantidade de fenóis em cultivo protegido, entretanto *E. foetidum* apresenta maior quantidade de fenóis, independente da forma de cultivo, quando comparada com *E. campestre*. Resultados opostos foram encontrados em *Mikania glomerata*, foi observado um aumento significativo de compostos fenólicos, em plantas cultivadas em luz plena (ALMEIDA, 2015).

Na interação entre espécie e solvente foi observado que *E. foetidum* apresenta maior quantidade de fenóis, independente do solvente. Entretanto, o solvente com metanol extraiu mais fenóis independente da espécie, quando comparado com o solvente água. O extrato

metanólico das folhas de *E. foetidum* possui maior conteúdo fenólico do que os extratos etanólicos e aquosos, mensurados, por meio do teor de fenóis totais (MALIK et al., 2016).

Comparando os resultados obtidos por outro autor, verificou-se que o teor de fenóis totais nas folhas de *E. foetidum* (28,79 mg EAG g⁻¹) e *E. campestre* (12,92 mg EAG g⁻¹) cultivadas em ambiente protegido, foi inferior (SOUZA, 2016) ao do presente estudo.

4.1.2 Dihidroflavonoides

De acordo com a ANAVA Foi observado que houve diferença significativa nos fatores isolados cultivo, espécie, solvente e na interação entre cultivo e solvente, conforme a Tabela 3 e 4.

Tabela 3 - Teste de média dos fatores cultivo, espécie e solvente para o teor de dihidroflavonóides, expresso em mg EN g⁻¹.

Cultivo		Espécie		Solvente	
Protegido	Campo	<i>E. foetidum</i>	<i>E. campestre</i>	Água	Metanol
0,13B	0,69A	0,46A	0,37B	0,51A	0,31B
CV			21,57 %		

Médias seguidas das mesmas letras dentro dos fatores não diferem significativamente pelo teste de média.

Tabela 4 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “solvente” para o teor de dihidroflavonoides, expresso em mg EN g⁻¹.

Solvente	Cultivo	
	Protegido	Campo
Água	0,02 Bb	1,00 Aa
Metanol	0,23 Ba	0,38 Ab
CV		21,57 %

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi observado que no cultivo em campo as espécies apresentaram maior quantidade de dihidroflavonoides do que em cultivo protegido, e *E. foetidum* apresentou maior resultado quando comparada com *E. campestre*. O extrato com solvente aquoso extraiu maior quantidade de dihidroflavonoides que o solvente metanólico.

Na interação entre cultivo e solvente foi observado que os solventes com água e metanol extraíram maior quantidade de dihidroflavonoides quando as espécies foram cultivadas no campo. E quando as espécies foram cultivadas no cultivo protegido o solvente metanol extraiu maior quantidade de dihidroflavonoides e quando cultivadas em campo o solvente água extraiu maior quantidade de dihidroflavonoides.

Comparando os resultados obtidos por outro autor, verificou-se que o teor de dihidroflavonoides nas folhas de *E. campestre* (0,79 mg EN g⁻¹) e *E. foetidum* (1,93 mg EN g⁻¹) cultivadas em ambiente protegido, foi superior (SOUZA, 2016) ao do presente estudo.

4.1.3 Flavonoides

De acordo com a ANAVA foi observado que houve interação entre forma de cultivo e espécie e entre solvente e espécie, conforme a Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” para o teor de flavonóides, expresso em mg EQ g⁻¹.

Espécie	Cultivo	
	Protegido	Campo
<i>Eryngium foetidum</i>	12,59 Bb	27,42 Ab
<i>Eryngium campestre</i>	18,34 Ba	29,49 Aa
CV	2,51 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “solvente” para o teor de flavonoides, expresso em mg EQ g⁻¹.

Solvente	Espécie	
	<i>Eryngium foetidum</i>	<i>Eryngium campestre</i>
Água	19,01 Bb	22,14 Ab
Metanol	20,99 Ba	25,69 Aa
CV	2,51 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na interação entre forma de cultivo e espécie, foi observado que *E. campestre* e *E. foetidum* apresentaram maior quantidade de flavonoides no cultivo em campo quando comparada com o cultivo protegido, entretanto *E. campestre* apresentou maior quantidade de flavonoides, independente da forma de cultivo. Semelhante aos resultados observados,

Eryngium foetidum quando cultivada a pleno sol apresenta melhores resultados como rendimento foliar, polifenol, teor de flavonoides e atividades antioxidantes e plantas sombreadas, apresenta níveis mais altos de antocianinas, clorofila b, carotenoides (CAMPOS et al., 2014).

A *E. campestre* apresentou altos níveis de flavonoides que tem ação antioxidante no combate às doenças do coração, câncer, catarata, degeneração muscular, artrite reumatoide e perda de memória relacionada ao envelhecimento (BRASIL, 2013).

