



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

**HEMERSON SOARES LANDIM**

**ESTUDO ALELOPÁTICO DA FOLHA, CAULE E RAIZ DE *Richardia grandiflora*  
(CHAM. & SCHLTDL.) STEUD. SOBRE AS SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Lactuca*  
*sativa* L. E *Cenchrus echinatus* L.**

**CRATO – CE**

**2015**

**HEMERSON SOARES LANDIM**

**ESTUDO ALELOPÁTICO DA FOLHA, CAULE E RAIZ DE *Richardia grandiflora*  
(CHAM. & SCHLTDL.) STEUD. SOBRE AS SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Lactuca*  
*sativa* L. E *Cenchrus echinatus* L.**

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 em Bioprospecção Molecular.

**Orientadora:** Profa Dra Maria Arlene Pessoa da Silva

**CRATO – CE**

**2015**

Landim, Hemerson Soares.

L257e Estudo alelopático da folha, caule e raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Schldl.) Steud. sobre as sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L. E *Cenchrus echinatus* L./ Hemerson Soares Landim – Crato-CE, 2015.

58p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri - URCA

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Arlene Pessoa da Silva

1. Alelopatia; 2. Bio-herbicida; 3. Aleloquímicos;

I. Título.

CDD: 581.1

**HEMERSON SOARES LANDIM**

**ESTUDO ALELOPÁTICO DA FOLHA, CAULE E RAIZ DE *Richardia grandiflora*  
(CHAM. & SCHLTDL.) STEUD. SOBRE AS SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Lactuca*  
*sativa* L. E *Cenchrus echinatus* L.**

**Dissertação apresentada e aprovada pela Banca Examinadora em 27/02/2015**

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Profa. Dra. Cláudia Araújo Marco  
Universidade Federal do Cariri – UFCA  
(Membro Avaliador Externo)

---

Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro  
Universidade Regional do Cariri – URCA  
(Membro Avaliador Interno)

---

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva  
Universidade Regional do Cariri – URCA  
(Membro Suplente)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à minha família, pelo incentivo,  
compreensão, apoio, amor e inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pela força e incentivos.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva pela paciência, correções e estímulos à realização desta dissertação.

Aos meus amigos do Laboratório de Botânica Aplicada (LBA) e Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL), pela ajuda nos testes e presença no decorrer deste curso.

À Universidade Regional do Cariri (URCA) pela oportunidade do curso e local e material para os testes.

À FUNCAP pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço de coração a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho.

**Muito Obrigado!**

*“A mente que se abre a uma nova  
ideia jamais voltará ao seu  
tamanho original”*

Albert Einstein

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição do Gênero <i>Richardia</i> .....	19
<b>Figura 2.</b> Aspecto geral de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	20
<b>Figura 3.</b> Representação do perfil do HPLC (High Performance Liquid Chromatography) do extrato aquoso das folhas (A), raiz (B) e caule (C) de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	28
<b>Figura 4.</b> Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato do caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	31
<b>Figura 5.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato do caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	33
<b>Figura 6.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato da raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	34
<b>Figura 7.</b> Comprimento médio das radículas das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato do caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	36
<b>Figura 8.</b> Comprimento médio das radículas das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato da raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	37
<b>Figura 9.</b> Média de sementes germinadas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato da raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	40
<b>Figura 10.</b> Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato do caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	42
<b>Figura 11.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato da folha de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	43
<b>Figura 12.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato do caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	44
<b>Figura 13.</b> Comprimento médio das radículas das plântulas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato da folha de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.....	46



**Figura 14.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud..... 46

**Figura 15.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud..... 47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores do pH e osmolaridade dos extratos de <i>R. grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud. nas diversas concentrações.....	26
<b>Tabela 2.</b> Componentes dos extratos de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	27
<b>Tabela 3.</b> Médias do número de sementes germinadas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas aos extratos da folha, caule e raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	29
<b>Tabela 4.</b> Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato das folhas de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	30
<b>Tabela 5.</b> Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Lactuca sativa</i> , submetidas ao extrato da raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	32
<b>Tabela 6.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato das folhas de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	33
<b>Tabela 7.</b> Comprimento médio das radículas das plântulas de <i>Lactuca sativa</i> L., submetidas ao extrato das folhas de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	36
<b>Tabela 8.</b> Média de sementes germinadas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas aos extratos da folha e caule de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	39
<b>Tabela 9.</b> Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas aos extratos da folha e raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	41
<b>Tabela 10.</b> Comprimento médio dos caulículos das plântulas de <i>Cenchrus echinatus</i> L., submetidas ao extrato da raiz de <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.....	45

