



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS



CHRYSLANE BARBOSA DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DE EXTRATOS VEGETAIS DA ESPÉCIE *Croton heliotropiifolius*
kunth NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde**

Rio Largo – AL,
2018

CHRYSLANE BARBOSA DA SILVA

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS VEGETAIS DA ESPÉCIE *Croton heliotropiifolius* kunth no controle de *Bidens pilosa* (L.) E *Digitaria insularis* (L.) Fedde

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Sampaio Reis

Co-Orientador: Prof. Dr. João Gomes da Costa

Rio Largo – AL,
2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

S586d Silva, Chryslane Barbosa da

Determinação do potencial alelopático e composição química de extratos vegetais da espécie *Croton heliotropiifolius kunth* no controle de *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde. Rio Largo - AL – 2018.

92 f.; il; 33 cm

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Prfª. Drª. Ligia Sampaio Reis

Co-Orientador: Prof. Dr. João Gomes da Costa.

1. Plantas infestantes 2. Alelopatia 3. Metabolitos secundários.
I. Título.

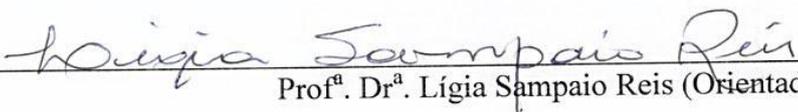
CDU: 632.5

FOLHA DE APROVAÇÃO

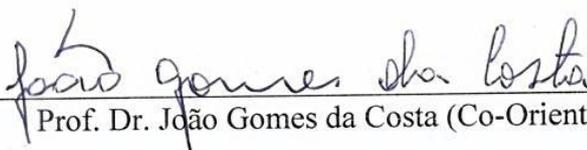
CHRYSLANE BARBOSA DA SILVA

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS VEGETAIS DA ESPÉCIE *Crotonheliotropiifoliskunth* NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas e aprovado em 27 de Abril de 2018.

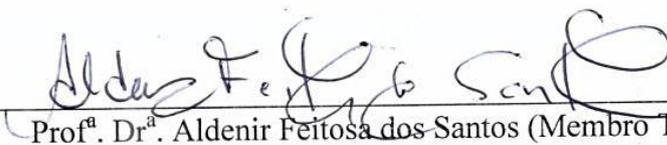


Prof.^a. Dr.^a. Lúcia Sampaio Reis (Orientadora)

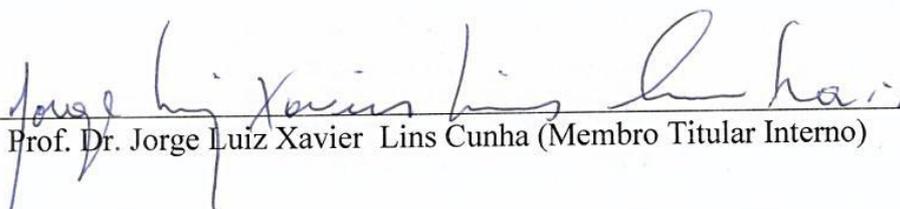


Prof. Dr. João Gomes da Costa (Co-Orientador)

BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a. Dr.^a. Aldenir Feitosa dos Santos (Membro Titular Externo)



Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha (Membro Titular Interno)

A minha mãe Marinalva Sabino da Silva, meu pai José Barbosa da Silva, minha avó Josefa e meus irmãos Kelly Barbosa da Silva, Alexandre Barbosa da Silva e Acássio Barbosa da Silva.

Aos que acreditaram e incentivaram meus sonhos.

Dedico este Trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela coragem, determinação e sabedoria, sendo meu porto seguro no decorrer da longa jornada cotidiana, guiando-me para continuar firme e perseverante para alcançar minhas metas.

Agradeço a minha mãe **Marinalva Sabino da Silva** e ao meu pai **José Barbosa da Silva** por me acompanharem nos momentos mais difíceis, sempre me incentivando até o término.

A minha avó **Josefa Isidoro Sabino da Silva e familiares** pelo apoio e compreensão na concretização da minha profissão. E aos meus irmãos **Kelly Barbosa da Silva, Alexandre Barbosa da Silva e Acássio Barbosa da Silva** por constituírem meu porto seguro na concretização dos meus sonhos e por sempre enxergarem o melhor de mim.

A Prof^ª. Dr^ª. **Lígia Sampaio Reis**, pela honra de poder ter tido o prazer de contar com a sua preciosa orientação e companheirismo no decorrer da minha vida enquanto graduanda pesquisadora. Ao meu estimado Co – Orientador Prof. Dr. **João Gomes da Costa** pelo seu incentivo e pela realização das análises estatísticas.

Aos professores da Universidade Estadual de Alagoas e do Centro de Ciências Agrárias, especialmente do Curso de Pós-Graduação em Proteção de Plantas que contribuíram de maneira magistral para a minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. **Antônio Euzébio Goulart Santana** da Universidade Federal de Alagoas Coordenador do Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais - LRPQN da UFAL/MACEIÓ, e ao Prof. Dr. **Ticiano Gomes do Nascimento** Coordenador do Curso de Farmácia/ESENFAR por terem me dado à oportunidade de realizar os experimentos em seus Laboratórios.

Aos amigos e demais funcionários do Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais - LRPQN da UFAL/MACEIÓ, **Aldy, Maurício, Maria Aparecida, Ana Paula, Gebson, Arthur Ferreira, Jovem, Cicero, Regina, Henrique F.G., Dailson e demais colegas** pela amizade e ajuda na execução das análises nos laboratórios. E aos funcionários da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo - AL, pela ajuda durante a coleta no material no campo.

A todos que contribuíram direto ou indiretamente para a concretização desse projeto, os meus mais sinceros agradecimentos. OBRIGADA!

Chryslane Barbosa da Silva

RESUMO

A capacidade de expansão das plantas daninhas em diferentes áreas agrícolas tem proporcionado interferência no desenvolvimento das cultivares, promovendo a diminuição da produção e causando prejuízos econômicos. Uma das formas de manejo cultural dessas espécies se dá através da alelopátia. Este manejo ocorre através do mecanismo no qual as plantas em função de sua composição química exercem efeito positivo e/ou negativo sobre outras plantas, desempenhando papel primordial na minimização de impactos na agricultura. Diante disso, o trabalho teve por objetivo determinar o potencial alelopático e a composição química de extratos vegetais da *Croton heliotropiifolius* Kunth no controle de *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde. O material vegetal foi coletado, seco, triturado e utilizado para o preparo dos extratos brutos por maceração etanólica e decocção. A determinação dos compostos foi realizada de forma quali-quantitativa, respectivamente, pelo teste de Folin Ciocalteu, teor de flavonoides em espectrofotômetro UV-Vis, prospecção fitoquímica preliminar e por Cromatografia líquida de Alta Eficiência (HPLC). As soluções dos extratos foram preparadas a 1mg/mL (100%), desta foi obtido soluções teste nas concentrações de 0,1; 0,25; 0,5 e 1 mg/mL, tendo água destilada como controle. Após o preparo das soluções aferiu-se o pH e avaliou-se o potencial osmótico em alíquotas de 10µL destas soluções. De cada solução estoque foi aplicado 7 mL em quatro repetições e distribuídas 25 sementes das plantas alvo, estas foram mantidas em câmara do tipo BOD com fotoperíodo de alternância (12L:12E), durante 10 dias. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos ao teste de Dunnett a 5% de probabilidade, para comparar cada tratamento com a testemunha. Os valores de pH variaram entre 5,70 a 7,62 (extrato aquoso) e 4,60 a 5,70 (extrato etanólico), e os do potencial osmótico entre -0,000 a -0,0244 (extrato aquoso) e -0,000 a -0,0244 (extrato etanólico). O conteúdo de fenóis totais variam de 216,06 mg EAG/g para o extrato aquoso à 342,2499243 mg EAG/g para o extrato etanólico. Observou-se ainda a presença de metabolitos como taninos flobafênicos, flavonas, flavonóis, e xantonas, catequinas, saponinas. Os resultados do teste alelopático demonstraram redução da porcentagem de germinação, diminuição do índice de velocidade de germinação, redução da porcentagem de plântulas com anormalidades e diminuição do comprimento da raiz e parte aérea a partir da concentração de 0,25, 0,5 e 1mg/mL para *B. pilosa* e *D. insularis*, quando submetidas ao extrato etanólico e aquoso, evidenciando a efeito alelopático dos extratos da *C. heliotropiifolus* pela redução da porcentagem de germinação e comprimento da raiz, parâmetros estes consideradas determinantes para o bioensaio de germinação. Portanto, constatou-se maior sensibilidade das espécies *B. pilosa* e *D. insularis* quando submetidas ao extrato aquoso a partir das concentrações de 0,25, 0,5 e 1mg/mL, isto devido à presença de compostos como ácidos fenólicos e flavonoides no extrato aquoso e que dentre as espécies alvo a *D. insularis* revelou ser mais sensível.

Palavras-chave: Plantas infestantes. Controle. Alelopatia. Metabolitos secundários.

ABSTRACT

The expansion of weeds in different agricultural areas has interfered in the development of the cultivars, leading to decrease of production and economic losses. One of the forms of cultural management of these species occurs through allelopathy. This management occurs through the mechanism in which the plants according to their chemical composition from certain plants apply positive and / or negative effects on other plants, playing an important role by minimizing impacts in agriculture. This work aims to evaluate the allelopathic potential and chemical composition of *Croton heliotropiifolius* Kunth extracts in the control of *Bidens pilosa* (L.) and *Digitaria insularis* (L.) Fedde. The vegetal material was collected, dried, crushed and used for the preparation of the crude extracts by maceration with ethanol and decoction. The determination of the compounds was performed quantitatively, respectively, by the Folin Ciocalteu test, flavonoid content in UV-Vis spectrophotometer, preliminary phytochemical screening and High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The extract solutions were prepared at 1mg / mL (100%), from which test solutions were obtained at the concentrations of 0,10;0,25;0,5 and 1 mg/mL, having distilled water as control. After preparation of the solutions, pH was checked and the osmotic potential was evaluated in aliquots of 10 μ L of these solutions. 7 mL of each stock solution were applied in four replicates and 25 seeds of the target plants were distributed ; these were kept in a BOD type chamber with alternating photoperiod (12L: 12E) for 10 days. The experiment was set up in a completely randomized design and the data were submitted to the Dunnett test at 5% probability, to compare each treatment with the control. The pH values ranged from 5.70 to 7.62 (aqueous extract) and 4.60 to 5.70 (ethanolic extract), and the osmotic potential between -0,000 to -0,0244 (aqueous extract) and -0,000 to -0,0244 (ethanolic extract). The total phenol content ranged from 216.06 mg GAE / g for the aqueous extract to 342.22499243 mg GAE / g for the ethanolic extract. It was also observed the presence of metabolites such as flobafenic tannins, flavones, flavonols, xanthonenes, catechins and saponins. The results of the allelopathic test showed a reduction in the percentage of germination, a reduction in the rate of germination, a reduction in the percentage of seedlings with abnormalities and a decrease in root and shoot length from the 0,25; 0,5 and 1mg/mL concentrations for *B. pilosa* and *Digitaria insularis*, when submitted to the ethanolic and aqueous extract, evidencing the allelopathic effect of *C. heliotropiifolius* extracts by reducing the percentage of germination and root length, which are considered determinant parameters for the germination bioassay. Therefore, a greater sensitivity of the species *Bidens pilosa* and *D. insularis* when submitted to the aqueous extract from the concentrations of 0,25; 0,5 and 1 mg/mL, due to the presence of compounds like phenolic acids and flavonoids in the aqueous extract and that the species *D. insularis* revealed be more sensitive to extracts than *B. pilosa*, characterizing the strong potential of *C. heliotropiifolius*.

Keywords: Weed plants. Control. Allelopathy. Secondary metabolites.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Vias de biossíntese dos metabolitos secundários em plantas.....	29
Figura 2. Fatores que podem influenciar no acúmulo de metabólitos secundários.....	31
Figura 3. Estruturas químicas dos compostos fenólicos.....	33
Figura 4. Obtenção do extrato etanólico: Amostras vegetais do campo (A). Amostra pesada (B). Estufa Nova Ática (C). Amostra após o processo de trituração (D). Amostra com etanol P.A. (E). Filtração da amostra (F). Processo de rotaevaporação (G). Solubilização da amostra no ultrassom e Retirada da amostra do balão (H, I). Extrato etanólico (J). Capela com circulação de ar (K).....	37
Figura 5. Obtenção do extrato aquoso: Amostras vegetais do campo (A). Amostra pesada (B). Estufa Nova Ática (C). Amostra após o processo de trituração (D). Amostra pesada (E). Amostra e água destilada (F). Medição da temperatura (G). Homogeneização da amostra. (H). Filtração da amostra (I). Extrato aquoso (J). Extrato em <i>freezer</i> (K). Processo de liofilização (L). Extrato aquoso liofilizado (M).....	38
Figura 6. Obtenção do potencial osmótico das diferentes concentrações dos extratos vegetais da <i>C. heliotropiifolius</i> : Disco de papel (A). Pinça (B). Gaveta da porta-a mostra (C). Pipeta automática (D). Extratos vegetais (E). Retirada de uma alíquota da amostra vegetal (F). Com a ponta da pipeta sobre o centro do disco da amostra (G). Fecha o porta amostra (H). Fecha a manivela (I). Inicia o ciclo de medição (J).....	39
Figura 7. Croqui do teste alelopático.....	44
Figura 8. Perfis cromatográficos dos padrões de compostos 200 e 500 $\mu\text{g/mL}^{-1}$: A- Ácido caféico, B-Quercetina, C-Apigenina, D-Acacetina.....	52
Figura 9. Curvas ilustrando os parâmetros porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), porcentagem de plamntulas anormais (C), comprimento da raiz (D), Comprimento da parte aérea (E), massa da matéria seca (F), em diferentes concentrações do extrato etanólico da <i>C. heliotropiifolius</i> sobre <i>B. pilosa</i> e <i>D. insularis</i>	57
Figura 10. Curvas ilustrando os parâmetros porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), porcentagem de plamntulas anormais (C), comprimento da raiz (D), Comprimento da parte aérea (E), massa da matéria seca (F), em diferentes concentrações do extrato aquoso da <i>C. heliotropiifolius</i> sobre <i>B. pilosa</i> e <i>D. insularis</i>	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- A presença de plantas infestantes em diferentes culturas de importância agrícola.....	18
Tabela 2 - Métodos de controle de plantas daninhas na agricultura.....	22
Tabela 3. Culturas com propriedades alelopáticas.....	26
Tabela 4. Espécies vegetais no controle de plantas daninhas.....	27
Tabela 5. Número de metabólitos secundários relatados a partir de plantas superiores.....	28
Tabela 6. Identificação de metabólitos secundários em plantas medicinais.....	30
Tabela 7. Teste para antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis xantonas, chalconas e auronas, flavonóis em prospecção de constituintes químicos de extratos vegetais.....	41
Tabela 8. Teste para leucoantonocianidinas, catequinas e flavononas.....	41
Tabela 9. Condições empregadas para a determinação por HPLC de compostos presentes em extratos aquoso e etanólico da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth.....	43
Tabela 10. Foi obtido o rendimento percentual (%) do extrato etanólico através da massa da amostra vegetal fresca do fruto em relação a sua massa dos extrato etanólico bruto.....	47
Tabela 11. Caracterização físico química dos extratos da <i>C. heliotropiifolius</i>	48
Tabela 12. Teor fenóis pelo método Folin - Ciocalteau dos extratos vegetais da <i>C. heliotropiifolius</i>	49
Tabela 13. Diferentes classes de fitoquímicos nos extratos da <i>C. heliotropiifolius</i>	50
Tabela 14. Padrões utilizados para identificação dos compostos presentes nos extratos da <i>C. heliotropiifolius</i> com seus respectivos tempos de retenção e comprimentos de onda que absorvem na região do UV/Vis.....	54
Tabela 15. Efeito de diferentes concentrações dos extratos da <i>C. heliotropiifolius</i> sobre <i>B. pilosa</i> e <i>D. insularis</i>	55
Tabela 16. Efeito de diferentes concentrações dos extratos da <i>C. heliotropiifolius</i> <i>B. pilosa</i> e <i>D. insularis</i>	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de calibração do ácido gálico.....	48
------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

(FR)	Fase reversa
(CLAE/ HPLC)	Cromatografia líquida de alta eficiência
(FEQL)	Fases estacionárias quimicamente ligadas
(Mpa)	Potencial osmótico
(HCl)	Ácido clorídrico
(NaOH)	Hidróxido de sódio
(CLAE-DAD)	Cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos.
(pH)	Potencial Hidrogeniônico
(LOQ)	Limite de quantificação
(Na ₂ CO ₃)	Carbonato de sódio
(MS)	Massa da matéria seca
(DAD)	Detector de díodos da matriz
(IVG)	Índice de velocidade de germinação
(G%)	Porcentagem de germinação
(CPA)	Comprimento da parte aérea
(CR)	Comprimento da radícula
(R ²)	r-quadrado
(TR)	Tempo de retenção
(UV/Vis)	Ultravioleta
(HPLC/CLAE)	Cromatógrafo líquido de ultra - alta eficiência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Plantas daninhas.....	17
2.1.1. <i>Bidens pilosa</i> (L).....	19
2.1.2. <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	20
2.2. Condições climáticas que favorecem as plantas daninhas.....	21
2.3. Métodos e estratégia de controle.....	22
2.4. Alelopatia.....	23
2.5. Origem metabólica (Biosíntese).....	27
2.5.1. Classes de metabolitos.....	27
2.5.2. Fatores ambientais.....	31
2.5.3. Compostos fenólicos.....	32
2.6. <i>Croton heliotropifoliolis</i> Kunth.....	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. Local de realização da pesquisa.....	36
3.2. Obtenção do material botânico das espécies vegetais.....	36
3.3. Obtenção dos extratos brutos.....	36
3.3.1. Extrato etanólico.....	36
3.3.2. Extrato aquoso	37
3.4. Caracterização físico-química.....	38
3.4.1. Potencial de hidrogênio (pH).....	38
3.4.2. Potencial osmótico (MPa).....	38
3.5. Identificação e quantificação de metabolitos.....	39
3.5.1. Teor de fenóis totais.....	39
3.5.2. Prospecção fitoquímica preliminar	40
3.5.2.1. Testes para fenóis, taninos pirógalicos e taninos flobafênicos.....	40
3.5.2.2. Teste para antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis e xantonas, chalconas e auronas, flavononois.....	41
3.5.2.3. Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas.....	41
3.5.2.4. Testes para flavonóis, flavanonas, flavononois e xantonas	42
3.5.2.5. Teste para esteroides e triterpenóides.....	42
3.5.2.6. Teste para saponinas.....	42

3.5.3. Identificação de compostos por HPLC.....	42
3.6. Teste alelopático.....	43
3.7. Análise estatística.....	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1. Caracterização físico - química	47
4.2. Determinação do conteúdo de fenóis totais.....	48
4.3. Classes de metabólitos secundários identificados.....	49
4.4. Perfil cromatográfico.....	51
4.5. Avaliação do potencial alelopático.....	55
5. CONCLUSÕES.....	61
6. ANEXOS.....	62
6.1. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato aquoso da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (acacetina).....	62
6.2. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato aquoso da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos identificados: 1- Flavonoide (quercetina).....	62
6.3. Cromatograma no comprimento de onda 320 nm para o extrato aquoso da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos identificados: 1-Ácido fenólico (ácido caféico), 2-Flavonoide (quercetina).....	63
6.4. Cromatograma no comprimento de onda 350 nm para o extrato aquoso da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos identificados: 1- Ácido fenólico (ácido caféico), 2-Flavonoide (quercetina), 3- Flavona (apigenina).	63
6.5. Cromatograma no comprimento de onda 254 nm para o extrato etanólico da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavona (apigenina).....	64
6.6. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato etanólico da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina),2- Flavona (apigenina).....	64
6.7. Cromatograma no comprimento de onda 320 nm para o extrato etanólico da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2-Flavona (apigenina).....	65

6.8. Cromatograma no comprimento de onda 350 nm para o extrato etanólico da parte aérea da <i>C. heliotropiifolius</i> Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (apigenina).....	65
6. REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

Muitos estudos de ecologia das plantas daninhas dão ênfase as características e adaptações de crescimento, que permitem a essas espécies explorar os nichos ecológicos deixados em aberto nas terras cultivadas e os mecanismos de adaptação que lhes possibilitam sobreviver sob condições de perturbações máximas do solo, como ocorre nos sistemas convencionais de cultivo (RIZZARDI et al., 2008; JAKELAITIS et al., 2014; CARVALHO et al., 2008).

Há um grande interesse em reduzir a proliferação de plantas daninhas por representarem um dos principais problemas para agricultura, em decorrência da competição por água, luz e nutrientes, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade de culturas de relevância econômica em inúmeras regiões brasileiras (MANO, 2006; VASCONCELOS et al., 2012).

O manejo das plantas daninhas é de grande importância, pois visa reduzir o nível de expansão sem erradicá-las, pois algumas são benéficas para a lavoura. Portanto, recomenda-se o uso de práticas que evitem a ressemeadura de invasoras, como a manutenção de quantidade de palha suficiente para recobrir o solo, o uso de plantas de cobertura, com efeito, alelopático e o plantio em época adequada (GONÇALVES et al., 2015; MEHMOOD et al., 2014).

A alelopatia é conhecida pelos seus efeitos potivos e/ou negativos sobre o desenvolvimento da vegetação, estes efeitos são atribuídos por substâncias químicas produzidas e liberadas para o ambiente pelas espécies vegetais, desempenhando papel primordial na agricultura, e na descoberta de novos compostos. Substâncias com potencial alelopático contribuem para o controle de espécies invasoras, reduzindo o desenvolvimento das plântulas e interferindo no seu crescimento (ISMAIL et al., 2016; KHANAM et al., 2007, SILVA e AQUILA, 2006).

A realização de um estudo mais aprofundado sobre a importância da alelopatia permite buscar novas substâncias de origem vegetal no controle de plantas daninhas, proporcionando a oferta de produtos desprovidos de resíduos e agentes contaminantes (ATAK et al., 2016). Essas substâncias alelopáticas estão distribuídas em concentrações variadas nos diversos órgãos vegetais das plantas durante o seu ciclo de vida e podem inibir o desenvolvimento fisiológico de outras plantas (BORELLA e PASTOLINE, 2009).

O desenvolvimento de pesquisas acerca do potencial alelopático em plantas tem se tornado relevante, pois quando determinado através de análises e bioensaios em laboratório e campo passa-se a ser uma opção de controle que diminui a proliferação de plantas infestantes

sem agredir o homem e ao meio ambiente (CREPALDI et al., 2016; CREMONEZ et al., 2013).

Dentre as diversidades de famílias de espécies vegetais, podem-se destacar as oriundas da família Euphorbiaceae, pois ao se estudá-la inferiram-se as mais diversas relações existentes entre espécies do gênero *Croton* a presença de alcalóides, terpenóides (diterpenos, triterpenos pentacíclicos), esteróides, proantocianidinas e flavonóides entre outras substâncias, ditos classes de metabolitos secundários, estas estimulam e inibem o crescimento de plântulas invasoras (SALATINO et al., 2007).

A espécie da família Euphorbiaceae *Croton heliotropiifolius* Kunth é conhecida como “velame da caatinga,” “velaminho”, “velande”. A espécie possui estudos que indicam que suas folhas e raízes possuem metabólitos como proantocianidinas condensadas e flavonoides. Diante disso, inúmeras espécies do gênero *Croton* tem se tornado alvo para estudo de vários pesquisadores, acerca da viabilidade de seus benefícios para setores como farmacêutico e agrícola (ANGÉLICO, 2011; GOMES e BANDEIRA, 2012).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar o potencial alelopático e a composição química de extratos vegetais da espécie *Croton heliotropiifolius* kunth no controle de *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Plantas daninhas

A agricultura brasileira incorporar novas técnicas e métodos de controle de plantas infestantes consideradas degradantes a natureza e a saúde do ser humano. Conseqüentemente houve um aumento nas pesquisas em busca de alternativas um controle que não provoque danos ambientais, econômicos e a saúde humana como é o caso da utilização de plantas de cobertura como ervilha (*Vicia sativa*), possibilitando uma supressão de 50% de nitrogênio na cultura do milho, bem como o cultivo das mesmas como alternativa de manejo no controle de plantas infestantes na agricultura e das substâncias químicas presentes nas plantas com potencial alelopático (CAPELLESSO, et al, 2016, SONEGO, 2012).

As plantas daninhas são dotadas de determinadas características que lhes são peculiares e que interferem na estratégia de seu controle, muitas destas espécies são ditas responsáveis pela redução da produtividade em áreas agrícolas subsequentes. Para melhorar o sistema de manejo agrícola há necessidade de se conhecer algumas características como rápido crescimento, alta capacidade de florescimento, habilidade de dispersão, tolerância de variação ambiental e adaptação de práticas de manejo (OLIVEIRA et al., 2011; BINI et al., 2015).

Essas plantas abrangem uma diversidade de espécies pioneiras que crescem e si proliferam rapidamente em áreas agrícolas de importância econômica, exibindo sérios problemas para as culturas agrícolas pelos múltiplos prejuízos que ocasionam baixa produtividade (CARVALHO, 2013; PEREIRA et al., 2014).

Algumas pesquisas estão sendo feitas relacionadas ao processo seletivo de espécies daninhas que abrangem boa parte da flora brasileira, tais pesquisas tendem a permitir uma melhor identificação das plantas com potenciais de seleção em sistema de colheita na cultura da cana crua possibilitando novas formas preventivas de controle alternativo (MONQUERO et al., 2008). Para tanto, foram aproveitadas as plantas de maior ocorrência na área, tais como *Phyllanthus tenellus*, *Portulaca oleracea*, *Lepidium virginicum*, *Cyperus rotundus*, *Brachiaria decumbens*, *Solanum americanum*, *Ipomoea grandifolia* e *Amaranthus retroflexus*.

Essas espécies dominam culturas subsequentes com elevada capacidade de germinar sob grandes profundidades no solo, facilidade de dispersão dos propágulos (vento, água, animais, homem e máquinas), e rápido crescimento inicial com grande longevidade dos disseminófitos, Conforme exposto na Tabela 1 (CUTTI et al., 2016).

Tabela 1. A presença de plantas infestantes em diferentes culturas de importância agrícola.

Espécie infestante	Culturas agrícolas	Citação
<p><i>Dactyloctenium aegyptium</i> Mão-de-sapo</p> <p><i>Euphorbia hyssopifolia</i> Burra Leiteira</p> <p><i>Brachiaria plantaginea</i> Milhã</p>	 <p>Cana-de-açúcar</p>	COSTA et al., 2013
<p><i>Digitaria horizontalis</i> Willd. Capim-colchão</p> <p><i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. Capim-pé-de-galinha</p> <p><i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Capim-custódio</p> <p><i>Bidens pilosa</i> L. Picão-preto</p>	 <p>Soja</p>	LIMA e GOMES, 2014
<p><i>Bidens pilosa</i> Picão-preto</p> <p><i>Emilia coccínea</i> Falsa-serralha</p> <p><i>Malvastrum americanum</i> Vassourinha</p> <p><i>Solanum americanum</i> Maria-pretinha</p>	 <p>Mamoneira</p>	RONCHI et al., 2008
<p><i>Alternanthera Philoxeroides</i> Carrapicho-do-brejo</p> <p><i>Brachiaria decumbens</i> Stapf Braquiária Decumbens</p> <p><i>Cyperus rotundus</i> L. Erva-coco</p> <p><i>Mimosa pudica</i> L. Dormi-dormi</p>	 <p>Pomar de goiaba</p>	LIMA et al., 2015
<p><i>Euphorbia heterophylla</i> Leiteiro</p> <p><i>Physalis angulata</i> Bucho de rã</p> <p><i>Brachiaria decumbens</i> Capim brachiaria</p> <p><i>Commelina benghalensis</i> Traçoeraba</p>	 <p>Milho e arroz</p>	CRUZ et al., 2009

Fonte: Autor, 2018.

