



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - PRPGP
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR-PPBM**

JEANE DANTAS SOUSA

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. (ASTERACEAE) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cenchrus echinatus* L. (POACEAE) E *Lactuca sativa* L. (ASTERACEAE)

**CRATO-CE
2017**

JEANE DANTAS SOUSA

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *Acrítopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. (ASTERACEAE) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cenchrus echinatus* L. (POACEAE) E *Lactuca sativa* L. (ASTERACEAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri - URCA como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Bioprospecção Molecular. Linha de pesquisa: Biodiversidade.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

CRATO-CE

2017

Sousa, Jeane Dantas.

S725a Atividade alelopática de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. (Asteraceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Cenchrus echinatus* L. (Poaceae) e *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). – Crato-CE, 2017

75p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri - URCA. Área de concentração: Bioprospecção Molecular. Linha de pesquisa: Biodiversidade.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

1. Metabolismo secundário; 2. Aleloquímicos; 3. Alelopatia;
4. Óleo essencial; 5. Extrato Aquoso; I. Título.

CDD: 615.3

JEANE DANTAS SOUSA**ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. (ASTERACEAE) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cenchrus echinatus* L. (POACEAE) E *Lactuca sativa* L. (ASTERACEAE)**

Dissertação submetida e aprovada pela Banca Examinadora em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)

Prof^o. Dr. João Tavares Calixto Júnior
Faculdade de Juazeiro do Norte - FJN
(Membro Avaliador)

Prof.^a. Dra. Maria Flaviana Bezerra Morais Braga
Universidade Regional do Cariri - URCA
(Membro Avaliador)

Prof.^a. Dra. Sirleis Rodrigues Larceda
Universidade Regional do Cariri - URCA
(Membro Suplente)

Dedico este trabalho a Deus que está acima de tudo, aos meus pais Francisca Helena e José Gonçalves que com simplicidade me mostraram o grande valor da vida e me ensinaram a correr atrás dos meus sonhos e aos meus irmãos que estiveram sempre comigo. A Deus toda gloria!

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, o autor da minha fé, o Senhor da minha vida, sem Ele nada teria sido possível, a Deus toda a glória por mais essa vitória;

Aos meus **Pais** pelo amor, dedicação e empenho, sou grata a Deus por tê-los ao meu lado me fortalecendo em meio às dificuldades, me sustentando em meio às tribulações, esse trabalho nada mais é do que fruto da educação e trabalho deles, meus eternos agradecimentos;

Aos meus irmãos **Jesualdo** e **Josué** que estão comigo em todos os momentos, me ajudando a ser forte e me encorajando para enfrentar todas as dificuldades;

A **Emerson** pela sua grande expressão de amor e carinho, e pelo companheirismo em todos os momentos, me fortalecendo nos momentos mais difíceis;

Todos estes não mediram esforços para me ajudar, e no momento em que mais precisei estiveram comigo, se não fosse por essa família maravilhosa esse trabalho não teria sido concluído, agradeço a Deus por colocar essas pessoas em minha vida.

A minha orientadora Profa. Dra. **Maria Arlene Pessoa da Silva** pela oportunidade concedida, que me fez crescer em conhecimento e profissionalismo, pelas orientações, paciência e dedicação perante a construção desse trabalho;

A todos do Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (**HCDAL**) e Laboratório de Botânica Aplicada (**LBA**) que direta e indiretamente contribuíram para construção deste trabalho;

As equipes que compõe o Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular (**LMBM**), Farmacologia e Química Molecular (**LFQM**) e Pesquisa de Produtos Naturais (**LPPN**) que contribuíram na realização de alguns experimentos do presente estudo;

A equipe do Laboratório de Pesquisa Fitoquímica do Departamento de Farmácia Industrial da **Universidade Federal de Santa Maria**, pelas análises químicas realizadas, que contribuíram grandemente para a construção deste trabalho;

A **Banca Examinadora constituída pelos Professores** Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva, Dr. João Tavares Calixto Júnior, Dr. Maria Flaviana Bezerra Moraes Braga e Dra. Sirleis Rodrigues Larceda.

A **Universidade Regional do Cariri (URCA)** e ao programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular (PPBM) pela oportunidade concedida, para o meu crescimento profissional.

A todos, Muito Obrigada!

***“Por tanto, quer comais, quer bebais ou
façais outra coisa qualquer, fazei tudo para a
glória de Deus”.***

I cor. 10: 31

RESUMO

Os vegetais têm a capacidade de liberar no ambiente, diversos produtos do metabolismo secundário que podem influenciar de forma positiva ou negativa a germinação, o desenvolvimento e outros processos ecofisiológicos de plantas circunvizinhas. Tal fenômeno é conhecido como alelopatia. O presente estudo tem por objetivo testar o potencial alelopático do Extrato Aquoso e óleo essencial de *Acrispappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. (candeeiro) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) e *Lactuca sativa* L. (alface). Os constituintes químicos presentes no Extrato Aquoso foram identificados através do sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), e a análise dos compostos do óleo essencial foi realizada através da cromatografia em fase gasosa (CG). O extrato a 100% foi diluído em água destilada para as concentrações de 12,5, 25, 50 e 75%. O grupo controle constou somente de água destilada. Para a extração do óleo essencial foi empregada a técnica de hidrodestilação. Para o teste alelopático, o óleo essencial foi emulsionado com Dimetilsulfoxido (DMSO) na proporção 1:1, e dissolvido em água destilada a 0,001, 0,01, 0,10, 0,25, 0,50, 0,75 e 1% de concentração. O grupo controle foi constituído por uma solução de DMSO e água destilada na concentração de 1%. Os tratamentos constaram de cinco repetições com 20 sementes, totalizando 120 sementes por tratamento para o bioensaio com extrato aquoso e 140 para o teste realizado com óleo essencial. Foi aferido o pH dos extratos em suas diversas concentrações e ajustado para uma escala de 6 a 7. Os testes foram conduzidos em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, por um período de cinco dias para as sementes de *C. echinatus* e sete dias para as de *L. sativa*. Foi analisada a germinação das sementes, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), o comprimento do caulículo e da radícula. A análise estatística foi realizada através do teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa ASSISTAT 7.7 beta. A análise química por CLAE do Extrato Aquoso revelou a presença majoritária de quercetina, ácido cafeico e ácido elágico. No óleo essencial os constituintes que mais se destacaram foram mircenol, β -pineno e limoneno. O extrato afetou a germinação, retardou o IVG e inibiu o desenvolvimento das plântulas de *C. echinatus*. Em relação às sementes de *L. sativa* o extrato não interferiu na germinação, no entanto provocou retardamento no IVG e reduziu o comprimento das plântulas. O óleo essencial não influenciou a germinação das sementes de *C. echinatus* e *L. sativa*, mas afetou o IVG e o desenvolvimento das plântulas. Os efeitos alelopáticos observados no Extrato Aquoso foram mais significativos na germinação das sementes de *C. echinatus* em relação aos bioensaios com o óleo essencial. Nas demais variáveis foram observadas interferências negativas tanto nos testes realizados com o Extrato Aquoso como no óleo essencial. Os efeitos observados possivelmente devem-se a ação dos constituintes químicos encontrados na espécie em estudo os quais podem atuar isoladamente ou em conjunto.

Palavras-Chave: Metabolismo secundário. Aleloquímicos. Alelopatia. Óleo essencial. Extrato Aquoso.

ABSTRACT

Vegetables have an ability to release into the environment numerous secondary metabolism products that can influence germination, development, and other ecophysiological processes of surrounding plants positively or negatively; such phenomenon as it is known as allelopathy. The present study aims to test the allelopathic potential of the aqueous extracts and essential oil of *Acritopappus confertus* (Gardner) RM King & H. Rob on initial germination and development of *Cenchrus echinatus* L. and *Lactuca sativa* L. plantlet. Chemical constituents present in the aqueous extracts were identified by high performance liquid chromatography (CLAE), and analysis of the essential oil compounds was performed by gas phase chromatography (GC). The aqueous extracts was diluted in distilled water to the concentrations of 12.5, 25, 50 and 75%. The control group consisted only of distilled water. In order to extract the essential oil, the hydrodistillation technique was used. For the allelopathic test, the essential oil was emulsified with dimethylsulfoxide (DMSO), proportion of 1:1, and dissolved in distilled water at 0.001, 0.01, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75 and 1% concentration. The control group consisted of 1% DMSO solution diluted in distilled water. The treatments involved of five replicates with 20 seeds, totaling 120 seeds per treatment for the bioassay with aqueous extracts and 140 for the test performed with essential oil. The pH of the extracts in their various concentrations was measured and adjusted to a scale of 6 to 7. The tests were conducted in a BOD-type germination chamber at temperature of 25° C (77° F) with a photoperiod of 12 hours. It was run for a period of five days for the seeds of *C. echinatus* and seven days for those of *L. sativa*. Seed germination, Germination Speed Index (GS), root and radicular length were analyzed. Statistical analysis was performed using the Tukey test at 5% probability based on ASSISTAT 7.7 beta program. The chemical analysis by CLAE, of aqueous extracts, shown the presence of quercetin, caffeic acid and ellagic acid in most of the cases. On the other hand, in the essential oil, the constituents that stood out most were myrene, β -pinene and limonene. The aqueous extracts affected the germination, retarded the GS and inhibited the development of the seedlings of *C. echinatus*. In relation to the seeds of *L. sativa*, the extract did not interfere in the germination; however, it caused delay in GS and reduced the length of the seedlings. The essential oil did not influence the germination of the seeds of *C. echinatus* and *L. sativa*, but affected the GS and the development of the seedlings. The allelopathic effects, observed in the aqueous extracts, were more significant in the germination of the seeds of *C. echinatus* in relation to the bioassays with the essential oil. Speaking of the other variables, negative interferences were observed in both tests with the aqueous extracts as the essential oil. The observed effect is possibly due to the action of the chemical constituents found in the studied species, which may act alone or in combination.

Keywords: Secondary metabolism. Allelochemicals. Allelopathy. Essential oil. Aqueous Extract.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Áreas de ocorrência da família Asteraceae no mundo. As áreas mais escuras representam uma distribuição maior de espécies.....29
- Figura 2** - *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. a. Aspecto geral; b. Folhas e botões florais; c. Inflorescência.....30
- Figura 3** - Perfil de cromatografia líquida de alta resolução representativo de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.38
- Figura 4** – Germinação das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.44
- Figura 5** - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.46
- Figura 6** - Comprimento do caulículo de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.47
- Figura 7** - Comprimento da radícula de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.47

Figura 8 - Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.....48

Figura 9 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.49

Figura 10 - Comprimento do caulículo de plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.50

Figura 11 – Comprimento da radícula de plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.51

Figura 12 - Germinação das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.52

Figura 13 – Índice de Velocidade de Germinação de (IVG) sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.53

Figura 14 - Comprimento do caulículo de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.54

Figura 15 - Comprimento da radícula de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.55

Figura 16 - Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.....56

Figura 17 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.57

Figura 18 - Comprimento do caulículo das plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.58

Figura 19 – Comprimento da radícula das plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do pH para as concentrações do Extrato Aquoso e Óleo Essencial das folhas frescas de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.36

Tabela 2 - Componentes do extrato de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.39

Tabela 3 - Constituintes do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MMA - Ministério do Meio Ambiente	32
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	32
SISBIO - Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade	32
LBA - Laboratório de Botânica Aplicada	32
HCDAL - Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima	32
URCA - Universidade Regional do Cariri	32
EBA - Extrato Aquoso Bruto	32
rpm - Rotações por Minuto.....	33
CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	33
DAD - Detector de arranjo de diodos.....	33
mg/mL - Miligramas por mililitro	33
mm - Milímetro.....	33
µm - Micrômetro	33
v/v - Volume por volume	34
min - Minuto	34
µL - Microlitro	34
nm - Nanômetro	34
CG - Cromatografia em Fase Gasosa.....	34
FID - Detector por Ionização de Chama	34
CG-EM - Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa.....	35
IR - Índice de Retenção.....	35
DCBio - Departamento de Ciências Biológicas	35
DMSO - Dimetilsulfóxido	36
BOD - Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	37

IVG - Índice de Velocidade de Germinação	37
Σ - Sigma.....	37
mAU - Unidade de Absorção por Milésimo	38
mg/g - Miligrama por grama	39

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Alelopatia	20
2.2 Aleloquímicos	22
2.3 Vias de Liberação e fatores que afetam a produção de aleloquímicos	24
2.4 Mecanismos de ação dos compostos alelopáticos	27
2.5 Família Asteraceae	28
2.6 Gênero <i>Acritopappus</i>	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Coleta e identificação de material botânico	32
3.2 Preparo do Extrato Aquoso Bruto (EBA) de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	32
3.3 Extração do óleo essencial de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	33
3.4 Análise da Composição Química do Extrato Aquoso (EBA) de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	33
3.5 Análise da Composição Química do Óleo Essencial de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	34
3.6 Atividade Alelopática	35
3.7 Variáveis analisadas	37
3.8 Análise estatística	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38

4.1 Análise química do Extrato Aquoso de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	38
4.2 Análise Química do Óleo Essencial de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	41
4.3 O pH do Extrato Aquoso e do óleo essencial de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	43
4.4 Avaliação do efeito do Extrato Aquoso de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob. sobre a germinação e crescimento inicial de <i>Cenchrus echinatus</i> L. e <i>Lactuca sativa</i> L.	44
4.5 Avaliação do efeito do óleo essencial de <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob. sobre a germinação e crescimento inicial de <i>Cenchrus echinatus</i> L. e <i>Lactuca sativa</i> L.	51
5 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS	72

1 INTRODUÇÃO

A alelopatia pode ser definida como um mecanismo em que plantas vivas ou mortas liberam compostos químicos que podem interferir de maneira positiva ou negativa no crescimento e desenvolvimento de outros vegetais. Em ambientes naturais a alelopatia desempenha papel importante na dominância, sucessão vegetal e na formação de comunidades vegetais, sendo também uma importante estratégia de colonização de muitas espécies exóticas sobre a comunidade natural (LI et al. 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Diversas classes de metabólitos secundários apresentam atividade alelopática, a exemplo dos taninos, glicosídeos cianogênicos, alcalóides, sequiterpenos, flavonoídes, ácidos fenólicos e outros. Tais compostos secundários, denominados aleloquímicos, promovem interações bioquímicas entre as plantas quando liberados no ambiente (TUR; BORELLA, 2010).

Uma grande variedade de aleloquímicos sintetizados e armazenados em diferentes células das plantas, seja de forma livre ou combinadas com outras moléculas, são liberados no ambiente em condições naturais, pois são hidrossolúveis, como uma resposta a fatores de estresse biótico e abiótico. Além disso, a liberação das substâncias químicas pode ocorrer por volatilização através das partes aéreas da planta, da lixiviação das superfícies da planta, através da chuva, orvalho e neblina, da exsudação radicular, pela decomposição de resíduos vegetais e pela lixívia da serapilheira (SILVA; AQUILA, 2006b; PIRES; OLIVEIRA, 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Os aleloquímicos são responsáveis por causarem efeitos diretos e indiretos no vegetal. Os efeitos indiretos promovem alterações nas propriedades e características nutricionais do solo, bem como nas populações e/ou atividade de organismos presentes no mesmo. Os efeitos diretos são os mais estudados, e se refletem nas alterações celulares e metabólicas, incluindo as modificações no funcionamento de membranas, absorção de nutrientes e de água, atividade fotossintética e respiratória (SILVA; AQUILA, 2006b).

A descoberta de novos aleloquímicos tem sido uma alternativa ao uso de herbicidas convencionais para o controle de plantas invasoras. O uso dos herbicidas atuais tem aumentado o risco de contaminação ambiental, provocando mudanças nas populações de espécies invasoras e aumento da resistência a esses compostos. Nesse sentido, os estudos realizados com novos aleloquímicos, podem contribuir para a produção de outro tipo de

herbicida, seja para uso direto dos compostos descobertos ou como modelos moleculares para a síntese de novos agroquímicos (OLIVEIRA et al., 2012).

Miranda et al. (2015a) reforçam que a utilização de bioerbicidas tem contribuído para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável. As plantas daninhas têm sido controladas basicamente através dos herbicidas, que apesar de apresentar um efeito eficaz do ponto de vista funcional, a ação destes produtos é largamente discutida quanto aos efeitos prejudiciais sobre o meio ambiente, saúde humana e a vida silvestre. Nesse sentido, os estudos voltados para a descoberta de compostos naturais, a fim de utilizá-los em substituição aos herbicidas sintéticos é de grande importância para reduzir estes efeitos.