Na interação entre solvente e espécie, foi observado que *E. campestre* possui maior quantidade de flavonoides, independente do solvente, entretanto, o solvente com metanol extraiu maior quantidade de flavonoides em *E. campestre* e *E. foetidum* quando comparado com o solvente água. O extrato etanólico da folha de *E. foetidum* possui teores mais elevados de flavonoides do que os extratos metanólicos e aquosos, mensurados pelo teor de flavonoides totais (MALIK et al., 2016).

Comparando os resultados obtidos por outros autores, verificou-se que o maior teor de flavonoides totais nas folhas de *Eryngium foetidum* encontrados por tais estudos foi na maioria dos casos o extrato etanólico (MALIK et al., 2016), já, no presente estudo, o extrato metanólico foi o melhor para flavonoides totais. E os teores de flavonoides totais nas folhas de *E. campestre* (8,30 mg EQ g⁻¹) e *E. foetidum* (6,07 mg EQ g⁻¹) cultivadas em ambiente protegido, foi inferior (SOUZA, 2016) ao do presente estudo.

4.2 Composição Mineral

4.2.1 Nitrogênio (N)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre os fatores estudados cultivo, espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Nitrogênio (N), expresso em g kg⁻¹.

Espécie	Campo		Protegido	
	Folhas	Inflorescências	Folhas	Inflorescências
<i>Eryngium foetidum</i>	29,70 Aa ^B	33,20 Aa ^A	25,57 Ba ^B	30,60 Ba ^A
<i>Eryngium campestre</i>	31,55 Aa ^A	29,60 Ab ^A	25,42 Ba ^B	31,77 Aa ^A
CV	5,68 %			

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha entre estruturas vegetais; minúscula entre colunas; letras maiúscula sobrescrita entre mesmos cultivos das mesmas espécies não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi observado que as folhas e inflorescências das espécies estudadas cultivadas em campo possuem maiores teores de N, quando comparadas com o cultivo protegido. Entre espécies, foi observado que não houve diferença no teor de nitrogênio, exceto para as inflorescências de *Eryngium foetidum* em cultivo em campo, que apresentaram maior concentração de N. Também foi observado que ao comparar as estruturas vegetais o maior teor de nitrogênio foi encontrado nas inflorescências das espécies.

Resultados diferentes foram encontrados por Souza et al. (2019), com as folhas de uma planta também de uso medicinal, *Morinda citrifolia* L. apresentou maior concentração de N quando cultivada em ambiente telado do que em campo aberto.

As inflorescências apresentam maiores teores de N do que as folhas, pois o nitrogênio estimula a formação e desenvolvimento de gemas floríferas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Comparando os resultados obtidos por outro autor, verificou-se que o teor de N nas folhas de *E. foetidum* cultivadas em ambiente protegido, foi inferior (19,53 g kg⁻¹) (SOUZA, 2016) ao do presente estudo e em *E. campestre* foi superior (32,31 g kg⁻¹).

4.2.2 Fósforo (P)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre cultivo e espécie, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” para o teor de Fósforo (P), expresso em g kg⁻¹.

Espécie	Cultivo	
	Protegido	Campo
<i>Eryngium campestre</i>	8,18 Ab	5,93 Bb
<i>Eryngium foetidum</i>	9,58 Aa	8,26 Ba
CV	6,30 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com o desdobramento, foi observado que o cultivo protegido possui maior teor de P independente da espécie. Vale ressaltar que a espécie *E. foetidum* possui maior teor de P (média de $8,92 \pm 0,93$ g kg⁻¹) que *E. campestre* (média de $7,05 \pm 1,59$ g kg⁻¹) independente do tipo de cultivo.

Campos (2014), trabalhando com folhas de *E. foetidum* encontrou resultados semelhantes, a maior concentração de P foi em sombreamento de 50%. Já Silva et al. (2018), trabalhando com 10 espécies de hortaliças não convencionais (*Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus viridis* L., *Basella alba* L., *Eryngium campestre* L., *Hibiscus sabdariffa* L., *Lactuca canadensis* L., *Rumex acetosa* L., *Stumys byzantina* K. Koch, *Tropaeolum majus* L. e *Xanthosoma sagittifolium* L.) observou-se que, dentre elas, as folhas de *E. campestre* cultivadas em campo, apresenta maior teor de fósforo.

O fósforo é o componente estrutural dos ossos e participa na formação de ossos e dentes (BRASIL, 2013). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004) a recomendação de ingestão diária de fósforo é 700 mg para adultos, e a *Eryngium foetidum* apresentou um valor 9.580 mg k⁻¹ de P.