Nessa perspectiva, os ambientes agrícolas dispõem de uma gama de hortaliças, leguminosas e frutíferas com destaque para goiabeira e o mamoeiro, frutíferas de metabolismo fotossintético do tipo C3, caracterizado por apresentar baixa eficiência

fotossintética, crescimento inicial lento e pouca competitividade (COSTA et al., 2013; ULGUIM et al., 2013).

Esses fatores favorecem plantas como *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Bidens pilosa* e *Galinsoga parviflora* (PEREIRA et al., 2014). Assim como caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), picão-preto (*Bidens pilosa*), tiririca (*Cyperus rotundus*) e Maria-pretinha (*Solanum americanum*), plantas daninhas que causam interferência em hortaliças de importância econômica como é o caso do tomateiro, além de outras como picão-preto (*Bidens subalternans* D.C.), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), buva (*Conyza canadensis* L. Cronquist), capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) e capim-massambará (*Sorghum halepense* L. Pers.) presentes em diferentes ambientes agrícolas (RONCHI et al., 2008; SILVA et al., 2010; NUNES et al., 2014).

2.1.1. *Bidens pilosa* (L.)

Um dos maiores problemas enfrentados pelos agricultores nas lavouras e culturas de interesse econômico, comercial e ambiental é a rápida proliferação e interferência direta de plantas daninhas. Dentre as espécies consideradas infestantes em tais ambientes pode-se mensurar a *Bidens pilosa* L., pertencente à família das Asteraceas, mais conhecida como picão-preto, é uma espécie herbácea, tem origem da América Tropical com maior incidência na América do Sul, está presente em uma parte do território brasileiro, concentrando-se em regiões agrícolas do Sul e Centro-Oeste, constitui uma das mais importantes ervas daninhas anuais e perenes, além de competir com a cultura pode servir de hospedeiro de pragas e doenças (RABÊLO et al., 2008).

A espécie *B. pilosa* apresenta resistências à aplicação de herbicidas de origem sintético, sendo necessário o uso de alternativas de controle de baixo custo e fácil obtenção. As técnicas de manejo são de fundamental importância tanto para o pequeno quanto para o grande agricultor, através do uso de espécies, com efeito, alelopático favorecendo a sustentabilidade das áreas agrícolas (LOUSADA et al., 2012).

Esse potencial alelopático advém de plantas com características e propriedades medicinais fundamentais para indústria farmacêutica e medicinal e alimentícia, pois apresentam em sua constituição os mesmos compostos químicos que são responsáveis pela atividade medicinal, podendo influenciar positivo e negativamente sobre o desenvolvimento de ervas daninhas (LIMA et al., 2011).

Sendo assim, o uso de extratos aquosos de espécies como *Phytolacca dioica* L. (umbu) e Capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf.), respectivamente nas doses de 4%, 2% e 1% (m/v) e 1 e 5%, tem sido comumente utilizado no controle de *Bidens pilosa* (L.). Como forma de manejo e prática cultural antiga que está ocupando espaço no cenário de estudo da alelopatia, pois partir da técnica de bioensaios pode-se verificar a presença de compostos que lhes conferem o potencial alelopático (BORELLA e PASTORINE, 2009; DALMOLIN et al., 2012).

Segundo França et al. (2008), “a germinação de sementes de picão-preto foi reduzida a partir da aplicação de 2,5% (p/v) do extrato metanólico de Nin (*Azadirachita indica* A. Jun) atingindo uma média de inibição do crescimento de 46%”.

2.1.2. *Digitaria insularis* (L.) Fedde

O Brasil abrange uma diversidade de plantas do gênero *Digitaria*, compreendendo cerca de 26 espécies nativas e 12 exóticas, as quais pode-se mencionar a espécie *Digitaria insularis*, planta nativa de regiões tropicais e subtropicais encontrada em diversas áreas agrícolas (cultivos anuais e perenes). A planta é caracterizada por apresentar rota fotossintético do tipo C4, onde o ocorre maior aproveitamento de luz com maiores respostas fotossintéticas em condições ambientais de elevada temperatura, por apresentar pequenas sementes pilosas, facilmente dispersas pelo vento (MARTINS, 2013; MACHADO et al., 2008).

A espécie conhecida popularmente como capim amargoso, capim-açu, capim-pororó, pertencente à família Poaceae, destaca-se por desenvolver-se rapidamente em solos com alta ou baixa fertilidade, reproduzindo-se anualmente, com relação à morfologia, ainda pode ser distinguidos por apresentar colmos cilíndricos e entrenós longos, rizomas curtos e ramificados. As folhas apresentam bainha longa e pilosa, com lígula membranácea, lâminas foliares são lineares e acuminadas, as panículas são grandes com longas hastes, as espiguetas são lanceoladas, estreitas e ovaladas com pelos sedosos (CARVALHO, 2011; ZOBIOLE, 2016; GOMES, 2016).

A incidência das infestantes nas áreas de cultivo depende de vários fatores, que variam de acordo com o tipo de hortaliça, uma vez que são cultivadas em diferentes espaçamentos, arranjos, densidades populacionais e ciclos culturais (PEREIRA e MELO, 2008).

A persistência da espécie no campo vem sendo de ampla velocidade de crescimento de fácil adaptabilidade às condições edafoclimáticas e por apresentar população de biótipos resistentes ao herbicida sintético glyphosate. Evidenciando que após 45 dias de germinação, as raízes formam rizomas que dificultam o controle do capim, após, esse período fica difícil de manejar em cultivos como no caso da soja, reduzindo até 45% na presença de 6 a 8 plantas por metro quadrado (SILVA et al., 2017; BARROSO, 2013).

De acordo com Mendonça et al. (2014), a luz é considerada um fator primordial para a germinação de algumas espécies, sendo estas classificadas de acordo a resposta à luz como fotoblástica positiva (capacidade de germinar aumenta na presença de luz) e fotoblástica negativa (a germinação não é afetada pela luz). Plantas do gênero digitaria demonstram respostas diferentes à presença ou ausência de luz, como é o caso de *D. horizontalis* são positivamente fotoblástica e as de *D. insularis* que são neutras.

Plantas de *D. insularis* provenientes de sementes, ainda jovens, apresentam bom controle; em plantas perenizadas e com a presença de rizomas. É uma espécie que desenvolve-se bem em pastagens, áreas não-agrícolas e sistemas de plantio direto. A reprodução se dá por propagação através do vento, água, veículos, seres humanos, animais e têm taxas de germinação de 90% maiores em comparação com outras Gramíneas (GALEANO, 2016; MORAES et al., 2011; TIMOSSI, 2009).

O ponto chave no desenvolvimento do capim amargoso é que, quando a planta esteja estabelecida com o início da formação dos rizomas e posterior formação de grandes touceiras, tornando-se de difícil erradicação. Quando sucedido o processo de perenização, a espécie acaba florescendo e disseminando sementes com baixos níveis de dormência no decorrer do ano todo, os fluxos de emergência dessa espécie é dependente da profundidade em que as sementes se encontram e também da umidade do solo (GEMELLI et al., 2013).

2.2. Condições climáticas que favorecem as plantas daninhas

A ocorrência das plantas daninhas na comunidade agrícola pode ser alterada pelos efeitos como qualidade de luz, esta pode ser influenciada pelas práticas de manejo da cultura. Sendo assim, algumas plantas conseguem absorver e acumular nutrientes do solo quando comparadas a uma erva cultivada, em virtude da elevada capacidade competitiva que expõem (MALUTA et al., 2011).

Existem plantas que somente germinam sob condições climáticas e temperaturas consideradas ideais para seu desenvolvimento fisiológico e regulação da absorção de água e

das reações bioquímicas. Essas faixas de limite consideradas máxima e mínima podem provocar a morte do embrião, sendo necessária a utilização de temperaturas na faixa de 15 a 30°C ou 20 a 30°C, estas recomendadas para espécies vegetais de clima tropical e subtropical (REGO et al., 2011; REBOUÇAS e SANTOS, 2007).

A luminosidade é considerada um dos fatores primordiais na germinação, porém, existem plantas que germinam na ausência de luz, isso quando expostas a condições fisiológicas e adversas do ambiente (CANOSSA et al., 2008; MONDO et al.; 2010). Cada estímulo de luz desencadeia uma resposta que é denominada de fotoblástia, está por sua vez, pode ser classificada em fotoblástica negativa (germinação promovida na ausência da luz) e fotoblástica positiva (germinação promovida na presença de luz).

2.3. Manejo e estratégia de controle

A dinâmica de estudo das plantas daninhas tem proporcionado novas técnicas de manejo para serem acionadas, como alternativos métodos de controle que possam atuar na identificação das espécies infestantes. Os herbicidas tem sido uma das formas de controle químico de uso indispensável comumente utilizado, visto que, tem dependido de métodos e equipamentos de aplicação, de condições edafoclimáticas, das ervas daninhas e das propriedades físico químicas do solo (AMARAL et al., 2015; ALVES et al., 2014).

Desse modo, pode mencionar três períodos de interferência, tais como: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (SILVA et al., 2014; MELLONI et al., 2013).

É necessária a adoção de estratégias de controle que sejam adaptáveis as condições edafoclimáticas de cada região, a fim de melhorar a qualidade do grão no País (Tabela 2). Dentre os diversos métodos de controle pode-se mensurar o controle químico, mecânico, cultural e biológico, mais comumente abordados em estudos relacionados a minimização de perdas dos grãos nos cultivares anuais e perenes devido a interferência das ervas daninhas (DUARTE et al., 2016; RONCHI et al, 2010).

Tabela 2. Métodos de controle de plantas daninhas na agricultura.

Tipos de controle	Descrição	Citado
 Químico	É a utilização de produtos químicos, herbicidas, como forma de manejo capaz de proporcionar maior eficiência pela redução da população de espécies daninhas em sistema produtivo agrícola.	MANCUSO et al., 2016

 <p>Cultural</p>	<p>O controle consiste na utilização de todas as práticas agrícolas que possam ser capazes de promover melhor desenvolvimento da cultura, através do uso de vantagens na competição de espécies infestantes.</p>	<p>SILVA et al., 2012</p>
 <p>Mecânico</p>	<p>O método de controle consiste no uso de capina manual, roçagem e cultivo mecanizado como forma de eliminação de espécies de plantas daninhas.</p>	<p>SANTOS et al., 2014</p>
 <p>Biológico</p>	<p>Corresponde à regulação do número de espécies vegetais e animais por inimigos naturais resultante de interações antagonísticas como parasitismo, predação e competição.</p>	<p>SILVA e BRITO, 2015</p>

Fonte: Autor, 2018.

As técnicas de controle integrado mais eficientes e econômicos como o preventivo, mecânico, físico, cultural, biológico e químico controle de plantas daninhas tem sido um dos diferentes métodos de manejo que tem promovido o revolvimento do solo (MELLONI et al., 2013; SANTOS et al., 2014).

A rápida proliferação da comunidade infestante nos ambientes agrícolas está intimamente relacionada à composição específica, densidade e distribuição, a própria cultura, espécie, variedade ou cultivar e a época de extensão do período (ALVINO et al., 2011; SOUSA, 2008). De tal modo, a seleção do método mais eficiente de controle vai depender do período de efetivação do controle, do clima, da técnica de rotação de cultura, da disponibilidade de produtos químicos e equipamentos.

2.4. Alelopatia

A alelopatia pode ser definida como um tipo de interferência causada por alguns organismos, quando transferem para o ambiente, substâncias químicas ou produtos do metabolismo secundário, denominados de aleloquímicos, sintetizados através de processos metabólicos. Esses compostos possuem mecanismos de defesa que estão relacionados a processos fisiológicos da planta. (SANGEETHA e BASKAR, 2015).

A alelopatia pode desempenhar um papel benéfico em várias sistemas de cultivo agrícola em rotação de cultura e no campo, fazendo uso de plantas como girrasol (*Helianthus annuus* L.), este é capaz de interferir na germinação de plantas daninhas

em virtude da presença de compostos que são liberados através das diferentes partes do vegetal (LOURENTE et al., 2010).

As substâncias alelopáticas liberadas pelas plantas são capazes de interferir na germinação das sementes, no crescimento das plântulas, na assimilação de nutrientes, na fotossíntese, na atividade de várias enzimas e na perda de nutrientes pela permeabilidade da membrana celular (JABRAN et al., 2015; BHOWMIK, 2003).

A concepção de que o efeito alelopático está relacionado a uma diversidade de substâncias, podendo ser produzidos desde raízes, caule, casca do caule, folhas, frutos e inflorescência dos vegetais, tem permitido uma análise mais abrangente das habilidades defensivas e agressivas de uma planta infestante. Existem algumas condições de clima e solo ditadas primordiais para que os compostos sejam liberados no ambiente, podendo apresentar composição diferente a depender também dos órgãos reprodutivos da espécie sob condições de clima e solo (WANG et al., 2011; AMB e AHLUWALIA, 2016).

Na natureza as plantas produzem e liberam compostos classificados como fenóis, terpenos e alcalóides via exsudados radiculares no solo ou por substâncias voláteis no ar. Esses metabolitos liberados no ambiente podem afetar os componentes da comunidade, através da redução de espécies vizinhas pelas propriedades físico-químicas (SANGEETHA e BASKAR, 2015; SILVA, 2012).

Estas manifestações são de origem secundária com efeitos a nível celular e molecular e seus efeitos podem ser mediados a partir de substâncias oriundas de diversas classes de compostos, como terpenos, ácidos graxos, peptídeos, fenóis e outros (SILVA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2011; RIBEIRO e LIMA, 2011). Esses compostos tem ocupado espaço promissor na química de produtos naturais a partir de métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação (SANTORE, 2013; MORAIS, 2013).

Os órgãos vegetais das plantas apresentam materiais alelopáticos que quando liberados influenciam nos fenômenos vitais como fotossíntese celular, respiração, meiose e absorção de água e nutrientes minerais (BAZIAR, 2015).

A maioria desses compostos está presente em ramos, folhas, sementes e raízes de plantas, podendo ser facilmente liberados pela decomposição de resíduos vegetais, volatilização, lixiviação. Muitos desses compostos ao serem isolados podem ser usados na produção de herbicidas de origem natural contribuindo para permanência a sadia das cultivares (ISLAM e KATO-NOGUCHI, 2012; OLIVEIRA et al., 2011; CARVALHO et al., 2016).

Esses metabolitos secundários na maioria das vezes são avaliados pelos impactos que estão causando no crescimento e desenvolvimento das plantas, tendo em vista, a sequência de eventos celulares que se dá após a redução do crescimento (BOMFIN e SCOPEL, 2017).

Fatores abióticos como temperatura, radiação, nutriente e água, e os bióticos como doenças e pragas durante o crescimento das plântulas, podem aumentar ou diminuir a produção de metabolitos secundários. Essas mudanças metabólicas são de fundamental relevância atuando como mecanismo de defesa da planta, favorecendo uma maior produção de compostos alelopáticos, modificando as estratégias de manejo da alelopátia (CORSATO et al., 2010; CARVALHO et al., 2014).

Dentre as espécies que apresentam em sua composição princípios ativos capazes de reduzir o crescimento e interferir no desenvolvimento de plantas daninhas pode-se mencionar a *Ficus benjamina* L. espécie pertencente à família Moraceae que apresenta em sua composição flavonoides, terpenos e cumarinas, fontes promissoras de atividade alelopática no controle de plantas infestantes (SILVA et al., 2015; RODRIGUES, 2016).

Para uma melhor especificidade da ação alelopática, em que espécies vegetais que depende da composição bioquímica e das características biológicas da planta doadora e receptora, é necessário que as substâncias liberadas apresentem efeito persistente, este vai depender da quantidade de compostos lixiviados do tecido, idade e condições edafoclimáticas das plantas (SEAL e PRATLEY, 2010; KUNZ et al., 2016).

Os potenciais alelopáticos dos extratos vegetais das diferentes partes das espécies doadoras têm sido determinados através de seus efeitos sobre a germinação e o alongamento da radícula de plantas daninhas. Para se obter determinado tipo de extrato seja aquoso ou mesmo orgânico (etanólico), pode-se utilizar diversas partes de uma mesma planta, tendo como solvente o álcool etílico P.A. 99,5% com graus de polaridade e/ou água destilada (GRISI et al., 2016).

De acordo com Serafin (2007), diferentes substâncias, com efeito, alelopático são ditas de fundamental importância no processo de interação entre várias espécies em ecossistemas naturais e agrícolas. Assim a diversidade compostos alelopáticos indica diferentes mecanismos de ação.

Durante o processo de análises físico-química de extratos vegetais pode-se mensurar os valores de pH entre 6,0 e 7,5 e do potencial osmótico, este considera-se adequado para a germinação de sementes que o valor não ultrapasse – 0,2Mpa. Esses tem sido um dos parâmetros de avaliação do período de germinação que quando relacionado as concentrações

de extratos para realização de ensaios alelopáticos podem influenciar no processo germinativo (FILHO et al., 2011; BORELLA et al., 2011; LUIZ et al., 2010).

Existe uma diversidade de espécies vegetais apresentam propriedades alelopáticas, que fornecem subsídios para serem usadas como defensivos na agricultura, quer seja pela estimulação do crescimento da planta ou mesmo por dispor de ação biológica no controle de ervas daninhas (Tabela 3). Com a utilização de extratos vegetais como modos alternativos de ação, causando menos danos aos ambientes agrícolas (SANTORE, 2013; SANTOS e SILVA, 2016).

Tabela 3. Espécies vegetais no controle de plantas daninhas.

Espécie doadora	Espécie receptora	Extratos brutos	Concentrações	Citado
<i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Mimosa tenuiflora</i>	<i>Allium fistulosum</i> L.(cebolinha)	Aquosos	10, 25, 50, 75 e 100%	BRITO et al., 2016
<i>Pasto Tanzania (Panicum maximum cv. Tanzania)</i>	Maíz (<i>Zea mays</i>).	Etanólicos	0; 2,5; 5; 7,5 e 10%	SONEGO et al., 2012
<i>Caryocar brasiliense</i> <i>Qualiea parviflora</i> <i>Eugenia dysenterica</i>	<i>Bidens pilosa</i> L. <i>Digitaria horizontalis</i> <i>Melinis minutiflora</i>	Aquosos	1, 3 e 5%	AIRES, 2007
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) e Milho (<i>Zea mays</i>)	Aquosos	0,25, 50,75 e 100%	MOREIRA e MANDRICK, 2012
Ipê (Bignoniaceae)	<i>Bidens subalternans</i> D.C, <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Aquoso e Metanólico	5,10 e 15%	NUNES et al., 2014

Fonte: Autor, 2018.

A maioria da propriedade biológicas antes mencionadas são consideradas causadoras da inibição do desenvolvimento das cultivares pela presença de metabolitos secundários determinantes do potencial alelopático de uma diversidade de espécies vegetais (Tabela 4). Sendo assim, pode-se observar a diminuição do processo germinativo de plantas daninhas como do *Bidens pilosa*, *Lolium multiflorum* e *Amaranthus retroflexus*, quando submetidas

respectivamente aos extratos aquosos de tecidos de plantas de *Leucaena Leucocephala* e *Crotalaria juncea*, e *Brassica juncea* (CREMONEZ et al., 2013).

Tabela 4. Culturas com propriedades alelopáticas.

Cultura doadora	Cultura receptora	Efeito causado sobre espécies receptoras
<i>Helianthus annuus</i> (girassol)	<i>Gycine max</i> (soja), <i>Sorghum spp.</i> (sorgo)	Folhas secas quando misturadas ao solo inibem a germinação e reduzem o crescimento das plântulas
<i>Brassica campestris</i> (nabo)	<i>Virginia radiata</i> (feijão mungo-verde)	Extrato aquoso de resíduos inibe a germinação e reduz o crescimento das plântulas
<i>Glycine max</i> (soja)	<i>Brassica rapa</i> (mostarda), <i>Medicago sativa</i> (alfafa)	Extrato aquoso inibe a germinação de quatro espécies e o crescimento inicial de milho
<i>Lupinus albus</i> (tremoço)	<i>Amaranthus retroflexus</i> (caruru), <i>Chenopodium album</i> (ançarinha-branca)	Exsudados radiculares reduzem o crescimento e aumentam a atividade enzimática da catalase

Fonte: Adaptado de Oliveira et al., 2011.

Além do potencial alelopático existe também a aquisição de consórcios (*Cajanus cajan*, *Helianthus annuus* e a *Vigna unguiculata*) como medida de controle cultural capaz de reduzir os valores gastos no combate de plantas infestantes (SILVAb et al., 2012).

Coffea arábica, mais conhecido como cafeeiro é conhecido como principal inibidor do processo germinativo, visto que, possui compostos como alcaloide cafeína, este atua como precursor do efeito alelopático de extratos obtidos a partir de folhas de 49 plantas na inibição de *Amaranthus spinosus* (FRANÇA, 2007)

2.5. Origem metabólica (biossíntese)

2.5.1. Classes de metabólitos

Muitas espécies vegetais são fontes naturais de uma infinidade de substâncias químicas que podem ser biossintetizadas com várias finalidades, entre elas, protegê-las contra predadores ou atrair polinizadores. As plantas produzem uma infinidade de metabólitos como terpenos, compostos fenólicos, alcaloides com funções específicas de defesa contra o ataque de herbívoros e microrganismos, proteção contra os raios UV, atração de polinizadores, bem como produção de substâncias alelopáticas (VIZZOTTO et al., 2010; SILVA e LIMA, 2016).

Esses compostos orgânicos apresentam efeito defensivo são produzidos e estocados em tecidos mais vulneráveis das plantas como gemas em estado de desenvolvimento e /ou folhas jovens (BULGAKOB et al., 2016; KHANAM, 2007). Os metabólitos são normalmente

exigidos em processos preliminares do ciclo de vida das plantas e desempenham papel primordial na interação planta e ambiente através da presença de fatores bióticos, estando quimicamente divididos em terpenos, compostos fenólicos e componentes contendo nitrogênio (Tabela 5).

Tabela 5. Número de metabólitos secundários relatados a partir de plantas superiores.

Tipo de metabólitos secundários	Números aproximados
Metabólitos secundários com nitrogênio	
Alcalóides	21000
Aminoácidos não-proteínas (PNAA)	700
Glucosinolatos	100
Alcaminas	150
Metabólitos secundários sem nitrogênio	
Monoterpenos incluindo iridóides	2500
Sesquiterpenos	5000
Diterpenos	2500
Triterpenos, esteroides, saponinas	5000
Flavonoides, taninos	5000

Fonte: Adaptado de IRCHHAIYA et al., 2015.

Os terpenóides podem ser classificados estruturalmente como a classe mais variada de produtos vegetais naturais e são formados pela junção de monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30) e os tetraterpenos (C40), estes atuam na defesa de plantas contra pragas e doenças, como defensivos desencorajando os herbívoros, no alongamento caulinar e expansão das frutos de espécies vegetais como é o caso dos diterpenos que tem a giberilinas como representante (NCUBE e STADEN, 2015; MANO, 2006; TURNES et al., 2014).

Os terpenóides, alcaloides e taninos presentes em quantidades consideráveis nas plantas abrangem diversidade de compostos produzidos pelas plantas com múltiplas funções, como é caso da ação desempenhada pelos alcaloides no sistema nervoso central e dos terpenóides atuando como hormônio de crescimento e desenvolvimento de plantas. Assim como voláteis utilizados por espécies de plantas para atrair polinizadores e os terpenóides destacando-se pelo papel de defesa, sendo indicativo de respostas evolutivas a herbívoros específicos (SILVAa, 2012; OLIVEIRA et al., 2014; VIZZOTTO et al., 2010).

Muitos desses fitoquímicos surgiram em uma época em que existia pouco oxigênio livre na atmosfera, acredita-se que com a diminuição do oxigênio na atmosfera, as plantas retiravam dióxido de carbono liberando oxigênio, aumentando a concentração deste oxigênio no ar. Para se protegerem deste gás, as plantas desenvolveram componentes antioxidantes

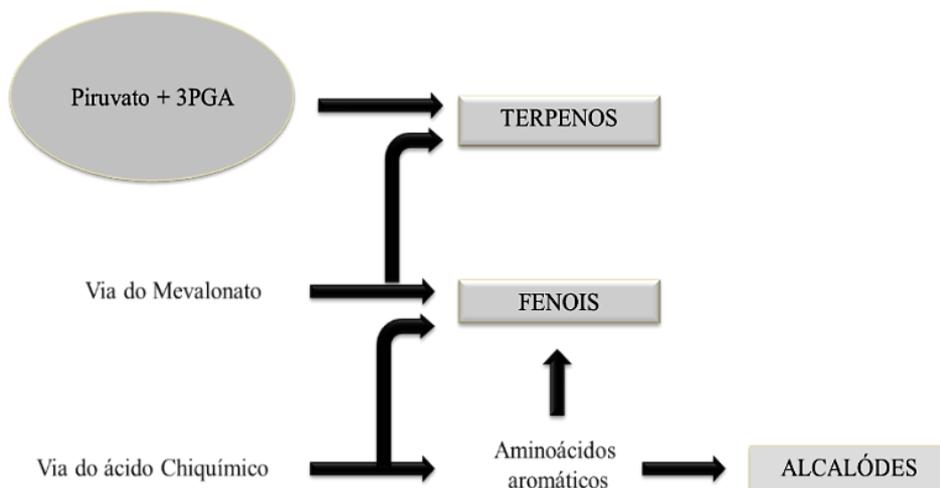
precursores de compostos com efeito alelopático, antioxidante, anti-inflamatório e inseticida (PANDEY e RIZVI, 2009; MORAIS et al., 2016).

Muitos metabolitos secundários produzidos são classificados como substâncias nitrogenadas, as quais pode-se citar alcaloides, glicosilatos e glicosídeos cianogênicos são sintetizadas a partir de aminoácidos. Sendo que, a maioria dos compostos como alcaloides, terpenos e fenólicos, são derivados do ácido chiquímico e/ ou ácido mevalônico como é o caso dos fenólicos, ou mesmo produzidos a partir do ácido mevalônico no citoplasma, atuam na defesa contra fatores bióticos e abióticos (SANTOS, 2015).

A maioria desses compostos tem origem a partir dos metabolismos da glicose, podendo atuar sob dois intermediários, o ácido chiquímico e o acetato. O ácido chiquímico tem em comum compostos que apresentam um anel aromático na sua constituição, como é o caso das cumarinas, taninos hidrolisáveis, alcalóides derivados dos aminoácidos aromáticos e fenilpropanóides, enquanto que os acetatos dispõem de seus derivados que são os aminoácidos alifáticos e os alcalóides (PEREIRA e CARDOSO, 2012; OLIVEIRA et al., 2014).

As classes de metabolitos secundários, bem como a produção de alcalóides são sintetizadas por diferentes vias metabólicas, podem ser influenciados por fatores como hormônios, nutrientes, luz, água, fatores bióticos e abióticos em cultura de células, tecidos e órgãos (Figura 1). Os efeitos causados pelos metabolitos nos vegetais são observados em parte nas possíveis formas de adaptabilidade desses metabolitos aumentando assim a produção de princípios ativos em condimentos e ervas (VELLOSO et al., 2009; FUMAGALI et al., 2008).

Figura 1. Vias de biossíntese dos Metabolitos secundários em plantas.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA et al., 2014.

O metabolismo secundário tem seu organismo produtor oriundo da biossíntese do metabolismo primário, tal processo depende de vias catabólicas, anfibólicas e anabólicas do metabolismo primário. A produção de compostos como alcalóides, compostos glycolipids fenólicos, tem sido uma alternativa promissora em relação a sua síntese química e extração e compostos ativos extraídos de plantas como *Ipomoea carnea* spp. (ROJAS-IDRONGO, 2014; INOUE, 2006).

O processo de resgate de informações e identificação de espécies medicinais tem avançado em virtude de novos estudos químicos sobre as classes de compostos presentes em órgãos vegetativos (Tabela 6), com função específica (defesa), através da realização de testes químicos qualitativos rápidos como a prospecção fitoquímica (BESSA et al., 2013).