Através da análise da ação alelopática é possível selecionar plantas que exercem controle sobre as plantas infestantes, bem como no estabelecimento de plantas que não atuem antagonicamente entre si, contribuindo assim para a composição de lavouras mais equilibradas com reflexos favoráveis a produtividade. Além disso, também é possível reduzir custos na agricultura, realizar a identificação e uso de insumos de baixo impacto ambiental (BRASS, 2009).

Espécies de inúmeras famílias botânicas a exemplo de Poaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Asteraceae e dentre outras têm apresentado ação alelopática (OLIVEIRA et al., 2011; MIRANDA et al., 2015b; LEITE et al., 2015; ALENCAR et al., 2015). Asteraceae, um dos grupos mais numerosos dentro das Angiospermas, com aproximadamente 24.000 espécies agrupadas em mais de 1.600 gêneros. São plantas que apresentam aspecto variado, compostas principalmente por pequenas ervas ou arbustos e raramente árvores. Cerca de 98% dos seus gêneros são compostas por plantas de pequeno porte, encontradas em todos os tipos de habitats, sendo mais frequentes nas regiões tropicais montanhosas da América do Sul (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; FUNK et al., 2009; JUDD et al., 2009).

O gênero *Acritopappus* é constituído por 19 espécies, onde 95% destas estão localizadas em zonas serranas situadas na parte central dos estados da Bahia e Minas Gerais. *A. confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. apresenta distribuição mais ampla, sendo abundantes em vários estados do Nordeste, incluindo o Ceará (GUEDES 2004; PASSOS 2007).

De acordo com Guedes (2004) espécies do gênero *Acritopappus* têm sido estudadas do ponto de vista fitoquímico, incluindo *A. confertus* na qual foram encontrados vários compostos químicos com reconhecida ação alelopática, tais como diterpenos, ent-labdânicos,

cleodânico entre outros. Embora alguns estudos apresentem a constituição química desta espécie, poucos retratam sobre o seu potencial alelopático.

O estudo das ações alelopáticas nos vegetais é útil na descoberta de substâncias, que podem no futuro serem empregadas como herbicidas naturais, menos prejudiciais ao meio ambiente e com mais especificidade de ação, ao contrário de herbicidas químicos, que têm provocado impactos ambientais significativos, e em muitos casos constituem um risco para a saúde humana (BORELLA; PASTORINI, 2010).

Com base nos aspectos acima expostos no presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos alelopáticos do extrato aquoso e do óleo essencial de *A. confertus* sobre a germinação, Índice de Velocidade de Germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas da espécie daninha *Cenchrus echinatus* L. e da hortaliça *Lactuca sativa* L. com o intuito de se descobrir um bioherbicida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alelopatia

Desde o princípio das civilizações, o homem tem observado a capacidade de uma planta em afetar o desenvolvimento de outras nas suas proximidades. Os primeiros registros relacionados ao fenômeno da alelopatia datam de 300 anos a.C, quando Theophrastus observou que o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L., Fabaceae) não revigorava o solo como as outras plantas, causando sua exaustão e consequente destruição das plantas invasoras (RICE, 1984).

Bazan Kumazawa há pelo menos 300 anos atrás relatou em sua obra possíveis efeitos alelopáticos de *Pinus densifolia*. Em 1863, De Candolle atribuiu a causa de doenças no solo em áreas agrícolas, ao exsudato das plantas cultivadas, e que para aliviar tal problema seria necessário realizar a rotação de culturas (LEE; MONSI, 1963). Embora tais relatos sejam bastante antigos, somente depois de 1900 é que foram desenvolvidos os primeiros experimentos científicos que buscavam explicar o fenômeno da alelopatia (ALVES, 2002).

O termo alelopatia foi definido por Molisch em 1937, com a junção das palavras gregas *alleton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo), em alusão as interações bioquímicas tanto benéficas como prejudiciais que ocorrem entre as plantas, incluindo os microrganismos (RICE, 1984). Com o passar do tempo este termo vem sendo redefinido, Putnam e Duke (1978) definem alelopatia como os efeitos prejudiciais de uma planta (doadora) na germinação, crescimento ou desenvolvimento de outras espécies de plantas (receptoras).

Rice (1984) apresenta uma definição mais ampla de alelopatia, afirmando que o fenômeno consiste na liberação de aleloquímicos pelas plantas, fungos, bactérias e algas, os quais apresentam efeitos benéficos ou prejudiciais sobre a germinação, desenvolvimento e crescimento de plantas vizinhas. Este fenômeno pode ocorrer entre micro-organismos, micro-organismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas, plantas daninhas e cultivadas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002; PERIOTTO et al., 2004).

Atualmente um dos conceitos mais aceito para alelopatia data de 1996 e vem da Sociedade Internacional de Alelopatia que afirma tratar-se de um processo de produção de metabólitos secundários por plantas, algas, bactérias e fungos que afetam o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agrícolas (OLIVEIRA, 2009).

Para Borges et al. (2007) a alelopatia pode ser definida como a capacidade que os vegetais superiores ou inferiores têm de produzir substâncias químicas e lançá-las no ambiente, interferindo de forma favorável ou desfavorável no desenvolvimento de outros organismos. Tais substâncias quando liberadas em proporção suficiente podem promover uma ação alelopática, afetando a germinação, crescimento e/ou desenvolvimento de plantas já estabelecidas e assim como o de micro-organismos.

Souza et al. (2007) afirmam que a alelopatia não vem a ser uma competição, uma vez que não implica em disputa por recursos limitados a exemplo de luz, água e nutrientes, mas trata-se de um efeito tóxico das substâncias que são produzidos pelas plantas. Pires e Oliveira (2011) afirmam que o fenômeno da alelopatia difere da competição, uma vez que a primeira consiste na introdução de substâncias químicas no ambiente, e a segunda implica na remoção do ambiente de elementos importantes para o crescimento como luz, água, gás carbônico e nutrientes.

O efeito alelopático pode ser classificado em dois tipos: autotoxicidade e heterotoxicidade. O primeiro consiste em um mecanismo intraespecífico de alelopatia, onde uma espécie libera substâncias químicas, que interfere na germinação e crescimento de plantas da própria espécie. O segundo ocorre quando uma determinada planta libera aleloquímicos, que afetará a germinação e o crescimento de plantas de outras espécies (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O fenômeno da autoxicidade pode ser verificado tanto em espécies de ecossistemas naturais quanto nos alterados, como as pastagens nativas, florestas naturais e outros, interferindo nas implicações ecológicas e econômicas, provocando assim um declínio na produção de alimentos, falhas na regeneração das áreas naturais e dentre outros (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Pesquisas sobre alelopatia são muito importantes para agricultura, visto que o conhecimento sobre as reações alelopáticas de plantas cultivadas e invasoras, possibilita a implementação de técnicas de rotação de culturas, época e processos de sementeiras mais adequados, promovendo assim uma melhoria para os sistemas agrícolas (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Através do conhecimento das estruturas químicas dos aleloquímicos é possível a produção de herbicidas naturais em substituição aos herbicidas químicos, contribuindo desse

modo para uma maior sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, através da produção de material menos poluente (SAMPIETRO, 2003).

Souza et al. (2007) afirmam que para avaliar se uma planta apresenta ações alelopáticas, é feita uma análise de uma das principais variáveis, a germinação. Os testes de germinação são simples de serem realizados, para este procedimento é necessário que a temperatura, o substrato e a umidade sejam controlados, as sementes cultivadas devem ser de boa qualidade, de fácil acesso e sensíveis aos aleloquímicos a exemplo do alface e da tomate.

A massa seca da raiz e parte aérea, bem como o comprimento dos caulículos e radículas, são as variáveis mais utilizadas para avaliar o crescimento, uma vez que a emergência e o crescimento da plântula são considerados as fases mais sensíveis durante o desenvolvimento do vegetal (FERREIRA; AQUILA, 2000).

As sementes teste utilizadas em bioensaios alelopáticos deve apresentar germinação rápida, uniforme e serem sensíveis a baixas concentrações das substâncias alelopáticas. As sementes podem ser nativas ou cultivadas, devendo conter representantes tanto de eudicotiledôneas como de monocotiledôneas (FERREIRA, 2004; FERREIRA; AQUILA, 2000).

O uso de extratos aquosos é um dos procedimentos mais utilizados em estudos de alelopatia, principalmente nos países em que as pesquisas estão em fase inicial, onde há poucos trabalhos relacionados ao isolamento e identificação de aleloquímicos. Os óleos essenciais também são utilizados em testes de alelopatia, uma vez que os constituintes extraídos são capazes de inibir a germinação e o desenvolvimento de diversas espécies de plantas (SOUZA FILHO; PEREIRA; BAYAMA, 2005; SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

2.2 Aleloquímicos

Substâncias alelopáticas, fitotoxinas, aleloquímicos ou produtos secundários, são denominações atribuídas aos compostos químicos liberados pelos organismos no ambiente, e que tenham a capacidade de afetar outros componentes da comunidade de forma positiva ou negativa. Estes compostos químicos têm efeito intra e interespecíficos e podem influenciar a vegetação de um local, a sucessão de plantas, a germinação de sementes, a produtividade de culturas etc. (DEMUNER et al, 2005; OLIVEIRA, 2009; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O último pesquisador a estimar o número de substâncias fitoquímicas com potencial alelopático foi Medeiros em 1990, na ocasião o referido autor afirmava serem conhecidas mais de dez mil destas substâncias. Considerando que tais fitoquímicos são produzidos nos vegetais através do metabolismo secundário, podemos chamar a atenção para Alves e Santos (2002) ao afirmarem que o total numérico de substâncias químicas produzidas a partir do metabolismo secundário pode atingir uma média de 400 mil.

Whittaker e Feeny (1971) classificaram cinco classes principais de produtos secundários: terpenóides, esteroides, alcaloides, acetogeninas e fenilpropanóides. Rice (1984) fez uma classificação mais ampla, estabelecendo os seguintes compostos secundários: ácidos orgânicos solúveis em água, álcool de cadeia linear, aldeídos, cetonas, lactonas insaturadas simples, ácidos graxos de cadeia longa, quinonas, fenóis simples, ácidos benzoicos e derivados, flavonoides, taninos, terpenóides, esteroides, aminoácidos, polipeptídios, alcaloides, cianoidrinas, glicosídios, purinas e nucleotídeos.

Todas as plantas produzem metabólitos secundários, contudo tais elementos variam dependendo do local de ocorrência e ciclo de cultivo de espécie para espécie. Isto ocorre por que a síntese de muitos deles é desencadeada por eventuais variações de elementos exógenos ou endógenos, às quais as plantas são expostas. A capacidade de sintetizar compostos aleloquímicos é pouco prevalente em plantas cultivadas e suas variedades comerciais. Contudo, nos precursores selvagens das atuais plantas cultivadas, esta característica era mais comum, uma vez que as mesmas tinham que competir com outras plantas, a fim de garantir a formação de estandes puros e defesa contra os inimigos naturais (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Os produtos secundários das plantas são biosintetizados em diversas organelas celulares, e para proteger os processos metabólicos da planta de seus efeitos tóxicos, estas substâncias são estocadas em estruturas secretoras especializadas, tais como ductos, vacúolos, parede celular e superfícies cerosas. Tais estruturas estão localizadas em áreas estratégicas para promover a efetiva defesa dos vários órgãos da planta como a superfície das folhas, frutos, epiderme, colmos primários e outros (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Os aleloquímicos apresentam função defensiva. Muitas espécies de plantas apresentam um sistema de defesa contra herbívoros, que ao serem atacadas liberam substâncias voláteis. Além disso, estes compostos também são responsáveis pela inibição e modificações dos padrões de crescimento e desenvolvimento de diversos vegetais, interferindo em toda a

fisiologia, composição e quantidade de enzimas dos mesmos (SILVA, et al., 2009; OLIVEIRA, et al., 2011).

A atividade biológica destes produtos secundários irá depender mais de sua concentração e mobilidade do que da sua composição química, por que um composto que pode ser tóxico para uma determinada espécie de planta, pode ser inócuo para outra espécie vegetal (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O homem tem usufruído dos benefícios que alguns dos aleloquímicos podem oferecer, os quais são usados nas mais variadas formas como: farmacológicos, aromatizantes, corantes, estimulantes, alucinógenos, venenos, pesticidas, e até mesmo como estrutura precursora para a produção de outras substâncias orgânicas mais poderosas. E dessa forma os aleloquímicos passam a obter grande importância para a economia. O conhecimento da natureza química dos compostos alelopáticos é de extrema importância para entender o fenômeno da alelopatia. Estudos sobre a composição das substâncias aleloquímicas tem sido realizados a fim de isolar e identificar as estruturas químicas de tais compostos (ALVES; SANTOS, 2002).

Os recentes avanços da química de produtos naturais são promovidos pelo uso de métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação, que tem contribuído fortemente no aprofundamento de conhecimentos de inúmeros compostos secundários (FERREIRA; AQUILA 2000).

A resistência ou tolerância aos aleloquímicos é mais ou menos específico, pois existem espécies que são mais sensíveis que as outras, como *L. sativa* (alface) e *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate), por causa desta sensibilidade estas espécies são frequentemente utilizadas em biotestes de laboratório como espécies receptoras (FERREIRA; AQUILA, 2000).

2.3 Vias de Liberação e fatores que afetam a produção de aleloquímicos

Os aleloquímicos são liberados para o ambiente através da: volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais. Tais substâncias possuem grande instabilidade, de modo que logo após a sua liberação elas são rapidamente decompostas (SILVA; AQUILA, 2006b; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

A volatilização é um processo comum em plantas aromáticas, embora nem todos os produtos volatilizados pelas espécies sejam aleloquímicos. A maioria dos aleloquímicos volatilizados são terpenóides, principalmente monoterpenos e sesquiterpenos e sua volatilização pode ocorrer através das folhas, flores, caules e raízes, e são absorvidos por outras plantas, atuando através de seus próprios vapores, condensados no orvalho ou podendo alcançar o solo e serem absorvidos pelas raízes (ALVES, 2009; DALBOSCO, 2013).

Os óleos voláteis que são liberados no ambiente, apresentam funções importantes nos ecossistemas, seus efeitos implicam na defesa e/ou inibição de crescimento. O estudo fitoquímico é indispensável para a identificação desses compostos, permitindo assim um melhor entendimento da relação entre vegetal e ambiente (DALBOSCO, 2013).

A lixiviação consiste na remoção de substâncias químicas de plantas vivas ou mortas, através da ação das chuvas, orvalho ou neblina, as quais são carregadas até o solo. Essas substâncias solúveis em água são lixiviadas da parte aérea, raízes, e dos resíduos vegetais em decomposição. As sementes de muitas espécies também podem liberar compostos fitotóxicos através da lixiviação, e assim inibir a germinação de sementes e o crescimento de outras plantas em suas proximidades (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Dentre os compostos mais lixiviados, estão os ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, substâncias pécnicas, ácido giberélico, terpenóides, alcaloides e os compostos fenólicos (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

A exsudação radicular consiste na liberação para o solo de substâncias sintetizadas pelas raízes das plantas. Existem evidências de que o exsudado das plantas tem a capacidade de inibir ou estimular o crescimento de outras plantas e dos microorganismos (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). As plantas liberam através da exsudação radicular inúmeros produtos químicos, sendo que alguns apresentam características alelopáticas. A quantidade e a natureza química dos exsudados, variam de acordo com a espécie, idade da planta, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes, atividade microbiana da rizosfera e composição do solo em que se encontram as raízes (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

A decomposição de resíduos vegetais favorece a liberação dos aleloquímicos, ocorrendo através das partes aéreas e subterrâneas, e pela ação dos micro-organismos. Sendo considerada como uma importante fonte de aleloquímicos, no entanto, esse processo de liberação não é uniforme, podendo variar de acordo com o ecossistema (PIRES; OLIVEIRA, 2011; SILVA; AQUILA, 2006b).