4.2.3 Potássio (K)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre os fatores espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Potássio (K), expresso em g kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Espécie	
	<i>Eryngium foetidum</i>	<i>Eryngium campestre</i>
Folhas	36,92 Aa	34,84 Ba
Inflorescências	30,43 Ab	25,29 Bb
CV	3,72 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

É possível observar que *E. campestre* possui um menor teor de K, independente da estrutura vegetal quando comparada a *E. foetidum*. E as folhas possuem maior teor que as inflorescências, isso pode ser justificado pelo K controlar a abertura e fechamento dos estômatos para as trocas gasosas nas folhas (FAQUIN; ANDRADE, 2004).

Em folhas de *E. foetidum*, cultivadas, tradicionalmente, nas ilhas Andaman e Nicobar, Índia, foi encontrado $0,58 \pm 0,01$ g kg⁻¹ de K (SINGH et al., 2011). Resultado este muito inferior em razão da diferença de solo.

Souza (2016) trabalhando com as mesmas espécies em cultivo protegido, observou o teor de K nas folhas de *E. foetidum* (6,99 g kg⁻¹) e *E. campestre* (7,71 g kg⁻¹) um valor 5 vezes inferior ao presente trabalho.

4.2.4 Cálcio (Ca)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre cultivo e estrutura vegetal e entre espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 10 e 11.

Tabela 10 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Cálcio (Ca), expresso em g kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Cultivo	
	Protegido	Campo
Folhas	16,03 Ba	19,83 Aa
Inflorescências	12,39 Bb	14,00 Ab
CV	6,85 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Cálcio (Ca), expresso em g kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Espécie	
	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Eryngium foetidum</i>
Folhas	16,56 Ba	19,30 Aa
Inflorescências	12,63 Bb	13,77 Ab
CV	6,85 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na interação entre cultivo e estrutura vegetal, observa-se que o maior teor de Ca foi encontrado no cultivo em campo independente da estrutura vegetal e, ao comparar as estruturas vegetais, foi encontrado maior teor de Ca nas folhas.

O cultivo em campo apresentou maior Ca, o que pode ser justificado pelos os estímulos externos como luz atuam sobre os mecanismos transportadores de Ca, modificando seu nível no citoplasma (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Na interação entre espécie e estrutura vegetal, pode se observar que *E. campestre* possui menor teor de Ca (média de $14,59 \pm 2,77$ g kg⁻¹) que *E. foetidum* (média e $16,53 \pm 3,91$ g kg⁻¹) independente da estrutura vegetal. E as folhas possuem maior teor de Ca nas espécies.

Resultados com valores menores foi observado por Singh et al. (2011), em folhas de *E. foetidum*, cultivadas tradicionalmente, nas ilhas Andeman e Nicobar, Índia, uma média de $3,12 \pm 0,20$ g kg⁻¹ de Ca.

O cálcio atua na formação de ossos, dentes, coagulação sanguínea e promove a contração muscular (BRASI, 2013). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), a recomendação de ingestão diária de cálcio é 1.000 mg para adultos, e a *Eryngium foetidum* apresentou um teor de 19.300 mg k⁻¹ de Ca.

4.2.5 Magnésio (Mg)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre cultivo, espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Magnésio (Mg), expresso em g kg^{-1} .

Espécie	Campo		Protegido	
	Folhas	Inflorescências	Folhas	Inflorescências
<i>Eryngium foetidum</i>	5,85 Aa ^A	5,37 Ba ^B	5,65 Ba ^B	6,01 Aa ^A
<i>Eryngium campestre</i>	4,75 Bb ^A	3,38 Bb ^B	5,58 Aa ^A	3,93 Ab ^B
CV	5,92 %			

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha entre estruturas vegetais; minúscula entre colunas; letras maiúsculas, sobrescritas entre os mesmos cultivos das mesmas espécies não diferem, significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi observado que as folhas e inflorescências de *E. campestre* possuem maior teor de Mg em cultivo protegido e as folhas de *E. foetidum* possuem maior teor de Mg, quando cultivadas em campo, mas as inflorescências possuem maior teor em cultivo protegido. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2019) em *Morinda citrifolia* L., uma planta com uso medicinal, apresentou maiores concentrações foliares de Mg quando cultivada em substrato com matéria orgânica e em campo aberto.

Entretanto, a *E. foetidum* apresenta maior teor de Mg (média de $5,72 \pm 0,27 \text{ g kg}^{-1}$) do que *E. campestre* (média de $4,41 \pm 0,96 \text{ g kg}^{-1}$). Ao comparar as estruturas vegetais, as folhas de *E. campestre* possuem maior teor de Mg, independente do cultivo e as folhas de *E. foetidum* possuem maior teor de Mg, quando cultivadas em campo, mas as inflorescências possuem maior teor em cultivo protegido.