Tabela 6. Identificação de metabolitos secundários em plantas medicinais.

Espécie vegetal	Tipo de extrato	Classes de compostos identificados	Citado
<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi (Família: Anacardiaceae)	Ext. Etanólico (folhas)	Alcaloides, glicosídeos cardiotônicos, flavonoides e taninos hidrolisáveis	SILVA et al., 2015
<i>Solanum jamaicense</i> (Família: Solanaceae)	Ext. etanólico (folhas)	Alcaloides Glicosídeos Cardiotônicos, Cumarinas, Flavonoides, Taninos, Saponinas, Triterpenos, Esteroides Antracênicos Livres	ANSELMO e LIMA, 2014
<i>Copaifera langsdorffii</i> (Família:Caesalpiniaceae)	Ext. Aquoso (folhas)	Antraquinonas, esteroides e triterpenóides, flavonoides e saponinas	GONÇALVES et al., 2016
<i>Solanum paniculatum</i> (Família: Piperaceae)	Ext. Extratos etanólicos (frutos e folhas)	Alcaloides, taninos, saponinas e triterpenos	TERÇO e LIMA, 2016
<i>Eugenia uniflora</i> L. (Família: Myrtaceae)	Ext. etanólico dos frutos e folhas	Alcaloides, glicosídeos cardiotônicos, cumarinas, flavonoides e taninos	SILVA e LIMA, 2016
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Família: Fabaceae); <i>Cariniana rubra</i> (Família:Lecythidaceae)	Ext. etanólicos (folha e caule)	Flavonoides, alcaloides, saponinas e taninos	LIMA NETO et al., 2015,

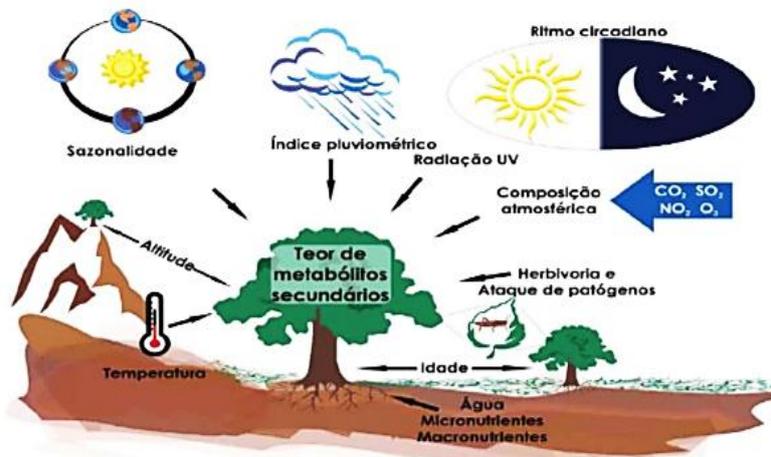
Fonte: Autor, 2018.

Desse modo, a realização da análise fitoquímica utilizada permite conhecer os constituintes químicos das espécies vegetais e conseqüentemente avaliar a presença nos mesmos, para utilização adequada das plantas. O estudo de determinadas espécies vegetais permite um melhor entendimento relacionado ao uso e aplicabilidade no desenvolvimento de fitoterápicos de baixo custo e a descoberta de novas drogas (COLACITE, 2015).

2.5.2. Fatores ambientais

A síntese desses compostos nas plantas pode alterar a natureza química de seus constituintes ativos presentes no tecido vegetal, através de fatores como ataque de patógenos, disponibilidade hídrica (Fatores fisiológicos críticos, tais como fotossíntese, mobilização de reservas, expansão foliar e crescimento), ritmo circadiano, sazonalidade, poluição atmosférica (níveis elevados de O₃ ou de CO₂ no metabolismo de derivados fenólicos), nutrientes na agricultura, a adição de nutrientes, particularmente nitrogênio, é geralmente empregada para aumentar a produção de biomassa, (Figura 2) (NETO e LOPES, 2007).

Figura 2. Fatores que podem influenciar no acúmulo de metabólitos secundários.



Fonte: NETO e LOPES, 2007.

A produção desses metabólitos pode ser determinada a partir de interações químicas entre diferentes espécies vegetais, animais e ambiente, este possibilita um estímulo as plantas desencadeando a síntese de diferentes compostos devido o redirecionamento das diferentes rotas metabólicas. Dentre os fatores que podem estar diretamente interligados a produção desses compostos, pode-se mencionar a temperatura, disponibilidade de nutrientes no solo, intensa luminosidade, estágio de desenvolvimentos das plantas e pluviosidade (VENTRELLA e MARINHO, 2008).

Um dos fatores relevantes que podem influenciar, diretamente, não somente o metabolismo primário, bem como a síntese de metabólitos secundários em plantas é a sazonalidade, esta engloba uma série de alterações na temperatura e umidade do solo possibilitando desvios de rotas biossintéticas de metabólitos primários e secundários. De um modo geral, as plantas podem produzir em épocas distintas uma quantidade significativa de princípios ativos em seus tecidos vegetais, como monoterpenos produzidos sob condições de temperatura e luminosidade controlada (VIECELLI e SILVA, 2009; MORAIS, 2009; LIMA et al., 2003).

2.5.3. Compostos fenólicos

Diversas substâncias com ação inibitória podem estar atuando em diferentes categorias químicas, como é o caso dos fenóis, estes demonstram efeitos sinérgicos no alongamento da radícula, crescimento de plântulas, no consumo de oxigênio durante o processo de oxidação, restringindo a quantidade de oxigênio que chega ao embrião como, por exemplo, o ácido clorogênico, substância de natureza fenólica capaz de inibir a germinação de sementes e o brotamento de gemas (TOKUHISA, 2007).

Os fenóis são classificados em flavonoides (catequinas, epicatequinas, epigallocatequinas, caempferol, quercetina, miricetina, antocianinas, rutina e naringenina) e não flavonoides (ácidos fenólicos, ácido hidroxibenzóico, ácido hidrocinámino e o resveratrol), dos quais se destaca a rutina, miricetina, quercetina e naringenina. Tais compostos dispõem de produtos com atividade antioxidante relativamente estável em virtude da ressonância do anel aromático existente na estrutura (ACHKAR et al., 2013; SILVA et al., 2012).

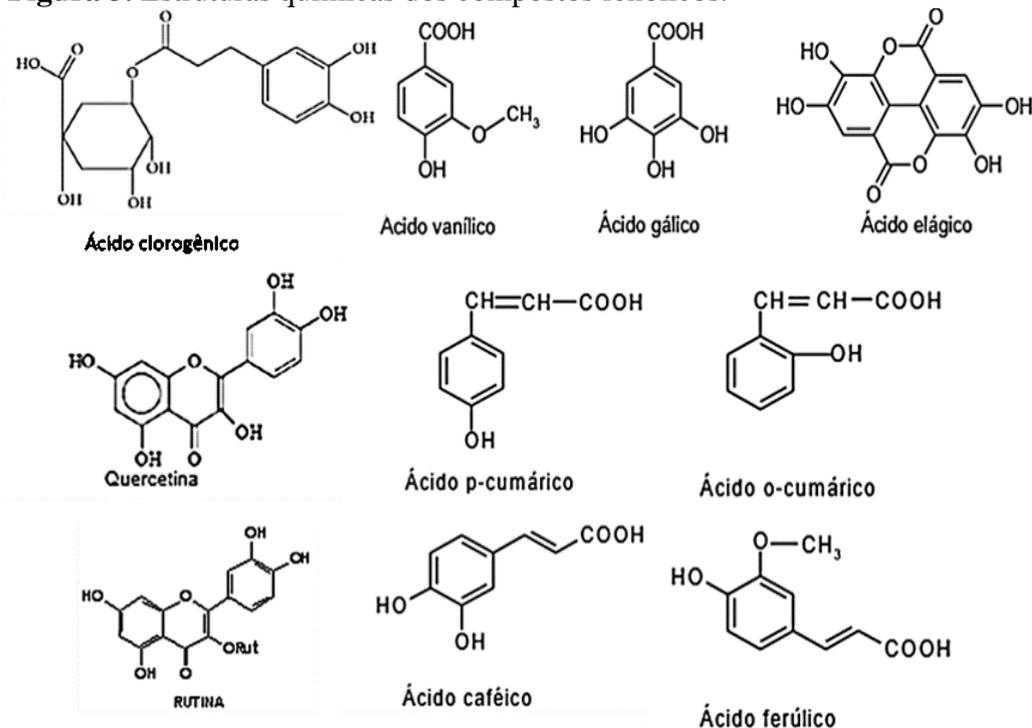
Os fenóis originam uma gama de compostos presentes no odor, sabor e cor de diversos vegetais, além disso, também protegem os tecidos da planta contra injúria, insetos e ataque de animais. Os compostos são essenciais na proteção de plantas contra fatores ambientais e bióticos adversos, acredita-se que os fenólicos são fundamentais para a própria conquista do ambiente terrestre pelas plantas. (VIZZOTTO et al., 2010).

As substâncias fenólicas presentes em plantas abrangem uma classe química diversificada em estrutura, com a presença de um ou mais anéis aromáticos, ligados a hidroxilas livres ou substituídos. No entanto, essa estrutura básica se complexifica de tal forma que permite a formação de milhares de derivados, estes oriundos da via dos ácidos

malônico e chiquímico, onde este é um dos responsáveis da grande maioria desses compostos (BRITO, 2014).

Esses compostos são oriundos do metabolismo secundário, dos quais pode-se destacar além dos fenólicos (Figura 3), terpenóides, os ácidos fenólicos, derivados do ácido cinâmico, cumarinas, flavonoides, catequinas, quinonas e taninos como representantes com maior parte dos compostos com atividades alelopáticas identificados (SANTOS et al., 2011).

Figura 3. Estruturas químicas dos compostos fenólicos.



Fonte: LAGE, 2009; MENG et al., 2013; BECHO, 2009.

De acordo com Reis (2015), entre os grupos de compostos fenólicos que apresentam potencial alelopático estão as subclasses de flavonoides, possuem uma estrutura em forma de anel aromático com uma ligação dupla nas posições 2-3. A rutina, pertence à subclasse dos flavonoides, o flavonol. E a isoquercitrina é um flavonol glicosado, quercetina que é uma flavona sem molécula de açúcar presente na estrutura classificado como aglicona.

Compostos como cumarinas, flavonoides, lignanas e diversos díterpenos estão presentes em uma diversidade de plantas, as quais pode-se citar o eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) e a guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz), ditos fontes promissoras de compostos com efeito alelopático no controle alternativo de plantas daninhas (LIMA et al., 2011; YAMAGUSHI et al., 2011).

Os terpenos compreendem a maior classe de metabólitos secundários existentes nas espécies vegetais, a maioria são polares e solúveis em água formados a partir da união de

unidades de isopreno, os exemplos destes têm-se as giberilinas, os esteroides de membrana celular, os carotenoides e o ácido abscísico. Entre os compostos fenólicos mais importantes estão os derivados de ácido benzoico, ácido caféico e outros fenilpropanóides simples, cumarinas, 6 ligninas, taninos e flavonoides, este último compreende a maior classe de compostos fenólicos existentes (SANTORE, 2013).

De acordo com Borela et al. (2017), A canola possui compostos fenólicos capazes de possibilitar a diminuição do desenvolvimento de sementes, bem como captação iônica, expansão foliar, fotossíntese, conteúdo de clorofila e transporte de elétrons. Esses compostos são classificados em ácido sinápico e a sinapina.

Muitas das alterações apresentadas no decorrer de ensaios de germinação são oriundas de compostos com ação alelopática presentes em uma diversidade de espécies vegetais desde fruto, caule, raiz e folhas, esta última quando retirada de plantas como *Machaerium acutifolium* Vog.; abrange uma enorme quantidade de fenóis ocasionadores da inibição do crescimento e desenvolvimento de plântulas de alface (POVH et al., 2007).

Os flavonoides representam um dos mais importantes classes de composto naturais presentes em todos os órgãos vegetativos das plantas, dispendo de características específicas de cada classe. Em espécies vegetais podem ser desencadeadoras de funções como proteção da radiação UV, ação antioxidante, inibição enzimática, proteção contra micro-organismos e outros (FLAMBÓ, 2013).

A maioria dessas subclasses de compostos está presentes na dieta do ser humano, sendo de relevância importância fisiológica e biológica, divisão celular, alongamento celular e outras atribuídas de efeitos benéficos à saúde no combate de doenças cardiovasculares e câncer, pois atuam como sequestradores de radicais livres possuindo atividade antioxidante (CUNHA, 2013).

Muitas dessas classes são ditos compostos alelopáticos seletivos em suas respostas e seus efeitos sujeitos a solubilidade do veículo usado na sua administração, uma vez que é dita insolúvel em água e a disponibilidade para absorção, destacando-se em meios a tantos grupos os flavonoides, terpenóides, glicosídeos, ácidos fenólicos, alcaloides, carotenoides, catequinas e taninos com atividade alelopática. Dentre os quais pode-se citar a quercetina, antioxidante que é facilmente absorvido na forma livre ou glicosilada pelo trato gastrintestinal, sendo encontrado nos alimentos na forma de quercetina-3-rutinosídeo. (BEHLING et al., 2004; SILVA, 2014).

2.6. *Croton heliotropiifolius* Kunth

A *Croton heliotropiifolius* é uma das espécies da família Euphorbiaceae, está é considerada uma importante família que tem se destacado entre as angiospermas como uma das representantes da flora brasileira, comporta mais de 300 gêneros e 800 espécies, está apresenta um elevado valor econômico e ecológico além de evidenciar na sua composição química compostos com atividade biológica (terpenos, alcaloides, flavonoides, fenóis), que podem ser identificados na folha, caule, casca do caule e fruto das espécies que compõem essa família (SOUZA et al., 2014; LIMA et al., 2013; SANTOS, 2014).

Estudos fitoquímicos realizados por Oliveira et al. (2016), ressaltam que as plantas desse gênero apresentam em sua composição química constituinte como alcalóides, terpenóides (díterpenos, triterpenos pentacíclicos), esteroides, proantocianinas e flavonoides entre outras substâncias.

A *C. heliotropiifolius* é conhecida popularmente como velame, velaminho, valame-de-cheiro e marmeleiro está distribuída em em regiões do nordeste brasileiro, em áreas de Caatinga, possui indicações de uso na prevenção de infecções na pele, sífilis, úlceras, tosse e gripes, no sertão é usada para arear panelas (SILVA et al., 2016; SODRÉ e SILVA, 2015).

A espécie possui um indumento denso em ambas as faces foliares, suas folhas dispõem de uma camada de epiderme simples com paredes ériclinais, externas espessas e cutícula delgada na face adaxial. Enquanto na face abaxial evidenciam-se os conspícuos e os tricomas tectores que recobrem a superfície (BARROS e SOARES, 2013; CARUSO et al., 2010).

De acordo com Sisodia e Siddiqui (2010), os extratos aquosos da raiz, caule e folha da *Croton bonplandianum* exibiram níveis de inibição com efeito severo sobre *Melitótus alba* em relação a outras espécies de plantas daninhas.

A atividade alelopática é complexa, atuando de várias maneiras dependendo de muitos fatores intrínsecos à planta alvo, à planta teste ou ambientais. Por exemplo, Brito e Santos (2012, p. 140), verificaram que dentre as várias espécies do gênero *Croton*, muitas são descritas na literatura com potencialidades alelopáticas, como é o caso da *Croton bonplandianum*, e de extratos aquosos de espécies como crotalária, feijão-de-porco e gergelim na inibição do processo germinativo da *Bidens pilosa* (BRITO e SANTOS, 2012; THAPAR e SINGH, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de realização da pesquisa

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias no Município de Rio Largo, Alagoas, no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais e no Laboratório de Análises Farmacêutica e Alimentícia da Universidade Federal de Alagoas, Campus A.C. Simões, no Município de Maceió – AL.

3.2. Obtenção do material botânico das espécies vegetais

As amostras vegetais das plantas *B. pilosa* e *D. insularis*, foram coletados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado no Campus Delza Gitaí, BR 104 Norte, Km 85, no Município de Rio Largo (latitude 9°27'S, longitude 35°27' W, altitude média de 127m, temperatura máxima de 29°C e pluviosidade média anual de 1.267,7). E as amostras da *C. heliotropiifolius* no Bairro Primavera do Município de Arapiraca (latitude 09°45'09"S e longitude 36°39'40"W; altitude média de 264 m), Alagoas, Brasil.

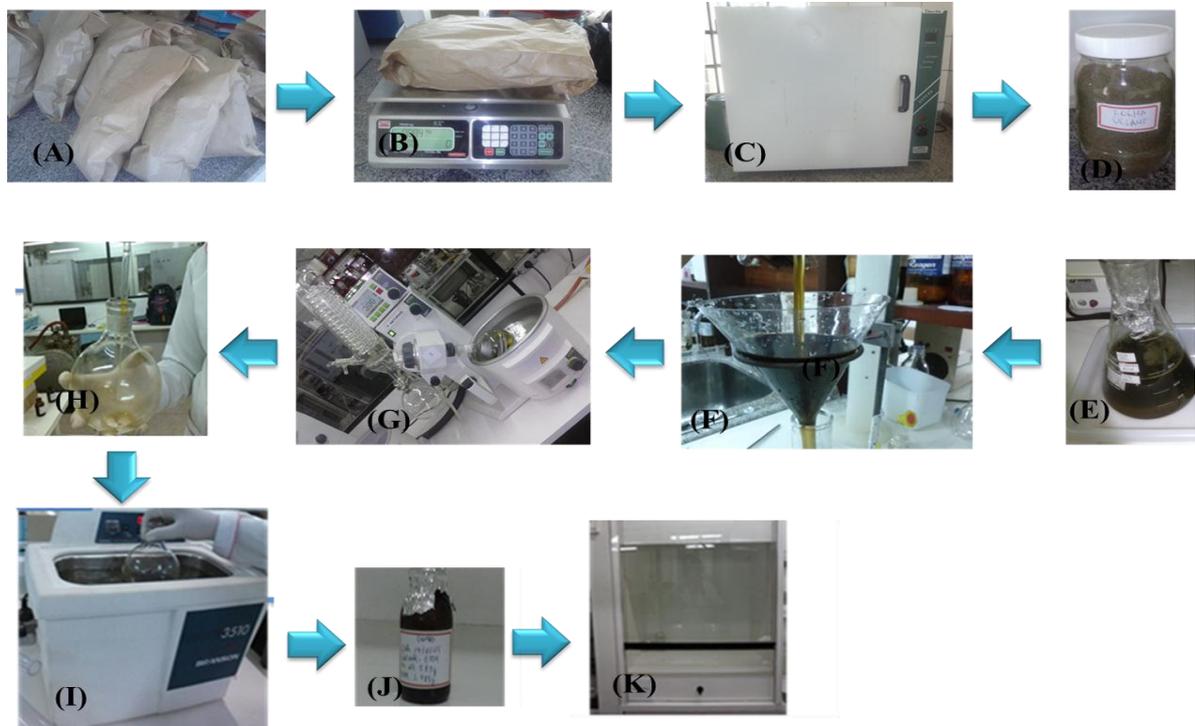
As espécies coletadas tiveram parte de suas amostras vegetais como raiz, caule, folha inflorescência e fruto, depositados em uma prensa de madeira e direcionados ao herbário MAC do Instituto do meio Ambiente do Estado de Alagoas – IMA. Os exemplares botânicos foram identificados pela curadora Rosangela Pereira de Lyra Lemos, e estão depositadas no herbário com número de registro 54392 – IB/MAC (*Croton heliotropiifolius* Kunth); 62206 – IB/MAC (*Digitaria insularis* (L.) Fedde); 62207 – IB/MAC (*Bidens pilosa* L.).

3.3. Obtenção dos extratos brutos

3.3.1. Extrato etanólico

As partes aéreas da espécie *C. heliotropiifolius* após a limpeza, foram direcionado a estufa de circulação de ar a 50°C, por 24 horas. Em seguida trituradas em moinho de facas, obtendo o pó, este foi submetido ao processo de maceração etanólica com solvente etanol P.A. 99,5%, seguido de filtração (em funil de Büchner), a cada 24 horas no período de cinco dias, seguido de rotaevaporação em evaporador rotativo de marca BUCHI Heating Bath B-490, até a evaporação total do solvente, retirado do balão e colocado em vidro âmbar escuro, rotulado e mantido em uma capela circulação de ar (Figura4).

Figura 4. Processo de obtenção do extrato etanólico da parte aérea da *C. heliotropiifolius*: Amostra vegetal do campo (A). Amostra pesada (B). Estufa Nova Ática (C). Amostra após o processo de trituração (D). Amostra com etanol P.A.99,5% (E). Filtração da amostra (F). Processo de rotaevaporação (G). Solubilização da amostra no ultrassom e Retirada da amostra do balão (H, I). Extrato etanólico (J). Capela com circulação de ar (K).



Fonte: Autor, 2018.

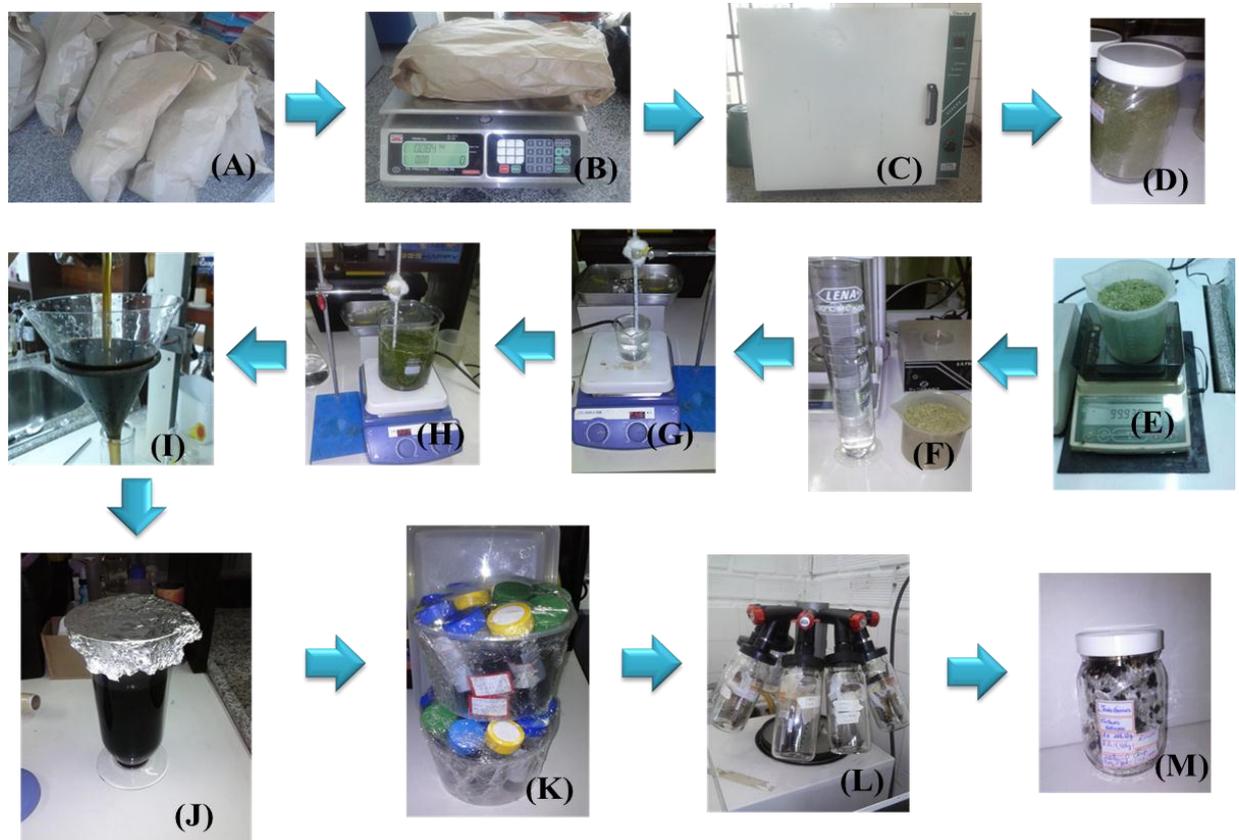
3.3.2. Extrato aquoso

Para obtenção do extrato aquoso por decocção foi pesado 113g da parte aérea do velame colocado no bequer de 500 mL, adicionado 1700 mL de água destilada, mantido em uma chapa de aquecimento até homogeneizar na temperatura de 50°C, durante 5 minutos. Após o período de resfriamento, após o resfriamento a solução homogênea foi filtrada a temperatura (25°C±2°C) ambiente.

No processo de liofilização o filtrado foi transferido para tubos de Falcon de 50 mL e congelado em freezer a -18°C durante 72h e em seguida submetido a secagem por liofilização até a obtenção do extrato seco (Figura 5). Posteriormente foi calculado o Rendimento percentual (R%) dos extratos brutos pela seguinte fórmula (1):

$$R\% = \frac{\text{Massa do extrato bruto} \times 100}{\text{Massa do material vegetal}}$$

Figura 5. Processo de obtenção dos extratos aquosos da parte aérea da *C. heliotropiifolius*: Amostras vegetais frescas (A). Pesagem das amostras (B). Secagem das amostras (C). Pó obtido (D). Peso do pó (E). Pó e água destilada (F). Medição da temperatura (G). Extração (H). Filtração (I). Extrato aquoso (J). Amostras pra congelar (K). Processo de liofilização (L). Extrato aquoso (M).



Fonte: AUTOR, 2018.

3.4. Caracterização físico-química

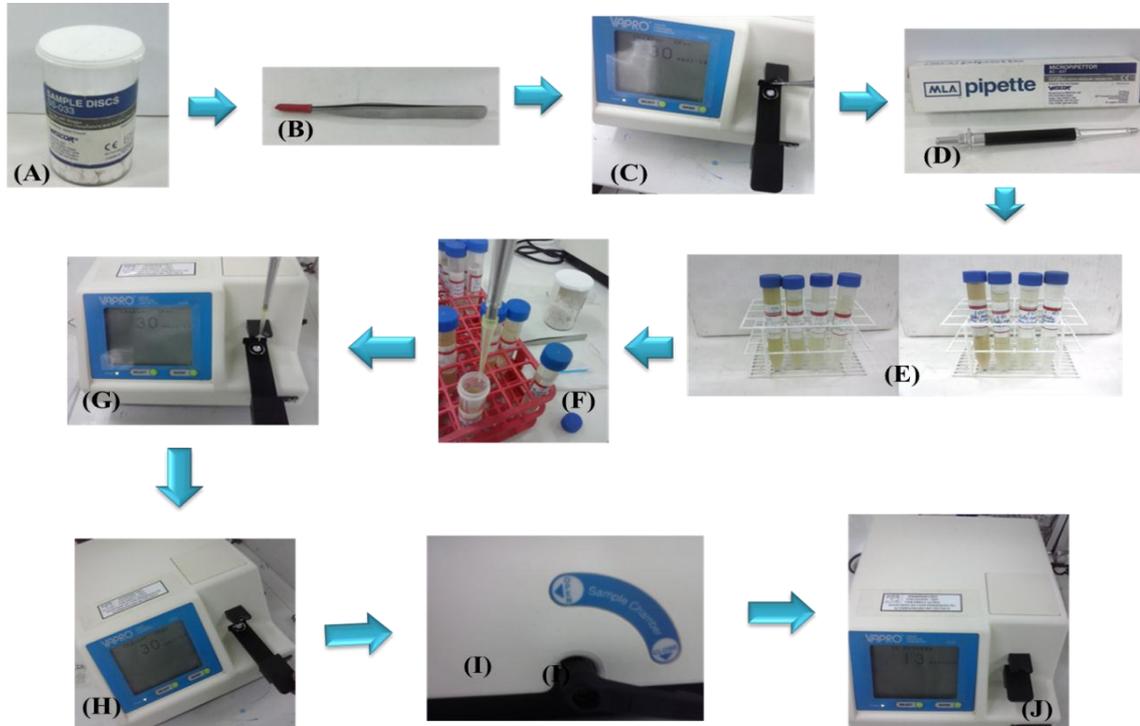
3.4.1. Potencial de hidrogênio (pH)

Tendo em vista, que o grau de acidez ou basicidade são capazes de mascarar o efeito alelopático, determinou-se o pH dos extratos vegetais nas concentrações de 0,1; 0,25; 0,5 e 1 mg/mL, com auxílio de um pHmetro (Q400AS) (FORMAGIO et al., 2010).