Estudos revelam que os aleloquímicos decorrentes da decomposição de resíduos são os ácidos orgânicos, incluindo ácido próprionico, butírico e pentanóico, aldeídos, álcoois, e compostos fenólicos. Efeitos inibitórios ou estimulantes dos aleloquímicos provenientes de resíduos de cultivo dependerão de diversos fatores a exemplo da idade do resíduo, estágio de decomposição, concentração da substância química e da planta doadora dos resíduos (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

A perda da integridade da membrana celular pode levar a liberação de muitos compostos tóxicos, além disso, outros fatores como lixiviação das substâncias presentes nos resíduos, rompimento dos tecidos ou células durante o processo de decomposição e extravasamento de seu conteúdo, e pela produção de substâncias pelos próprios microorganismos responsáveis pela decomposição, também propiciam a liberação dos aleloquímicos no ambiente (DALBOSCO, 2013).

Variações ambientais como estresses causados por fatores abióticos como temperatura, radiação, nutrientes, e água, bem como fatores bióticos tais como doenças e pragas, afetam a produção e concentração de compostos alelopáticos das plantas (ALVES, 2009; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Temperaturas elevadas favorecem o aumento dos efeitos inibitórios e acentuam a volatilização de aleloquímicos, podendo influenciar na produção e liberação dos mesmos. Aspectos como a qualidade, intensidade e duração do período luminoso são importantes para regulação da síntese dos aleloquímicos pelas plantas (ALVES, 2009; PIRES; OLIVEIRA, 2011). Kasperbauer, Tso e Sorokin. 1970, afirmam que estudos realizados com a exposição de plantas de tabaco à luz vermelha, demonstraram que no fim do dia estas plantas produziram mais alcaloides, e menos ácidos fenólicos do que aquelas que foram expostas a luz vermelha distante.

A deficiência nutricional pode interferir na produção dos aleloquímicos. Deficiência em boro, cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, ou enxofre causam aumento na concentração de ácido clorogênico e escopolina em muitas plantas (RICE, 1984). Outro fator que influencia na biosíntese dos aleloquímicos é o estresse hídrico, que isolado ou combinado com outros tipos de estresse, pode provocar o aumento da concentração de ácidos clorogênico e isoclogênico nas plantas (ALVES, 2009).

Fatores como pH, nível de umidade da matéria orgânica, aplicação de herbicidas, idade dos tecidos da planta, características químicas e propriedades do solo também podem

influenciar na liberação e produção dos aleloquímicos (CORRÊA; SOARES; FETT-NETO, 2008; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

2.4 Mecanismos de ação dos compostos alelopáticos

Os aleloquímicos tem a capacidade de inibir a germinação de sementes, interferindo no crescimento e desenvolvimento de outras espécies vegetais. Além disso, estes compostos afetam diretamente o metabolismo vegetal, provocam alterações em nível citológico, fitormonal, causam danos na respiração, no processo de fotossíntese, na síntese de proteínas, na atividade lipídica, dos ácidos orgânicos e enzimas. Também exerce efeitos sobre a relação hídrica e na síntese de ácidos nucleicos nas plantas (TEXEIRA; BONFIM, 2014).

A ação dos aleloquímicos pode afetar a regulação do crescimento da planta, interferindo no processo de divisão e alongamento celular, modificando a síntese dos principais constituintes das plantas e a distribuição de carbono nas células, afetando também os hormônios que desempenham importante função na regulação do crescimento, podem interferir nas enzimas, aumentando ou inibindo suas atividades (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O mecanismo respiratório também pode ser afetado pelos aleloquímicos, os quais influenciam o transporte de elétrons, as funções das mitocôndrias, produção de ATP, absorção de oxigênio e a fosforilação oxidativa. A fotossíntese pode ser alterada devido à ação dos compostos alelopáticos, seus efeitos podem ser diretos afetando a atividade fotossintética das plantas, ou indireta, agindo sobre os estômatos e o conteúdo de clorofila (PIRES; OLIVEIRA, 2011; SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

A assimilação dos nutrientes também pode ser comprometida pela ação dos aleloquímicos, esse fator está associado com a deficiência de outras funções como respiração e permeabilidade da membrana (ALVES, 2009).

De acordo com Moura et al. (2013) o conhecimento da ação dos aleloquímicos contribuem para promover o manejo de plantas espontâneas e diversificar os cultivos agrícolas. Lima et al. (2011) afirmam que as fitotoxinas naturais podem ser utilizadas como herbicidas, uma vez que estas substâncias possuem ação específica e amenizam os impactos ambientais.

2.5 Família Asteraceae

A família Asteraceae é considerada a maior família dentre as angiospermas, é constituída por aproximadamente 24.000 espécies agrupadas em mais de 1.600 gêneros, representando cerca de 10% de toda flora mundial (FUNK et al., 2009; JUDD et al., 2009).

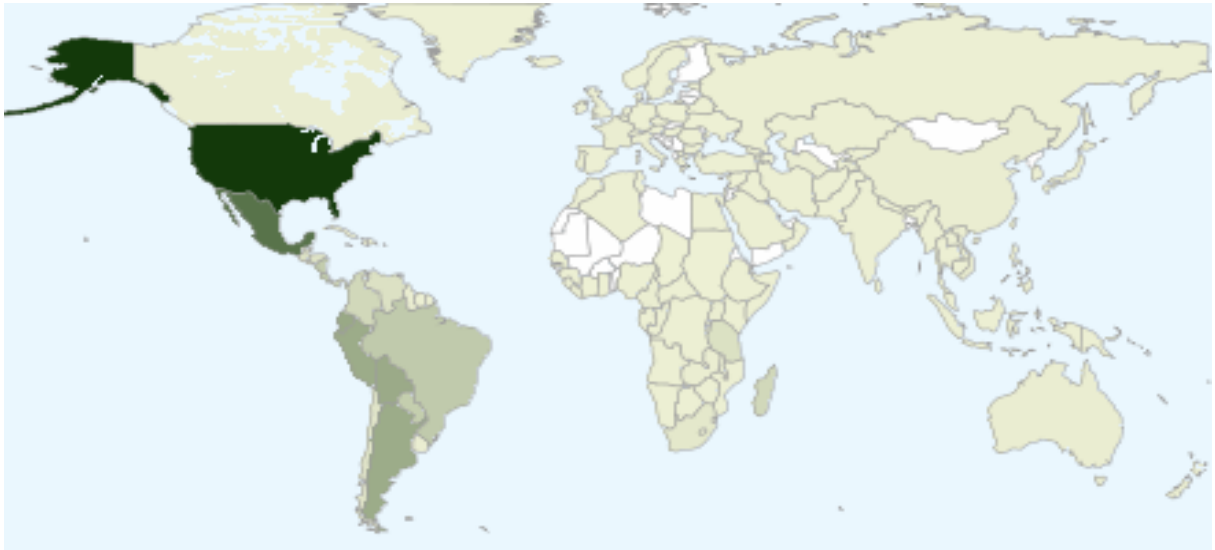
A família Asteraceae possui distribuição cosmopolita, estando disseminadas por todos os continentes (Figura 1), com exceção da Antártica. Devido ao seu poder de adaptação ambiental, esta família pode ser encontrada em diversos habitats, como as regiões semiáridas dos trópicos e subtropicais, especialmente em ambientes temperados, tropicais montanos, secos abertos (CANCELI; EVALDT; BAUERMANN, 2007; ROQUE; BAUTISTA, 2008; JUDD et al., 2009).

No Brasil, a família está bem representada, com 287 gêneros e 2.084 espécies, presentes em todos os biomas, sendo mais comuns em formações abertas, principalmente no Cerrado. Em sua grande maioria, são compostas por espécies herbáceas anuais ou perenes, subarborescentes ou arbustivas, existindo poucas espécies arbóreas, tendo como característica sua inflorescência, constituída por um conjunto de pequenas flores que formam uma estrutura básica e simples (PASSOS, 2007; JUDD et al., 2009; NAKAJIMA et al., 2015).

O fato das espécies desta família desenvolverem um sistema químico de defesa, que inclui a produção combinada de compostos secundários derivados, como os poliacetilenos e lactonas sesquiterpênicas, pode ter contribuído para o sucesso evolutivo das mesmas. Tal característica talvez possa ser a principal responsável pela sua importância econômica na medicina tradicional. Além disso, várias espécies são utilizadas como alimentos, na produção de cosméticos e como plantas ornamentais (ROQUE; BAUDISTA, 2008).

Judd et al. (2009) afirmam que a família abrange numerosas plantas alimentícias a exemplo de *Chichorium* (chicória), *Cynara* (alcachofra), *Helianthus* (girassol), *Taraxacum* (dente-de-leão) e *Lactuca sativa* (alface). Muitos gêneros de Asteraceae contam com espécies ornamentais, a exemplo de: *Calendula*, *Dendranthema*, *Argyranthemum*, *Leucanthemum*, *Dahlia*, *Tagetes*, *Senecio*, *Sphagneticola*, *Gaillardia*, *Helianthus*, *Zinnia* e dentre outros. Diversos estudos voltados para a morfologia, anatomia, ontogenia, citogenética, ecologia, estrutura macromolecular, composição química e atividade biológica da família Asteraceae, tem proporcionado o desenvolvimento de novos fármacos, inseticidas e outros produtos (HATTORI; NAKAJIMA, 2008; VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005).

Figura 1 - Áreas de ocorrência da família Asteraceae no mundo. As áreas mais escuras representam uma distribuição maior de espécies.



Fonte: <http://www.tropicos.org>

Em relação composição química de espécies desta família, estudos destacam a ocorrência de flavonoides, diterpenos, triterpenos, flavonas, flavonóis, diterpenos lábdanos, ácidos cumáricos, tricotecenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005). Quanto ao isolamento de compostos secundários, de acordo com Hattori e Nakajima (2008) inúmeros estudos realizados com espécies da família Asteraceae apresentaram o isolamento de vários metabólitos secundários, destacando os flavonoides, por serem importantes marcadores quimiotaxonômicos e apresentarem importância para a medicina, podendo ser utilizados no tratamento e prevenção de diversas doenças.

2.6 Gênero *Acritopappus*

O gênero *Acritopappus* pertence à família Asteraceae, tribo *Eupatorieae*, sendo reconhecidamente endêmico do Brasil, encontrado predominantemente em campos rupestres nos estados da Bahia e Minas Gerais. Duas espécies deste gênero *A. confertus* e *A. longifolius* (Gardner) R. M. King & H. Rob. apresentam faixa de distribuição geográfica mais ampla, sendo *A. confertus* abundante na Bahia com ocorrência desde o litoral até as serras, e também nos estados do Ceará, Pernambuco e Sergipe (BAUTISTA, 2000).

A ocorrência do gênero *Acritopappus* está restrita a zonas montanhosas, principalmente em campos rupestres, tal preferência por este tipo de habitat e a frequente

inacessibilidade, tem sido um dos motivos para que este gênero tenha sido pobremente coletado e pouco conhecido (BAUTISTA, 2000).

As espécies do gênero *Acritopappus* são facilmente distinguíveis no campo, por possuírem um padrão de ramificação. As plantas deste gênero apresentam-se como arbustos e árvores de até 4,0 m de altura com ramos ascendentes, o caule apresenta forma quadrangular ou cilíndrico, as folhas são opostas, pecioladas, coriáceas, lanceoladas geralmente com ápice acuminado, as flores são pequenas de coloração rosa ou lilás, em corimbos ou panículas (PASSOS, 2007).

As espécies deste gênero são caracterizadas pela presença de receptáculos paleáceos variando entre coroniforme a aristado ou ausente. *A. confertus* é distinguível por apresentar uma lâmina foliar conduplicada, com ápice longo acuminado, pecíolo grande com 1 - 2,5 cm e glabra (Figura 2). Dentre as espécies do gênero, esta é a que possui uma distribuição mais ampla, com predomínio na Bahia, cuja ocorrência vai desde o litoral até a Chapada Diamantina (ROQUE et al., 2016).

Figura 2 - *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. a. Aspecto geral; b. Folhas e botões florais; c. Inflorescência.



Fonte: a-b. Dados da pesquisa; c. Roque et al. (2016).

Espécies deste gênero são utilizadas para o tratamento de diversas doenças. Algumas espécies são conhecidas popularmente como *cura-facada* e suas folhas são marceradas e utilizadas como cicatrizantes em ferimentos na pele. Dentre estas espécies a mais comum é a *A. confertus* (FUNCH et al., 2004).

Trabalhos sobre a caracterização fitoquímica deste gênero, demonstram que várias espécies de *Acritopappus*, apresentam derivados sesquiterpênicos e benzofuranos, diterpenos lábdano ekolavano (PASSOS, 2007).

Estudos sobre a composição química das partes aéreas de *A. confertus* evidenciaram a ocorrência de D germacreno, α -humuleno, bisabolol, cubebol, ent-labdânicos, clerodânicos, eudesmanos, cadieno, derivados do desidronerolidol e tridecapentaineno. Uma mistura complexa de mais de 20 diterpenos foi identificada, sendo o mais prevalente o ácido acriconfêrtico, assim como as flavanonas, pinocembrina, narigenina e sakuranetina. Além disso, em suas raízes foram isolados D germacreno, humuleno e cumarinas (GUEDES 2004; BARROS et al., 2005; PASSOS, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e identificação de material botânico

Foram coletadas folhas frescas de *A. confertus* ocorrentes em uma área de Cerrado na Chapada do Araripe, próximo à estrada Crato/CE - Exu/PE, situados a 7° 28' S e 39° 54' W, com altitude de 933m, no período de abril a julho de 2016, no horário entre 8 e 10 horas da manhã.

Para a realização das coletas foi concedida autorização pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) com o número 53674-1 emitido em 22/04/2016 (Anexo A).

O material coletado foi etiquetado e fichado com os dados referentes ao nome popular, local, data de coleta, nome do coletor, latitude e longitude. Em seguida foi acondicionado em sacos plásticos de 50 L, devidamente vedados para evitar a perda de umidade, e conduzido ao Laboratório de Botânica Aplicada (LBA) da Universidade Regional do Cariri (URCA).

Para a identificação da espécie em estudo foram coletados 5 ramos em fase reprodutiva com flores e/ou frutos, os mesmos foram herborizados tratados e identificado com auxílio de chave de identificação e incorporado ao acervo do Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL) da Universidade Regional do Cariri (URCA), sob o número de registro 12.462 (Anexos B e C).

3.2 Preparo do Extrato Aquoso Bruto (EBA) de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Para obtenção do Extrato Aquoso Bruto (EBA) foram utilizadas 200 gramas de folhas frescas de *A. confertus*. O material vegetal foi triturado com 1 L de água destilada em liquidificador industrial por três minutos, em seguida, o material foi filtrado com auxílio de

funil de vidro e algodão, o líquido resultante foi posto em tubos de ensaio e centrifugado a 3.000 rpm durante 10 minutos para obtenção do EBA na concentração de 100%.

3.3 Extração do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Para a extração do óleo essencial das folhas frescas de *A. confertus* foi empregada à técnica de hidrodestilação, através da utilização do aparelho tipo Clevenger. O tempo para o processo completo de extração foi de duas horas ininterruptas.

Após a coleta do material botânico, as folhas foram trituradas, pesadas, e colocadas em um balão volumétrico no qual foi adicionada água destilada a um nível suficiente para cobri-las. Posteriormente o aparelho foi acoplado a um hidrodestilador, sendo iniciado o processo de fervura. Após duas horas do início deste processo, o óleo essencial foi recolhido, acondicionado em frasco do tipo âmbar, etiquetado e conservado sob refrigeração até o momento da utilização.

3.4 Análise da Composição Química do Extrato Aquoso (EBA) de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

As análises químicas do Extrato Aquoso em suas diversas concentrações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Fitoquímica do Departamento de Farmácia Industrial da Universidade Federal de Santa Maria.

Para as análises, utilizou-se a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE-DAD) com um sistema de CLAE Shimadzu Prominence Auto Sampler (SIL-20A) (Shimadzu, Kyoto, Japão), equipado com bombas de pistão Shimadzu LC-20AT ligadas a um degaseificador DGU 20A5 com um CBM 20A integrador, detector de matriz de diodo SPD-M20A e software de solução LC 1.22 SP1.

A amostra de *A. confertus* a uma concentração de 10 mg/mL foi injectada por meio de um amostrador modelo SIL-20A Shimadzu Auto. As separações foram realizadas utilizando coluna Phenomenex C18 (dimensão de partícula 4,6 mm x 250 mm x 5 µm). A fase

móvel foi constituída por água com ácido fosfórico a 1% (v/v) (solvente A) e acetonitrilo de grau CLAE (solvente B) a um caudal de 0,6 mL / min e volume de injeção de 40 µL. O gradiente de composição foi: 5% de solvente B atingindo 15% a 10 min; 30% de solvente B a 25 min, 65% de solvente B a 40 min e 98% de solvente B a 45 min, seguido de 50 min a uma eluição isocrática até 55 min.