As folhas de *E. foetidum* apresentaram maior teor de Mg, possivelmente, pelo fato do magnésio estar presente na clorofila, e ela é encontrada em folhas que ficam expostas ao sol (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O teor de Mg encontrado em folhas de *E. foetidum* cultivada, tradicionalmente, nas ilhas Andaman e Nicobar, Índia, foi $0,98 \pm 0,35 \text{ g kg}^{-1}$ (SINGH et al., 2011). Valor este inferior ao do presente trabalho, em razão da diferença de solo.

O magnésio participa no metabolismo energético de carboidratos, proteínas e lipídeos (BRASIL, 2013). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), a recomendação de ingestão diária de magnésio é 260 mg para adultos, e a *Eryngium foetidum* apresentou um valor de 5.850 mg kg^{-1} de Mg.

4.2.6 Enxofre (S)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre o cultivo e a estrutura vegetal e entre espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 13 e 14.

Tabela 13 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Enxofre (S), expresso em g kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Cultivo	
	Protegido	Campo
Folhas	4,01 Ba	5,03 Aa
Inflorescências	3,64 Ab	3,65 Ab
CV	6,30 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 14 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Enxofre (S), expresso em g kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Espécie	
	<i>Eryngium foetidum</i>	<i>Eryngium campestre</i>
Folhas	3,89 Ba	5,14 Aa
Inflorescências	3,51 Ab	3,78 Ab
CV	6,30 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na interação entre cultivo e estrutura vegetal observou-se que o cultivo em campo possui maior teor de S independente da estrutura vegetal. E as folhas possuem maior teor de S independente da espécie.

Na interação entre espécie e estrutura vegetal, observou-se que *E. campestre* possui maior teor de S (média de 4,46 ± 0,96 g kg⁻¹) do que *E. foetidum* (média de 3,70 ± 0,26 g kg⁻¹). E as folhas possuem também maior teor de S.

Um estudo com 10 espécies de hortaliças não convencionais (*Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus viridis* L., *Basella alba* L., *Eryngium campestre* L., *Hibiscus sabdariffa* L., *Lactuca canadensis* L., *Rumex acetosa* L., *Stumys byzantina* K. Koch, *Tropaeolum majus* L. e *Xanthosoma sagittifolium* L.) foi encontrado o maior de valor de S em folhas de *E. campestre* (SILVA et al., 2018).

Souza (2016) trabalhando com as mesmas espécies em cultivo protegido, observou o teor de S nas folhas de *E. foetidum* (1,66 g kg⁻¹) e *E. campestre* (3,61 g kg⁻¹) um valor, praticamente, 2 vezes inferior ao do presente trabalho.

4.2.7 Boro (B)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre cultivo e estrutura vegetal e entre espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 15 e 16.

Tabela 15 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “estrutura vegetal” para o teor de Boro (B), expresso em mg kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Cultivo	
	Protegido	Campo
Folhas	26,72 Aa	28,06 Aa
Inflorescências	27,30 Aa	18,09 Bb
CV	19,05 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Boro (B), expresso em mg kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Espécie	
	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Eryngium foetidum</i>
Folhas	25,29 Aa	29,50 Aa
Inflorescências	24,91 Aa	20,48 Ab
CV	19,05 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na interação entre cultivo e estrutural vegetal foi observado que as folhas não apresentaram diferenças significativas entre os tipos de cultivos, mas as inflorescências possuem maior teor de B em cultivo protegido. E as folhas, quando cultivadas em campo, possuem maior teor de B do que as inflorescências.

No estudo de Campos (2014), houve diferença na concentração de B nas folhas de *E. foetidum*, em relação ao cultivo, foi maior em sombreamento de 50%.

Na interação entre espécie e estrutura vegetal, foi observado que as espécies não apresentaram diferença significativa entre si na estrutura vegetal para o teor de B. Mas a *E. foetidum* possui maior teor de B nas folhas do que nas inflorescências.

Comparando os resultados obtidos por outro autor, verificou-se que o teor de B nas folhas de *E. foetidum* (21,00 mg kg⁻¹) e *E. campestre* (17,3 mg kg⁻¹) cultivadas em ambiente protegido, foi inferior (SOUZA, 2016) ao do presente estudo.

4.2.8 Cobre (Cu)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve diferença significativa nos fatores isolados cultivo e espécie, conforme na Tabela 17.

Tabela 17 - Teste de média dos fatores cultivo e espécie para o teor de Cobre (Cu), expresso em mg kg⁻¹.

Cultivo		Espécie	
Campo	Protegido	<i>E. foetidum</i>	<i>E. campestre</i>
14,85 A	13,46 B	14,84 A	13,46 B
CV		8,85 %	

Médias seguidas das mesmas letras dentro dos fatores não diferem significativamente pelo teste de média.

Foi observado que o cultivo em campo possui maior teor de Cu quando comparado com o cultivo protegido. Mas Campos (2014) obteve resultado diferente, o sombreamento 50% apresentou maior teor de Cu em folhas de *E. foetidum*.