3.4.2. Potencial osmótico (MPa)

A determinação da osmolalidade dos extratos vegetais da área foliar da *C. heliotropiifolius* foi realizada mediante a metodologia proposta por Coelho (2012), onde foi retirada uma alíquota de 10 μ L do sobrenadante de cada amostra contida nos tubos de Falcon, disposto sobre o disco de papel, este já sobreposto na porta amostras do osmométero de pressão de vapor, modelo Wescar 5520 para realização da leitura da amostra (Figura 6).

Figura 6. Processo de obtenção do potencial osmótico das diferentes concentrações dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius*: Disco de papel (A). Pinça (B). Gaveta da porta-amostra (C). Pipeta automática (D). Extratos vegetais (E). Retirada de uma alíquota da amostra vegetal (F). Com a ponta da pipeta sobre o centro do disco da amostra (G). Fecha o porta amostra (H). Fecha a manivela (I). Inicia o ciclo de medição (J).



Fonte: AUTOR, 2018.

Os valores obtidos em mol/kg foram submetidos a equação de Van T Hoff (Fórmula 2), e expressos em atmosferas (atm), as quais foram convertidas em MPa.

$$\text{Fórmula (2): } \Psi^{\circ} = -R \cdot T \cdot C$$

Onde:

Ψ° = Potencial osmótico (atm);

R = Constante universal dos gases ($0,082 \text{ atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$);

T = Temperatura absoluta da solução ($^{\circ}\text{K}$);

C = Concentração de solutos na solução (mol L^{-1}).

3.5. Identificação e quantificação de metabolitos secundários

3.5.1. Teor de fenóis totais

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Follin – Ciocalteu, com modificações para realização do teste em microplacas. Em ependorf (triplicata) foi adicionado 100 μL da solução metanólica da amostra, 500 μL da solução

aquosa de Folin 1: 11 (v/v) e 400 μ L da solução aquosa de Na_2CO_3 (7,5 %). Foi preparado um branco em endorf (triplicata), onde foram adicionados 100 μ L de metanol, 500 μ L da solução aquosa de Folin – Ciocalteau e 400 μ L da solução aquosa de Na_2CO_3 (7,5 %). Em seguida agitaram-se as soluções no vórtex por 30 segundos. Em uma microplaca de 96 poços foi adicionado 250 μ L da solução em triplicata contida no endorf nos poços, a placa foi mantida ao abrigo da luz por 2 horas. A leitura foi realizada num espectrofotômetro leitor de placas a 740nm (SCHERER e GODOY, 2014).

A curva de calibração do ácido gálico foi construída nas concentrações de 0,1 à 0,005 mg/mL. Os resultados do teor de fenóis totais foram determinados pela interpolação da média das absorbâncias das amostras, contra a equação da reta obtida na curva de calibração do ácido gálico, e expressos em mg de EAG (equivalente de ácido gálico) / por g do extrato.

3.5.2. Prospecção fitoquímica preliminar

Para a realização da etapa de triagem fitoquímica tomou-se como base a metodologia proposta por Matos (1989), a qual foi trabalhada com algumas adaptações a fim de realizar prospecção dos seguintes metabólitos: fenóis, taninos pirogálicos, taninos flobafênicos, antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas, flavononois, leucoantocianidinas, catequinas, flavononas, flavonóis, xantonas, esteroides, triterpenóides e saponinas.

Uma alíquota de cada extrato foi diluída em 35 mL de água destilada obtendo-se uma solução aquosa da amostra. A partir de 25 mL da solução aquosa da amostra, foi distribuído 3 mL desta solução em tubos de ensaios numerados para identificação de fenóis, taninos pirogálicos, taninos flobafênicos, antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas, flavononois, leucoantocianidinas, catequinas, flavononas, flavonóis, xantonas. Uma porção de 10 mL da solução aquosa da amostra foi colocada em béquer mantido em banho-maria, por meio de uma placa de aquecimento com agitação, até a evaporação total da parte líquida, e o material obtido foi utilizado nos testes para esteroides, triterpenóides e saponinas.

3.5.2.1. Testes para fenóis, taninos pirogálicos e taninos flobafênicos

No tubo de ensaio “1” foi adicionado três gotas de solução etanólica de cloreto férrico (FeCl_3), após agitação foi observada a ocorrência de variação de cor ou formação de precipitado abundante escuro. A coloração entre o azul e o vermelho é indicativa de fenóis,

precipitado escuro de tonalidade azul é indicativa da presença de taninos pirógalicos (taninos hidrolisáveis) e verde da presença de taninos flobafênicos (taninos condensados ou catéquicos). Para comparação foi realizado um teste em branco usando apenas água e o cloreto férrico.

3.5.2.2. Teste para antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis e xantonas, chalconas e auronas, flavononois

No tubo de ensaio “2” foi acidulado com ácido clorídrico (HCl) até pH 3, enquanto o tubo “3” foi alcalinizado a pH 8,5 e o tubo “4” alcalinizado a pH 11, através da adição de hidróxido de sódio (NaOH). A variação de cor conforme a Tabela 7, indicou a presença ou ausência dos compostos.

Tabela 7. Teste para antocianina e antocianidinas, flavonas, flavonóis xantonas, chalconas e auronas, flavonóis em prospecção de constituintes químicos de extratos vegetais.

Compostos	Tubos de ensaio com pHs diferentes		
	Ácido pH 3 (tubo “2”)	Alcalinizado pH 8,5 (tubo “3”)	Alcalinizado pH 11 (tubo “4”)
Antocianinas e Antocianidinas	Vermelha	Lilás	Azul - púrpura
Flavonas, flavonóis e xantonas e	-	-	Amarela
Chalconas e auronas Flavononois	Vermelha -	- -	Vermelho púrpura Vermelho laranja

Fonte: MATOS, 1989.

3.5.2.3. Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas

O tubo de ensaio “5” foi acidulado por adição de HCl até pH 2, e o tubo “6” foi alcalinizado pela adição de NaOH até pH 11. Ambos foram aquecidos com o auxílio de uma lamparina de álcool durante 3 minutos. A variação de cor conforme a Tabela 8, indicou a presença ou ausência dos compostos.

Tabela 8. Teste para leucoantonocianidinas, catequinas e flavanonas.

Constituintes	Cor e pH do meio	
	o pH 2 -Tubo 5	Alcalino pH 11-Tubo 6
Leucoantocianidinas	vermelha	-
Catequinas	pardo - amarelada	-
Flavanonas	-	vermelho - laranja

Fonte: MATOS, 1989.

3.5.2.4. Testes para flavonóis, flavanonas, flavononois e xantonas

Ao Tubo de ensaio "7" foi adicionado uma pequena fita de magnésio e 1,0 ml de HCl concentrado. Após o termino da reação indicada pela total efervescência de consumo da fita, o tubo "7" foi comparado com o tubo "5" (ambos acidulados). Esperando-se o aparecimento ou a intensificação de cor vermelha indicando a presença de flavonóis, flavanonas, flavononois e xantonas.

3.5.2.5. Teste para esteroides e triterpenóides

O resíduo seco do béquer foi extraído 3 vezes com 2 mL (6 mL) de clorofórmio e homogeneizado. A solução foi filtrada gota a gota em um pequeno funil com algodão, coberta com alguns decigramas de sulfato de sódio anidro Na_2SO_4 (depois de seco na estufa a 50°C). No tubo de ensaio foi adicionado 1 mL de anidrido acético e agitou-se suavemente. Em seguida adicionou-se 3 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e agitou-se novamente o tubo e observou-se a projeção de cores indicando: coloração azul evanescente seguida de verde permanente é indicativa da presença de esteroides livres. A coloração parda até vermelha indica triterpenóides pentacíclicos livres.

3.5.2.6. Teste para saponinas

O resíduo insolúvel em clorofórmio separado na operação anterior, foi redissolvido em 8 mL de água destilada e a solução foi filtrada para um tubo de ensaio. Agitou-se o tubo com a solução fortemente por 3 minutos, e observou-se a formação de espuma a qual se fosse persistente e abundante (colarinho) é indicativa da presença de saponinas (heteróides saponinicos).

3.5.3. Identificação de compostos por HPLC

Para a avaliação cromatográfica dos compostos foi pesado 0,0815 g do extratos (etanólico e aquoso), diluídos em 10mL de etanol P.A. 99,7%.Em seguida as soluções passaram por filtros de membrana PTFE Milipore® 0,45 μm e em seguida desgaseificadas em banho de ultrassom.

A análise por Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi realizada no aparelho (Shimadzu, Kyoto, Japão) equipado com auto injetor Shimadzu (SIL-20A), com bombas alternativas (Shimadzu LC-20AT) ligadas a um desgaseificador (20A5 DGU) com um integrador (CBM 20A) e detector de arranjo de diodos (SPD-M20A).

A separação dos compostos foi realizada em fase reversa sob condições de gradiente utilizando coluna Kinetex 2.6 uC18 100A (100x4,6mm) 00D-4462-E0, e um detector UV-VIS Shimadzu LabSolutions Multi - Chromatogram $\lambda = 254, 290, 320$ e 350 nm. A fase móvel, composta por solvente A (Acetonitrila); solvente B (água contendo 0,1% de ácido fórmico, com fluxo de fase móvel de 0,4 mL/min em modo gradiente para o extrato aquoso liofilizado e 10 mL/min para o extrato etanólico, com volume da amostra em Loop de 4mg/mL (extrato aquoso) e 8mg/mL (extrato etanólico), tendo início com 3-75% de A em um tempo de análise de 40 min.

Os picos cromatográficos foram confirmados pela comparação do tempo de retenção e comprimentos de onda dos padrões de referência (ácido caféico, quercetina, acacetina e apigenina). As condições empregadas para análise dos extratos vegetais estão ilustradas na Tabela 9.

Tabela 9. Condições empregadas para a determinação por HPLC de compostos presentes em extratos aquoso e etanólico da *Croton heliotropiifolius*.

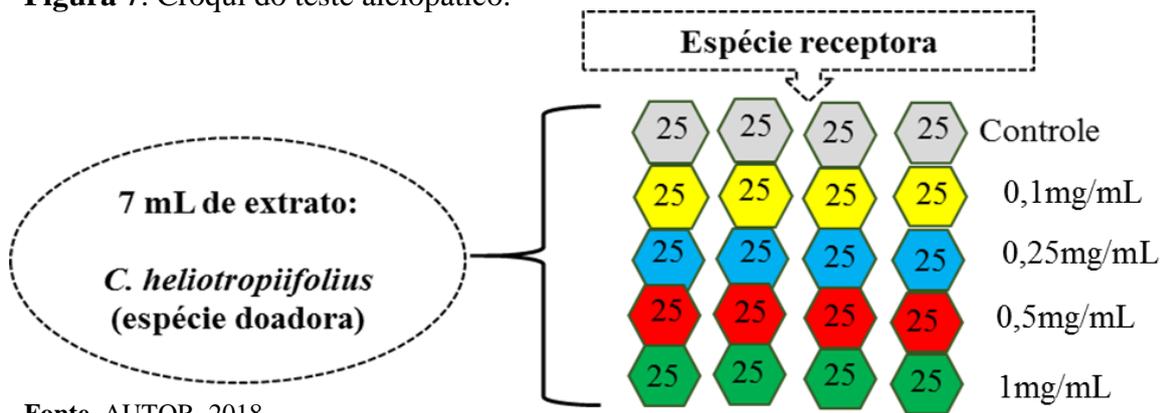
Categorias	Extratos	
	Aquoso	Etanólico
Coluna	Col. Kinetex 2.6uC18 100A (100x4,6mm) 00D-4462-E0	
Temperatura da Coluna	35°C	
Detector	UV-VIS Shimadzu LabSolutions Multi-Chromatogram $\lambda = 254, 290, 320$ e 350 nm	
Fase Móvel	Solvente A (Acetonitrila); Solvente B (água contendo 0,1% de ácido fórmico)	
Fluxo da Fase Móvel	0,4 mL/min	10mL/min
Programação do gradiente	3-75% de A em 40 min	
Volume da Amostra	Loop de 4mg/mL	Loop de 8mg/mL
Tempo de análise	40 min	

Fonte: AUTOR, 2018.

3.6. Teste alelopático

O ensaio alelopático foi determinado a partir do preparo de soluções estoque dos extratos brutos da parte aérea da *C. heliotropiifolius* à 1mg/mL (100%), destes foram obtidos soluções testes nas concentrações de 0,1mg/mL; 0,25mg/mL; 0,5mg/mL; 1mg/mL, tendo água destilada como controle. Durante a montagem experimental do teste foram utilizadas recipientes com 9 cm de diâmetro esterilizadas contendo 2 folhas de papel Germitest previamente autoclavado, onde foram umedecidos com 7 ml dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius* em quatro repetições (Figura 7).

Figura 7. Croqui do teste alelopático.



Fonte. AUTOR, 2018.

Em seguida foram distribuídas 25 sementes de cada espécie alvo (*B. pilosa* e *D. insularis*), e mantido em câmara de germinação tipo BOD com temperatura de 25°C e fotoperíodo de (12L:12E), durante de 10 dias (GUSMAN et al., 2011).

No final do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis: Porcentagem de germinação (G%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG/Fórmula 3), Percentual de plântulas anormais (PA/ Fórmula 4), Massa da matéria seca (MS/ Fórmula 5), Comprimento da raiz (CR/ Fórmula 6) e Comprimento da parte aérea (CPA/ Fórmula 7). Os parâmetros IVG, CR e CPA foram medidos com auxílio de Paquímetro Digital JOMARCA DIGITAL CALIPER (REFNO205509), com capacidade de medição de 0-150 mm/ 0.01 mm (MAGUIRE, 1962).

Porcentagem de germinação pela Fórmula (3):

$$G = (N/A) \times 100$$

Onde,

G %= Porcentagem de germinação;

N = Número de sementes germinadas ao final do teste;

A ou 100 = Número de sementes na amostra

Unidade= Porcentagem (%).

Índice de velocidade de germinação pela Fórmula (4):

$$IVG = \sum(n_i/T_i)$$

Onde,

IVG= Índice de velocidade de germinação

n_i = Número de sementes que germinam no tempo “i”;

T_i = Tempo após a instalação do teste;

i = Dias;

Unidade = Milímetro (mm).

Porcentagem de plântulas anormais pela Fórmula (5):

$$PA = (\text{número de plântulas anormais}/A) \times 100$$

Onde,

PA% = Porcentagem de plântulas anormais

A = Número de sementes na amostra

Unidade = Porcentagem (%).

Massa da matéria seca pela Fórmula (6):

$$MS = \text{massa seca}/A$$

Onde,

MS = Massa da matéria seca

A = Número de sementes na amostra

Unidade = Gramas (g).

Comprimento da parte aérea pela Fórmula (7):

$$CPA = \text{soma total do CPA}/N$$

Onde,

CPA = Comprimento da parte aérea

N = Número de sementes germinadas ao final do teste

Unidade = Milímetro (mm).

Comprimento da raíz pela Fórmula (8):

$$CR = \text{soma total do CR}/N$$

Onde,

CR = Comprimento da raíz

N = Número de sementes germinadas ao final do teste

Unidade = Milímetro (mm).

3.6. Análise estatística

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, onde os dados foram submetidos à análise de variância e foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade, para comparar cada tratamento com a testemunha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos etanólico e aquoso foram obtidos das partes aéreas da *C. heliotropiifolius* pelo método de extração, respectivamente, maceração etanólica e decocção com rendimento de 16,7 para o extrato etanólico e 28,7% para o aquoso, este obteve um maior rendimento percentual. As massas do material vegetal seco usado e dos extratos etanólico e aquoso obtido, assim como os rendimentos em extrativos constam na Tabela 10.

Tabela 10. Rendimento (%) dos extratos vegetais da parte aérea da *C. heliotropiifolius*.

Planta	Tipo de extração	Parte utilizada	Massa da amostra vegetal (g)	Massa do extrato bruto (g)	Rendimento percentual (%)
Velame	Etanólico	Folha	50	8,369	16,7
	Aquoso		113	32,517	28,7

Fonte: AUTOR, 2018.

De acordo com Vasconcelos et al. (2005) e Araújo (2017), o extrato etanólico com a presença do solvente etanol e/ou metanol mantem suas características físicas, aumentando a quantidade de sólidos, dificultando a aspensão da solução extrativa, influenciando no rendimento durante o processo de secagem. Nesse sentido, a utilização de diferentes métodos extrativos tem sido um dos desafios de muitos estudiosos na busca por compostos bioativos de origem natural com atividade antioxidante e outros (OLIVEIRA et al., 2016).

4.1. Caracterização físico - química

As soluções dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius* nas concentrações de 0,1; 0,25; 0,5 e 1 mg/mL apresentaram valores pH que variaram de 5,70-7,62 para o extrato aquoso e 4,60-5,70 para o extrato etanólico (Tabela 11). Resultado este corrobora com o apresentado por Pacheco et al. (2017), onde verificou que os extratos aquosos da espécie *Pityrocarpa moniliformis* apresentaram valores de pH entre 4,5- 4,8 para o fruto e 5,0-5,4 para as partes aéreas, visto que, o potencial hidrogeniônico só é capaz de interferir na germinação, quando estiver em condições alcalinas ou ácidas apresentando efeito nocivo na faixa de pH abaixo de 4 (ácido) e superior a 10 (alcalino).

Assim como, o potencial osmótico da *C. heliotropiifolius* demonstrou valores com variação de -0,000 a -0,0244 para o extrato aquoso e -0,000 a -0,0244 para o extrato etanólico (Tabela 11). Resultado este se assemelha ao apresentado por Borela et al.(2012), que ressalta a variação de -0,0146 a -0,0488 MPa para extratos aquosos de folhas frescas de *Piper mikanianum* (Kunth), estando dentro da faixa de tolerância sem afetar a germinação.

Tabela 11. Caracterização - físico química dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius*.

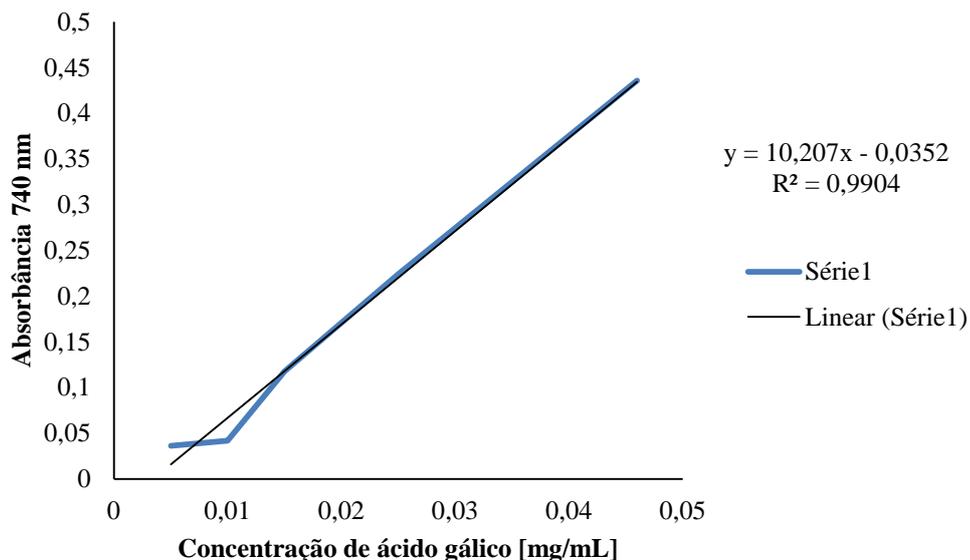
Concentração mg/mL	Extrato aquoso			Extrato etanólico	
	pH	Potencial osmótico (MPa)		pH	Potencial osmótico (MPa)
Controle	5,70	-0,000		5,70	-0,000
0,1	7,62	-0,002		5,50	-0,002
0,25	7,29	-0,006		5,16	-0,006
0,5	7,00	-0,0122		4,85	-0,0122
1	6,71	-0,0244		4,60	-0,0244

Fonte: AUTOR, 2018.

Os resultados de potencial osmótico não podem ultrapassar -0,2 MPa, devido a presença de solutos que podem modificar as propriedades da água, ocasionando na solução uma pressão osmótica diferente de zero. Sendo estes valores expresso em extratos de plantas como no caso da *H. dulcis* entre -0,085 e -0,017 MPa(WANDESCHEER et al., 2011).

4.2.Determinação do conteúdo de fenóis totais

O conteúdo de fenóis totais foi determinado através de técnicas espectrométricas fazendo uso do reagente de Folin-Ciocalteu, onde foi construída uma curva de calibração do padrão de ácido gálico com uma equação da reta de $y=10,207x+0,0352$ e um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9904, utilizado como parâmetro para a determinação do índice de fenóis totais nos extratos vegetais da parte aérea da *C. heliotropiifolius* (Gráfico 1).

Gráfico 1. Curva de calibração para o ácido gálico.

Fonte: AUTOR, 2018.

Os extratos vegetais da espécie *C. heliotropiifolius* analisados apresentaram conteúdo de fenóis totais que variaram de 330,55 mg EAG/g para o extrato aquoso à 342,25 mg EAG/g

para o extrato etanólico (Tabela 12), este contendo maior teor de fenóis na amostra analisada, demonstrando que o conteúdo de fenóis totais pode ser influenciado pelo tipo de solvente, podendo contribuir para sua maior atividade antioxidante e alelopática (ALVES e KUBOTA, 2013).

Tabela 12. Teor fenóis pelo método Folin - Ciocalteu dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius*.

Espécie vegetal	Tipo de extração	Fenóis totais (mg EAG/g da amostra)
Velame (Folha)	Aquoso	330,5574606
	Etanólico	342,2499243

Fonte: AUTOR, 2018.

Os compostos fenólicos abrangem uma diversidade de compostos químicos oriundos do metabolismo secundário, interferindo na elasticidade da parede celular. Oliveira et al. (2014), ressalta que casca de *Pouteria ramiflora* apresenta efeito alelopático mediante a presença de cumarinas, estes são apontados como inibidores de crescimento de plântulas e as saponinas que podem atuar no processo fotossintético das membranas celulares.

A *Baccharis dracunculifolia* é outra espécie que abrange uma classe compostos como fenóis, taninos, terpenos e alcaloides (GUSMAN et al., 2008). Os quais pode-se inferir as saponinas e taninos, estas ditas substâncias alelopáticas que apresentam mecanismos de ação direto (capazes de causar alteração nas propriedades e no estado nutricional do solo) e indireto (causam alterações no metabolismo vegetal).

A grande variedade de compostos encontrados em plantas do gênero *Croton* advém de características diagnosticas, com a descoberta de novas classes químicas como terpenos, óleos voláteis, alcaloides e flavonoides, estes já foram descobertos em espécies desse gênero como *C. Schideanus Schlecht*. Essa composição química está relacionada a distribuição geográfica, molecular e a combinação de dados químicos (MATOS, 2011).

O estudo fitoquímico do extrato etanólico de *Croton pedicellatus* culminou no isolamento de metabólitos secundários de natureza terpênica e fenólica, comuns em espécies do gênero *Croton* (LOPES et al., 2012). Assim como, a *Croton bonplandianum*, planta detentora de compostos químicos com efeito alelopático na inibição do processo germinativo de plantas daninhas (BRITO e SANTOS, 2012).

4.3. Classes de metabólitos secundários

A prospecção fitoquímica revelou a presença de compostos como taninos flobafênicos, Flavonas, flavonóis, e xantonas, Catequinas e saponinas nos extratos das partes

aéreas da *C. heliotropiifolius* (Tabela 13). Os Taninos flobafênicos, Flavonas, flavonóis, e xantonas, catequinas, esteróis e saponinas foram detectados no extrato etanólico. No extrato foram verificados a presença de Taninos flobafênicos, Flavonas, flavonóis, e xantonas, catequinas, flavononas e saponinas.

Tabela 13. Diferentes classes de fitoquímicos nos extratos da *C. heliotropiifolius*.

Classes de Metabolitos	Extrato aquoso	Extrato etanólico
	Folha	
Secundários		
Fenóis	Ausência	Ausência
Taninos pirogálicos	Ausência	Ausência
Taninos flobafênicos	Presença	Presença
Antocianina e antocianidina	Ausência	Ausência
Flavonas, flavonóis, e xantonas	Presença	Presença
Chalconas e auronas	Ausência	Ausência
Flavononois	Ausência	Ausência
Leucocianidinas	Ausência	Ausência
Catequinas	Presença	Presença
Flavononas	Presença	Ausência
Esteroides	Ausência	Presença
Triterpenoides	Ausência	Ausência
Saponinas	Presença	Presença

Fonte: AUTOR, 2018.

Dentre os metabolitos ditos regulador do crescimento condicionando adaptação e sobrevivência à maioria dos vegetais pode citar as saponinas, esta abrange uma classe de terpenos presente em ambos os extratos vegetais da espécie *C. heliotropiifolius*. Para Luiz et al. (2010), uma gama de compostos pertencente a classes de terpenóides foram notificadas em leguminosas e se constituem no segundo maior grupo (depois dos fenólicos) de metabólitos secundários implicados na alelopátia.

Compostos como flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, proantocianinas, isoflavonoides, estão presentes em diversos órgãos das plantas, e apresentam múltiplas funções seja atratividade ou mesmo repelência, com efeito, alelopático na inibição do desenvolvimento fisiológico de plantas (FIORENZA et al., 2016).

O extrato aquoso da madeira da *Croton sonderianus* Mull. Arg., mais conhecida como marmeleiro, tem demonstrado eficiência na inibição do desenvolvimento de plantas daninhas, efeito atribuído a diminuição dos pigmentos fotossintetizantes, por apresentar em sua composição uma classe de metabolitos como os díptenos (BRITO e SANTOS, 2012).

Esses constituintes químicos pertencem à classe de fitoquímicos, com propriedades alelopáticas comumente presentes em plantas superiores, quantidade que varia entre as

espécies vegetais, é facilmente observado pelo precipitado de cores que pode ser modificado de forma quantitativa, em virtude da temperatura, reagente biotecnológico, idade da planta, radiação ultravioleta, sazonalidade, poluição atmosférica e outros (FORMÁGIO et al.,2014).

Dentre as classes de metabolitos secundários com graus de polaridade, destacam-se os terpenóides, esteroides, alcalóides, acetogeninas e fenilpropanóides, pertencentes aos grupos dos flavonoides e taninos, apontados como possíveis substâncias químicas com efeito alelopático atuando como inibidores de crescimento e defesa das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2006; FORMÁGIO et al.,2014).

Estudos fitoquímicos com extratos da espécie *Lafoensia pacari* demonstram a presença de classes de metabolitos como flavonoides, esteroides, triterpenóides, alcaloides e taninos (FIRMO et al.,2014). Para Trevisan. (2012), outras classes foram identificadas, tais como triterpenos pentacíclicos, triterpenos na casca de *Celtis sinensis*, como aleloquímicos em plantas, responsáveis pelos processos fisiológicos no decorrer do processo germinativo de monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Muitas das respostas fisiológicas e morfologias de algumas plântulas quando submetidas a compostos com ação alelopática são oriundas de alterações moleculares e celulares. De um modo geral, a presença desses fitoquímicos está mais persistente na folha, que é dito o órgão mais ativo metabolicamente (GUSMAN et al., 2015).

Os metabolitos podem promover alterações em relação ao sistema água-planta, desencadeando desordens nas membranas celulares das raízes com a diminuição da massa da matéria da área foliar e vegetal (SILVA, 2012; MOŽDŽEN e REPKA, 2014).