Ao fim dos 60 minutos o gradiente atingiu novamente as condições iniciais, seguindo o método descrito por Bitencourt et al. (2016) com ligeiras modificações. A fase de amostra e a fase móvel foram filtradas através de um filtro de membrana de 0,45 µm (Millipore) e depois desgaseificadas por banho de ultra-sons antes da utilização. Foram preparadas soluções de reserva de referência de padrões no acetonitrilo: água (1:1, v/v) numa gama de concentrações de 0,030 - 0,500 mg/mL. As quantificações foram feitas pela integração dos picos, através do método padrão externo, a 254 nm para ácidos gálico e elágico; 327 nm para ácido cafeico e, 366 para quercetina e luteolina. Os picos de cromatografia foram confirmados comparando o seu tempo de retenção com os padrões de referência e por espectros de DAD (200 a 600 nm). Todas as operações de cromatografia foram realizadas à temperatura ambiente e em triplicata.

As diferenças entre grupos de CLAE foram avaliadas através de um modelo de análise de variância e do teste de Tukey. O nível de significância para as análises foi ajustado para $p < 0,05$. Estas análises foram realizadas usando o software livre R versão 3.1.1. (R Core Team, 2014).

3.5 Análise da Composição Química do Óleo Essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

A composição química do óleo essencial foi analisada no Laboratório de Pesquisa Fitoquímica do Departamento de Farmácia Industrial da Universidade Federal de Santa Maria.

Seguindo o protocolo descrito por Cunha et al. (2015) as análises foram realizadas por meio de um sistema de cromatografia em fase gasosa (CG), utilizando-se um Agilent Technologies Sistema 6890N GC-FID equipado com uma coluna capilar DB-5 (30 m x 0,25 mm, espessura de película 0,25 mm) e ligado a um detector FID. As temperaturas do injetor e do detector foram ajustadas para 280 °C. O gás transportador era hélio, a um caudal de 1,0 mL / min. O programador térmico foi 50-300 °C a uma taxa de 5 °C/min. Duas repetições de

amostras foram processadas da mesma maneira. As concentrações relativas dos componentes foram calculadas com base nas áreas de pico CG sem utilizar factores de correcção. O volume de injeção do óleo essencial de *A. confertus* foi de 1 µL.

As análises através da cromatografia gasosa acoplado a espectro de massa (CG-MS) foram realizadas num sistema Agilent Technologies AutoSystem XL CG-MS operando no modo EI a 70 eV, equipado com um injetor split/splitless (250 °C). A temperatura da linha de transferência era de 280 °C. Utilizou-se hélio como gás transportador (1,0 mL/min) e as colunas capilares utilizadas foram HP 5MS (30 m x 0,25 mm, espessura de película 0,25 mm) e HP Innowax (30 m x 0,32 mm i.d., espessura de película 0,50 mm). O programa de temperatura foi o mesmo que o utilizado para as análises CG. O volume injetado foi de 1 µL do óleo essencial.

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial de *A. confertus* foi realizada com base no índice de retenção (IR), determinada com referência nas séries homólogas de n-alcanos, C₇-C₃₀, em condições experimentais idênticas, comparando com a pesquisa da biblioteca de espectros de massa (NIST e Wiley), e com a literatura de espectros de massa segundo Adams (1995). As quantidades relativas dos componentes individuais foram calculadas com base na área do pico CG (resposta FID).

3.6 Atividade Alelopática

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Botânica Aplicada (LBA) do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri (DCBio/URCA). Foi testada a influência do Extrato Aquoso e do óleo essencial de folhas de *A. confertus* em diversas concentrações na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *C. echinatus* L. (carrapicho) e *L. sativa* L. (alface).

O EBA a 100% foi diluído para as concentrações de 12,5, 25, 50 e 75% e o grupo controle 0% constou somente de água destilada. Em seguida foi aferido o pH de cada concentração, por meio do pHmetro. O ajuste do pH para a faixa de 6.0 foi feito com solução de KOH 0,1N e HCl a 5% de acordo com Macias; Gallindo e Molinillo (2000), Tabela 1. Cada tratamento foi composto por cinco repetições de 20 sementes de *C. echinatus* e *L. sativa* totalizando 120 sementes por tratamento.

As sementes foram dispostas em placas de petri, previamente autoclavadas contendo dois discos de papel filtro, em seguida foi adicionado 3 ml do Extrato Aquoso em suas diversas concentrações. O grupo controle foi umedecido com 3 ml de água destilada.

O óleo essencial foi emulsionado com Dimetilsulfóxido (DMSO) na proporção 1:1, e em seguida, dissolvido em água destilada para a obtenção de soluções nas concentrações: 0,001, 0,01, 0,10, 0,25, 0,50, 0,75 e 1%. O grupo controle foi constituído por uma solução de DMSO e água destilada, na concentração de 1%. O pH das soluções em suas diversas concentrações, foi ajustado para a faixa de 6.0 a 7.0 devido à alta acidez (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores do pH para as concentrações do Extrato Aquoso e Óleo Essencial das folhas frescas de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

<i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	Concentrações (%)	pH normal	pH ajustado
EBA	12,5	5,2	6,7
	25	6,1	6,1
	50	6,2	6,2
	75	6,0	6,0
	100	6,3	6,3
Óleo Essencial	0,001	5,5	6,9
	0,01	5,1	7,0
	0,10	5,3	6,6
	0,25	5,0	6,8
	0,50	5,2	6,7
	0,75	4,8	7,0
	1	4,7	7,0

Fonte: Dados da pesquisa

As sementes das espécies receptoras foram distribuídas em placas de petri devidamente esterilizadas, tendo por substrato, três folhas de papel de filtro, umedecidas com água destilada (na proporção de 1 grama do peso do papel para 3 mL de água destilada). Cada tratamento foi composto por cinco repetições de 20 sementes totalizando 140 sementes por tratamento. Após a semeadura, foram distribuídos 3 mL da solução de óleo, em duas folhas de papel de filtro colados na tampa da placa, em cada concentração estabelecida, adotando-se a metodologia do contato indireto.

Ambos os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas por cinco dias para as sementes de *C. echinatus* e sete dias para as sementes de *L. sativa*.

3.7 Variáveis analisadas

A avaliação do efeito alelopático de *A. confertus* foi realizada através da contagem de sementes germinadas (sementes que apresentaram protusão radicular acima de 2 mm), comprimento do caulículo e radícula. Para obtenção das médias referentes ao comprimento do caulículo e radícula, foram separadas cinco plântulas de cada placa.

Foi avaliado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), a cada 24 horas, sendo o mesmo determinado pelo somatório da razão entre o número de sementes germinadas no dia i (ni) e o número de dias (i) (FERNANDES; MIRANDA; SANQUETA, 2007), através da seguinte fórmula:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{i} \right) \quad \text{Onde:}$$

ni : n° de sementes germinadas no dia i

i : n° de dias.

3.8 Análise estatística

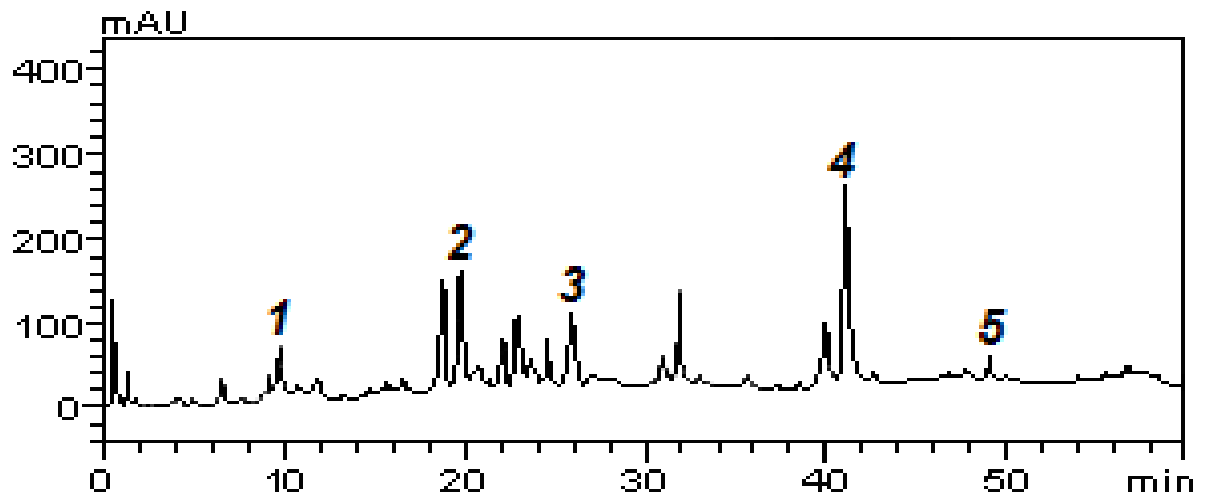
Para dados referentes à germinação, desenvolvimento dos caulículos e radículas foi feita análise de variância (ANOVA) e para a comparação entre as médias foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise química do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Os compostos majoritários identificados na análise química por CLAE-DAD do Extrato Aquoso de *A. confertus* foram quercetina (pico 4), ácido cafeico (pico 2), e ácido elágico (pico 3) como pode ser visualizado através da Figura 3. Os compostos químicos identificados e seus respectivos valores estão sumarizados na Tabela 2.

Figura 3 - Perfil de cromatografia líquida de alta resolução representativo de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

* Ácido gálico (pico 1), ácido cafeico (pico 2), ácido elágico (pico 3), quercetina (pico 4) e luteolina (pico 5).

Tabela 2 - Componentes do extrato de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Compostos	<i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob.	
	mg/g	
Ácido gálico	1.43 ± 0.05 a	
Ácido cafeico	4.07 ± 0.01 b	
Ácido elágico	3.15 ± 0.01 c	
Quercetina	7.28 ± 0.02 d	
Luteolina	0.49 ± 0.03 e	

Fonte: Dados da pesquisa

*Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) de três determinações. As médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste de Tukey em $p < 0,01$.

Estudos químicos realizados em espécies de Asteraceae revelaram a presença de diversos compostos secundários tidos como potenciais aleloquímicos a exemplo das pesquisas de Heemann et al. (2006) onde foram isolados das partes aéreas de *Pterocaulon interruptum* DC os flavonoides quercetina e taxifolina 7-*O*-prenilada. De Borgo et al. (2010) com a comprovação da presença de quercetina nos extratos de *Baccharis articulata* (Lam.) Pers. *Bidens pilosa* L., com a identificação e o isolamento de vários compostos, dentre eles a quercetina e *B. trimera* (Less.) DC com a identificação de diversos flavonóides entre os quais a quercetina (GILBERT; ALVES; FAVORETO, 2013; MOREIRA et al., 2012).

Melos et al. (2007) afirmam que a quercetina e seus glicosídeos têm sido isolados de diversas espécies de plantas e estes são caracterizados como agentes alelopáticos. Paula et al. (2015) relatam que os flavonóides quercetina, quercetina-3-*O*-arabinofuranosídeo e quercitrina provocaram efeito inibitório em plântulas de *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae), estas substâncias de forma isolada ou sinergicamente podem afetar os processos fisiológicos no período de crescimento de espécies vegetais.

Outros estudos realizados com espécies de gêneros de Asteraceae também revelaram a presença de aleloquímicos potenciais, a exemplo de Maciel et al. (2006) onde pesquisas com espécies do gênero *Lychnophora* permitiram identificar a presença de ácido cafeico, ácido isoclorogênico, vitexina, isovitexina e quercetina; Silva, Marques e Linhares (2013), a partir do extrato em metanol de *L. pohlii* Schultz-Bip, isolaram ácido cafeico, luteolina e vicenina-2. Smolarek et al. (2009) ao determinarem nas raízes de *Solidago chilensis* DC a presença de rutina, ácido quínico, ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido hidrocínâmico e seus derivados.

Ferreira e Aquila (2000) afirmam que o ácido cafeico é considerado como potente inibidor do desenvolvimento de vegetais. De acordo com Loffredo, Monaci e Senesi (2005) estudos realizados demonstraram que o ácido cafeico inibe a germinação e crescimento de tomate. Melos et al. (2007) relatam que esta substância apresenta potencial alelopático, as quais interferem no crescimento e germinação de grande variedade de espécies de plantas.

Em espécies de Asteraceae, Valdés et al. (2013) identificaram e quantificaram o ácido elágico em *Fluorensia cernua* DC e Théophile et al. (2006) ao analisarem a composição química do extrato metanólico das folhas de *B. pilosa*, identificaram o ácido elágico e o ácido cafeico.

Fiorenza et al. (2016) comprovaram que nas folhas e cascas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul (Fabaceae) foi identificado a presença do ácido elágico e ácido gálico, estas substâncias são consideradas como possíveis agentes alelopáticos, por promoverem anormalidades e redução no comprimento do caulículo e radícula em plântulas de alface. Vermerris e Nicholson (2007) relataram que constituintes como a hidroquinona, ácido elágico e ésteres do ácido gálico, apresentam papel importante na defesa das plantas, inibição da germinação de sementes e no crescimento de fungos e vegetais.

A classe de metabólitos secundários cuja maior parte possui atividade alelopática é constituída pelos compostos fenólicos, estes são largamente distribuídos no reino vegetal, e incluem desde fenóis simples como os ácidos fenólicos e flavonóides, até taninos de estrutura complexa. São responsáveis pela inibição da germinação de sementes, crescimento, e processos fisiológicos (GRANATO et al., 2013; GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2009).

O maior grupo de compostos fenólicos encontrados nas plantas são os flavonóides, os quais compreendem 4.000 dos 8.000 compostos fenólicos presentes na natureza. São substâncias comuns em plantas superiores e lhes são atribuídas atividades alelopáticas. Espécies de gramíneas nativas são responsáveis pela produção de numerosos flavonóides, e seus glicosídeos, os quais têm a capacidade de inibir a germinação de sementes e o crescimento de bactérias nitrificantes. Estas substâncias possuem forte atividade biológica a qual podem ser utilizadas como herbicida (ALVES, SANTOS, 2002; BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

4.2 Análise Química do Óleo Essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

O óleo essencial das folhas frescas de *A. confertus* apresentou um rendimento de 0,34%. A análise química permitiu a identificação e quantificação de 12 compostos, representando 89,51% da composição química total. Os compostos majoritários foram mirceno (49,16%), β -Pineno (17,09%) e limoneno (8,73%), correspondendo a 74,98% da composição total do óleo. Os compostos químicos identificados e seus respectivos percentuais, índices de retenção experimental e índices de retenção da literatura (ADAMS, 1995), podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3: Constituintes do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Compostos	RI ^a	RI ^b	Óleo Essencial
α -Pineno	937	935	2.38
Sabineno	978	978	0.24
β -Pineno	983	981	17.09
Mirceno	987	989	49.16
<i>p</i> -Cimeno	1026	1023	0.15
Limoneno	1029	1031	8.73
β -Cimeno	1051	1050	0.08
β -Cubebeno	1390	1391	5.62
β -cariofileno	1418	1418	1.04
α -Humuleno	1454	1459	0.95
δ -Eudesmol	1631	1630	0.47
β -Eudesmol	1652	1652	3.60
Total identificado (%)			89.51

Fonte: Dados da pesquisa

^aÍndices de retenção experimental (baseado em séries homólogas de n-alcano C7-C30).

^bÍndices de retenção da literatura (Adams, 1995).

Quanto a composição do óleo essencial de diversas espécies de Asteraceae Lima et al. (2005) realizaram estudos sobre a composição química do óleo volátil das folhas de *A. confertus* e identificaram a ocorrência de monoterpenos com 81,0% do total, tendo como

principal componente o mirceno (52,0%), seguido por β -pineno (16,8%) e limoneno (8,2%). Esses resultados corroboram com os da presente pesquisa.

Chen et al. (2011) analisaram a composição química do óleo essencial de *Parthenium hysterophorus* L. e encontraram como constituintes principais os monoterpenos mirceno (56,7%) e ocimeno (26,07%) nas flores, e nas folhas mirceno (28,07%) e α -pineno (14,52%).

Guillet, Bélanger e Arnason (1998) encontraram como constituintes majoritários do óleo essencial das folhas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. os compostos sabineno, mirceno e limoneno, constituindo 91,8% do óleo essencial. De acordo com os estudos de Xavier (2011) α -pineno, β -pineno, sabineno, mirceno, limoneno, terpinen-4-ol, δ -cadineno, espatulenol e oxido de cariofileno são os compostos mais encontrados em análises químicas de óleos essenciais das espécies do gênero *Baccharis*.