E. foetidum possui maior teor de Cu, quando comparado com *E. campestre*.

4.2.9 Ferro (Fe)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre cultivo, espécie e estrutura vegetal conforme a Tabela 18.

Tabela 18 - Desdobramento entre os fatores “cultivo” x “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Ferro (Fe), expresso em mg kg⁻¹.

Espécie	Campo		Protegido	
	Folhas	Inflorescências	Folhas	Inflorescências
<i>Eryngium foetidum</i>	882,28 Aa ^A	470,65 Ab ^A	245,69 Ba ^A	273,52 Aa ^A
<i>Eryngium campestre</i>	618,06 Aa ^B	1.320,72 Aa ^A	235,20 Aa ^A	141,70 Ba ^A
CV	60,78 %			

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha entre estruturas vegetais; minúscula entre colunas; letras maiúsculas sobrescrita entre os mesmos cultivos das mesmas espécies, não diferem, significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi observado que as folhas de *E. campestre* e as inflorescências de *E. foetidum* não apresentaram diferença significativa entre os tipos de cultivos, mas as inflorescências de *E. campestre* e folhas de *E. foetidum* apresentaram maior teor de Fe quando cultivada em campo, do que em cultivo protegido. Resultados diferentes foram encontrados em Campos (2014), nas folhas de *E. foetidum* a concentração de Fe não possui diferença significativa entre os cultivos com sombreamento de 100% e 50%

As folhas de *E. campestre* e *E. foetidum* não apresentaram diferença significativa entre si nos dois tipos de cultivos e as inflorescências em cultivo protegido também não apresentaram diferença. Porém, as inflorescências de *E. campestre* cultivada em campo possui maior teor de Fe do que a *E. foetidum*.

Entre as estruturas vegetais foi observado que não houve diferença no teor de Fe, exceto para as inflorescências de *E. campestre* cultivadas em campo, que apresentaram maior concentração de Fe.

Valor semelhante foi encontrado, por Rajan et al. (2014), em folhas de *E. foetidum* coletadas em seu habitat natural, no nordeste da Índia, apresentaram $262,79 \pm 7,59 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe.

O ferro promove a síntese das hemácias e transporta oxigênio para todas as células do nosso corpo (BRASIL 2013). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), a recomendação de ingestão diária de ferro é 14 mg para adultos, e a *Eryngium campestre* apresentou $1.320,72 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe.

4.2.10 Manganês (Mn)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve diferença significativa nos fatores isolados cultivo, espécie e estrutura vegetal, conforme a Tabela 19.

Tabela 19 - Teste de média dos fatores cultivo, espécie e estrutura vegetal para o teor de Manganês (Mn), expresso em mg kg^{-1} .

Cultivo		Espécie		Estrutura Vegetal	
Protegido	Campo	<i>E. campestre</i>	<i>E. foetidum</i>	Folhas	Inflorescências
61,69 A	48,45 B	60,43 A	49,71 B	57,39 A	52,75 B
CV			10,26 %		

Médias seguidas das mesmas letras dentro dos fatores não diferem significativamente pelo teste de média.

Foi observado que o cultivo protegido possui maior teor de Mn, quando comparado com o cultivo em campo. O cultivo, tipo de planta, estrutura vegetal analisada pode estar associado à diferença nas concentrações de minerais (PEDRO et al., 2016).

A *E. foetidum* possui menor teor de Mn, quando comparado com *E. campestre* e as folhas possuem maior teor de Mn que as inflorescências.

4.2.11 Zinco (Zn)

De acordo com a ANAVA foi observado que houve uma interação entre espécie e estrutural vegetal, conforme a Tabela 20.

Tabela 20 - Desdobramento entre os fatores “espécie” x “estrutura vegetal” para o teor de Zinco (Zn), expresso em mg kg⁻¹.

Estrutura Vegetal	Espécie	
	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Eryngium foetidum</i>
Folhas	53,73 Bb	68,19 Aa
Inflorescências	71,94 Aa	66,92 Aa
CV	8,12 %	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi observado que as inflorescências não apresentaram diferença significativa no teor de Zn, entre as espécies, mas as folhas de *E. foetidum* possuem maior teor de Zn, quando comparado com a *E. campestre*. A *E. foetidum* não apresentou diferença significativa no teor de Zn, entre as estruturas vegetais, mas a *E. campestre* possui maior teor de Zn nas inflorescências, quando comparada com as folhas.

Foram encontrados $17,63 \pm 0,99$ mg kg⁻¹ de Zn em folhas de *E. foetidum* situadas em seu habitat natural no nordeste da Índia (RAJAN et al., 2014).