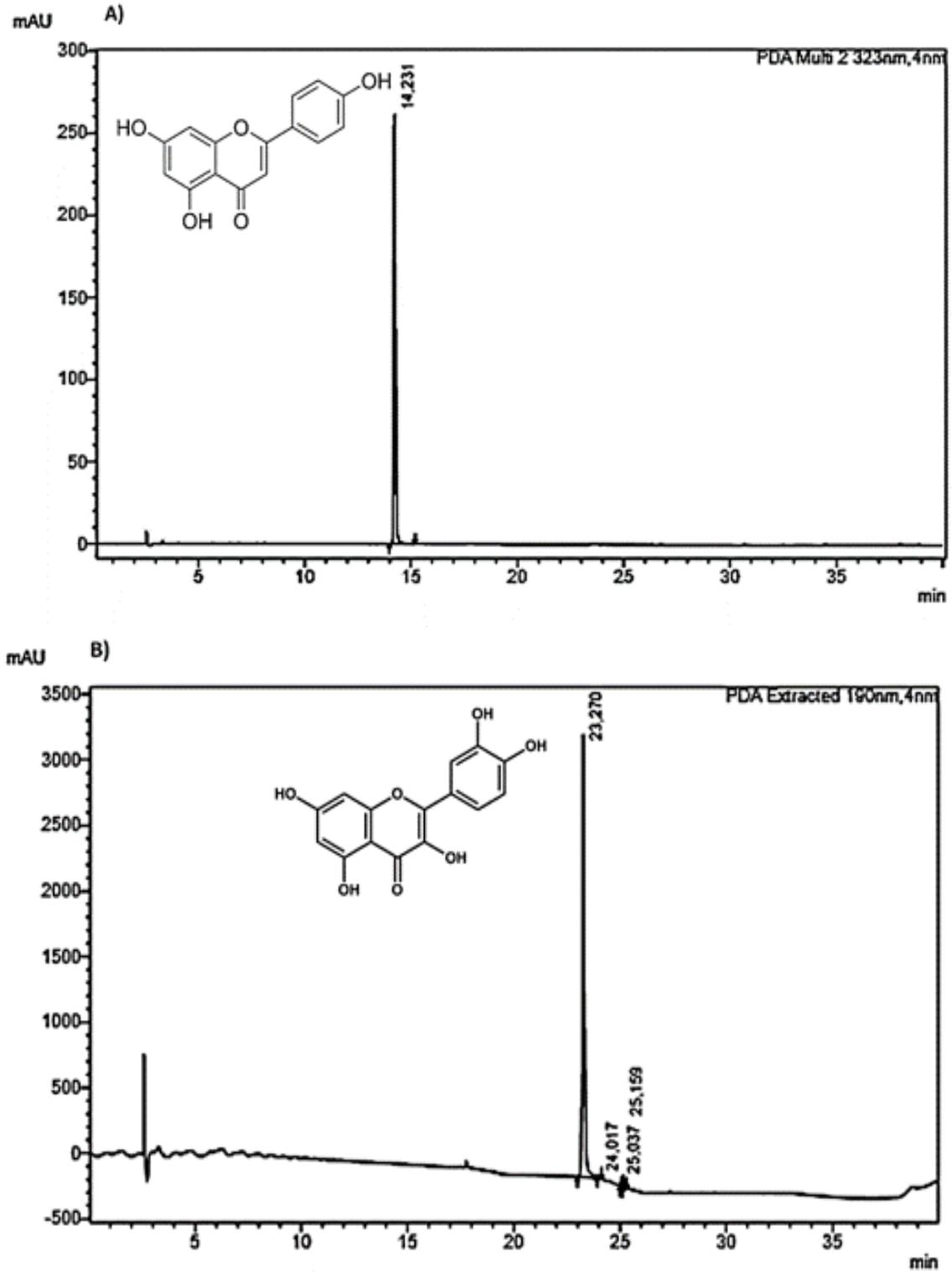
De acordo com Santos. (2012), a presença dos compostos fenólicos na prospecção fitoquímica pode ser atribuída a uma série de fatores responsáveis pela determinação do efeito alelopático em bioensaios de germinação, crescimento de raiz e fitotoxicidade. Isso em virtude das propriedades químicas, da capacidade de algumas classes de fenóis em capturar elétrons e de atuar como reguladores de canais iônicos envolvidos na fosforilação oxidativa, como também catalisadores durante a fase fotoquímica da fotossíntese.

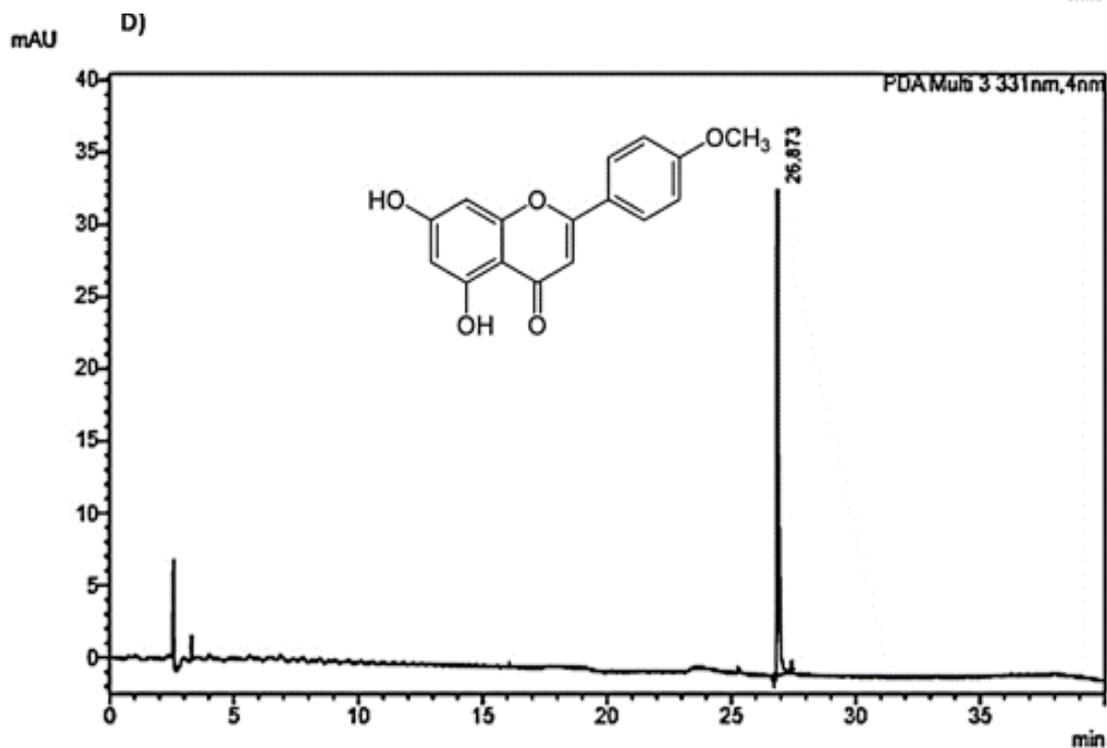
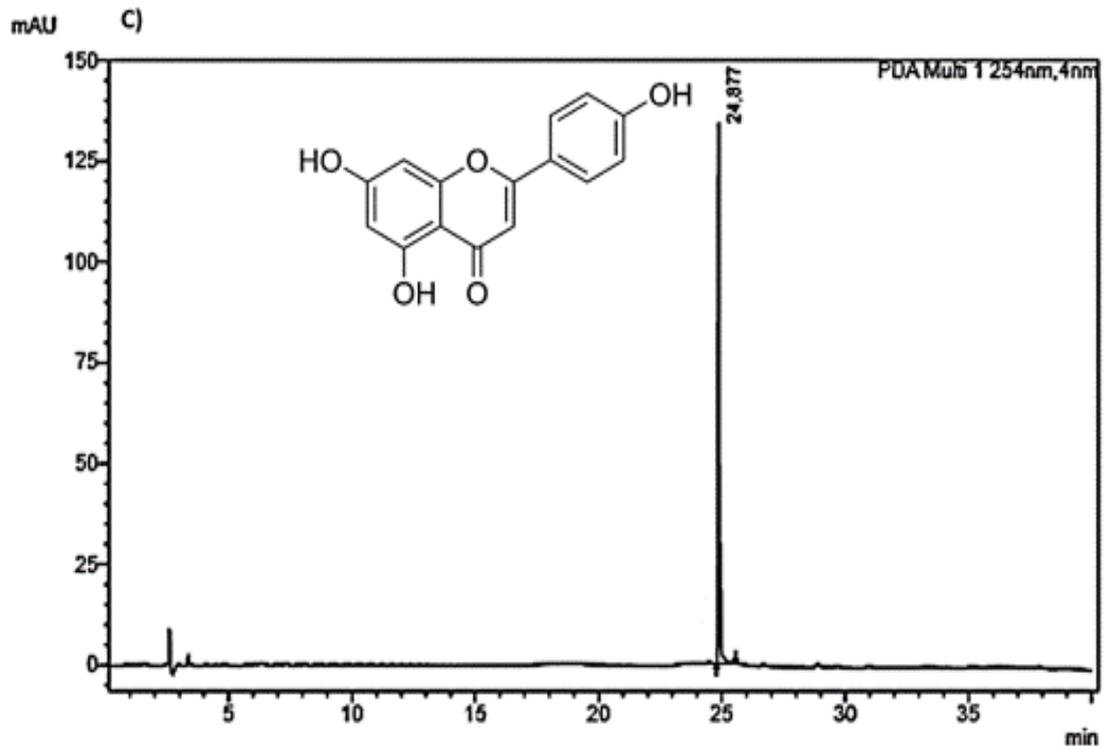
4.4. Perfil cromatográfico dos extratos vegetais

Os cromatogramas foram gerados pelas amostras analisadas e a comparação dos tempos de retenção dos compostos presentes nas amostras com os dos padrões de específicos para aqueles compostos durante as análises, possibilitando uma melhor compreensão dos

diferentes comprimentos responsáveis por evidenciar com maior intensidade o pico em determinada área (Figura 8).

Figura 8. Perfis cromatográficos dos padrões de compostos 200 e 500 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$: A- Ácido caféico, B-Quercetina, C-Apigenina, D-Acacetina.





Fonte: AUTOR, 2018.

As amostras foram analisadas em diferentes comprimentos de onda (254, 290, 320 e 350 nm), na região ultravioleta visível possibilitando seletividade entre os compostos, levando a determinação de compostos nos extratos vegetais da *C. heliotropifolius*. As figuras 8-15 (Anexo) ilustram os cromatogramas com seus respectivos tempos de retenção, picos e comprimentos de onda em nm para cada extrato vegetal avaliado.

De um modo geral, foi possível identificar compostos como ácidos fenólicos (ácido caféico), flavonoides (quercetina) e flavonas (apigenina e acetina) no extrato aquoso da *C. heliotropiifolius*, e flavonoides (quercetina) e flavonas (apigenina) no extrato etanólico. Dentre os compostos identificados, o ácido caféico já havia sido identificados em estudos anteriores realizado por Bitterncount (2017), em extratos das folhas de capim annoni-2.

Existe uma diversidade substancias, com efeito, alelopático atuando na redução do processo germinativo pela diversidade e quantidade, os quais se podem citar os taninos, glicosídeos cianogênicos, alcalóides, sesquiterpenos, flavonóides, ácidos fenólicos e outros. Essas substâncias alelopáticas podem interferir no desenvolvimento e na germinação de sementes de muitas espécies vegetais (BORELLA et al., 2011; TUR et al., 2010; CORSATO et al., 2010).

Os flavonoides além de inferirem na pigmentação das plantas exercem diversos efeitos comuns às substâncias fenólicas, também interferem na absorção de minerais essenciais ao desenvolvimento das espécies vegetais (CORSATO et al., 2010; CARVALHO et al., 2014; SILVA et al., 2017; PERGO, 2005).

A análise conjunta dos cromatogramas obtidos nos comprimentos de onda determinaram os compostos pelo enriquecimento dos extratos com os padrões de referência. Nesse caso, verificou-se que a presença dos compostos não foi dificultada e que os tempos de retenção nas amostras foram compatíveis com os tempos de retenção dos padrões ácidos caféico (200 µg/mL), quercetina (500 µg/mL), apigenina (200 µg/mL), acetina (200 µg/mL), como a variação dos tamanhos dos picos nos diferentes comprimentos de onda, que reafirmam a presença dos compostos (Tabela 14).

Tabela 14. Padrões utilizados para identificação dos compostos presentes nos extratos da *C. heliotropiifolius* com seus respectivos tempos de retenção e comprimentos de onda que absorvem na região do UV-Vis.

Extrato etanólico				
Padrão/ Composto	TR (min)		Comprimento de onda (nm)	
	Padrão	Composto	Padrão	Composto
Quercetina/ Flavonóide	23,74	23,77	203,255 e 366	290, 320 e 350
Apigenina/ Flavona	24, 91	24, 95	227, 267 e 312	254, 290, 320 e 350
Extrato aquoso liofilizado				
Padrão/ Composto	TR (min)		Comprimento de onda (nm)	
	Padrão	Composto	Padrão	Composto
Ácido caféico/ Ácido fenólico	15,39	15,39	220, 240, 323	320, 350
Quercetina/ Flavonóide	23,74	23,74	203, 255, 366	254, 290, 320 e 350
Apigenina/ Flavona	24, 91	24, 94	227, 267, 337	350
Acetina/ Flavona	26,84	26,88	268, 331	254

Fonte: AUTOR, 2018.

Sendo assim, os resultados apresentados por Xu et al. (2009), demonstram a identificação de compostos fenólicos (ácidos fenólicos, ácidos gálico e caféico) em amostras vegetais de *Avena nuda* L., por análise cromatográfica em HPLC, evidenciando que a espécie apresenta uma crescente atividade antioxidante através da germinação, esta é resultante de uma diminuição significativa do fenólico e no aumento fenólicos livres e totais.

O desenvolvimento dessa técnica analítica tem permitido o isolamento de moléculas constituidoras da base da fitoquímica dos produtos naturais, estes são classificadas de acordo com sua rota biossintética em compostos fenólicos e outros (QUINTANA, 2017).

4.5. Avaliação do potencial alelopático

A análise dos dados revelou resultados expressivos, onde foi possível observar que a relação da concentração x extrato alcançou a significância ($p > 0,05$), demonstrando que os parâmetros porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, porcentagem de plântulas anormais, comprimento da raiz e parte aérea e massa da matéria seca, quando aplicado o teste de Dunnett apresentam significância ao nível de 5% de probabilidade quando comparado ao tratamento controle, evidenciando o efeito alelopático dos extratos da *C. heliotropiifolius* na germinação de sementes de *B. pilosa* e *D. insularis*, de modo a inibir tal processo (Tabela 15 e 16).

Tabela 15. Efeito de diferentes concentrações dos extratos da *Croton heliotropiifolius* sobre a espécie *Bidens pilosa*.

Extrato etanólico						
Concentração (mg/mL)	G (%)	IVG (mm)	PA (%)	MS (g)	CPA (mm)	CR (mm)
Controle	87,00a	2,175a	0,00a	0,050a	19,71a	20,00a
0,1	23,00b	0,550b	3,00b	0,003b	16,89b	19,73b
0,25	13,00b	0,325b	4,00b	0,001b	15,06b	17,41b
0,5	13,00b	0,325b	5,00b	0,001b	14,94b	17,32b
1	9,00b	0,225b	6,00b	0,000b	13,47b	14,68b
Extrato aquoso						
Concentração (mg/mL)	G (%)	IVG (mm)	PA (%)	MS (g)	CPA (mm)	CR (mm)
Controle	87,00a	2,175a	0,00a	0,001a	20,06a	19,13a
0,1	53,00b	1,325b	8,00b	0,001b	19,27b	18,61b
0,25	27,00b	0,675b	10,00b	0,001b	17,11b	10,95b
0,5	28,00b	0,625b	12,00b	0,001b	15,79b	9,52b
1	19,00b	0,475b	15,00b	0,001b	13,55b	8,34b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. Porcentagem de germinação (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG mm), Porcentagem de plântulas anormais (PA%), Massa da matéria seca (MS g), Comprimento da parte aérea (CPA mm) e da raiz (CR mm).

Foi observado que o extrato etanólico e aquoso da *C. heliotropiifolius*, causaram interferência na germinação das sementes de *B. pilosa*, a partir da concentração de 0,25 mg/mL com valores que variam de 13,00% quando submetido ao extrato etanólico e 27,00% ao extrato aquoso, quando comparado ao tratamento controle com 87,00% que está na próxima faixa de 100% de sementes germinadas (Tabela 15). Resultado semelhante foi verificado para os demais parâmetros analisados na requerida concentração demonstrando a eficiência do extrato aquoso sobre a espécie *Bidens pilosa* em relação ao extrato etanólico.

Em relação a espécie *D. insularis* submetida aos extratos etanólico e aquoso da *C. heliotropiifolius* foi perceptível interferência das diferentes concentrações quando comparadas ao controle com 100% das sementes germinadas para todos os parâmetros analisados a partir da concentração de 0,25mg/mL (Tabela 16). Segundo Navas et al. (2016), esse efeito alelopático advém de compostos como fenóis, terpenos, alcaloides e poliacetilinas, classes de fitoquímicos oriundos do metabolismo secundário das plantas.

Tabela 16. Efeito de diferentes concentrações dos extratos da *Croton heliotropiifolius* sobre a espécie *Digitaria insularis*.

Concentração (mg/mL)	G (%)	IVG (mm)	PA (%)	MS (g)	CPA (mm)	CR (mm)
Controle	100,00a	2,500a	0,00a	0,001a	12,53a	16,44a
0,1	42,00b	1,050b	18,00b	0,0003b	11,29b	9,07b
0,25	44,00b	1,100b	19,00b	0,0005b	10,67b	8,96b
0,5	37,00b	0,925b	22,00b	0,001b	10,07b	8,58b
1	33,00b	0,825b	27,00b	0,001b	9,69b	8,26b
Concentração (mg/mL)	G (%)	IVG (mm)	PA (%)	MS (g)	CPA (mm)	CR (mm)
Controle	100,00a	2,500a	0,00a	0,0011a	13,92a	16,57a
0,1	69,00b	1,725b	18,00b	0,0007b	13,40b	14,11b
0,25	54,00b	1,350b	20,00b	0,0007b	13,31b	12,89b
0,5	42,00b	1,050b	22,00b	0,0005b	13,17b	12,62b
1	40,00b	1,000b	29,00b	0,0005b	11,95b	11,27b

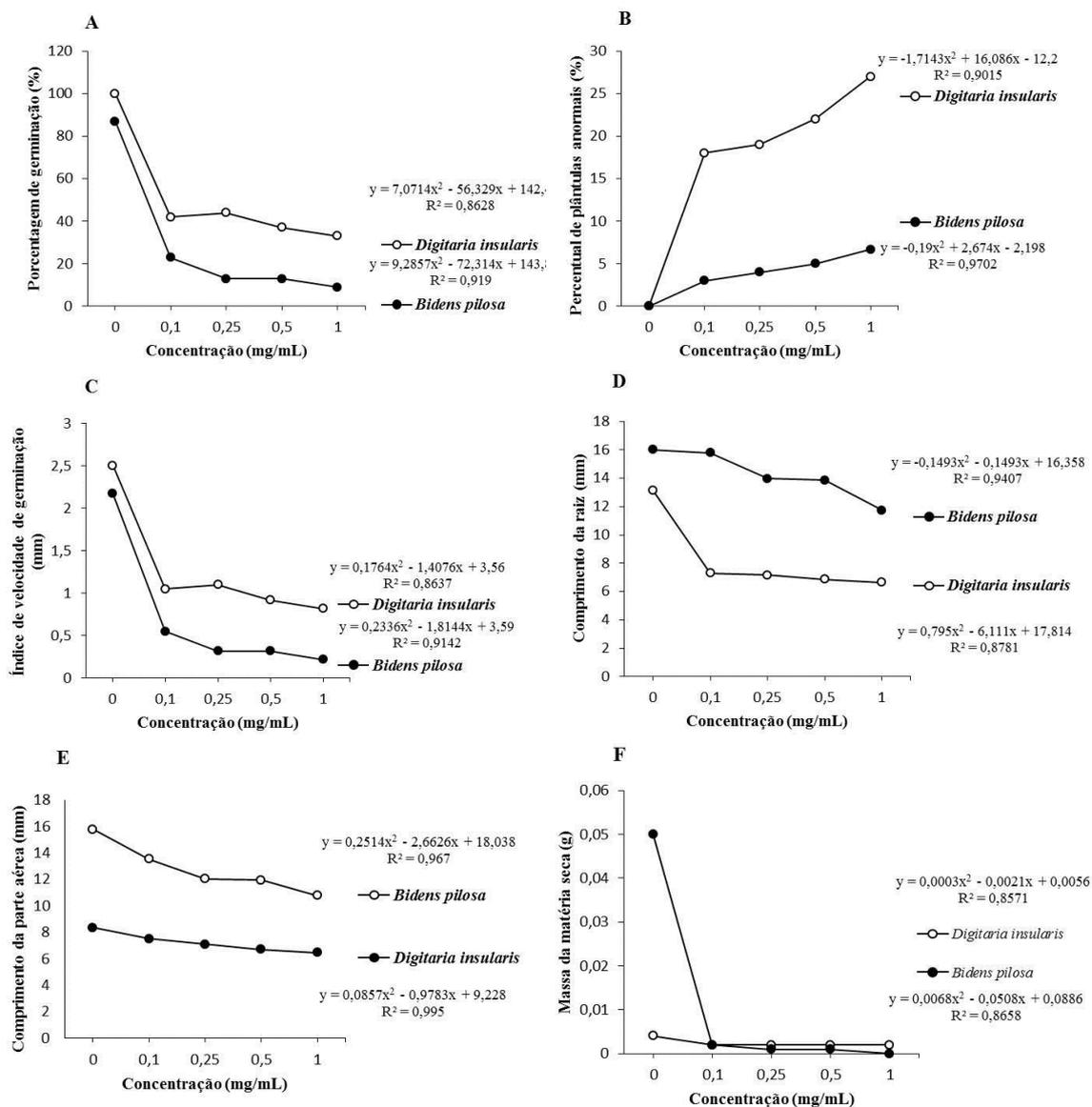
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. Porcentagem de germinação (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG mm), Porcentagem de plântulas anormais (PA%), Massa da matéria seca (MS g), Comprimento da parte aérea (CPA mm) e da raiz (CR mm).

Nota-se ainda que as médias dos tratamentos dispostas na tabela 16, evidenciam que as concentrações de 0,5 e 1 mg/mL ocorreu maior inibição, indicando que quanto maior for a concentração do do extrato menor a quantidade de sementes germinadas, maior formação de plântulas anormais, menor comprimento da raiz e parte aérea e consequentemente menor acúmulo de matéria seca das plântulas de *D. insularis*.

Foi observada redução da germinação e do índice de velocidade de germinação de *B. pilosa* e *D. insularis* nas concentrações de 0,25; 0,5 e 1 mg/mL do extrato etanólico da parte

aérea da *C. heliotropiifolius*, onde os dados obtidos para as espécies alvo se ajustaram ao modelo regressão possibilitando a obtenção da curva dose –resposta com R^2 que varia de 0,86 á 0,99 para os parâmetros analisados (Figura 9). Duarte et al.(2017) ressalva que a variável índice de velocidade de germinação é considerada um dos parâmetros de fundamental importância para avaliação do vigor de sementes, visto que, quando reduzido acarreta em uma perda da uniformidade e da produção de sementes.

Figura 9. Curvas ilustrando os parâmetros porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), porcentagem de plântulas anormais (C), comprimento da raiz (D), Comprimento da parte aérea (E), massa da matéria seca (F), em diferentes concentrações do extrato etanólico da *C. heliotropiifolius* sobre *B. pilosa* e *D. insularis*.

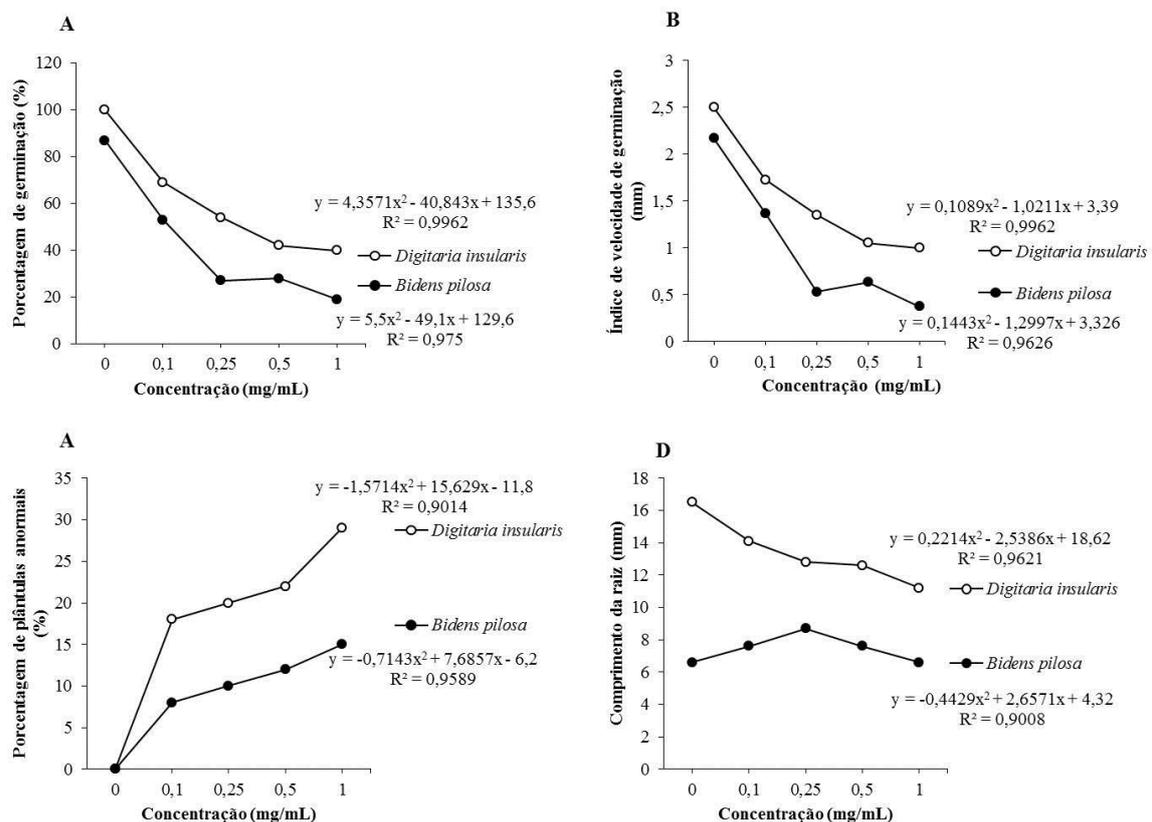


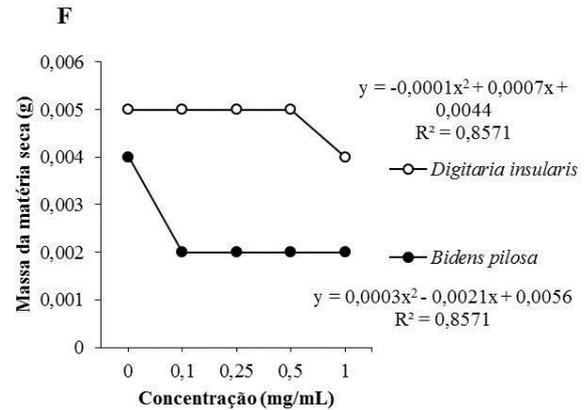
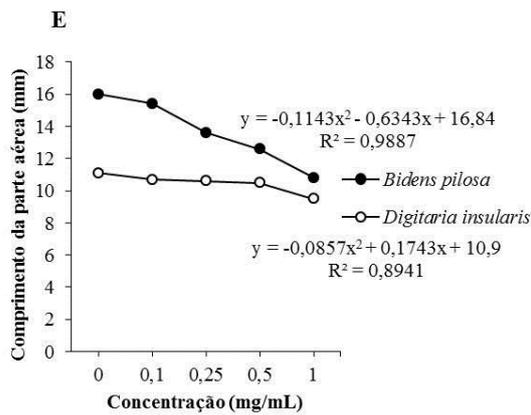
Fonte: AUTOR, 2018.