Agostini et al. (2005) investigaram a composição química de algumas espécies de *Baccharis*, dentre elas foram destacadas *B. articulata*, onde o componente majoritário foi β -pineno (52,8%), *B. oxyodonta* DC, cujo componente principal foi o limoneno (24,3%), e *B. semiserrata* DC que apresentou espatulenol (25,5%).

Souza et al. (2007) analisaram a constituição química do óleo essencial de *Eupatorium polystachyum* DC e identificaram grande quantidade de monoterpenos e sequiterpenos, onde os compostos majoritários para amostras de folhas e inflorescências respectivamente foram: β -pineno (14,7 e 9,8%), β -mirceno (15,3 e 10,8%), limoneno (22,8 e 20,5%), β -cariofileno (10,4 e 15,4%), germacreno D (7,2 e 9,4%) e biciclogermacreno (12,0 e 19,2%).

Paroul et al. (2016) verificaram os constituintes do óleo essencial de *B. trimera* (Less.) DC e constataram a presença majoritária do monoterpeno β -pineno (23,28%). Nos estudos de Schossler et al. (2009) foram encontrados como principais constituintes do óleo essencial de *B. dracunculifolia* DC os compostos (E)-nerolidol (22,80%) e o β -pineno (12,17%).

Os terpenos são substâncias químicas formadas a partir de plantas ou microorganismos, via rota do mevalonato, esta classe de compostos está envolvida em diferentes tipos de atividades biológicas, vale ressaltar que os monoterpenos e sesquiterpenos são os aleloquímicos mais envolvidos em alelopatia. (ALVES; SANTOS, 2002; LUZ et al., 2010). De acordo com Miranda et al. (2014) os monoterpenos são os principais constituintes dos óleos essenciais com atividade alelopática, os quais afetam diretamente a germinação e o

crescimento dos vegetais, causando modificações morfológicas e fisiológicas, interferindo assim na cadeia respiratória, mitose, membranas celulares, células cuticulares, transpiração, peroxidação lipídica e microtúbulos.

Nesse sentido Miranda et al. (2015b) afirmam que é de fundamental importância realizar análises comparativas do efeito alelopático dos óleos essenciais e de seus constituintes majoritários.

4.3 O pH do Extrato Aquoso e do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.

Os valores de pH do Extrato Aquoso das folhas frescas de *A. confertus* demonstraram baixa variação estando os valores entre 5,2 e 6,3. Em relação ao óleo essencial os valores de pH variaram entre 5,0 e 5,5 até a concentração de 0,50%, e em faixas muito ácidas entre 4,8 e 4,7 para as concentrações de 0,75 e 1% respectivamente, os mesmos foram ajustados para a faixa de 6 para coibir interferências no crescimento e desenvolvimento das plântulas.

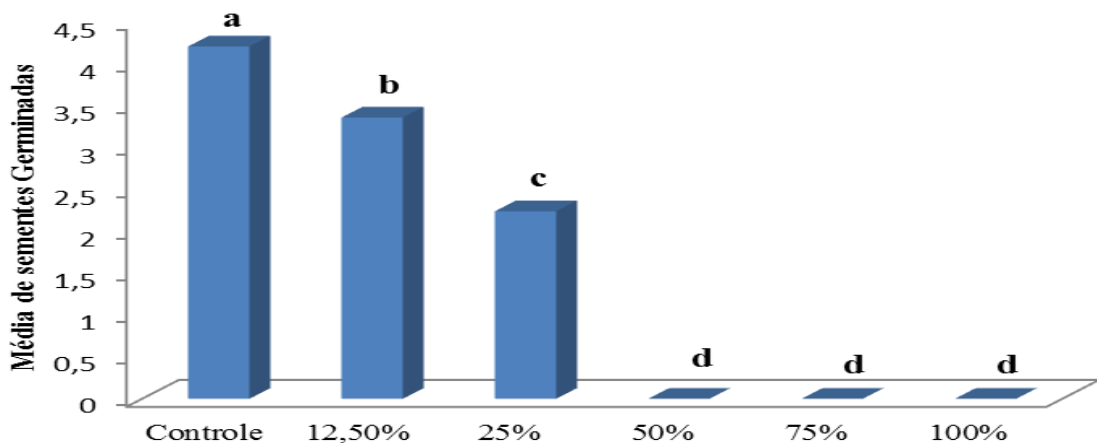
Segundo Oliveira et al. (2009) valores de pH entre 5,37 a 6,81 não interferem na germinação de plântulas, sendo portanto apropriados para o desenvolvimento da maioria das espécies. Para Silva e Aquila (2006a) os valores de pH entre 5,0 e 7,0 em extratos aquosos de espécies nativas, são adequados para a germinação e crescimento de alface.

Periotto, Perez e Lima (2004) afirmam que o pH em condições extremas como acidez ou alcalinidade pode afetar negativamente o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Nesses casos é indicado o ajuste do pH para 6,0, pois esta é a faixa adequada para a germinação e verificação dos efeitos alelopáticos (MACIAS; GALLINDO; MOLINILLO, 2000). Como afirmam Ferreira e Áquila (2000) a verificação do pH é extremamente importante em estudos voltados para ação alelopática uma vez que os extratos podem conter açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos capazes de mascarar tal efeito por causarem interferências no pH.

4.4 Avaliação do efeito do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. sobre a germinação e crescimento inicial de *Cenchrus echinatus* L. e *Lactuca sativa* L.

Nos bioensaios realizados observou-se que o Extrato Aquoso das folhas frescas de *A. confertus* inibiu significativamente a germinação das sementes de *C. echinatus* em todas as concentrações testadas. Sendo que nas concentrações de 50, 75 e 100% houve inibição total na germinação das sementes quando comparadas ao controle, indicando que possivelmente o Extrato Aquoso de *A. confertus* apresenta aleloquímicos capazes de impedir a germinação das sementes de *C. echinatus* (Figura 4).

Figura 4 - Germinação das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos na presente pesquisa em relação à germinação das sementes da espécie receptora corroboram com estudos realizados por diversos autores com espécies de Asteraceae a exemplo de Oliveira et al. (2011) que ao avaliarem a germinação de sementes das espécies invasoras *B. pilosa* e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf submetidas ao Extrato Aquoso de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray a 2 e 4%, observaram efeitos inibitórios, uma vez que não houve sementes germinadas nestas concentrações; Gonçalves (2014) ao verificar que o Extrato Aquoso de *B. trimera* provocou

grande redução na germinação da invasora *Eragrostis plana* Nees em todas as concentrações testadas, sendo que nas maiores concentrações (75 g. L⁻¹ e 100 g. L⁻¹) nenhuma semente germinou e Corsato et al. (2010) que ao avaliarem o efeito alelopático do Extrato Aquoso das folhas de *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) em sementes de *B. pilosa*, constataram que nas maiores concentrações (40, 60, 80 e 100%) a germinação das sementes foi completamente inibida.

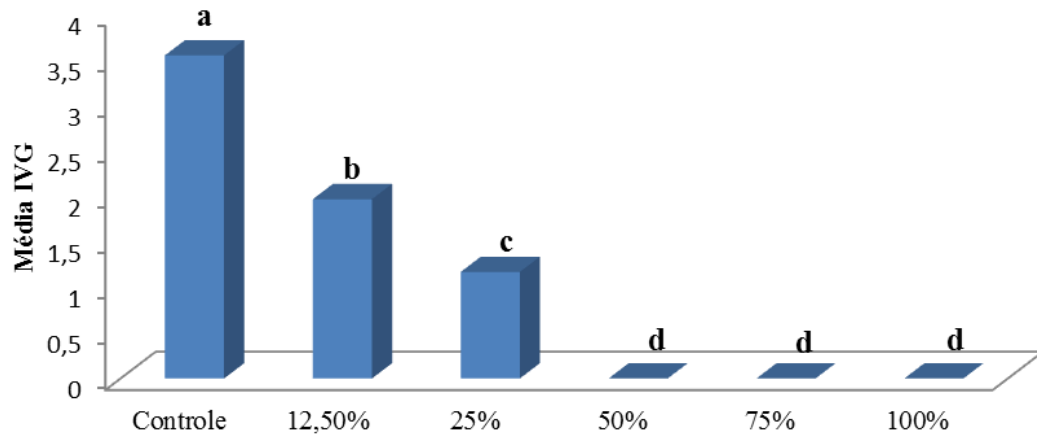
Os aleloquímicos podem causar alterações no padrão de germinação das sementes, estas interferências são atribuídas às modificações na permeabilidade da membrana, transcrição e tradução do DNA, desempenho da atividade dos mensageiros secundários, respiração, enzima e seus receptores, ou até mesmo pela combinação destes fatores (FERREIRA; AQUILA, 2000; SILVA; AQUILA, 2006b).

Em campo, as interferências negativas dos aleloquímicos sobre a germinação provocam a deformidade da cultura, pois estes compostos podem causar estresse oxidativo, que age diretamente ou como sinalizador na degradação celular, danificando a fisiologia e o processo de desenvolvimento inicial das plântulas (SILVA, 2012).

A partir da concentração de 12,5% o extrato causou retardamento no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *C. echinatus* com diferenças estatísticas quando comparado ao grupo controle (Figura 5).

Alves et al. (2011) ao testarem o efeito do Extrato Aquoso de *Eclipta alba* (L.) Hassk. e *T. diversifolia* em sementes de *B. pilosa*, verificaram um retardo no IVG nas maiores concentrações testadas (5 e 10%). Gonçalves (2014) também observou atraso no IVG, quando testou o efeito do Extrato Aquoso de *B. trimera* (Asteraceae) em sementes de *E. plana*.

Figura 5 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acrítópappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

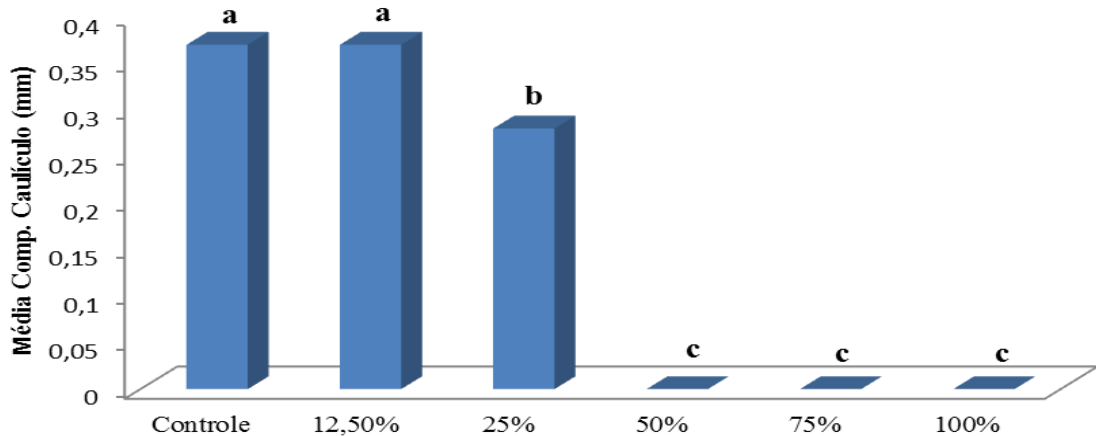
Com relação ao comprimento dos caulículos, verificou-se que o Extrato Aquoso em sua menor concentração (12,5%) não promoveu nenhuma interferência quando comparado ao controle, porém a 25% causou uma diminuição no comprimento da referida estrutura. Enquanto que as demais concentrações 50, 75 e 100% inibiram completamente o tamanho do caulículo, levando a crer que os aleloquímicos que esta espécie possui atuam de forma mais efetiva em concentrações mais elevadas impedindo o alongamento das referidas estruturas (Figura 6).

Oliveira et al. (2011) observaram efeitos inibitórios das partes aéreas das plântulas de *B. pilosa* submetidas ao Extrato Aquoso de *Emilia sonchifolia* (L.) DC. ex Wight (Asteraceae) em todas as concentrações testadas (25, 50, 75 e 100%).

No que diz respeito ao comprimento da radícula, o extrato em todas as concentrações testadas foi capaz de inibir significativamente o comprimento e o alongamento das radículas das plântulas de *C. echinatus* (Figura 7).

Corsato et al. (2010) trabalhando com *H. annuus*, verificaram que o extrato da mesma inibiu o comprimento das radículas das plântulas de *B. pilosa* em todas as concentrações. Oliveira et al. (2011) ao testarem o efeito alelopático do Extrato Aquoso de *E. sonchifolia* em *B. pilosa*, também observaram uma redução significativa nos comprimentos das radículas das plântulas da referida espécie, nas maiores concentrações testadas (75 e 100%).

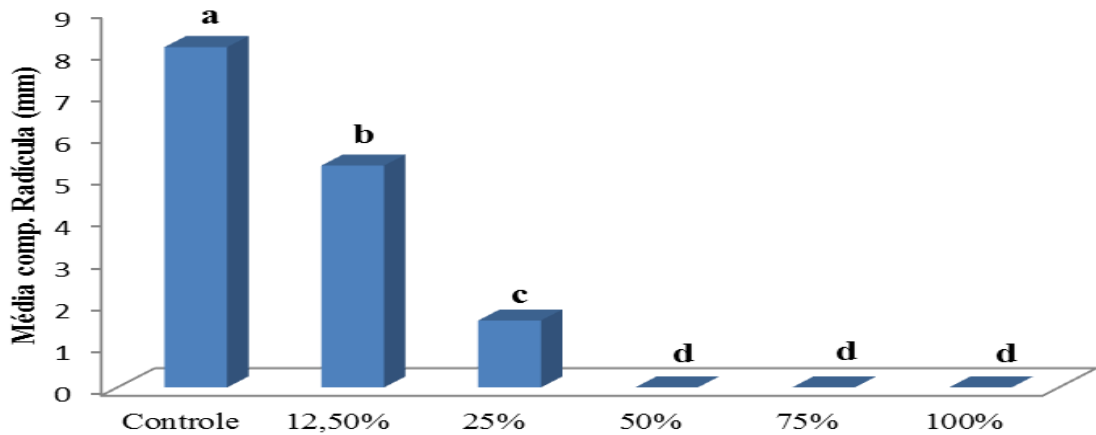
Figura 6 - Comprimento do caulículo de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 7 - Comprimento da radícula de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



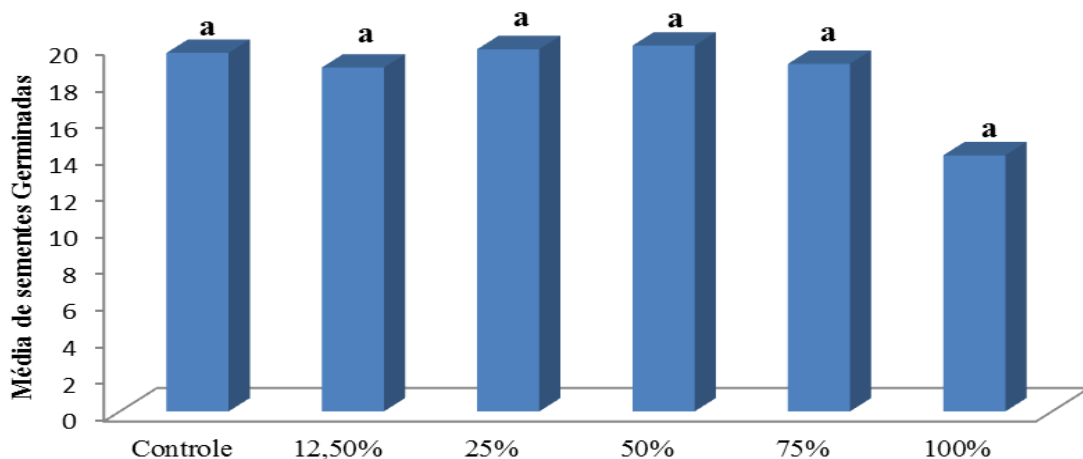
Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à germinação das sementes de *L. sativa* o Extrato Aquoso de *A. confertus* não promoveu interferência em nenhuma das concentrações testadas quando comparadas ao controle (Figura 8).