Comparando os resultados obtidos por outro autor, verificou-se que o teor de Zn nas folhas de *E. foetidum* (48,2 mg kg⁻¹) e *E. campestre* (16,1 mg kg⁻¹) cultivadas em ambiente protegido, foi inferior (SOUZA, 2016) ao do presente estudo, sendo 3 vezes menor na espécie *E. campestre*.

5 CONCLUSÃO

O tipo de cultivo influencia nos teores dos minerais e do potencial antioxidante.

Os ensaios realizados indicam que, para *Eryngium foetidum* e *Eryngium campestre*, o cultivo em campo obteve uma maior quantidade de flavonoides e dihidroflavonoides. E os maiores teores de fenóis totais para *Eryngium campestre* foi o cultivo em campo e para *Eryngium foetidum* foi o cultivo protegido. Do mesmo modo, *Eryngium foetidum* possui maiores teores de fenóis, dihidroflavonoides e *Eryngium campestre* de flavonoides.

De modo geral, o cultivo em campo tem melhores resultados para N, Ca, S, Cu e Fe e o cultivo protegido para P, Mg, B e Mn, relacionado entre as estruturas vegetais ou as espécies. Também foi constatado que a espécie *Eryngium foetidum* possui maiores teores de minerais que a espécie *Eryngium campestre* e as folhas contêm mais nutrientes que as inflorescências.

REFERÊNCIAS

- AHN, M. et al. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. *Food Chemistry*, Barking, v. 101, n. 4, p. 1383-1392, 2007.
- ALMEIDA, C. L. **Metabólitos secundários de duas espécies de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz) cultivadas sob condições variadas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- AMER, A. Biotechnology approaches for in vitro production of flavonoids. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 7, n. 5, p. 457-468, 2018.
- ANVISA. Consulta Pública nº 80, de 13 de dez. 2004, publicada no D.O.U de 17 de dez. 2004. 4 p. Disponível em: <[http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[8989-1-0\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[8989-1-0].PDF)>. Acesso em: 05 dez. 2019.
- AQUINO, V. V. F. et al. Metabólitos Secundários e ação antioxidante de *Croton heliotripifolius* e *Croton blanchetianus*. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 3, p. 28-31, set. 2017.
- AYUSO, M. et al. In vitro culture of the endangered plant *Eryngium viviparum* as dual strategy for its ex situ conservation and source of bioactive compounds. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 138, n. 3, p. 427-435, 2019.
- BOARETTO, L. C. **Viabilidade econômica da produção de alface, em quatro sistemas tecnológicos: campo coberto, túnel baixo, estufa e hidropônico**. 2005.104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- BOUZIDI, S. et al. Investigation of in vitro antioxidant activity and in vivo antipyretic and anti-inflammatory activities of Algerian *Eryngium campestre* L. **Current Bioactive Compounds**, v. 13, n. 4, p. 340-346, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortalças não convencionais: (tradicionais)**. Brasília, 2010. 54p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortalças não convencionais**. Brasília, 2013. 99p.
- BRAUN, U. **The powdery mildews (Erysiphales) of Europe**, *NORD J. BOT.*, 1996, 16, 144-46.
- CALVINO, C. I.; LEVIN, G. A. A New Species of *Eryngium* (Apiaceae, Saniculoideae) from the USA. **Systematic Botany**, v. 44, n. 2, p. 446-450, 2019.
- CAMPOS, R. A. S. et al. Changes in bioactive compounds in spiny coriander leaves in responseto inflorescence pruning at different growth stages. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 250-257, 2019.
- CAMPOS, R. A. S. et al. The effect of shading and nitrogen fertilization on leaf yield and leaf quality of *Eryngium foetidum* L. In: *Vii Congreso Iberico De Agroingenieria Y Ciencias Horticolas*. Fundacion General Univ Politecnica Madrid, 2014. p. 1475-1480.

CAMPOS, R. A. S. **Produtividade, compostos bioativos e atividade antioxidante em *Eryngium foetidum* L.** 2014. 60 p. Tese (Doutorado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

CEPEA-ESALQ/USP. **Cultivo protegido versus campo aberto: Vantagens e desvantagens do cultivo protegido frente ao sistema convencional.** Brasil Hortifruti. Piracicaba, v. 12, n. 132, mar. 2014.

CHANDRIKA, R.; THARA SARASWATHI, K. J.; MALLAVARAPU, G. R. Constituents of the essential oils of the leaf and root of *Eryngium foetidum* L. from two locations in India. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 18, n. 2, p. 349-358, 2015.

CIANFAGLIONE, K. et al. Cytotoxic Essential Oils from *Eryngium campestre* and *Eryngium amethystinum* (Apiaceae) Growing in Central Italy. **Chemistry and Biodiversity**, v. 14, n. 7, 2017.

CUJ-LAINES, R. et al. Relevant Aspects of the Development of Extruded High-Protein Snacks: An Alternative to Reduce Global Undernourishment. **Alternative and Replacement Foods**, Academic Press, v. 17, p. 141-166, 2018.