Segundo Sarton et al.(2015) a velocidade de germinação da *B. pilosa* foi reduzida quando submetido a solução do extrato aquoso da espécie mucunã preta (*Stilozobiem aterrimem*). Resultado este diferi do apresentado no presente trabalho, onde foi revelado que das duas espécies alvo utilizadas a *D. insularis* foi sensível aos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius* a partir da concentração de 0,25 mg/mL, com 44% para porcentagem de germinação, 1,1 mm para o índice de velocidade de germinação, 19% de plântulas anormais, 13,97mm comprimento da raiz, 12, 05 mm comprimento da parte aérea e 0,002 g para a massa da matéria seca (Figura 9).

Stulp et al. (2011), apresenta resultados que corroboram com os dados apresentados no trabalho, onde registraram anormalidades nas plântulas, estas apresentaram raízes curtas e grossas, constatando também que as substâncias alelopáticas presentes nos extratos são capazes de induzir a formação de plântulas anormais, sendo a planta incapaz de absorver nutrientes reduzindo o acúmulo de matéria seca.Essa redução da massa foi revelada de forma mais reduzida na concentração 1 mg/mL sobre as plantas *D. insularis*, quando submetida ao extrato aquoso com 0,004g e etanólico com 0,002g (Figura 9 e 10).

Figura 10. Curvas ilustrando os parâmetros porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), porcentagem de plântulas anormais (C), comprimento da raiz (D), Comprimento da parte aérea (E), massa da matéria seca (F), em diferentes concentrações do extrato aquoso da *C. heliotropiifolius* sobre *B. pilosa* e *D. insularis*.





Fonte: AUTOR, 2018.

Foi observado ainda diminuição do alongamento da raiz das plântulas de *B. pilosa* e *C. amargoso* submetidas aos extratos de *C. heliotropiifolius*, resultado explicado pela aplicação do extrato etanólico e aquoso a partir das concentrações de 0,25 mg/mL, destacando a de 1 mg/mL, onde visualizou 11,2 mm para *d. insularis* e 6,6 mm para *B. pilosa* ao serem submetidas ao extrato aquoso. Enquanto que 11,74 mm para *D. insularis* e 6,6 para *B. pilosa* sobre a aplicação do extrato etanólico (Figuras 9 e 10).

Segundo Silva et al. (2010), o efeito alelopático dos extratos de *Astronium graveviolens* e *Astronium mocroporpa* possuem sobre sementes de *Lactuca sativa* e *Bidens chinensis* advém das propriedades fitoquímicas do extrato, visto que, o gênero *Astronium* compreende diversos compostos, os quais pode-se citar flavonoides, protocianidinas e os taninos.

Estudos realizados avaliando o efeito alelopático de extratos aquoso de folhas da espécie *Pityrocarpa moniliformis* sobre a germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*, foi possível observar que o extrato reduziu o comprimento da raiz e a velocidade de germinação à medida que se aumentava a concentração até 57 g.L⁻¹, mais não interferiu na variável germinação, demonstrando que as raízes são os órgão mais afetados devido o contato direto com extrato e pela presença de compostos como saponinas, flavonoides e taninos gálicos no extrato aquoso da folha (PACHECO e tal., 2017).

O presente estudo verificou pouca ocorrência de plântulas de *B. pilosa* com anormalidades em comparação com *D. insularis* que demonstrou ser mais sensível extrato aquoso e etanólico da *C. heliotropiifolius*, evidenciando maior formação de anormalidades nas concentrações de 0,25; 0,5 e 1 mg/mL, parâmetro de enorme de expressão da alelopatia (Figuras 9 e 10). Em estudo realizado por Filho (2013), são relatados que o aparecimento de substâncias alelopáticas em extratos de plantas podem induzir a formação de plântulas com

algumas anormalidades, as quais menciona-se necrose nas raízes, manchas amareladas e escuras, como também a formação de podridões na ponta da raiz.

De um modo geral, algumas espécies vegetais são indicativas de possíveis potenciais alelopáticos no controle de *B. pilosa*, os quais pode-se citar o extrato aquoso do capim limão (*Cymbopogum citratus* stopf.), arruda (*Ruta graveolens* L.), mirra (*Tetradenia riparia* Ness), cânfora (*Artemisia comphorata* Rydb), alecrim (*Rosmarinus Officinalis* L.) e citronela (*Cymbopogon winteranus* Rendle) e outras 10 espécies (TEIXEIRA et al., 2014; MORAES et al., 2011; SHOKOUHIAN et al., 2016).

Sendo assim, a sensibilidade existente entre plantas receptoras tem sido bastante comum em bioensaios de germinação, em virtude de diferentes mecanismos de absorção, translocação e sitio ativo das substâncias alelopáticas presentes nos órgãos e tecidos das plantas. A sensibilidade pode ser alterada devido à concentração da solução nos extratos, indicando mudanças nas rotas metabólicas, na permeabilidade das membranas, na transição e tradução do DNA (SILVA, 2014; MAHBOOBI et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

Portanto, foi possível constatar maior sensibilidade das plantas *Bidens pilosa* e *Digitaria insularis*, quando submetidas ao extrato aquoso nas concentrações de 0,1; 0,25 e 0,5 e 1 mg/mL.

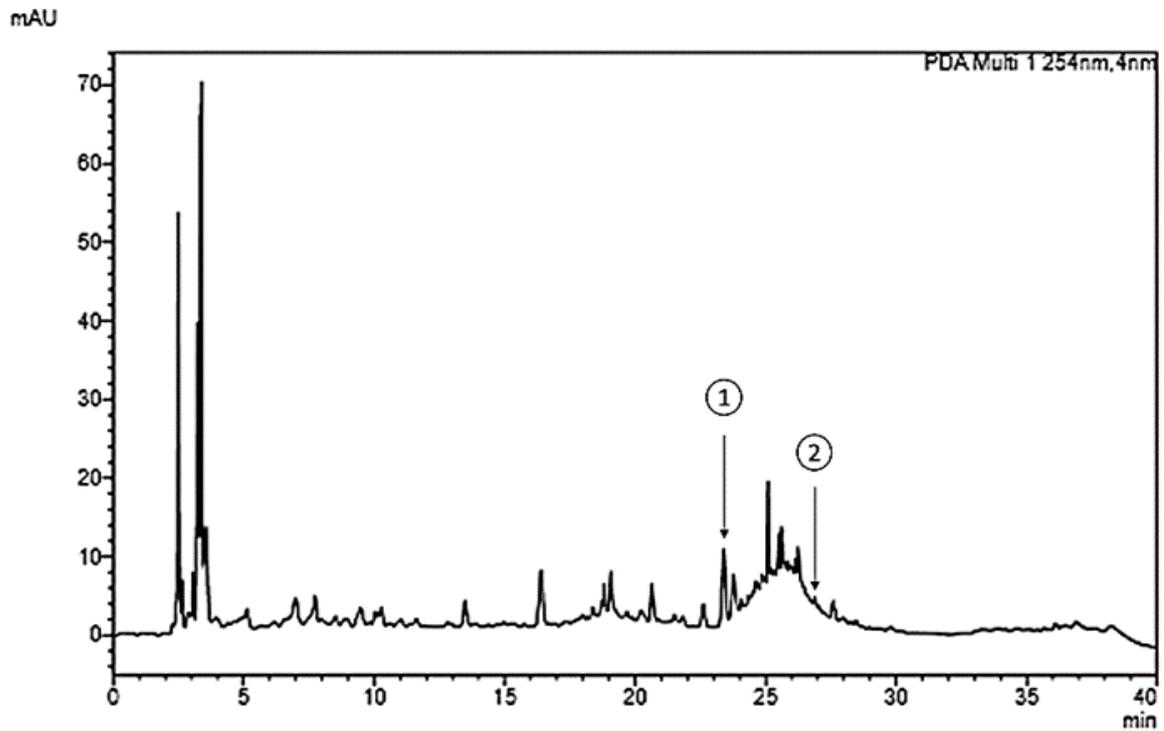
A espécie *Digitaria insularis* revelou ser mais sensíveis para parâmetros analisados, sob a aplicação dos extratos vegetais da *C. heliotropiifolius*.

Foram identificados compostos como ácidos fenólicos, flavonoides e flavonas nos extratos aquosos, os quais somente flavonoides e flavonas foram encontrados nos extrato etanólico. Esses compostos conferem a *C. heliotropiifolius* efeito alelopático no controle de plantas daninhas como *B. pilosa* e *D. insularis*.

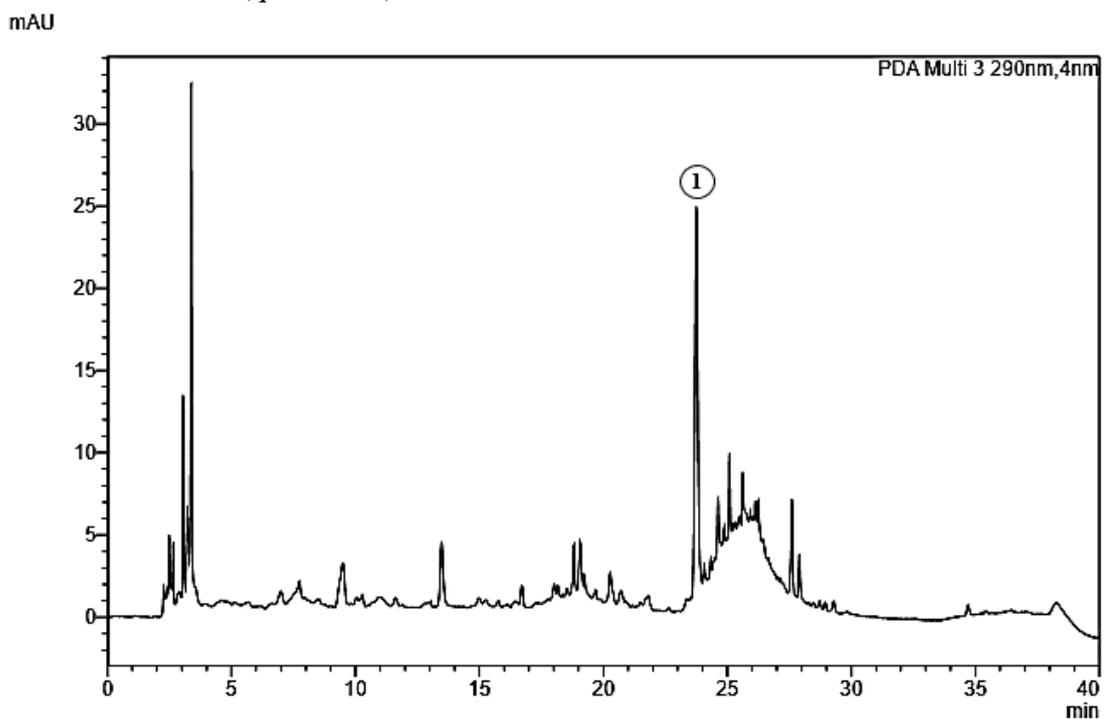
O conhecimento obtido no decorrer do presente trabalho constituiu a base para futuras investigações acerca de extratos vegetais como fontes promissoras no controle de espécies infestantes.

6. ANEXOS

6.1. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato aquoso da parte aérea da *C. heliotropifolius* Kunth com os principais compostos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (acacetina).

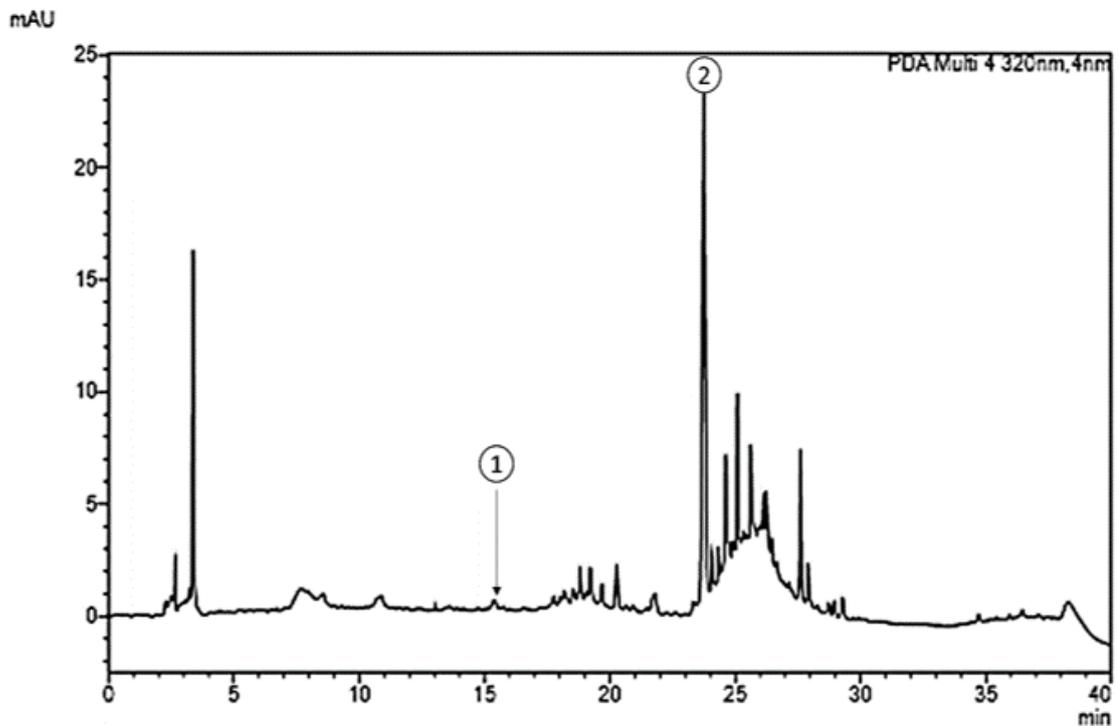


6.2. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato aquoso da parte aérea da *C. heliotropifolius* Kunth com os principais compostos identificados: 1- Flavonoide (quercetina).

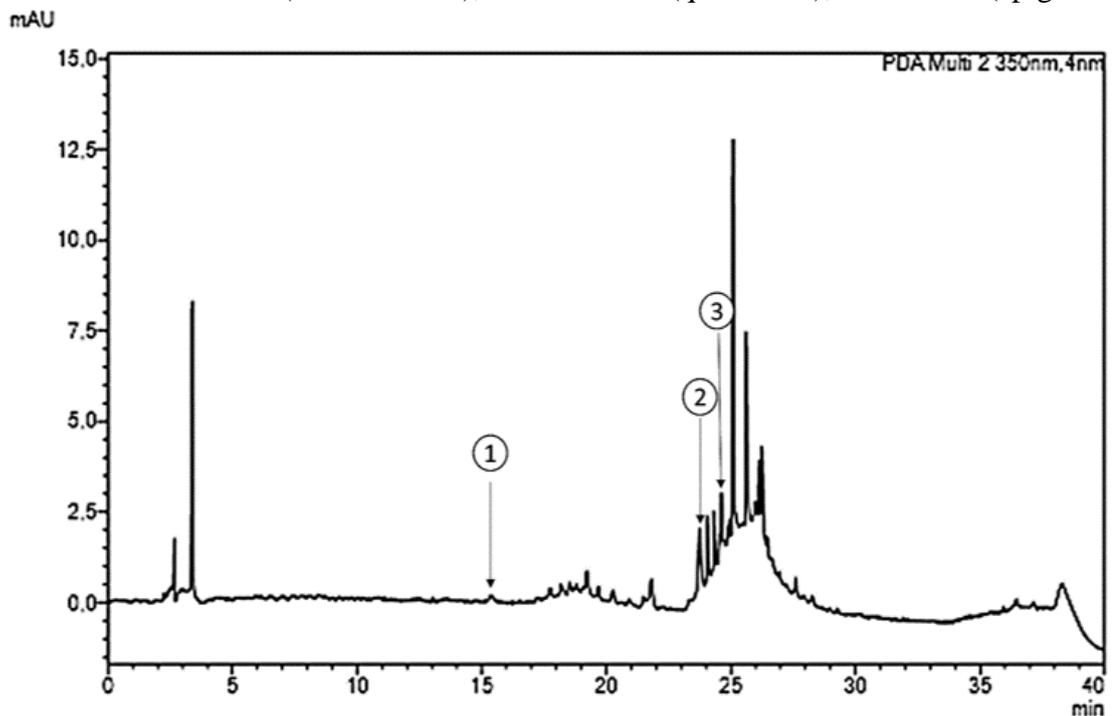


Fonte: AUTOR, 2018.

6.3. Cromatograma no comprimento de onda 320 nm para o extrato aquoso da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos identificados: 1- Ácido fenólico (ácido caféico), 2- Flavonoide (quercetina).

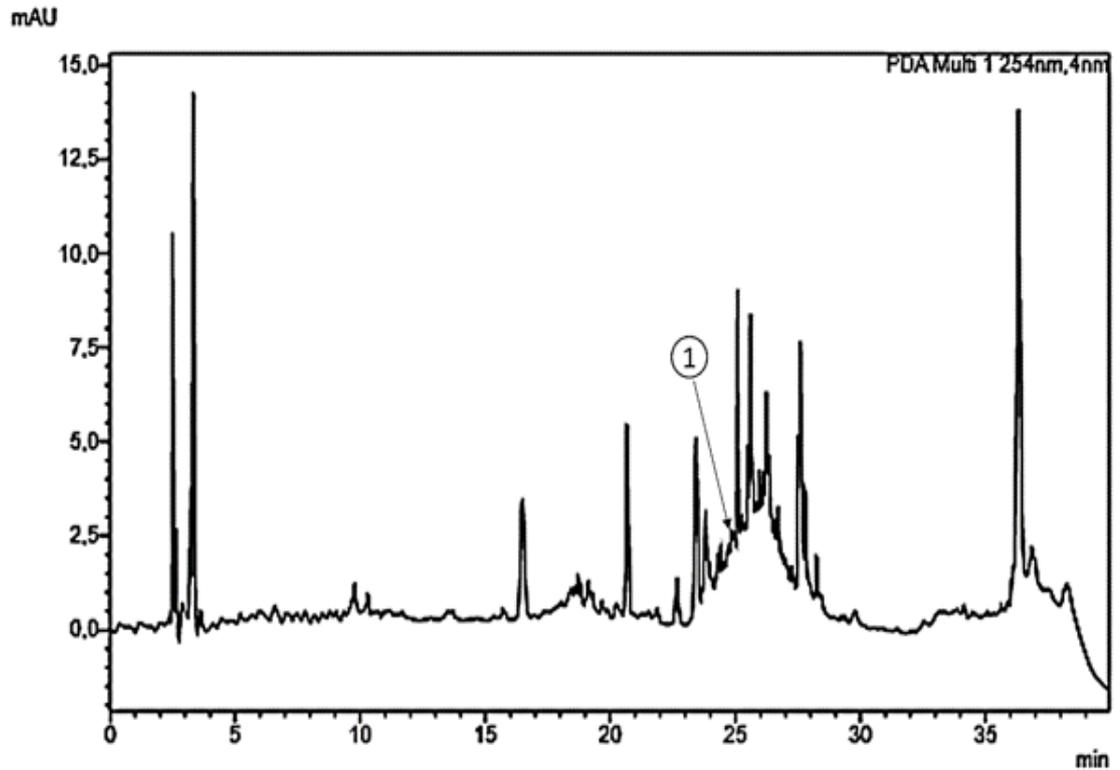


6.4. Cromatograma no comprimento de onda 350 nm para o extrato aquoso da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos identificados: 1- Ácido fenólico (ácido caféico), 2- Flavonoide (quercetina), 3- Flavona (apigenina).

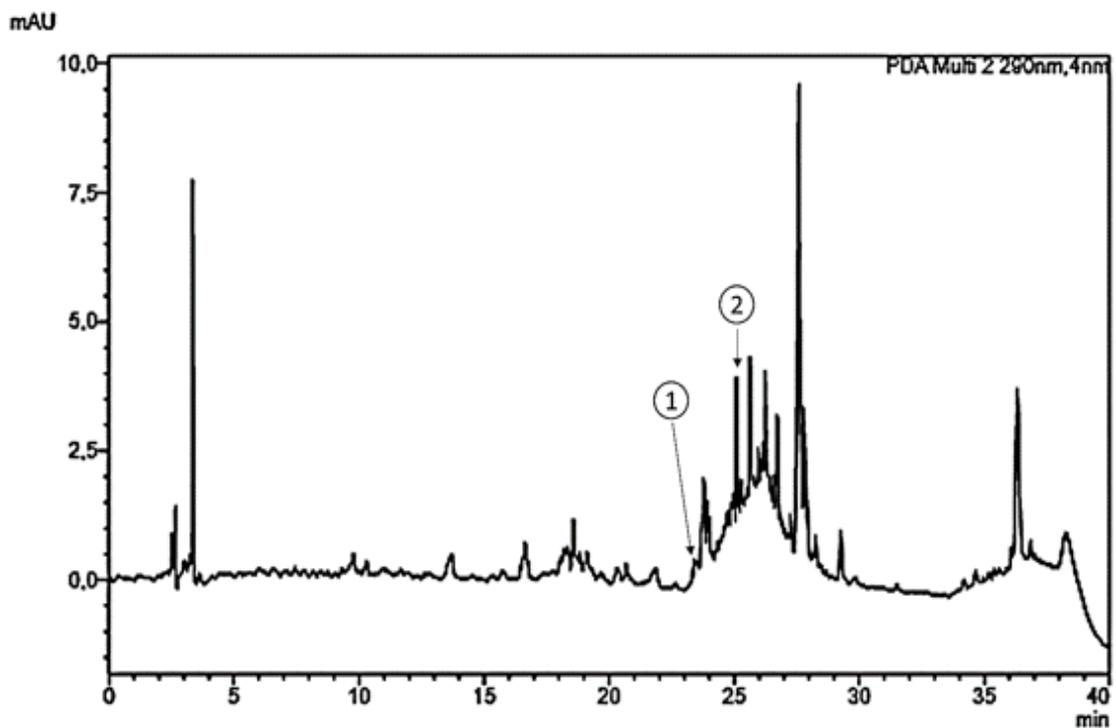


Fonte: AUTOR, 2018.

6.5. Cromatograma no comprimento de onda 254 nm para o extrato etanólico da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavona (apigenina).

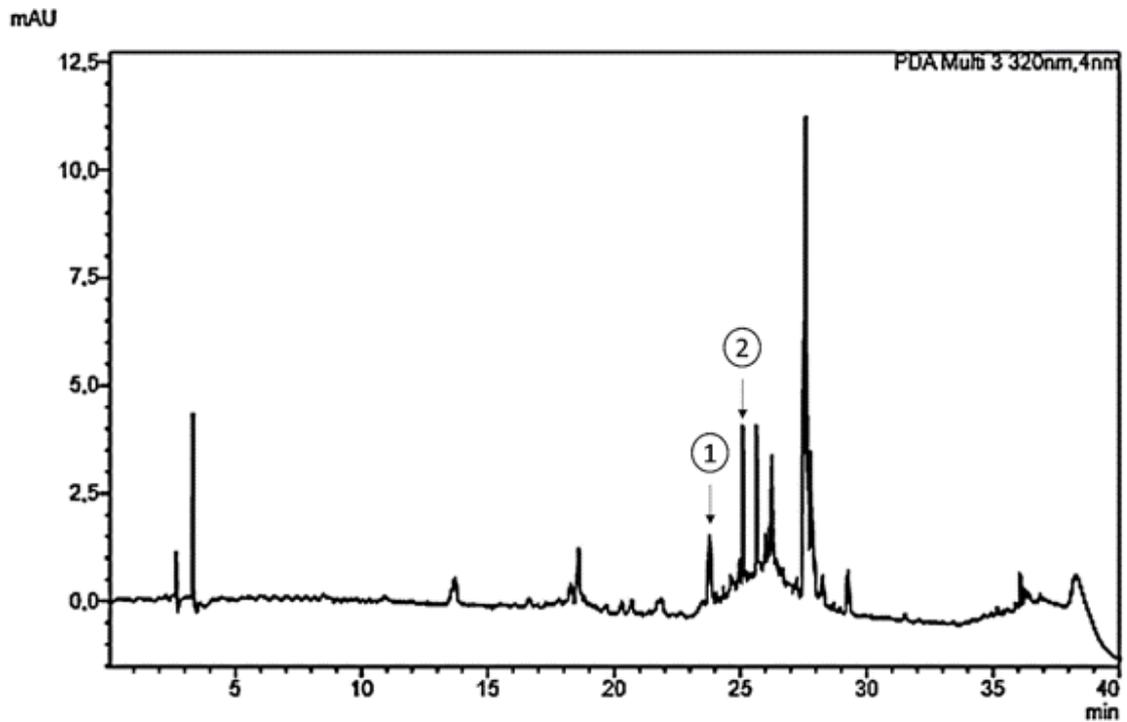


6.6. Cromatograma no comprimento de onda 290 nm para o extrato etanólico da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (apigenina).

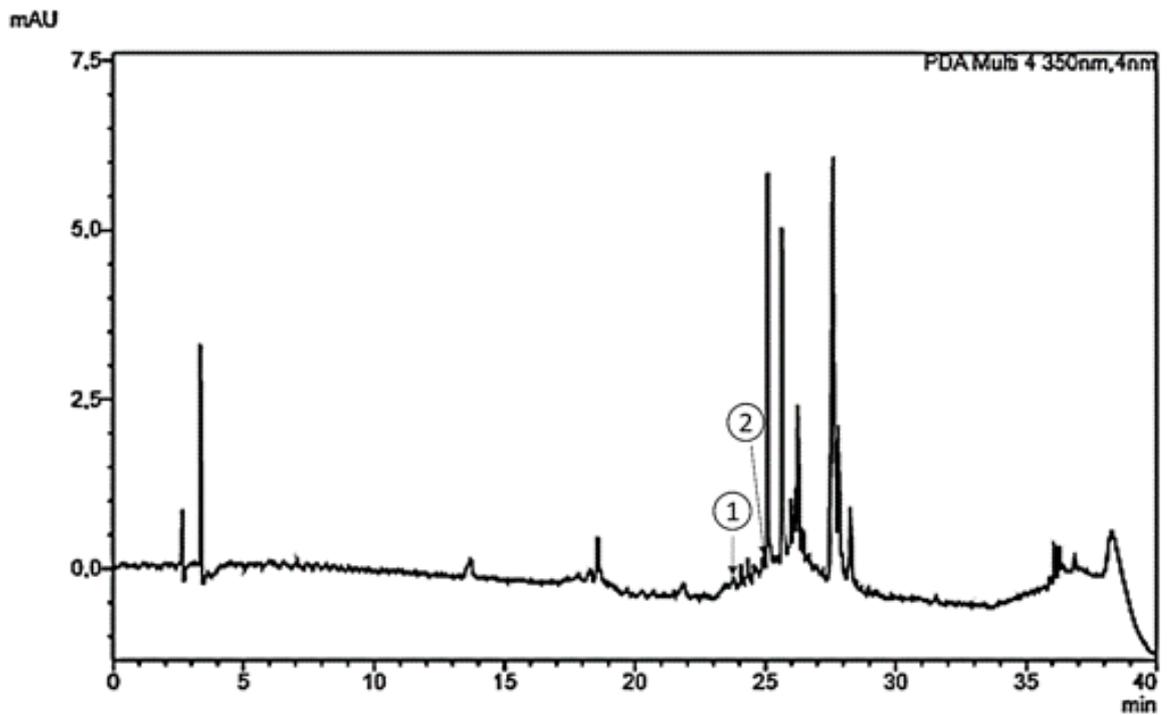


Fonte: AUTOR, 2018.

6.7. Cromatograma no comprimento de onda 320 nm para o extrato etanólico da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (apigenina).