Resultados semelhantes foram encontrados por Paula et al. (2014) ao avaliarem o potencial alelopático do Extrato Aquoso de *Dasyphyllum tomentosum* (Spreng.) Cabrera (Asteraceae) uma vez que não observaram interferências na germinação das sementes de alface em nenhuma concentração testada. Gatti, Perez e Ferreira (2007) trabalhando com Extrato Aquoso de *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker (Asteraceae) também não verificaram nenhum efeito sobre a germinação das sementes de alface.

Figura 8 - Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acrítópappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

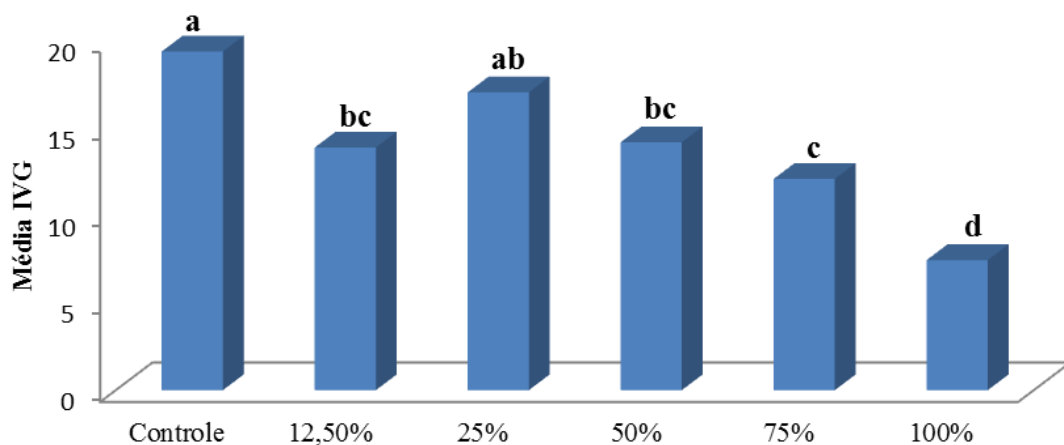
Significância ($p \geq 5$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A germinação é uma variável muito analisada em estudos de alelopatia, no entanto somente o fato de uma semente germinar ou não germinar não fornece informações suficientes sobre os demais fatores fisiológicos envolvidos no fenômeno da germinação, uma vez que na maioria das vezes são visualizados apenas os resultados finais. Dados importantes como atrasos e períodos de germinação inativa durante o bioensaio não são levados em consideração nesse tipo de análise (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008). Souza Filho, Guilhon e Santos (2010) afirmam serem necessários estudos mais amplos onde não

sejam analisadas somente a germinação total, mas também o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), sendo desse modo possível avaliar as reais potencialidades de um extrato vegetal.

A. confertus provocou um retardo significativo no IVG das sementes de *L. sativa* submetidas ao extrato a partir de 12,5% de concentração (Figura 9). Simionatto et al. (2010) também observaram redução no IVG de *L. sativa* e *Allium cepa* L. quando submetidas ao Extrato Aquoso de *Vernonia condensata* Baker (Asteraceae) em todas as concentrações testadas.

Figura 9 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acrítópappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



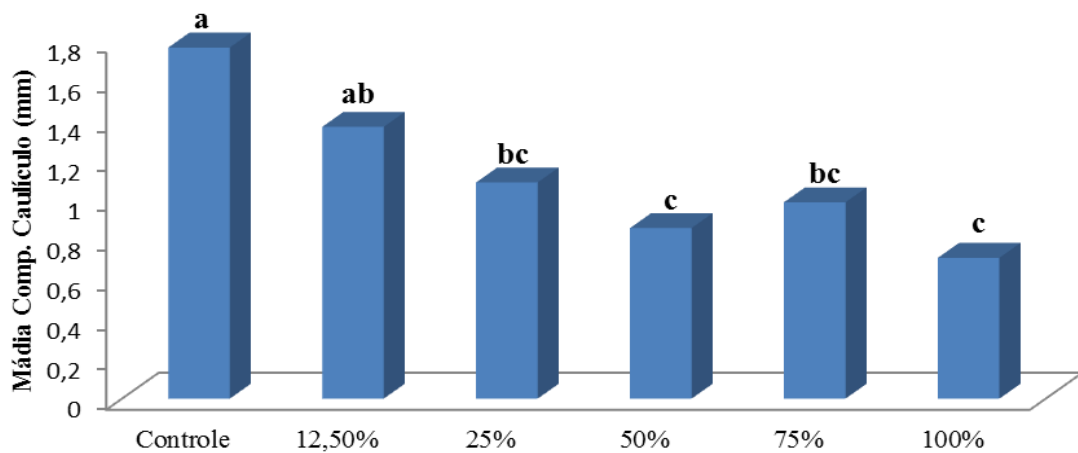
Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram observadas reduções significativas no comprimento do caulículo em todas as concentrações testadas, com diferenças estatísticas quando comparadas ao controle (Figura 10). Gusman, Bittencourt e Vestena (2008) estudando os efeitos alelopáticos do Extrato Aquoso de *Bidens dracunculifolia* (Asteraceae) observaram reduções significativas no comprimento dos caulículos de plântulas de *L. sativa*. Lima et al. (2011) também verificaram efeitos inibitórios dos extratos de *B. pilosa* e *B. alba* (L.) DC. (Asteraceae) sobre o

comprimento do caulículo das plântulas de *L. sativa*, com diferenças estatísticas significativas em relação ao controle.

Figura 10 - Comprimento do caulículo de plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

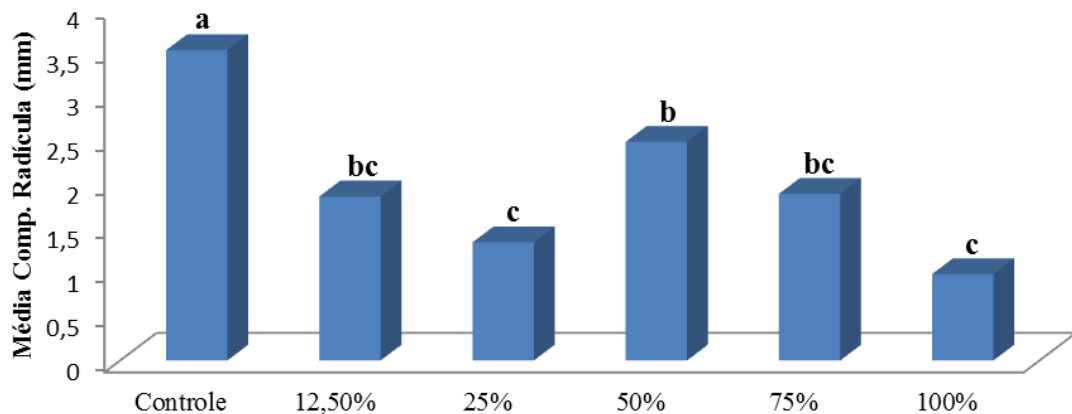
O Extrato Aquoso de *A. confertus* inibiu significativamente o comprimento e alongamentos das radículas de *L. sativa* a partir da concentração de 12,5% (Figura 11). Os estudos de Haida et al. (2010) também revelaram reduções significativas em todas as concentrações testadas nas raízes de *L. sativa* quando submetidas ao Extrato Aquoso de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae).

Resultados semelhantes foram encontrados por Cândido et al. (2010) quando observaram que em todas as concentrações do Extrato Aquoso de duas espécies de Asteraceae (*Galinsoga parviflora* Cav. e *P. hysterophorus*) o comprimento das radículas de plântulas de *L. sativa* sofreram inibição.

Ferreira e Aquila (2000) relataram que durante o desenvolvimento do cultivo a análise do crescimento das plântulas caracteriza-se como um instrumento de grande importância, uma vez que a ação dos aleloquímicos pode provocar o aparecimento de plântulas anormais. De acordo com Silva (2012) os efeitos alelopáticos mais comumente observados sobre o crescimento vegetal, consistem em: interferências na divisão celular,

síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, síntese de proteínas, metabolismo lipídico, abertura dos estômatos, assimilação de CO₂ e no processo de fotossíntese.

Figura 11 - Comprimento da radícula de plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do Extrato Aquoso de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

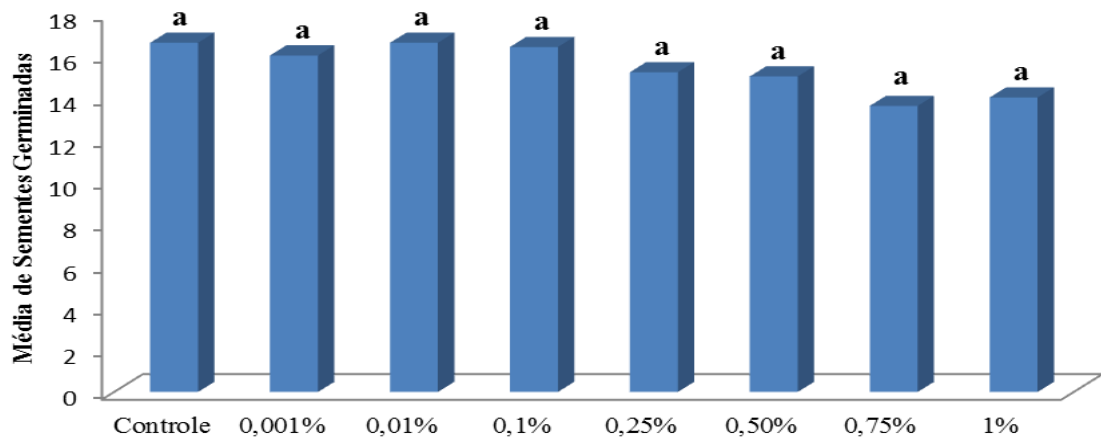
Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5 Avaliação do efeito do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. sobre a germinação e crescimento inicial de *Cenchrus echinatus* L. e *Lactuca sativa* L.

Nos bioensaios realizados com óleo essencial das folhas de *A. confertus* não foram observadas diferenças estatísticas significativas na germinação das sementes de *C. echinatus* quando comparadas ao controle (Figura 12). O óleo essencial de *A. confertus* provocou retardo no IVG das sementes de *C. echinatus* em todas as concentrações testadas quando comparados ao controle (Figura 13). Rosado et al. (2009) afirmam que mesmo não havendo interferências dos aleloquímicos na porcentagem final de germinação, é possível que estes compostos causem mudanças no padrão de germinação através das diferenças na velocidade e sincronia da germinação de sementes.

Tal efeito em um ambiente natural pode ser importante para que seja evitada competição da espécie doadora com outras espécies funcionalmente receptoras. Dentro deste contexto Gatti, Perez e Ferreira (2007) relataram que esta condição pode representar um fator ecológico importante, pois plantas que germinam de maneira mais lenta podem obter tamanho reduzido. Isto contribui para que sejam mais vulneráveis a estresses, e apresentem poucas condições para competir por recursos.

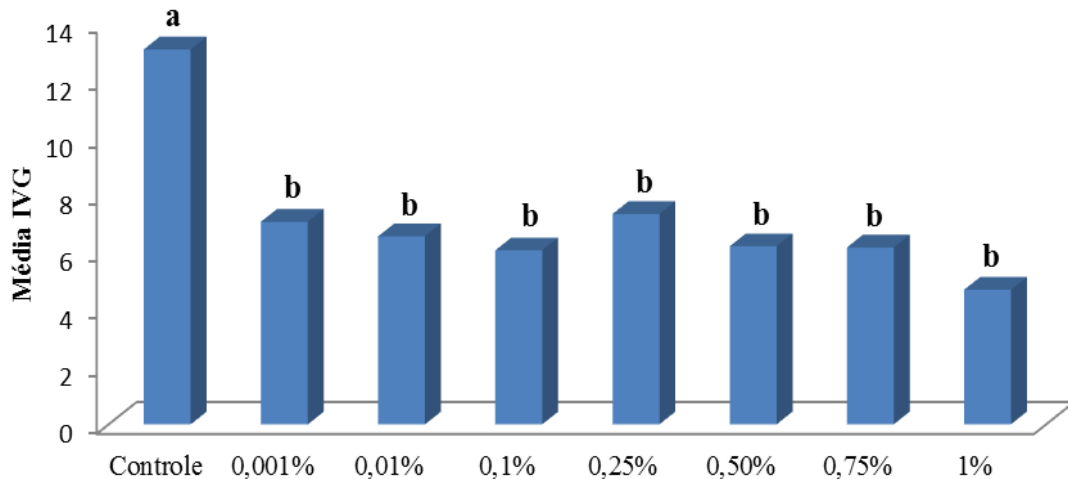
Figura 12 - Germinação das sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ($p \geq 5$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 13 – Índice de Velocidade de Germinação de (IVG) sementes de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acrítopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



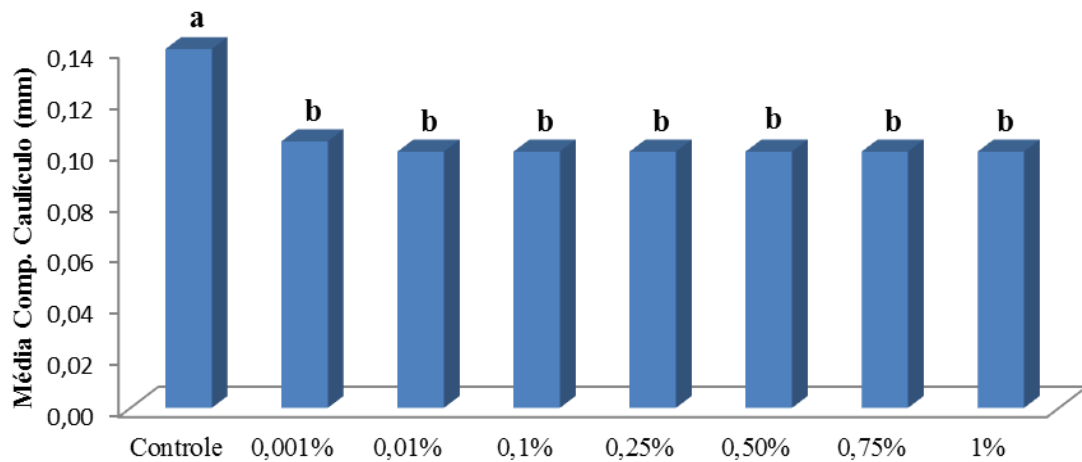
Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento do caulículo das plântulas de *C. echinatus* submetido ao óleo essencial de *A. confertus* em todas as concentrações testadas foi reduzido significativamente em comparação com o grupo controle (Figura 14). Tal ação pode se dever a determinados compostos presentes no referido óleo, considerando resultados obtidos por outros autores em espécies distintas cuja constituição química apresenta alguns compostos em comum com os encontrados no óleo essencial de *A. confertus*, a exemplo de Souza Filho et al. (2009a) que ao avaliarem os efeitos inibitórios do óleo essencial de *Ocimum americanum* L. sobre o desenvolvimento do hipocótilo e das raízes de *Mimosa pudica* Benth. e *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby atribuíram tal fato a presença de diversos compostos químicos com potencial alelopático com destaque para o limoneno, a cânfora e o linalol.

Ribeiro e Lima (2012) em estudos com *Citrus sinensis* L. (Rutaceae) revelaram que o óleo essencial desta espécie, majoritariamente constituído de limoneno (84,2% da composição química total) inibiu o comprimento dos caulículos das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* L. e *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell. De acordo com estes autores a concentração elevada do limoneno no óleo essencial da espécie mencionada, tem sido especulada como o principal motivo para justificar a sua alta bioatividade.