EBRAHIMZADEH, M. A. et al. Evaluation of anticonvulsant activities of *Eryngium caucasicum* with maximal electroshock and kindling model of seizure in mice. **Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences**, v. 11, n. 1, 2017.

ERDEM, S. A. et al. Blessings in disguise: A review of phytochemical composition and antimicrobial activity of plants belonging to the genus *Eryngium*. **DARU, Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 23, n. 1, 2015.

FAQUIN, V.; ANDRADE A. T. **Nutrição Mineral e Diagnóstico do Estado Nutricional das Hortaliças.** Curso de Pós-graduação "Lato Sensu" (Especialização) a distância: Produção de Hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.

FERNANDES, M. S. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. ISSN 1413-7054.

GOBBO-NETO, L; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GUNES, M. G. et al. **The Effects of *Eryngium campestre* Extracts on Glutathione-S-Transferase, Glutathione Peroxidase and Catalase Enzyme Activities.** Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 11, n. 3, p. 339-346, 2014.

HOSSAIN, M. A. et al. Spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.) cultivation in the Chittagong Hill Tracts of Bangladesh: Sustainable agricultural innovation by indigenous communities. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 16, n.1, p. 59-67, 2017.

JANWITTHAYANUCHIT, K. et al. A 24-weeks toxicity study of *Eryngium foetidum* Linn. leaves in mice. **Toxicological Research**, v. 32, n. 3, p. 231-237, 2016.

JARADAT, N. A. Novel serial extraction method for antibacterial and antifungal evaluations of the entire *Eryngium campestre* L. plant from Jerusalem/Palestine. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 7, n. 3, p. 905-913, 2015.

JARAMILLO, B. E.; DUARTE E.; MARTELO I. Volatile chemical composition of the essential oil from Colombian *Eryngium foetidum* L. and determination of its antioxidant activity. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 16, n. 2, p. 140-150, 2011.

KARTAL, M. et al. Two new triterpene saponins from *Eryngium campestre*. **Chemical and pharmaceutical bulletin**, v. 53, n. 10, p. 1318-1320, 2005.

KIKOWSKA, M. et al. Comparative analysis of phenolic acids and flavonoids in shoot cultures of *Eryngium alpinum* L.: an endangered and protected species with medicinal value. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 139, n. 1, p. 167-175, 2019.

KIKOWSKA, M. et al. *Eryngium creticum* – Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological activity. A review. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 26, n. 3, p. 392-399, 2016.

LANDOULSI, A. et al. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Aerial Parts and Roots of *Eryngium barrelieri* Boiss. and *Eryngium glomeratum* Lam. from Tunisia. **Chemistry and Biodiversity**, v. 13, n. 12, p. 1720-1729, 2016.

LIMA, R. A.; SILVA, A. C. Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Eugenia uniflora* L. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 381-388, 2016.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed rev. e atual. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALIK, T. et al. Evaluation of phytochemicals, antioxidant, antibacterial and antidiabetic potential of *alpinia galanga* and *eryngium foetidum* plants of Manipur (India). **Pharmacognosy Journal**, v. 8, n. 5, p. 459-464, 2016.

MARMOLEJO-LILOY, M. et al. An ethnobotanical survey of spice, aromatic and medicinal plants used in la Molana, Atrato-Choco, Colombia: Basis for biodiversity conservation. **Acta Agronomica**, v. 67, n. 1, 2018.

MATEJÍC, J. S. et al. Chemical characterization, in vitro biological activity of essential oils and extracts of three *Eryngium* L. species and molecular docking of selected major compounds. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 8, p. 2910-2925, 2018.

MAZZUCOTELLI, C. A. et al. Chemical characterization and functional properties of selected leafy vegetables for innovative mixed salads. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, n. 1, 2018.

MEDBOUHI, A. et al. Structural elucidation and cytotoxicity of a new 17-membered ring lactone from algerian *eryngium campestre*. **Molecules**, v. 23, n. 12, 2018.

MEKHORA, C. et al. *Eryngium foetidum* suppresses inflammatory mediators produced by macrophages. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 13, n. 2, p. 653-664, 2012.

MINAS GERAIS. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Hortaliças Não Convencionais**: alternativa de diversificação de alimentos e de renda para agricultores familiares de Minas Gerais. Minas Gerais, 2011. 22 p.

PANDA, S. K. et al. Large scale screening of ethnomedicinal plants for identification of potential antibacterial compounds. **Molecules**, v. 21, n.3, p. 293, 2016.

PAUN, G. et al. Chemical and Bioactivity Evaluation of *Eryngium planum* and *Cnicus benedictus* Polyphenolic-Rich Extracts. **BioMed Research International**, v. 2019, 2019.