6.8. Cromatograma no comprimento de onda 350 nm para o extrato etanólico da parte aérea da *C. heliotropiifolius* Kunth com os principais compostos fenólicos identificados: 1- Flavonoide (quercetina), 2- Flavona (apigenina).



Fonte: AUTOR, 2018.

7. REFERÊNCIAS

- ACHKAR, M.T.; NOVAES, G.M.; SILVA, M.JD.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde.**, Três Corações, v. 11, n. 2, p. 398-406, 2013. ISSN: 1517-0276.
- ALBUQUERQUE, M.B.; NETO, S.G.; ALMEIDA, D.J.; MALTA, A.O. Efeito do extrato aquoso das folhas de Nim indiano (*Azadirachta indica*) sobre o crescimento inicial de plantas daninhas. **Gaia Scientia** . 9(1): 1-6, 2015. ISSN 1981-1268.
- ALVES, M.C.S.; MEDEIROS FILHO, S.; MANOEL NETO, A.; BRITO, R.C.; ARAUJO, R.C. Allelopathic effect of essential oils of medicinal plants in *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.**, Campinas - SP, v.16, n.3, p.731-736, 2014. ISSN: 1516-0572.
- ALVES, E.; KUBOTA, E.H. Conteúdo de fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante de amostras de própolis comerciais. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, 34(1):37-41, 2013. ISSN: 1808-4532.
- ALVINO, C.A; GRICIO, L.H.; SAMPAIO F.A; GIROTTI, M.; FELIPE, A.L.S.; JUNIOR, C.E.I.; BUENO, C.E.M.S.; BOSQUÊ, G.G.; LIMA, F.C.C. Interferência e controle de plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Revista científica eletrônica de agronomia.**, Garça – SP, Ano X –Número 20 – Dezembro de 2011 –Periódico Semestral. ISSN: 1677-0293.
- AMARAL, C.L.; PAVAN, G.B.; SOUZA, M.C.; MARTINS, J.V.F.; ALVES, P.L.C.A. Relações de interferência entre plantas daninhas e a cultura do grão-de-bico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p.37-46 , 2015. ISSN:1981 – 3163.
- AMB, M. K. ; AHLUWALIA, A. S.. Allelopathy: Potential Role to Achieve New Milestones in Rice Cultivation[J]. **Rice Science.**, Chandigarh- Índia, v. 23, n. 4, p. 165-183, 2016. DOI: 10.1016/j.rsci.2016.06.001
- ANDRADE, A.O.; SILVA, M.A.P.; OLIVEIRA, A.H.; SANTOS, M.A.F.; GENERINO, M.A.M.; TORQUATO, I.H.S. Potencial alelopático de *Palicourea rígida* Kunth na germinação e desenvolvimento de *Lycopersicon esculentum* MILL. **Cad. Cult. Ciênc.** Ano X, v.14 n.2, Dez, 2015. ISSN: 1980-586.

ANGÉLICO, M.E. C. **Avaliação das atividades antibacteriana e antioxidante de *Croton heliotropifolius* KUNTE e *Croton blanchetianus* BAILL.**2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde Tecnologia Rural. - Patos – PB: UFCG, CSTR, 2011.

ANSELMO, J.S.; LIMA, R.A. Identificação de classes de metabólitos secundários no extrato etanólico das folhas de *Solanum jamaicense* (Solanaceae) e seu potencial fungicida sobre *Cândida albicans* *in vitro*. **Revista Eletroquímica de Farmácia**. Vol. XI (1), p. 11 – 20, 2014. ISSN:1808-0804.

ATAK, M.; MAVI,K.; UREMIS, I. **Bio-Herbicidal Effects of Oregano and Rosemary Essential Oils on Germination and Seedling Growth of Bread Wheat Cultivars and Weeds**. Romanian Biotechnological Letters, Vol. 21, No. 1, p. 11149 – 11159, 2016.ISSN:1224 - 5984.

ARAÚJO, Y.S. **Secagem da polpa de Pitanga (*Eugenia uniflora*) por atomização - Efeitos da adição do leite e aditivos**.2017.52p.Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. Novembro, 2017.

BARROS, L. O.; SOARES, A. A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga Brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 192-198, jan-mar, 2013.ISSN:1806-6690.

BARROSO, A.A.M. **Caracterização genética e foliar de Capim amargoso resistente ao herbicida glyphosate e eficácia de seu controle com associação de herbicidas**.2013. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013.

BAZIAR, M. R. Allelopathic effects of extracts of different organs of weeds on strains of barley. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science.**, v. 10, n. 10, p. 384–389, 2015. ISSN 1990-6145.

BECHO, J.R.M.; MACHADO, H.; GUERRA, M.O. Rutina – estrutura, metabolismo e potencial farmacológico. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 1, n. 1, p. 21 - 25, 2009. ISSN: 2177-3440 (impresso) / 2177-3459 (online).

BEHLING, E.B.; SENDÃO, M.C.; FRANCESCATO, H.D.C.; ANTUNES, L.M.G.; BIANCHI, M.L.P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004. ISSN: 0103-4235.

BESSA, N.G.F.; BORGES, J.C.M.; BESERRA, F.P.; CARVALHO, R.H.A.; PEREIRA, M.A.B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S.L.; RIBEIRO, L.U.; QUIRINO, M.S.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; ALVES, A. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde – Tocantins. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.15, n.4, p.692-707, 2013. ISSN: 1516-0572.

BHOWMIK, P. C.; INDERJIT. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. **Crop Protection**, v. 22, n. 4, p. 661–671, 2003.ISSN: 0261-2194.

BINI, D.A.; MIRANDA, SH.G. ; VIAN, C.E.F. ; PINTO, L.F.G. ; FERNANDES, R.N. **O efeito econômico da certificação rede de agricultura sustentável - rainforest alliance**: uma análise dos produtores de café de minas gerais. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 24 a 26 de junho de 2015, p. 1-7 Curitiba – PR.

BITTENCOURT, H.V.H. **Ecologia da germinação e potencial alelopático de *capim annoni-2* (*Eragrostis plana* Nees)**.2017. 194p. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pato Branco, 2017.

BONFIM, J.; SCOPEL, J. M. A importância do Herbário Dr. Ronaldo Wasum da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Litoral Norte (HERW) na formação de professores de educação básica. **UNISANTA Bioscience**. Vol. 6, p.27-30, nº 5 – Edição Especial, 2017.ISSN: 2317-1111. ISSN 0103 – 1643.

BORELLA, J.; LESCHEWITZ,R.; TRAUTENMÜLLER, J.W.; SILVA, D. R. O. ; SCHMIDT, D. EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATO DE CANOLA (*Brassica napus*) SOBRE A FASE DE GEMINAÇÃO DA CULTURA DA SOJA. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering.**, v. 11, n.1, p. 18-25, 2017. ISSN: 2359-6724.

BORELLA, J.; MARTINAZZO, E.J.; AUMONDE, T.Z. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. R. bras. **Biociências**. Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 398-404, jul./set. 2011. ISSN: 1980-4849.

BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**, 22 (3), setembro de 2009. ISSN: 0103 - 1643.

BRITO, A.C.V.; ARAÚJO, A.C.; PINTO, M. A. D. S. C. Potencial alelopático de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de *Allium fistulosum* L. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016.

BRITO, I.C.A.; SANTOS, D.R. Alelopátia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macacar. **Revista Verde**. Mossoró – RN – Brasil, v.7, n.1, p. 129 - 140 . Janeiro de 2012. ISSN: 1981-8203.

BRITO, M.S. **Prospecção química e avaliação da atividade antioxidante de extratos dos caules de *Croton linearifolius* (Euphorbiaceae)**.2014. 48p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia. Itapetinga, 2014.

BUBINA, G.A.; LIMA, R.B.; ZANARDO, D.Y.L.; SANTOS, W.D.; FERRARESE, M.D.L.L.; FERRARESE-FILHO, O. Exogenous caffeine acid inhibits the growth and enhances the lignification of the roots of soybean (*Glycine max*). **Journal of plant Physiology**, v.168, p.1627-1633, 2011.

CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BRACCINI, A.L.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; BLAINSKI, E. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 745-750, 2008. ISSN: 0100-8358.

CÂNDIDO, A.C.S.; SILVA, C.B.; SIMIONATTO, E.; BIGATON, D.; SCALON, S.P.Q.; PERES, M.T.L.P. Atividade fitotóxica de *Croton doctoris* S. Moore. **Cienc. Rural**, vol.43 no.4 Santa Maria Apr. 2013. INSS: 1678-4596.

CAPELLESSO, A. J . ; MARTINS, D. A. ; MÜLLER, J. ; MUNIZ, J. Manejo de plantas espontâneas e adubação nitrogenada com adubos verdes e consórcio: desafios para a transição agroecológica na produção de milho. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 11(4): 336-344 ,2016. **ISSN**: 1980-9735.

CARUZO, M. B.R.; CORDEIRO, I. BERRY, P.E.; RIINA, R. A new species of *Croton* section *Cleodora* (Euphorbiaceae s.s.) from Minas Gerais, Brazil. **Accepted by H.J. Esser**: 19 Feb. 2010; published: 30 Apr. 2010. ISSN: 1179-3155.

CARVALHO, L.B.; PITELLI, R.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; BIANCO, S.; GUZZO, C.D. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante em beterraba de semeadura direta. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 291-299, 2008. ISSN 0100-8358.

CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas**. 1ª Edição. Lages – SC Edição do Autor, p.1-92, 2013.

CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011.133p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. JABOTICABAL – SP – BRASIL. Janeiro de 2011.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, J.G.; ABBADE NETO, DO. ; TEIXEIRA, L.G.V. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 1-11, June/2014. ISSN: 1981-3163.

CARVALHO, W.P.; TEIXEIRA, L.G.V.; NETO, D.O.A.; MOREIRA, J.M.S.; CUNHA, C.E. Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. R. bras. **Bioci.**, Porto Alegre, v. 14, n.2, p. 60-69, abril. /jun. 2016. ISSN: 1980-4849.

CASALI, V.W.D. Efeito de extratos aquosos de funcho na germinação e vigor de sementes de alface e salsa. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 7, N.3, 2013. ISSN: 1982-4831.

COELHO, J.B.M. **Potencial osmótico, solutos orgânicos e comportamento hídrico do feijão *Vigna cultivada* e solos salinizados**. 2012.73p. Tese (Doutorado em Ciência) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2012.

COLACITE, J. Triagem fitoquímica, análise antimicrobiana e citotóxica e dos extratos das plantas: *Schinus terebinthifolia*, *Maytenus ilicifolia* REISSEK, *Tabebuia avellanedae*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) BRENAN. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 509-516, set./dez. 2015. ISSN: 1983-1870.

CORSATO, J.M.; FORTES, A.M.T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 353-360, abr./jun. 2010. ISSN: 1679-0359.

COSTA, A.G.F.; FREITAS, F.C.L.; SOFIATTI, V.; ROCHA, P.R.R. Desafios, avanços e soluções no manejo de plantas daninhas: palestras apresentadas no II Simpósio sobre manejo de plantas daninhas no Nordeste. Brasília, DF : Embrapa : SBCPD, 2013.

COSTA, E.C. **Efeito Alelopático de Capim-Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) e capim-paspalum (*Paspalum milegrana* Schrad) provenientes de taludes da margem do Rio São Francisco.** 2015.88p. Dissertação (Mestrado em Ciências e área de concentração em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão Sergipe – Brasil, 2015.

CREMONEZ, F.E.; CREMONEZ, P.A.; CAMARGO, M.P.; FEIDEN, A. Principais plantas com potencial alelopático encontradas nos sistemas agrícolas brasileiros. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, Suplemento, p. 70-88, 2013. ISSN: 2316-4093.

CREPALDI, C.G.; CAMPOS, J.L.A.; ALBUQUERQUE, U.P. SALES, M.F. Richness and ethnobotany of the family Euphorbiaceae in a tropical semiarid landscape of Northeastern Brazil. **South African Journal of Botany**. Volume 102, Pages 157–165. January 2016. ISSN: 1305-8223.

CRUZ, D.L.S.; RODRIGUES, G.S.; DIAS, F.O.; ALVES, J.M.A.; ALBUQUERQUE, J.A.A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line.**, v. 3, n. 1, p. 58-63, jan-jun, 2009. ISSN :1982-8470.

CUNHA, C.P. **Contribuição na investigação fitoquímica de Glycine max (soja) e Dipteryx odorata (cumaru) – otimização de análise cromatográfica e caracterização estrutural de flavonoides.** 2013.138p. Dissertação (Mestrado em Química dos Produtos Naturais) - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro. Seropédica- RJ, Março de 2013.

CUTTI, L.; LAMEGO, F.P.; AGUIAR, A.C.M.; KASPARY, T.E.; RIGON, C.A.G. **Winter cover crops on weed infestation and maize yield.** Rev. Caatinga, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 885 – 891, out. – dez., 2016. ISSN: 1983-2125.

DALMOLIN, S.F.; PERSEL, C.; SILVA, C.T.A.C. Alelopatia de capim-limão e sálvia sobre a germinação de picão preto. **Cascavel**, v.5, n.3, p.176-189, 2012. ISSN: 2175-2214.

DUARTE, E.C.C.; GONÇALVES, A.C.M.; TORRES, M.N.N.; SIMPLÍCIO, S.F.; RIBEIRO, R.X.; SOUZA, R.F.; JÚNIOR, S.P.S. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência

no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. **Revista AGROTEC** – v. 37, n. 1, p. 71-80, 2016. ISSN: 0100-7467.

FELIX, R.A.Z. **Efeito Alelopático de Extratos de Amburana CEARENSIS (Fr. All.) A.C. Smith Sobre a Germinação e Emergência de Plântulas**. 2012. 100f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) -UNESP - Universidade Estadual Paulista. Botucatu – SP, 2012.

FERREIRA, E.G.B.S.; MATOS, U.P.; SENA, L. H.M.; SALES, A.G.F.A. Efeito alelopático do extrato aquoso de Sabiá na germinação de sementes de fava. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 463-467, jul-set, 2010. ISSN: 1806-6690.

FILHO, R.C.; CARVALHO, R.I.N. Massa da amostra, substrato e temperatura para teste de germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii* MAIDEN. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 257-265, jul.-set., 2009.

FILHO, A.L.M., ARAÚJO, M.L.; SILVA, J.E.N.; JÚNIOR, P.P.O.; SILVA, M.F. Avaliação do potencial alelopático de Capim – santo (*Cymbopogon citratus*. (DC) Stopf) sob o desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa*). **Ensaio e Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Vol. 16, N.2, 2012. ISSN: 1415-6938.

FILHO, A.L.M.; OLIVEIRA, W.S.; JUNIOR, P.P.O.; ARAÚJO, M.L. Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas daninhas sobre o desenvolvimento de plântulas de feijão. **Ensaio e Ciência: Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde**. Vol.15, Nº. 5, p.31-40, 2011. ISSN: 1415-6938.

FILHO, A.P.S.S.; CUNHA, R.L.; ZOGHBI, M.G.B.; VASCONCELOS, M.A.M.; ALVES, S.M.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. Caracterização do Efeito Alelopático do Óleo Essencial de Piper hispidinervium C. DC. Sobre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém - PA, 2010. ISSN: 1983-0483.

FIORINZA, M.; DOTTO, D.B.; BOLIGON, A.A.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L.; VESTENA, S. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Lheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, 71(2): 193-200, 31 de agosto de 2016. ISSN: 2446-8231.

FIRMO, W.C.A.; MIRANDA, M.V.; COUTINHO, G.S.L.; SILVEIRA, L.M.S.; OLEA, R.S.G. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antibacteriana de *Lafloensia pacari* (Lythraceae). **Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde**, Ponta Grossa, v.20, n.1, p. 7-12, jan./jun. 2014. ISSN: 2237-0722.

FLAMBÓ, D.F.A.L.P. **Atividades Biológicas dos Flavonoides: Atividade Antimicrobiana**. 2013.43p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa-Faculdade de Ciências da Saúde. Porto, 2013.

FORMAGIO, A.S.N.; MASETTO, T.E.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H.; MATOS, A.I.N.; VOLOBUFF, C.R.F. Potencial alelopático e antioxidante de extratos vegetais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 2, p. 629-638, 2014. ISSN: 2175-2214.

FRANÇA, A.C. **Potencial alelopático de híbridos de milho no desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea Arabica* L.)**. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras Minas Gerais-Brasil, 2007.

FRANÇA, A.C.; SOUZA, I.F.; SANTOS, C.C.; OLIVEIRA, F.Q.; MARTINOTTO, C. Atividades alelopáticas de NIN sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. **Ciências Agrotecnológica**, v.32, n5, p.1374-1379, set/out., 2008. ISSN: 1981-1829.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R.A.C.; MACHADO, M.F.P.S.; VIDOTI, G.J.; OLIVEIRA, A.J.B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18(4): 627-641, Out./Dez. 2008. ISSN: 0102-695X.

FURLONG, E.B.; COLLA, E.; BORTOLATO, D.S.; BAISCH, A.L.M.; SOARES, L.A.S. Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. **Vetor**, Rio Grande, 13: 105-114, 2003. ISSN: 0102-7352.

GALEANO, E.; BARROSO, A.A.M.; VASCONCELOS, T.S.; LÓPEZ-RUBIO, A.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R.; Carrer, H. EPSPS variability, gene expression, and enzymatic activity in glyphosate-resistant biotypes of *Digitaria insularis*. **Genetics and Molecular Research** 15 (3): GMR August, 2016. ISSN: 1503-8730.

GEMELLI, A., OLIVEIRA JR., R.S., CONSTANTIN, J., BRAZ, G.B.P., JUMES, T.M.C., GHENO, E.A.A., RIOS, F.A., FRANCHINI, L.H.M. Estratégias para o controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.162-170, mai./ago. 2013. ISSN: 1984-5529.

GLASS, A.D.M.; DUNLOP J. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV/depolarization of membrane potentials. **Plant Physiology** .V.5, 855–858, 1974. ISSN: 1677-9452.

GOMES, L.J.P. **Variabilidade de resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* e estratégias de manejo de uma população resistente.**2016.62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2016.

GOMES, T. B.; BANDEIRA, F. P. S. F. Uso e diversidade de plantas medicinais em uma comunidade quilombola no Raso da Catarina, Bahia. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n. 4, p. 796-809, 2012. ISSN: 1677-941X.

GONÇALVES, A.C.R.; MIRANDA, O.N.S.; ARAÚJO, L.M.N. Prospecção fitoquímica das folhas de *Copaifera Langsdorffii* pertencente à família leguminosae. **Revista Fasem Ciências**. Vol. 9, n. 1, p. 37-54 jan.-jul./2016. ISSN: 2238-9547.

GONÇALVES, A.L.Z.; TONET, A.P.; STOFELL, A.V.S. **Potencial alelopático das plantas daninhas sobre o desenvolvimento de plântulas de soja (*Glycine max* L.).** Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia, v. 4, n. 7,p.52-59, 2015. ISSN: 2317-0336.

GOULART, D.S. **Aplicações das Técnicas de Cromatografia no Diagnóstico Toxicológico.** 2012. 37p. Monografia (Graduação em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás. **Goiânia**, 2012.

GRISI, P.U.; IMATOMI, M.; PEREIRA, V.C.; ANESE, S.; GUALTIERI, S.C.J. Influence of *Serjania lethalis* A. St.-Hil. (Sapindaceae) leaf and stem crude extracts on diaspores and seedlings of different cultivated species. **South African Journal of Botany**, 105 (2016) 97–105. ISSN: 0254-6299.

GUSMAN, G.S.; YAMAGUSHI, M.Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L. e *Euphorbia heterophylla* L. **Iheringia, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 66, n. 1, p. 87 - 98, julho 2011. ISSN: 0073-4705.

GUSMAN, G.S.; BITTENCOURT, A.H.C.; VESTENA, S. Alelopatia de *Baccharis Baccharis dracunculifolia* DC.; sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. **Acta Sci. Biol. Sci. Maringá**, v. 30, n. 2, p. 119-125, 2008. ISSN: 1679-9283.

GUSMAN, G.S.; YAMAGUCHI, M.Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Pilocarpus pennatifolius* Lemaire sobre a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de espécies cultivadas. **Acta Ambiental Catarinense**. Vol. 12, No. 1/2 (2015). ISSN: 2175-1552.

HISTER, C.A.L.; PASQUALLI, M.; TRAPP, K.C.; STEFANELLO, R.; BOLIGON, A.A.; CAMPOS, M.M.A.; TEDESCO, S.B. Atividade antiproliferativa e determinação dos compostos fenólicos de extratos aquosos de amoreira-preta (*Rubus sp.*) pelo sistema teste in vivo de *Allium cepa* L. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 15, n.1, p. 43-48, jan./mar. 2017. ISSN: 1980-4849.

INÁCIO, M.C.; MORAES, R.M.; MENDONÇA, P.C.; MOREL, L.J.F.; FRANÇA, S.C.; BERTONI, B.W.; PEREIRA, A.M.S. Phenolic Compounds Influence Seed Dormancy of *Palicourea rigida* H. B. K. (Rubiaceae), a Medicinal Plant of the Brazilian Savannah. **American Journal of Plant Sciences**, v.4, n.1 p.129-133. 2013. ISSN: 2158-2750.

INGRID, G.G.; MENEGHELLO, G.E.; TILLMANN, M.A.A. Faixa de exigência e influência do pH no teste de germinação. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata (2013) Vol 112 (1): 27-34. ISSN: 1669-9513.

INOUE, M.H.; SANTANA, D.C.; SOUZA FILHO, A.P.S.; POSSAMAI, A.C.S.; SILVA, L.E.; PEREIRA, M.J.B.; PEREIRA, K.M. Potencial alelopático de *Annona crassiflora*: efeitos sobre plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 489-498, 2010. ISSN: 1806-9681.

INOUE, O.O. **Influência de diferentes limitações nutricionais sobre a produção de retamicina por *Streptomyces olindensis*** ICB20.2006.132p.Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

IRCHHAIYA,R.; KUMAR, A.;YADAV , A.; GUPTA, N.; KUMAR, S.; GUPTA, S.; KUMAR, S.; YADAV, V.; PRAKASH, A.; GURJAR, H. Metabolites in plants and its classification. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**. Volume 4, Issue 1, 287-305, 2015. ISSN: 2278 – 4357.

ISLAM, A K. M. M.; KATO-NOGUCHI, H. Allelopathic Potentiality of Medicinal Plant *Leucas aspera*. **International Journal of Sustainable Agriculture**, 4 (1): 01-07, 2012. ISSN: 2079-2107.

ISMAIL, A.; MOHSEN, H.; BASSEM, J.;LAMIA, H. Chemical composition of *Thuja orientalis* L. essential oils and study of their allelopathic potential on germination and seedling growth of weeds.

Archives of Phytopathology and Plant Protection. Vol. 48, No. 1, p.18–27, 2016. ISSN: 1477-2906.

JABRAN, K.;MAHAJAN, G.;SARDANA , V.;CHAUHAN, B.S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection.** 72 (2015) 57 e 65.ISSN: 0261-2194.

JAKELAITIS, A.; et al. Banco de sementes de plantas daninhas em solos cultivados com culturas e pastagens. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v. 07, n. 02, p.63 – 73, maio/ago. 2014. ISSN: 1982-7679.

KHANAM, S. General Study of Formation of Secondary Metabolites. **Pharmacognosy**, 2007. ISSN: 0102-695X*On-line*/ISSN:1981-528X.

KUNZ, CH.; STURM, D.J.; VARNHOLT, D.;WALKER, F.; GERHARDS, R. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. **Plant Soil Environ.** Vol. 62, 2016, No. 2: 60–66. ISSN: 1214-1178.

LAGE, F.F. **Caracterização química e quantificação de compostos fenólicos em forrageiras.** 2009.126p.Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras. Lavras Minas Gerais – Brasil, 2009.

LESSA, B.F.T.; SILVA, M.L.S.; BARRETO, J.H.; OLIVEIRA, A.B. Efeito alelopático de extratos aquosos de folhas de *Amburana cearensis* e *peectranthus barbatus* na germinação de *Amaranthus de flusus*. **Revista de Ciências Agrárias**, 40 (1):79-86, 2017. ISSN: 0871-018X.

LI, Z.H.; WANG, Q.; RUAN, X.; PAN, C.D.; JIANG, D. A. Phenolics and Plant Allelopathy. **Molecules**, v.15, n.12, p.8933-8952, 2010. ISSN: 1420-3049.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).** 2008. 186 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LIMA, P.D.A. **Avaliação da capacidade antioxidante dos extratos etanólicos de plantas do cerrado: *Ageratum fastigiatum* (GARDN.) R. M. KING et H. ROB., *Croton antisiphiliticus* MART., *Kielmeyera rubriflora* CAMB., *Miconia ferruginata* DC., E *Norantea adamantium***

CAMB. 2016. 114p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2016.

LIMA NETO, G.A.; KAFFASHI, S.; LUIZ, W.T.; FERREIRA, W.R.; DIAS DA SILVA, Y.S.A.; PAZIN, G.V.; VIOLANTE, I.M.P. Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1069-1077, 2015. ISSN: 1983-084X.

LIMA, C.P.; CUNICO, M.M.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D. Efeito dos extratos de duas plantas medicinais do gênero *Bidens* sobre o crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, 32(1):83-87, 2011. ISSN: 1808-4532.

LIMA, H.R.P.; KAPLAN, M.A.C.; CRUZ, A.V.M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**. V. 10, n.2, p.71 - 77, ago./dez. 2003. ISSN: 2179-8087.

LIMA, M.P.S.; SÁ, F.S.; BRITO, A.F.S.; BRAGA, F.T. **Padrão de venação foliar em espécies da família Euphorbiaceae na APA Serra Branca/Raso da Catarina, Jeremoabo, Bahia, Brasil.** 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013.

LIMA, R.A.; GOMES, A.D. Identificação de classes de metabólitos secundários no extrato etanólico das folhas de *Solanum jamaicense* (Solanaceae) e seu potencial fungicida sobre *Candida albicans* in vitro. **Revista Eletrônica de Farmácia**. Vol. XI (1), 11 – 20, p.1-10, 2014. ISSN: 1808-0804.

LOPES, E.L.; NETO, M.A.; SILVEIRA, E.R.; PESSOA, O.D.L.; FILHO, R.B. Flavonoides e sesquiterpenos de *Croton pedicellatus* Kunth. **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 11, 2169-2172, 2012. ISSN: 0100-4042.

LOPES, S.; VON POSER, G.L.; KERBER, V.A.; FARIAS, F.M.; KONRATH, E.L.; MORENO, P.; SOBRAL, M.E.; ZUANAZZI, J.A.S.; HENRIQUES, A.T. Taxonomic Significance of Alkaloids and Iridoid Glucosides in the Tribe Psychotrieae (Rubiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v.32, n.12, p.1187-1195, 2004. ISSN: 0305-1978.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, M.C.; SILVA, M.A.G. Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829-842, out./dez. 2010. ISSN: 1679-0359.

- LOUSADA, L. L.; LEMOS, G. C. S.; FREITAS, S.P.; DAHER, R.F.; ESTEVES, B.S. Bioatividade de extratos hidroalcoólicos de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. sobre picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, p.282-286, 2012. ISSN: 1516-0572.
- LUZ, S.M., SOUZA FILHO, A.P.S.; GUILOHN, G.M.S.P. ; VILHENA, K.S.S. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2010. ISSN: 0100-8358.
- MACHADO, A.F.L., MEIRA, R.M.S., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A., TUFFI SANTOS, L.D., FIALHO, C.M.T. e MACHADO, M.S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008. ISSN: 0100-8358.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MALUTA, F.A. ; JÚNIOR, J.C.;SILVA, L.S. **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja [Glycine max (L). Merrill]**. Revisão Bibliográfica - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 17 de Agosto de 2011.
- MALDANER, L.; COLLINS, C.H.; JARDIM, I. C. S. F. Fases estacionárias modernas para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 7, 1559-1568, 2010. ISSN: 0100-4042.
- MANCUSO, M.A.C.; AIRES, B.C.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M.R.; SORATTO, R.P. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n.1, p. 001-005, jan-fev, 2016. ISSN: 2177-3491.
- MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*amburana cearensis* s.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**.2006.102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fortaleza-Ceará, 2006.
- MAHBOOBI, N.; HEIDARIAN, A. R. Allelopathic effects of medicinal plants on germination and seedling growth of some weeds. **J Fundam Appl Sci**. 8(2S), 323-336,2016. ISSN: 1112-9867.