Figura 14 - Comprimento do caulículo de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao comprimento da radícula, o óleo essencial em todas as concentrações testadas inibiu significativamente o crescimento e o alongamento das raízes de *C. echinatus*, sendo este efeito mais evidente nas maiores concentrações (0,50, 0,75 e 1%), Figura 15. Estudos demonstram que as raízes são mais sensíveis aos aleloquímicos do que a germinação das sementes (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

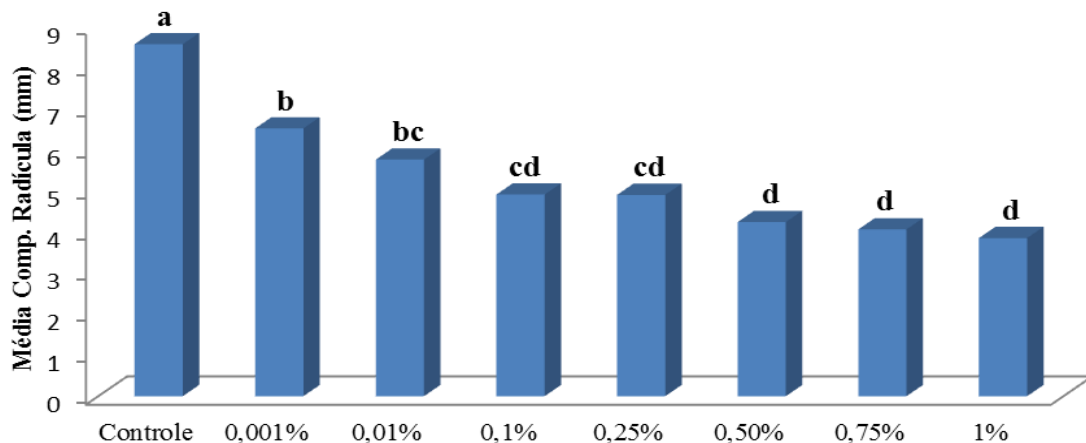
Ribeiro e Lima (2012) verificaram efeitos inibitórios em raízes de *E. heterophylla* submetidas ao óleo essencial das cascas de *C. sinensis* L., cujo componente principal é o limoneno. Além disso, também foram observadas lesões e malformações nas raízes, sendo algumas graves a ponto de matar a plântula.

Segundo Duschatzky et al. (2007) estudos sobre análise química do óleo essencial de *Heterothalamus alienus* (Spreng.) Kuntze e *H. psiadioides* Less. ambas pertencentes a família Asteraceae, indicaram o β -pineno como constituinte majoritário. Avaliando a citotoxicidade do óleo destas duas espécies, Shmidt-Silva et al. (2011) observaram reduções no índice mitótico de células meristemáticas de *L. sativa* (alface) e *A. cepa* (cebola), resultando em anormalidades cromossômicas como aderência cromossômica, c-mitose e formação de micronúcleo. Tais efeitos podem estar relacionados à redução do comprimento das raízes.

Os aleloquímicos tem a capacidade de interferir nos processos metabólicos primários e crescimento dos vegetais. As ações destes compostos podem afetar diretamente a divisão e alongamento celular, processos estes extremamente importantes para garantir o crescimento e desenvolvimento das plantas (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Segundo Maia et al. (2011) estudos apontaram que os monoterpenos são capazes de causar danos expressivos em membranas e processos respiratórios de algumas plantas, uma vez que estas substâncias podem ser absorvidas através de suas estruturas secretoras. Rosado et al. (2009) relataram que os monoterpenos são capazes de alterar a estrutura e função das membranas, impedindo o crescimento e o desempenho das células.

Figura 15 - Comprimento da radícula de plântulas de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acrtopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

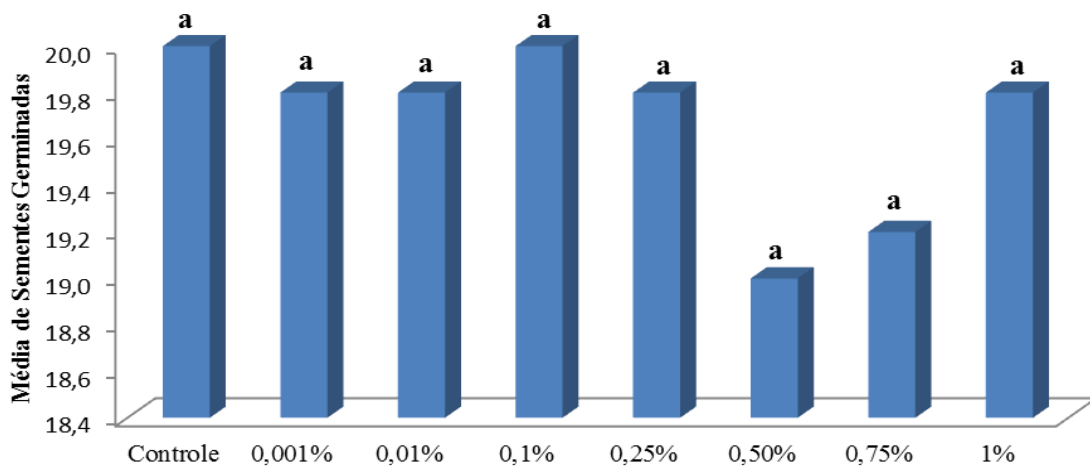
Em relação às sementes de *L. sativa*, verificou-se que o óleo essencial de *A. confertus* não interferiu na germinação em nenhuma das concentrações testadas (Figura 16).

Quanto ao IVG, verificou-se que nas menores concentrações (0,001, 0,01, 0,10 e 0,25%) não houve diferenças estatísticas em relação ao controle. Porém nas maiores concentrações (0,50, 0,75% e 1%) houve retardamento no IVG das sementes de *L. sativa* com diferenças estatísticas quando comparados ao controle (Figura 17).

Miranda et al. (2015a) observaram uma redução significativa no IVG de sementes de *L. sativa* submetidas ao óleo essencial das folhas frescas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (capim-limão) à medida que foram aumentadas as concentrações, tendo atribuído tal fato a presença de mirceno um dos compostos majoritários da referida espécie.

A concentração do(s) aleloquímico(s) e o limite de resposta da espécie receptora são fatores que determinam a ação de um dado composto. Seus efeitos inibitórios estão estreitamente relacionados com a sensibilidade da espécie afetada, aos processos fisiológicos da planta e as condições ambientais (SOUZA FILHO et al., 2009c).

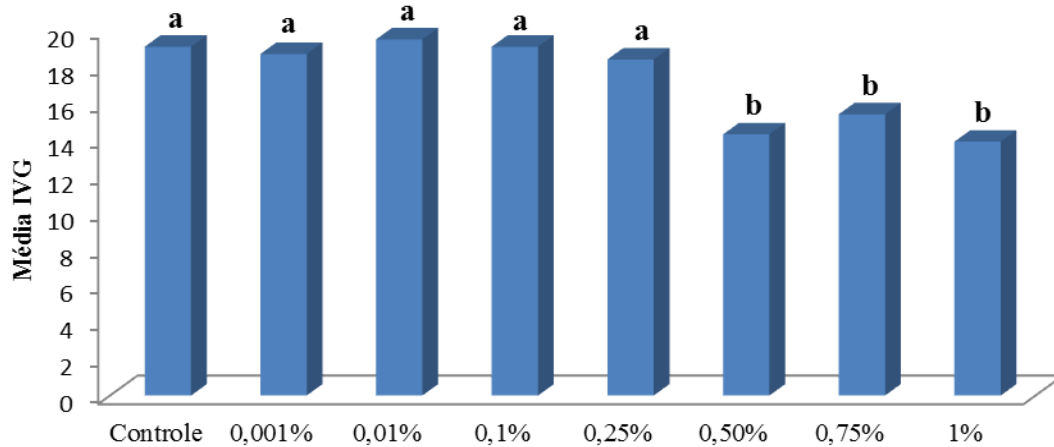
Figura 16 - Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acrítópappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ($p \geq 5$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 17 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acrítopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O óleo essencial de *A. confertus* nas diversas concentrações inibiu significativamente o comprimento do caulículo das plântulas de alface, sendo observada maior inibição à medida que foram aumentadas as concentrações (Figura 18).

Pawlowski et al. (2012) ao estudarem as atividades citogenotóxicas de *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Schinus molle* L. pertencentes à Anacardiaceae sobre as células meristemáticas de *L. sativa* e *A. cepa*, observaram uma redução significativa no índice mitótico das células das referidas espécies receptoras, as quais apresentaram altas taxas de anormalidades cromossômicas sendo provável que tal efeito se deva a presença de limoneno e β -pineno nas espécies doadoras.

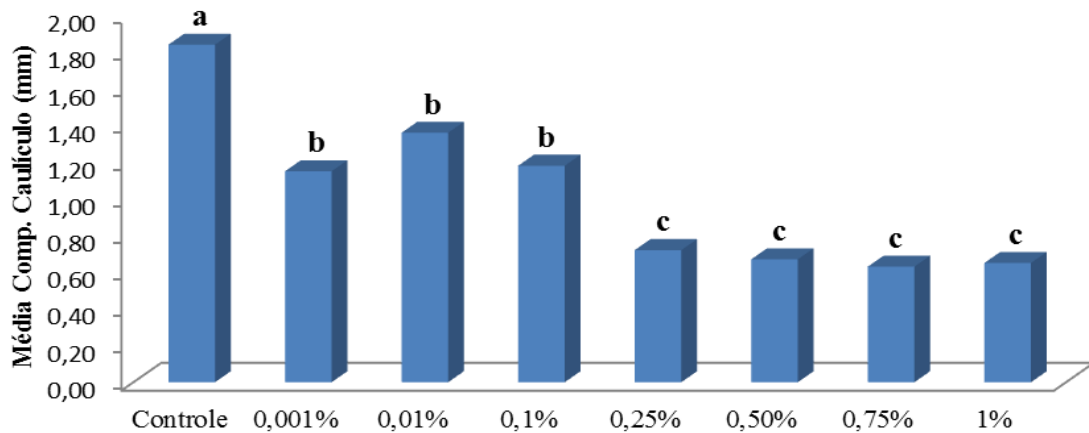
Quanto ao desenvolvimento radicular foi verificado que o óleo a 0,001, 0,01, 0,10% de concentração estimulou o comprimento da radícula de *L. sativa*, e a 0,25% não promoveu nenhum efeito quando comparado ao grupo controle, porém a partir de 0,50% de concentração provocou uma inibição do comprimento da referida estrutura (Figura 19). Tal resultado pode ser atribuído ao fato de que os efeitos de um dado aleloquímico podem ser tanto inibitórios como estimulatórios, dependendo da concentração em que sejam encontrados e da combinação entre os mesmos (AN; JOHNSON; LOVETTE, 1993; RICE, 1984).

Silva, Overbeck e Soares (2014) observaram efeitos inibitórios do óleo essencial de *H. psiadioides* Less. (Asteraceae) sobre o comprimento da parte aérea e raiz de plântulas de *L. sativa* e *A. cepa*. De acordo com estes autores, os efeitos fitotóxicos desta espécie podem ser atribuídos à interação da sua composição química, a qual revela presença de monoterpenos, principalmente β -pineno, Δ^3 -careno e limoneno.

Os efeitos alelopáticos observados no presente estudo podem ser atribuídos aos constituintes diagnosticados no óleo essencial das folhas de *A. confertus*.

Souza Filho et al. (2009b) afirmam que a presença dos constituintes majoritários em óleos essenciais, podem explicar os efeitos alelopáticos sobre a germinação e crescimento da planta receptora.

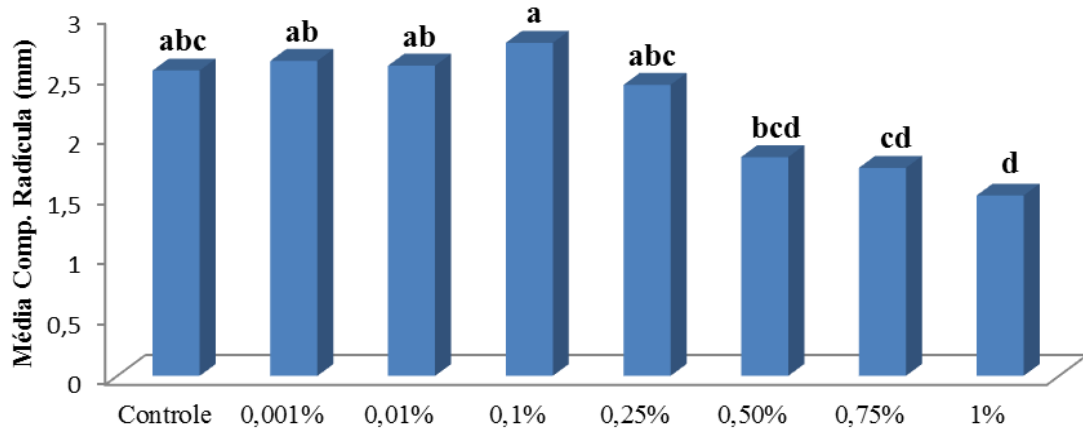
Figura 18 - Comprimento do caulículo das plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 19 – Comprimento da radícula das plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob.



Fonte: Dados da pesquisa

Significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O Extrato Aquoso de *A. confertus* promoveu um efeito mais significativo sobre a germinação das sementes de *C. echinatus* em relação aos testes realizados com o óleo essencial da referida espécie. Enquanto sobre a presença do Extrato Aquoso a germinação foi completamente inibida nas maiores concentrações, na presença do óleo essencial não foram observadas interferências nesta variável. Já o IVG foi inibido em todas as concentrações do Extrato Aquoso e óleo essencial.

É provável que os principais responsáveis pela inibição da germinação das sementes de *C. echinatus*, sejam os compostos majoritários encontrados no Extrato Aquoso da espécie em estudo. Entretanto para confirmar esta hipótese, são necessários estudos mais aprofundados que avaliem os efeitos dos compostos de maneira isolada e sinergicamente.

O Extrato Aquoso e o óleo essencial promoveram um retardamento no IVG das sementes de *C. echinatus* e *L. sativa*. No tocante ao crescimento e desenvolvimento das plântulas destas espécies, tanto o Extrato Aquoso como o óleo essencial expressaram efeitos inibitórios.

Os vegetais produzem inúmeros aleloquímicos com polaridades diferentes, dentre eles encontram-se os monoterpenos, presentes nos óleos essenciais e que possuem baixa polaridade. Outros metabólitos como os compostos fenólicos são de alta polaridade, com

alguns deles solúveis em água. Estas substâncias podem ser encontradas em extratos aquosos, hidroalcoólicos e metanólico. Em estudos onde não há informações sobre a espécie doadora é recomendado que sejam utilizados os dois tipos de extração para que haja uma análise mais real das potencialidades alelopáticas (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

5 CONCLUSÕES

- Os constituintes majoritários encontrados na análise química do EBA foram à quercetina, ácido cafeico, e ácido elágico;
- Na análise química do óleo essencial os compostos que mais se destacaram foram o mirceno, β -Pinoeno e limoneno.
- O Extrato Aquoso de *A. confertus* afetou a germinação e o desenvolvimento das sementes e plântulas de *C. echinatus*;
- O extrato não interferiu na germinação das sementes de *L. sativa*, porém retardou o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e reduziu o comprimento dos caulículos e radículas de suas plântulas;
- O óleo essencial não influenciou a germinação das sementes de *L. sativa* e *C. echinatus*, mas interferiu negativamente no IVG e desenvolvimento das plântulas;
- Tanto o óleo essencial quanto o Extrato Aquoso nas diversas concentrações interferiram negativamente no desenvolvimento das plântulas de *C. echinatus* e *L. sativa*.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass spectroscopy**. Allured Publishing Corporation: Illinois, 1995.

AGOSTINI F. et al. Estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 215-220, 2005.

ALENCAR S. R. et al. Biological Activity of *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl. (Poaceae). **Journal of Agricultural Science**; v. 7, n. 6, p. 150-159, 2015.

ALVES, J. N. **Caracterização dos extratos de diclorometano de *Origanum majorana* L. na inibição de *Panicum maximum***. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em química) – Universidade de Uberlândia – programa de pós-graduação em química, 2009.

ALVES, L. L. et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de plantas medicinais na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.3, p.328-336, 2011.

ALVES, M. C. **Potencial alelopático de extratos voláteis sobre a germinação de sementes e crescimento de raiz de plântulas de alface, picão – preto e carrapicho**. 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2002.

ALVES, S. M.; SANTOS, L. S. Natureza química dos agentes aleloquímicos. In: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M (Ed.). **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Embrapa Amazônia Oriental, 2002, cap.2, p. 25-46.

AN, M.; JOHNSON, I. R.; LOVETTE, J. V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 10, p. 2379-2389, 1993.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

BARROS, M. C. P. et al. Coumarins and other constituents from *Acritopappus confertus* Roots. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.33, p.215-218, 2005.

BAUTISTA, H. P. **Sistemática e filogenia de um gênero endêmico do Brasil *Acritopappus* R. M. King e H. Robinson (Asteraceae, Eupatoriaceae)**. 2000. Tese (doutorado), Faculdade de Compostela, 2000.

BITENCOURT, P. E. R. et al. A new biodegradable polymeric nanoparticle formulation containing *Syzygium cumini*: Phytochemical profile, antioxidant and antifungal activity and in vivo toxicity. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 400-407, 2016.