PEDRO, F.G.G. et al. Composição centesimal e mineral de plantas medicinais comercializadas no mercado do Porto de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 18, n. 1, supl. 1, p. 297-306, 2016.

POPOVA, M.; BANKOVA, V.; BUTOVSKA, D. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. **Phytochemistry Analysis**, Sussex, v.15, n. 4, p. 235-240, 2004.

RAJAN, J. P. et al. Trace elements content in the selected medicinal plants traditionally used for curing skin diseases by the natives of Mizoram, India. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 7, n. 1, p. 410-414, 2014.

PRICE, J. A., III. An in vitro evaluation of the native american ethnomedicinal plant *Eryngium yuccifolium* as a treatment for snakebite envenomation. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, v. 5, n. 3, p. 219-225, 2016.

SANTOS-BUELGA, C. et al. Plant phenolics as functional food ingredients. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 90, p. 183-257, 2019.

SEABRA JUNIOR, S. et al. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno. In: CONGRESSO DE OLERICULTURA, 50., 2010, Guarapari. Resumos... Guarapari: ABH, 2010. 1 CD-ROM.

SEABRA JR, S; SOUZA, S.B.S.; NEVES, L.G.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; NASCIMENTO, A.S.; RAMPAZZO, R.; LUZ, A.O.; LEÃO, L.L. 2010. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno. 2010. *Horticultura Brasileira* 28: S252-S259.

SILVA, L. F. L. E. et al. Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1775-1787, 2018.

SIMÃO, A. A. **Antioxidantes, clorofila e perfil de ácidos graxos em folhas de mandioca**. 2010. 86p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: do produto natural ao medicamento. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SINGH, B. K.; RAMAKRISHNA, Y.; NGACHAN, S. V. Spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.): A commonly used, neglected spicing-culinary herb of Mizoram, India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 61, n. 6, p. 1085-1090, 2014.

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, n. 3, p. 453-460, 2013.

SINGH, S. et al. Estimation of proximate composition, micronutrients and phytochemical compounds in traditional vegetables from Andaman and Nicobar Islands. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 62, n. 7, p. 765-773, 2011.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Ecology and Viticulture**, Davis, v. 28, n. 1, p. 49-55, Mar. 1977.

SOLIMAN, G. A. Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. **Nutrients**, v.11, n. 5, 2019.

SOUMIA, B. *Eryngium campestre* L.: Polyphenolic and Flavonoid Compounds; Applications to Health and Disease. In: **Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease**. Academic Press, p. 69-79, 2018.

SOUZA, K. K. C. **Potencial antioxidante, mineral, inibitorio de enzimas α -amilase e lipoxigenase e composição centesimal de espécies da família Apiaceae**. Dissertação (Mestrado em Plantas Mediciniais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

SOUZA, M. C. M. R. de et al. Saline water on the leaf mineral composition of noni under organic fertilization. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 23, n. 9, p. 687-693, Sept. 2019

SWARGIARY, A et al. Phytochemicals, antioxidant, and anthelmintic activity of selected traditional wild edible plants of lower Assam. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 48, n. 4, p. 418-423, 2016.

VALDUGA, A. T. et al. Chemistry, pharmacology and new trends in traditional functional and medicinal beverages. **Food Research International**, v. 120, p. 478-503, 2019.

VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ, M. C. et al. Eustressors: Chemical and physical stress factors used to enhance vegetables production. **Scientia Horticulturae**, v. 250, p. 223-229, 2019.

VILLAGRÁN, E. A.; BOJACÁ, C. R. Effects of surrounding objects on the thermal performance of passively ventilated greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 50, n. 1, p. 20-27, 2019.

VUKIC, M. D. et al. Phytochemical analysis, antioxidant, antibacterial and cytotoxic activity of different plant organs of *Eryngium serbicum* L. **Industrial Crops and Products**, v. 115, p. 88-97, 2018.

WANG, M. et al. Genetic analysis and related gene primary mapping of heat stress tolerance in cucumber using bulked segregant analysis. **HortScience**, v. 54, n.3, p. 423-428, 2019.

WATERMAN, P. G.; Mole, S. **Analysis of phenolic plant metabolites**. 1. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.

- YANG, P. et al. Brassinosteroids regulate antioxidant system and protect chloroplast ultrastructure of autotoxicity-stressed cucumber (*Cucumis Sativus* L.) seedlings. **Agronomy**, v. 9, n. 5, 2019.
- YAVUZ PEHLIVANLI, B. et al. Biogeochemical interrelations between the Çayırdan oil shales and some plants growing on them (Turkey). **Turkish Journal of Botany**, v.36, n. 5, p. 503-518, 2012.
- ZHOU, Z. et al. Soil nutrient status in Wuyi tea region and its effects on tea quality-related constituents. **Scientia Agricultura Sinica**, v. 52, n. 8, p. 1425-1434, 2019.