MARTINS, J.F. **Aspectos ecofisiológicos e genético de biótipos de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate.**2013.63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Jaboticabal, 2013.

MATOS, J. M. D; MATOS, M. E. O. Farmacognosia: curso teórico – prático. Fortaleza: Edições UFC, p.245, 1989.

MATOS, L.M.M. **Química de espécies nativas de Croton L. (Euphorbiaceae).**2011. 132p.Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Botânica) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

MEHMOOD, A.; TANVEER, A.;NADEEM, M.A.; ZAHIR, Z.A. Comparative allelopathic potential of metabolites of two alternanthera species against germination and seedling growth of rice. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2014. ISSN: 0100-8358.

MELLONI, R.; BELLEZE, G.; PINTO,A.M.S.; DIAS, L.B.P.; SILVE,E.M.; MELLONI,E.G.P.; ALVARENGA, M.I.N.; ALCÂNTARA, E.N. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, 37:66-75, 2013. ISSN: 1806-9657.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; ARAÚJO, C.R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.** Araraquara v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008. ISSN: 0103-4235.

MENDONÇA, G.S.; MARTINS, C.C.; MARTINS, D.;COSTA, N.V. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* ((L.) Fedde).**Rev. Ciênc. Agron.**, v. 832 45, n. 4, p. 823-832, out-dez, 2014. ISSN: 1806-6690.

MONDO, V.H.V.; CARVALHO, S.J.P.; DIAS, A.C.R.; FILHO, J.M. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 1, p.131-137, 2010. ISSN: 0101-3122.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C.; MARTINS, F.R.A. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 47-55, 2008. ISSN 1806-9681.

- MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L.E.; TIRONI, S.P., GALON, L.; SANTOS, L.S. Alelopatia de plantas de cobertura na superfície ou incorporadas ao solo no controle de *digitaria* spp. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, p. 963-973, 2011. ISSN: 0100-8358.
- MORAIS, A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais Lilia. **Hortic. bras.**, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), agosto 2009. ISSN: 0102-0536.
- MORAIS, F.C. **Síntese e avaliação da atividade herbicida de derivados da lumissantonina**. 2013.144p.Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa Minas Gerais – Brasil, 2013.
- MORAIS, N.R.L.; OLIVEIRA NETO, F.B.; MELO, A.R.; BERTINI, L.M.; SILVA, F.F.M.; ALVES, L.A. Prospecção fitoquímica e avaliação do potencial antioxidante de *Cnidioscolus phyllacanthus* (müll. Arg.) Pax & k.hoffm. Oriundo de apodi – RN. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, p.180-185, 2016. ISSN: 1516-0572.
- MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; OLIVEIRA, C.; SILVA, J. M. B. V.; SILVA, D. R. O. Manejo de culturas de cobertura com potencial alelopático sobre o crescimento inicial de *Digitaria spp.* **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 6, núm. 2, p. 300-308, abril-junho, 2011. ISSN: 19811160.
- MORIEL, L. J. F.; BARATTO, D. M.; PEREIRA, P. S.; CONTINI, S. H. T.; MOMM, H.G.;BERTONI, B.W.; FRANÇA, S. de C.; PEREIRA, A. M. S. Logan in Production in *Palicourea rígida* H.B.K. (Rubiaceae) from Populations Native to Brazilian Cerrado. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.5, n.12, p.2559-2565. 2011. ISSN: 1996-0875
- MOŽDŽENÍ, K . REPKA P. Allelopathic influence of aqueous extracts from the leaves of *morus alba* l. On seed germination and seedling growth of cucumis *Sativus* L. And *Sinapsis alba* L. **Modern Phytomorphology** 5: 93–99, 2014. ISSN: 2227-9555.
- NATH, R.; ROY, S.; SASWATI ROY, B.; CHOUDHURY, M.D. Anticancer and antioxidant activity of Croton: A REVIEW. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Vol 5, Suppl 2, 2013. ISSN: 0975-1491.

NAVAS, R.; PEREIRA, M.R.R.; Efeito alelopático de *Raphanus sativus* em *Urochloa decumbens* e *Lactuca sativa*. **Revista Agroambiental On-line**, v.10, n.3, p. 228-234, julho-setembro, 2016. ISSN: 1982-8470.

NCUBE, B.; STADEN, J.V. Agropecuária. Embrapa Clima Temperado Pelotas - RS, 2010. Tilting Plant Metabolism for Improved Metabolite Biosynthesis and Enhanced Human Benefit. **Molecules**, v. 20, p.12698-12731, 2015. ISSN: 1420-3049.

NETO, L.G.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 2, 374-381, 2007. ISSN: 0100-4042.

NOJOSA, A.K.B.; LIMA, J.E.S.; CARVALHO, T.M.J.P. Determinação quantitativa de fenobarbital em plasma por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 68-78, jun. 2016. ISSN: 1984-3577.

NUNES, G.L.; et al. Alelopatia de extratos vegetais de *tabebuia* sp. sobre a germinação de sementes de plantas infestantes em culturas agrícolas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.2, p.1-9, 2014. ISSN: 2315-5094.

OLIVEIRA AKM; PEREIRA KCL; MULLER JAI; MATIAS R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Hortic. bras.**, v. 32, n. 1, jan. - mar. 2014. ISSN: 1806-9991.

OLIVEIRA, D.D.; SILVA, C.V.; GUEDES, M.L.S.; VELOZO, E.S.; Fixed and volatile constituents of *Croton heliotropiifolius* Kunth from Bahia-Brazil. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**. Vol. 10(26), pp. 540-545, 15 July, 2016. ISSN: 1996-0816.

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011. ISSN: 1679-9291 (impresso) e ISSN: 1807-8648 (on-line).

OLIVERIA, G. M. ; et al. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Scientia Plena**. VOL. 10, NUM. 04, p.1-6, 2014. ISSN: 1808-2793.

OLIVEIRA AKM; PEREIRA KCL; MULLER JAI; MATIAS R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Hortic. bras.**, v. 32, n. 1, p. 41-47, jan. - mar. 2014. ISSN: 2237-7271.

OLIVEIRA, A.S. **Atividade anti-inflamatória, antinociceptiva e antioxidante do extrato etanólico de *Leonurus sibiricus* L. (LAMIACEAE)**. 2017.77p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Sergipe. Aracaju, 2017.

OLIVEIRA, J.S.; PEIXOTO, C.P; POELKING, V.G.C; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.3, p.379-384, 2015. ISSN: 1516-0572.

OLIVEIRA, L.A.; DUQUE, F.F.; BELINELO, V.J.; SCHMILDT, E.R.; ALMEIDA, M.S. Atividade alelopática de extrato acetato-etílico de folhas de *Solanum cernuum* Vell. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 538-543, jul-set, 2013. ISSN: 1806-6690.

OLIVEIRA, M.T. ; SOUZA, GUSTAVO MAIA ; PEREIRA, S.; OLIVEIRA, D.A.S. ; FIGUEIREDO, KARLA V. ; ARRUDA, E. ; SANTOS, M. G. Seasonal variability physiological and anatomical traits contributes to invasion success of *Prosopis juliflora* in tropical dry forest. **Tree Physiology**, v. 37, p. 1-12, 2017.ISSN: online 1758-4469/ISSN: print 0829-318X.

OLIVEIRA, V.B.; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C.F.; PAULA, C.S.; DUARTE, A.F.S.; MIGUEL, M.D.1, MIGUEL, O.G. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clade-dad de *dicksonia sellowiana* (presl.). Hook, dicksoniaceae. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.230-239, 2016. ISSN: 1983-084X.

PACHECO, M.V.; FELIX, F.C.; MEDEIROS, J.A.D.; NUNES, S.L.; CASTRO, M.L.L.; LOPES, A.L.S. SOUZA, W.M.A.T. Potencial alelopático dos extratos de folhas e frutos de *Pityrocarpa moniliformis* sobre a germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia*. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 250 – 262, 2017, ISSN: 2318-0188.

PERGO, E.M. **Germinação, crescimento e metabolismo energético de *Bidens pilosa* L.: efeitos das cumarinas e outros aleloquímicos**. 2005.57p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia Celular). Maringá Paraná-Brasil, Agosto, 2005.

PEREIRA, F.C.M.; BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; ALVES, P.L.C.A. Interferência de plantas daninhas: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.236-255, 2014. ISSN: 2316-1809.

PEREIRA, R. J. ; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** . Vol. 3, N. 4: pp. 146-152, November 2012. ISSN: 2179-4804.

PEREIRA, W., MELO, W.F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. *Circular técnico 62*. Brasília, DF Julho, 2008. ISSN: 1415-3033.

POVH, J.A.; PINTO, D.D.; CORRÊA, M.O.G.; ONO, E.O. Atividade alelopática de *Machaerium acutifolium* Vog. na germinação de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 447-449, jul. 2007. ISSN: 1980-4849.

QUINTANA, P.S. **Avaliação de métodos cromatográficos empregando HPLC-FD E LC-MS/MS para determinação de resíduos de fluorquinolonas em alimentos de origem animal**.2017. 43p.Monografia (Graduação em Química) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, Brasil, 2017.

RABÊLO, G.O.; FERREIRA, A.L.S.; YAMAGUSHI, M.Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Bidens pilosa* L. na germinação e no desenvolvimento de espécies cultivadas. **Revista Científica da Faminas** – V. 4, N. 1, JAN.-ABR.P.34-43, de 2008. ISSN: 1807-6912.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; SANTOS, D.L. Influência do Fotoperíodo e Qualidade de Luz na Germinação de Sementes de *Melocactus conoideus* (Cactaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 900-902, jul. 2007. ISSN: 1980-4849.

REGO, S. S.; COSMO, N.L.; GOGOSZ, A.M.; KUNIYOSHI, Y.S . Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismática* (*D. Legrand*) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 4 p. 593 - 602, 2011. ISSN: 0101-3122.

REIS, M.M.L. **Avaliação de flavonóides em extratos vegetais por meio da técnica de CLAE**.2015.39p. Monografia (Graduação em Farmácia) - Universidade de Brasília. Brasília, 2015.

RIBEIRO, J.P.N.; LIMA, M.I.S. Potencial alelopático de *Crinum americanum* L. sob diferentes condições de extração. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 465-472, abr/jun. 2011. ISSN: 1679-0359.

RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. Var. Oleifa) na supressão de picão-preto (*Bidens sp*) e soja. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v-14, n2, p.239-248, abr-jun, 2008. ISSN: 2317-2436.

RODRIGUES, N.C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**.2016.p.45. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de São João Del Rei. Sete Lagoas, 2016.

ROJAS-IDROGO, C.; KATO, M.J.; DELGADO-PAREDES, J.E.; FLOH, E.L.S.; HANDRO, W. Producción de metabolitos secundários em cultivo de raíces in vitro y suspensiones celulares de *Ipomoea carnea* spp. *carnea* Jacq. **Anales de Biología** 36, 2014.ISSN: 1989-2128.

RONCHI, C.P.; SILVA. A.A.; SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; SANTANA, E.N.; FERREGUETTI, G.A. Manejo de plantas daninhas na cultura do mamoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 937-947, 2008. ISSN: 0100-8358.

RONCHI, C.P. SERRANO, L.A.L.; SILVA. A.A.; GUIMARÃES, O.R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 215-228, 2010. ISSN 1806-9681.

RUBIO, F.T.V. **Biossorção de compostos fenólicos de bagaços de uva em *Saccharomyces cerevisiae*: mecanismos do processo e bioacessibilidade**. 2017. 94p.Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

SALATINO, A.; SALATINO, M.L.F.; NEGRI, G. Traditional uses, Chemistry and Pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 18, No. 1,p. 11-33, 2007. ISSN: 0103-5053.

SANGEETHA, C.; BASKAR, P. Allelopathy in weed management: A critical review. **Jornal Africano of Agricultural**; Vol.10 (9), p. 1004-1015, Fevereiro de 2015.ISSN: 1991-637X.

SANTORE, T. **Atividade alelopática de extratos de plantas medicinais sobre a germinação de corda-de-viola (*Ipomoea nil* (L.) roth.)**. 2013. 28p. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biotecnologia) - Universidade Federal do Paraná. Palotina – PR, Agosto de 2013.

SANTOS, B.S.; BARRETTO, L.C.O.; SANTOS, J.A.B. Obtenção, liofilização e caracterização de extrato de capim limão (*Cymbopogon citratus* D.C.) e hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Revista GEINTEC**. São Cristóvão/SE. Vol. 3/n. 5/ p.90-99, 2013. ISSN: 2237-0722.

SANTOS, C.R.C.; SILVA, S.L.; SANTOS, M.M.D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.79, n.1, p.135-144, jan./mar., 2012. ISSN: 1808-1657.

SANTOS, V. H. M. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa***. 2012. 251f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas - Ecofisiologia) - Instituto de Biociências de Botucatu - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.

SANTOS, J.C.F.; COSTA, R.S.C.; LEÔNIDAS, F.C.; MENDES, A.M.; RODRIGUES, V.G.S. **Manejo agroecológico de plantas daninhas da cultura do café**. 1ª edição, 28 p. – (Documentos / Embrapa Rondônia, 0103-9865; 159). Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014. ISSN 0103 -9865.

SANTOS, D.Y.A.C. **Botânica aplicada: Metabolitos secundários na interação planta-ambiente**.2015.124p. Texto apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo como requisito para Concurso Público para obtenção de título de Livre-docente em Recursos Econômicos Vegetais. São Paulo, 2015.

SANTOS, R.; SILVA, C.T.A.C. Efeito alelopático de capim citronela sobre a germinação e o desenvolvimento de alface Valdir. **Revista Cultivando o Saber**. Volume 9 - n°, p.113 – 124. Janeiro a Março de 2016. ISSN: 2175-2214.

SANTOS, S., MORAES, M. L.L; REZENDE, M.O.O.; SOUZA FILHO, A.P.S. Potencial alelopático e identificação de compostos secundários em extratos de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) utilizando eletroforese capilar. **Ecl. Quím.**, São Paulo, 36, 2011. ISSN: 0100-4670.

SARTOR, L.R.; LOPES, L.; MARTIN, T.N.; ORTIZ, S. Alelopatia de *Acículas de Pínus* na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 470-480, Mar./Apr. 2015. ISSN: 1981-3163.

SCHNEIDER, T.C.; CRUZ – SILVA, C.T.A. Potencial alelopático do Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Thêmia et Scientia** – Vol.2, n.1, jan/jun, 2012. ISSN: 2237-793X.

SEAL, A.N.; PRATLEY, J.E. The specificity of allelopathy in rice (*Oryza sativa*). **View issue TOC**. Volume 50, Issue 4. Pages 303–311, August 2010. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00783.x.

SERAFIN, C.F. **Ação do sorleone na germinação de sementes de soja e trigo espécies invasoras**. 2007. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Oeste no Paraná. Cascavel, 2007.

SHOKOUHIAN, A.; HABIBI, H.; AGAHI, K. Allelopathic effects of some medicinal plant essential oils on plant seeds germination. **J. BioSci. Biotechnol.** 2016, 5(1): 13-17. ISSN: 1314-6246.

SILVA, F.M.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta bot. bras.** 20(1): 61-69. 2006.

SILVA, A.B.; BRITO, J.M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista AGROTEC** – v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015. ISSN: 0100-7467.

SILVA, A.C.O.; LIMA, R. A. 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** Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 381–388. ISSN: 22361170.

SILVA, C.; SILVA, A.F.; VALE, W.G.; GALON, L.; PETTER, F.A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.1-8, 2014. ISSN: 1678-4499.

SILVA, W.T.; KARAM, D.; VARGAS, L.; SILVA, A.F. Alternativas de controle químico para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p. 578-586, 2017. ISSN 1676-689X.

SILVA, G. F. ; MAPELI, N. C. ; CREMON, C. ; FREITAS, S. E. ; OLIVEIRA, M. R. Uso de soluções de fícus (*Ficus benjamina*) na germinação de tiririca (*Cyperus rotundus*). **Cadernos de Agroecologia** – Vol 10, Nº 3 de 2015. ISSN: 2236-7934.

SILVA, J.S.; SALES, M.F.; GOMES, A.P.S.; TORRES, D.S.C. Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta bot. bras.** 24(2): 441-453. 2010. ISSN: 0102-3306.

SILVA, L.R.; OLIVEIRA, A.A.; LIMA, R.A. Identificação dos metabólitos secundários do extrato etanólico das folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **South American, Jornal of Basic Education, Technical and Technological**. Vol.2, N.2, P.84-93, 2015. ISSN: 2446-4821.

SILVA, M.A.P.; FILHO, S.M.; DUARTE, A.E.; Moreira, F.J.C. Potencial alelopático de *Caryocar coriaceum* Wittm na germinação e crescimento inicial de plântulas de alface. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano IX, v.13, n.1, Jul, 2014. ISSN: 1980-5861.

SILVA, M.G.F. **Avaliação do potencial alelopático de raízes de capimannoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) e estudo fitoquímico**. 2014. 94p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

SILVAa, P.D. **Determinação de compostos fenólicos por HPLC**. 2012. 136p. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) - Universidade da Beira Interior. Covilhã, Outubro de 2012.

SILVA, P.S.S.; FORTES, A.M.T.; BOIAGO, N.P.; PILLATI, D.M.; GOMES, F.M. Interação alelopática de *Jatropha curcas* L. com *Helianthus annuus* L. e *Zea mays* L. por meio de exsudados radiculares. **Revista Biotemas**, 25 (3), setembro de 2012. ISSN: 2575-7925.

SILVAb, R. N. Caracterização e análise quali-quantitativa da arborização em praças da área central da cidade de Arapiraca, AL. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.7, n.2, p.102-115, 2012. ISSN: 1980-7694.

SILVA, M.E.A.; SILVA, D.C.; CORTEZ, P.A. **Caracteres embriológicos de *Croton heliotropiifolius* kunth (Euphorbiaceae, Malpighiales) ocorrente em área uranífera do estado da Bahia, Brasil**. Centro de Convenções de Vitória. Vitória –ES, 25 A 30 DE Setembro de 2016.

SILVA, C.P.; RICCI, T.G.; ARRUDA, A.L.; PAGLIOSA, F.M.; MACEDOC, M.L.R. Extratos Vegetais de Espécies de Plantas do Cerrado Sul-Matogrossense com Potencial de Bioherbicida e Bioinseticida. **Uniciências**, v. 21, n. 1, p. 25-34, 2017. ISSN: 1415-5141.

SILVA, P.S.S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Biotemas**, 25 (3), 65-74, setembro de 2012. ISSN: 2175-7925.

SILVA, R.M.G.; SARAIVA, T.S.; SILVA, R.B. GONÇALVES, L.A.; SILVA, L. P. Potencial alelopático de extrato etanólico de *Anadehanthera macrocorpa* e *Astronium graveiolsens*. **Bioci. J.**, Uberlândia, v.26, n.4, p. 632-637, July/Aug, 2010. ISSN: 1981-3163.

SISODIA, S.; SIDDIQUI, M.B. Allelopathic effect by aqueous extracts of different parts of *Croton bonplandianum* Baill. on some crop and weed plants. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development** .Vol. 2(1). pp. 022-028, January, 2010. ISSN: 2141-2170.

SODRÉ, R.C.; SILVA, M.J. O gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae s.s. – Crotonoideae) na Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 70, n. 1, p. 89-104, junho 2015. ISSN: 2446-8231.

SONEGO, E.T. Extratos alelopáticos de capim Tanzânia no desenvolvimento inicial de plântulas de milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.5, n.2 mai/ago. (2012). ISSN 1983-6325.

SOUSA, N.J. **Influência do controle mecânico e do controle químico de plantas infestantes sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus* L** Hér.2008. 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2008.

SOUZA, A.S.L. Extrato de Repolho fermentado na germinação e no desenvolvimento de plantas de picão preto. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, may 2016. ISSN: 2236-7934.

SOUSA, S. F. G.; RIQUETTI, N. B.; TAVARES, L.A.F.; MARASCA, I.; JUNIOR, R.A. Efeito da utilização de extratos vegetais sobre a germinação de três espécies de plantas espontâneas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.18, n.1, p.29-33, jun., 2011. ISSN: 1677-0293.

SOUZA, J.I.M.; SANTOS, C. A. G.; OLIVEIRA, J.C.D.; FERREIRA, L.L. O gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) no Horto Florestal Olho D'Água da Bica, Cuité/PB. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi - Árido**, v. 10, n. 3, p. 01-07, jan - mar, 2014. ISSN: 1808-6845.

STEIN, V.C.; BOBROWSKI, V.L.; VARGAS, D.P.; SOUZA, S.A.M.; CATTELAN, L.V. Atividade alelopática de extratos aquosos de diferentes espécies plantadas. **Revista Verde.**, (Mossoró – RN – Brasil), v.1, n.3,146150 p. de janeiro/março de 2008. ISSN: 1981-8203.

STÜLP, J. L.; BATTISTUS, A. G.; BULEGON, L. G.; PALUDO, W. E.; PINTO NETO, A. A.; BORGES, F. G.12401 - Utilização de extrato de leucena (*Leucaena leucocephala*) no

desenvolvimento inicial de rabanete (*Raphanus sativus*) visando melhor qualidade das plantas. **Cadernos de Agroecologia**. Vol 6, No. 2, 2011. ISSN 2236-7934.

SCHERER, R.; GODOY, HT. Effects of extraction methods of phenolic compounds from *Xanthium strumarium* L. and their antioxidant activity. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.16, n.1, p.41-46, 2014. ISSN: 1516-0572.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p. il. color. Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição: Paulo Luiz de Oliveira.

TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão – preto (*Bidens Pilosa* L.). **Revista Ciência Agrotecnológica**. Lavras, v.28, n.3, p.691-695, maio/jun.,2004. ISSN: 1413-7054.

TERÇO, J.W.S.; LIMA, R.A. Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Solanum paniculatum* L. **Journal of edication tocchicol and techonological**.Vol.3; n.2, p.92-99, 2016. ISSN: 2250-3498.

TIMOSSI, P.C. Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 175-179, 2009. ISSN: 0100-8358.

TOKUHISA, D., DIAS, D.C.F.S., ALVARENGA, E.M., HILST, P.C., DEMUNER, A.J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 3, p. 180-188, 2007. ISSN: 0101-3122.

THAPAR, R.; SINGH, N.B. Effects of leaf-residues of *Croton bonplandianum* on growth and metabolism of *Parthenium hysterophorus* L. **Allelopathy Journal, Allahabad**, v.18, n.2, p.255-266, 2006. ISSN: 1981-8203.

TREVISAN, R.R.; LIMA C.P.; MIYAZAKI, C.M.S.; PESCI, F.A.; SILVA, C.B.; HIROTA, B.C.K. ; LORDELLO, A.L.L.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D.; ZANIN, S.M.W. Avaliação da atividade fitotóxica com enfoque alelopático do extrato das cascas de *Celtis iguanaea* (Jacq.). *Sargent Ulmaceae* e purificação de dois triterpenos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.3, p.494-499, 2012. ISSN: 1516-0572.

TUR, C.M.; MARTINAZZO, E.G.; AUMONDE, T.Z.; VILLELA, F.A. Efeito alelopático de extratos aquosos foliares de *Lonchocarpus campestris* na germinação e no crescimento inicial de picão-preto. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 55, n. 4, p. 277-281, out./dez. 2012. ISSN: 1679-0359.

TURNES, J.M.; BONETTI, A.F.; KRAUSE, M.S.; CANTELI, V.C.D.; PAULA, C.S.; DUARTE, M.R.; ZANIN, S.M.W.; DIAS, J.F.G.; MIGUEL, M.A.; MIGUEL, O.G. Avaliação da atividade antioxidante e alelopática do extrato etanólico e frações das cascas do caule de *Zanthoxy Lun rhoifolium* Lam Rutaceae. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica**. Apl.; 35 (3): 459-467, 2014. ISSN: 1808-4532.

ULGUIM, A.R.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; MAGRO, T.D.; WESTENDORFF, N.R.; HOLZ, M.T. Manejo de capim Pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. **Revista Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.1, p.17-24, jan. 2013. ISSN: 0100-204X.

VARGAS, J.D.; BORGES, B.T.; BOLIGON, A.A.; VESTENA, S. Análise fitoquímica de *Eragrostis plana* Nees E DE *Desmodium incanum* DC. **Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa**. v. 7, n. 2 (2015): Salão de Pesquisa. ISSN: 2317-3203.

VASCONCELOS, E.A.F.; MEDEIROS, M.G.F.; RAFFIN, F.N.; MOURA T.F.A.L. Influência da temperatura de secagem e da concentração de Aerosil[®]200 nas características dos extratos secos por aspersão da *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Rev. bras.farmacognosia**. vol.15 no.3 João Pessoa July/Sept., p.243-249, 2005. ISSN: 1981-528X.

VASCONCELOS, M.C.C., SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. Interferência de Plantas Daninhas sobre plantas cultivadas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.01-06, jan-mar, 2012.ISSN: 1808-6845.

VIZZOTTO, M., KROLOW, A.C., WEBER, G.E.B. Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2010. 16 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 316). ISSN: 1516-8840.

VELLOSO, M.A.L.; ABREU, I.N.; MAZZAFERA, P. Indução de metabólitos secundários em plântulas de *Hypericum brasiliense* Choisy crescendo *in vitro*. **Revista Acta Amazônica**. Vol. 39(2): 267 – 272, 2009. ISSN 0044-5967.

VIECELLI, C.A.; SILVA, C.T.A.C. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. **Semina: Ciências Agrárias.**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2009. ISSN: 1679-0359.

VENTRELLA, M.C.; MARINHO, C.R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasil. Bot.**, V.31, n.3, p.457-467, jul.-set. 2008. ISSN: 1806-9959.

VIVEIROS, C.C.M.; LIMA, C.R.; FONSECA, A.S.; BASTOS, J.S.F.; LIMA, R.A. **Identificação de metabólitos secundários presentes no extrato etanólico dos frutos verdes e maduros de Morinda citrifolia (RUBIACEAE).** 64º Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte, p. 10-15 de Novembro de 2013.

VIZZOTTO, M., KROLOW, A.C., WEBER, G.E.B. Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2010. 16 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 316). ISSN: 1516-8840.

XU, J.G.; TIAN, R.; HU, Q.P.; LUO, J.Y.; WANG, X.D.; TIAN, X.D. Dynamic changes in phenolic compounds and antioxidant activity in oats (*Avena nuda* L.) during steeping and germination. **Journal of agricultural and food chemistry**, Vol.57(21), pp.10392-8, 11 November, 2009.

YAMAGUSHI, M.Q.; GUSMAN, G.S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1361-1374, out./dez. 2011. ISSN: 1679-0359.

WANDSCHEER, A.C.D.; BORELLA, J.; BONATTI, L.C.; PASTORINI, L.H. Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica** 25(1): 25-30. 2011. ISSN: 0102-3306.

WANG, C. *et al.* Review on allelopathy of exotic invasive plants. **Procedia Engineering**, v. 18, p. 240–246, 2011. ISSN: 1877-7058.

ZOBIOLE, L.H.S.; KRENCHINSKI, F.H.; ALBRECHT, A.J.P.; PEREIRA, G.; LUCIO, F.R.; ROSSI, C.; RUBIN, R.S. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.2, p.157-164, abr./jun. 2016. ISSN: 2236-1065.

ZOCOLO, G.J. **Princípios e Aplicações da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).** Conselho Regional de Química - IV REGIÃO (SP). Araraquara, 15 de setembro de 2010.

ZUCHETTO, R.D.M. **Contribuição ao estudo fitoquímico e atividades biológicas (alelopática, antioxidante e toxicológica in vitro) de *Cyathea atrovirens* (Langsd. et fisch) domin, Cyatheaceae.** 2014.84p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.