BORELLA J.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface e picão-preto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1129-1135, set/out 2010.

BORGES, C. S. et al. Alelopatia do Extrato de Folhas Secas de Mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 747-749, 2007.

BORGO, J. et al. Influência dos processos de secagem sobre o teor de flavonoides e na atividade antioxidante dos extratos de *Baccharis articulata* (Lam.) Pers., Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n.1, p. 2-17, jan./mar. 2010.

BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsa murta sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera**, v.5, n.8, p. 1-19, 2009.

CANCELLI, R. R.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMAN, S. G. Contribuição à morfologia polínica da família Asteraceae Martinov. No Rio Grande do Sul - Parte I. **Pesquisas, botânica**, n. 58, p.347-374, 2007.

CÂNDIDO, A. C. S. et al. Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduíche. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 3, p. 268-272, jul./set. 2010.

CHEN, Y. et al. Allelopathic Effects of *Parthenium hysterophorus* L. Volatiles and Its Chemical Components. **Allelopathy Journal**, v. 27, issue. 2, p. 217-224, april 2011.

CORREA, L. R.; SOARES, G. L. G.; FETT-NETO, A. G. Allelopathic potencial of *Psychotria leiocarpa* a dominante undertory species of subtropical forest. **South African Journal of Botany**, v. 74, issue 4, p. 583-590, nov. 2008

CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

CUNHA, F. A. B. et al. *Eugenia uniflora* leaves essential oil induces toxicity in *Drosophila melanogaster*: involvement of oxidative stress mechanisms. **Toxicology Research**, v. 4, p. 634-644, dec. 2015.

DALBOSCO, T. **Avaliação do potencial alelopático dos extratos foliares brutos de capim- Annoni-2 (*Eragrostis plana* Ness) e estudo do óleo essencial**. 2013. 106 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de processos químicos e bioquímicos) - Universidade tecnológica Federal do Paraná, 2013.

DEMUNER, A. J. et al. Sorção e persistência da sorgoleona em um latossolo vermelho-amarelo. **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 451-455, maio./jun. 2005.

DUSCHATZKY, C. B. et al. Essential oil composition of *Heterothalamus alienus* (Spreng.) Kuntze (Romerillo) from Argentina. Effect of harvesting period on the essential oil composition. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 1, p. 39-41, jan/feb. 2007.

FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; SANQUETA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.)Kuntze. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 5, n. 2, p. 139-146, abr./jun. 2007.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Artmed, 2004.

_____. Interferência: competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Artmed, 2004, p. 251-262.

_____. AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p.175-204. 2000. Edição especial.

FIORINZA, M. et al. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia**, Série Botânica, v. 71, n. 2, p. 193-200, ago. 2016.

FUNCH, L. S. et al. **Chapada Diamantina Use ful Plants**. RiMa, 2004.

FUNK, V.A. et al. **Classification of Compositae. Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae**. IAPT, 2009.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; FERREIRA, A. G. Avaliação da Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Folhas de Espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 174-176, 2007.

GILBERT, B.; ALVES, L. F.; FAVORETO, R. *Bidens pilosa* L. Asteraceae (Compositae; subfamília Heliantheae). **Revista Fitos**, v. 8, n. 1, p. 1-72, jan./mar. 2013.

GONÇALVES, C. E. P. **Alelopatia de carqueja** (*Baccharis trimera* Less) e **ação de fungos em capim-annoni** (*Eragrostis plana* Ness). 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

GRANATO, E. M. et al. Prospecção fitoquímica da espécie vegetal *Trixis antimenorrhoea* (Schrank) Kuntze. **Revista Brasileira de Farmacia**, v. 94, n. 2, p. 130-135, 2013.

GUEDES, V. R. **Estudo fitoquímico do extrato hexânico e dos óleos voláteis de** *Acritopappus micropappus*. 2004. 162f. Dissertação (mestrado em Química) - Universidade Federal da Bahia, 2004.

GUILLET, G.; BÉLANGER, A.; ARNASON, J. T. Volatile monoterpenes in *Porophyllum gracile* and *P. ruderale* (Asteraceae): identification, localization and insecticidal synergism with α -terthienyl. **Phytochemistry**, v. 49, n. 2, p. 423-429, 1998.

GUSMAN, G. S.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae). **Evidência**, v. 9, n. 1-2, p. 53-66, jan/dez 2009.

_____. BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 30, n. 2, p. 119-125, 2008.

HAIDA, K. S. et al. Efeito alelopático de *Achillea millefolium* L. sobre sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, n.1, p. 101-109, jan./abr. 2010.

HATTORI, E. K. O.; NAKAJIMA, J. N. A família Asteraceae na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental Galheiro, Perdizes, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 687-749, 2008.

HEEMANN, A. C. W. et al. Estudo fitoquímico da espécie *Pterocaulon interruptum* DC. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 4, p. 585-588, out./dez., 2006.

JUDD, W.S. et al. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. Tradução André Olmos Simões [et al], 3.ed. Artmed, 2009.

KASPERBAUER, M.; TSO, T. C.; SOROKIN, T. P. Effects of end-of-day red and far-red radiation on free sugars, organic acids and aminoacids of Tabaco. **Phytochemical**, v. 9, inssue. 10, p. 2091-2095, 1970.

LEE, I. K.; MONSI, M. Ecological estudies on *Pinus densiflora* forest. I- Effects of plant substances on the floristic composition of the undergrowth. **Botanical Magazine**, v.76, p.400-413, 1963.

LEITE, T. R. et al. Allelopathic Activity and Chemical Analysis of the Essential Oil of *Croton limae* A. P. S. Gomes, M. F. Sales & P. E. Berry (Euphorbiaceae). **Journal of Agricultural Science**; v. 7, n. 1, p. 90-98, 2015.

LI, J. et al. Potential allelopathic effects of volatile oils from *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl on wheat. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 39, n. 1, p. 56-63, 2011.

LIMA, C. P. et al. Efeito dos extratos de duas plantas medicinais do gênero *Bidens* sobre o crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 1, p. 83-87, 2011.

LIMA, M. A. S. et al. Volatile compositions of two Asteraceae from the north-east of Brazil: *Ageratum conyzoides* and *Acritopappus confertus*. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 6, p. 559-561, 2005.

LUZ, S. M. et al. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do PH. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2010.

LOFFREDO, E. MONACI, L. SENESI. Humic substances can modulate the allelopathic potential of caffeic, ferulic, and salicylic acids for seedlings of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 24, p. 9424-9430, 2005.

MACIAS, F. A.; GALLINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G. Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies. In: **2000 years of natural products research - past, present and future**. Ed, Teus J. C. Luijendijk, 2000, p. 137-162.

MACIEL, R. L. et al. Características físico-químicas e químicas e estudo preliminar de estabilidade de tinturas preparadas com espécies de *Arnica lychnophora* em comparação com *Arnica montana*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 99-104, 2006.

MAIA, J. T. L. S. et al. Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.3, p.253-257, 2011.

MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**, v.1, n.3, p. 27-32, 1990.

MELOS, J. L. R. et al. Constituintes químicos e avaliação do potencial alelopático de *Adiantum tetraphyllum* Humb. & Bonpl. ex. Willd (Pteridaceae). **Quimica Nova**, v. 30, n. 2, p. 292-297, 2007.

MIRANDA, C. A. S. F. et al. Chemical Composition and Allelopathic Activity of *Parthenium hysterophorus* and *Ambrosia polystachya* Weeds Essential Oils. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1248-1257, 2014.

_____. et al. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1783-1798, 2015a. suplemento 1.

_____. et al. Análise comparativa do potencial alelopático do óleo essencial de *Thymus vulgaris* e seu constituinte marjoritário na germinação e vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 45-53, 2015b.

MOREIRA, V. E. et al. Teores de fenóis totais e flavonoides e avaliação da atividade antioxidante de *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae). **HU Revista**, v. 38, n. 3 e 4, p. 223-229, 2012.

MOURA, G. S. et al. Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. **Ensaio e ciências: Ciências Biológicas, Ciências Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 2, p. 51-62, 2013.

NAKAJIMA, J. N. et al. **Asteraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, A. K. et al. Alelopatia em extratos de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1186-1189, 2009.

OLIVEIRA, L. G. A. et al. Alelopatia de *Emilia sonchifolia* (L.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimento inicial de sorgo, pepino e picão preto. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 7, n. 12, p. 1-10, 2011.

OLIVEIRA, P. V. A. et al. Avaliação alelopática de *Tithonia diversifolia* na germinação e no crescimento inicial de *Bidens pilosa* e *Brachiaria brizantha*. **Revista Agroambiental**, v. 3, n. 3, p. 23-30, dez. 2011.

OLIVEIRA, S. C. C. **Estudo alelopático de espécies do gênero *Solanum* no Distrito Federal**. 2009. 180f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, 2009.

_____. et al. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopátia. **Acta Botânica Brasilica**, v.26, n.3, p.607-618, jul./set. 2012.

PAROUL, N. et al. Composição química e atividade antioxidante de *Baccharis Trimeria* Pers e *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). **Perspectiva, Erechim**, v. 40, n. 151, p. 55-64, 2016.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. A. LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta botânica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 425-430. 2004

PASSOS, M. G. V. M. **Avaliação de Atividade Antimicrobiana de Produtos de Plantas Nativas de Regiões do Estado da Bahia**. 2007. 156 f. Tese (doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) – Universidade Federal da Paraíba , 2007.

PAULA, C. S. et al. Atividade alelopática do extrato e frações das folhas de *Dasyphyllum tomentosum* (Spreng.) Cabrera. **Revista de Ciência Farmacêutica Básica e Aplicada**, v. 35, n. 1, p. 47-52, 2014.

_____. et al. Potencial fitotóxico com enfoque alelopático de *Bauhinia unguolata* L. sobre sementes e plântulas de alface e cebola. **Revista de Ciências Farmacêutica Básica e Aplicada**, v. 36, n. 3, p. 445-452, 2015.

PAWLOWSKI, Â. et al. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (Anacardiaceae): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. **South African Journal of Botany**, v. 80, p. 96 –103, 2012.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopátia. In: JUNIOR OLIVEIRA, R. S. CONSTANTI, J. INOUE, M.H (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**, Omipax, 2011. Cap. 5, p. 95-123.

PUTNAM, A. R.; DUKE, W.B. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v. 16, p. 431-451, 1978.

RIBEIRO, J. P. N.; LIMA, M. I. S. Allelopathic effects of orange (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 256-259, jan./mar. 2012.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Academic, 1984, 422 p.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral**. EDUFBA, 2008, 73 p.

_____. et al. Asteraceae no Município de Mucugê, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 1, p. 125-202, 2016.

ROSADO, L. D. S. et al. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjeriço “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.4, p.422-428, 2009.

SAMPIETRO, D. A. Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. **Sítio Argentino de Producción Animal**, p. 1 – 14, 2003.

SCHOSSLER, P. et al. Volatile compounds of *Baccharis punctulata*, *Baccharis dracunculifolia* and *Eupatorium laevigatum* obtained using solid phase microextraction and hydrodistillation. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 2, p. 277-287, 2009.

SHMIDT-SILVA V. et al. Cytotoxicity of essential oils from two species of *Heterothalamus* (Asteraceae). **Australian Journal of Botany**, v.59, n. 7, p. 682-691, 2011.

SILVA, C. B. et al. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2373-2376, 2009.

SILVA, P. S. S.; MARQUES, M. O. M.; LINHARES, J. F. P. Caracterização morfológica, perfil químico, atividade biológica e conservação *in situ* do gênero *Lychnophora* Mart. (Asteraceae: Vernoniae: Lychnophorinae), Brasil. **Revista Biotemas**, v. 26, n. 2, jun. 2013.

SILVA, E. R.; OVERBECK, G. E.; SOARES, G. L. G. Phytotoxicity of volatiles from fresh and dry leaves of two Asteraceae shrubs: Evaluation of seasonal effects. **South African Journal of Botany**, v. 93, p. 14–18, 2014.

SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.547-555, 2006a.

_____. AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 61-69, jan//mar 2006b.

SILVA, P. S. S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, set. 2012.

SIMIONATTO, E. et al. Potencial alelopático da parte aérea de *Vernonia condensata* Baker (Asteraceae): bioensaios em laboratório. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n.1, 2010.

SMOLAREK, F. S. F. et al. Abordagem fitoquímica e das atividades biológicas da espécie vegetal *Solidago microglossa* D. C. **Visão Acadêmica**, v.10, n.1, 2009.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

_____.; ALVES, S. M. Funções dos Agentes alelopáticos. In: _____. ALVES, S. M (Ed.). **Alelopatia**: princípios Básicos e aspectos gerais. 1. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, cap. 3, p. 49-78.

_____. PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 8-25, 2005.

_____. et al. Atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de *Ocimum americanum*. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2009a.

_____. et al. Análise comparativa do potencial alelopático do extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de cipó-d'alho (Bignoniaceae). **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 647-653, 2009b.

_____. et al. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 389- 396, 2009c.

_____. GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório revisão crítica. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA, C. S. M. et al. Alelopátia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 96-100, jul./dez. 2007.

SOUZA, T. J. T. et al. Composição química e atividade antioxidante do óleo volátil de *Eupatorium polystachyum* DC. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 368-372, 2007.

TEIXEIRA, D. A; BONFIM, F. P. G. Efeito alelopático de melissa, capim-cidreira, lavanda e alecrim na germinação e vigor de sementes de alface. **Revista Biotemas**, v. 27, n.4, p. 37-42, 2014

THÉOPHILE, D. et al. Vascular smooth muscle relaxant properties of the leaf methanol extract of *Bidens pilosa* Linn (Asteraceae). **Pharmacology online**, v.3, p. 180-191, 2006.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; H., P. L. Alelopátia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 13-22, 2010.

VALDÉS, J. A. A. et al. Análisis de ácido elágico en algunas plantas del semidesierto Mexicano. **Revista Mexicana de Ciências Farmacêutica**, v. 44, n. 2, abr./jun., 2013.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *baccharis* (Asteraceae): Aspectos Químicos, Econômicos e Bológicos. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. **Phenolic compound biochemistry**. 1. ed. Springer, 2007.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemicals: chemical interaction between species. **Science**, v. 171, p.757-770, 1971.

XAVIER, V. B. **Investigação sobre compostos voláteis de espécies de *Baccharis* nativas do Rio Grande do Sul**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Faculdade de Engenharia, 2011.

ANEXOS

ANEXO A- Documento de autorização para atividades com finalidade científica



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 53674-1	Data da Emissão: 22/04/2016 09:06	Data para Revalidação*: 22/05/2017
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: JEANE DANTAS SOUSA	CPF: 027.226.333-88
Título do Projeto: EFEITO ALELOPÁTICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R. M. King & H. Rob. NA GERMINAÇÃO, DESENVOLVIMENTO INICIAL E ÍNDICE MITÓTICO DE <i>Lactuca sativa</i> L. e <i>Allium cepa</i> L.	
Nome da Instituição : Universidade Regional do Cariri	CNPJ: 06.740.864/0001-26

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de material botânico	04/2016	01/2018

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	Portar esta autorização no momento da coleta e transporte do material biológico. Comunicar à APA o início da pesquisa.
---	--

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		CE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Asteraceae

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 76669289



Página 1/4


ANEXO B- Documento emitido pelo Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL)



Herbário Caririense Dárdano de Andrade – Lima
Universidade Regional do Cariri - URCA

NÚMERO DE HERBÁRIO

Remetente:		N° 10.2016			
<p>HERBÁRIO CARIRIENSE DÁRDANO DE ANDRADE-LIMA (HCDAL/URCA) Contato: Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva (herbario@urca.br) Universidade Regional do Cariri - URCA Departamento de Ciências Biológicas Rua: Cel. Antonio Luiz, 1161 Campus do Pimenta - Crato - CE CEP: 63.105-100</p>					
Destinatário:		21.07.2016			
<p>LABORATÓRIO DE BOTÂNICA APLICADA UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI Contato: Jeane Dantas Souza</p>					
N° Amostras: 01		Tipo de Operação: Identificação e Número de Herbário			
N° HCDAL	NOME POPULAR	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	RESPONSÁVEL	
01	12.462	Candeeiro	Asteraceae	<i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R.M. King. & H. Rob.	Ana Moraes Mendonça


 Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva
 Curadora do HCDAL

ANEXO C- Exsicata de *Acritopappus confertus* (Gardner) R. M. King & H. Rob. depositada no Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL) da Universidade Regional do Cariri (URCA).