## RESUMO

A alelopatia é um fenômeno no qual substâncias do metabolismo secundário das plantas são liberadas no ambiente e interferem de modo prejudicial ou não no desenvolvimento de outras. Embora o Brasil seja um país extremamente rico em relação às espécies vegetais, trabalhos voltados para a ação alelopática de espécies nativas ainda são escassos. *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud. é uma espécie anual de hábito herbáceo, presente em locais de solo arenoso e muita luminosidade sendo considerada uma espécie invasora por se encontrar amplamente disseminada. Até o momento inexistem trabalhos em relação ao seu potencial alelopático. Considerando a necessidade de estudos sobre a mesma, objetivou-se, com este trabalho, analisar a ação alelopática do extrato das folhas, caule e raiz de *Richardia grandiflora* em diversas concentrações na germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface) e de *Cenchrus echinatus* L. (carrapicho), assim como contribuir com estudos sobre compostos químicos presentes no referido extrato. Os bioensaios foram realizados em placas de petri forradas com dois discos de papel germitest umedecidos com 3 mL dos EBAs a 25%, 50% e 75% (Tratamentos). O grupo controle constou apenas de água destilada (0%). Foram analisados o número de sementes germinadas, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), o comprimento do caulículo e da radícula das plântulas das duas espécies receptoras. Nos bioensaios com *L. sativa* o extrato da folha de *R. grandiflora* não provocou efeito significativo em relação às variáveis analisadas. O extrato do caule provocou um aumento do IVG das sementes e no desenvolvimento da plântula, estimulando o comprimento do caulículo, assim como o da radícula submetida ao extrato a 25 e 50% e inibindo a 75 e 100%. O extrato da raiz inibiu o comprimento do caulículo em todas as concentrações, principalmente a 25%, e estimulou o crescimento da radícula. Nos bioensaios com *C. echinatus* o extrato da folha de *R. grandiflora* não interferiu na germinação e nem no IVG, porém estimulou o crescimento do caulículo a 25, 50 e 75% de concentração e inibiu a 100%. Já a radícula da espécie receptora sofreu inibição em todas as concentrações testadas. O extrato do caule não afetou a germinação, porém inibiu todos os outros parâmetros. A germinação das sementes de *C. echinatus* submetida ao extrato da raiz de *R. grandiflora* a 50 e 75% de concentração sofreu uma inibição enquanto a 25 e 100% foi estimulada. O IVG e o comprimento do caulículo não foram afetados em nenhuma das concentrações testadas. Já o crescimento da radícula foi inibido em todas as concentrações testadas. Os compostos encontrados nos extratos da folha, caule e raiz de *R. grandiflora* através do HPLC foram: quercetina, rutina, luteolina, ácidos gálico, elágico, cafeico, *p*-cumárico e clorogênico, estando este último presente apenas na raiz. O efeito alelopático dos extratos de *R. grandiflora* sobre as duas espécies receptoras pode ser atribuído à ação isolada ou conjunta dos referidos compostos.

**Palavras-chave:** Alelopatia. Bio-herbicida. Aleloquímicos.

## ABSTRACT

Allelopathy is a phenomenon in which secondary metabolism of plant substances are released into the environment and interfere or not the development of others. Although Brazil is a very rich country on plant species, studies related to the allelopathic action of native species are scarce. *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud. is an annual species of herbaceous habit, found in sandy soil and sunny sites and is considered an invasive species because it is widespread. Up to now there are no works in relation to its allelopathic potential. Considering the need for studies about it, we aimed with this work to analyze the allelopathic action of Gross Aqueous Extract - GAE (100%) of the leaves, stem and root of *Richardia grandiflora* on seed germination and seedling growth of *Lactuca sativa* L. (lettuce) and *Cenchrus echinatus* L. and contribute to studies on chemical compounds present in its extracts. Bioassays were carried out in petri dishes lined with two discs of moistened germitest paper with 3 ml of extract at 25%, 50% and 75% (treatments). The control group only consisted of distilled water (0%). The parameters analyzed were number of germinated seeds, Germination Speed Index (GSI), stalk length and radicle length of two receptor species. Bioassays with *L. sativa*, the *R. grandiflora* leaf extract caused no significant effect on the variables analyzed. The stem extract resulted in an increase on GSI seed and seedling development, stimulating the stalk length as well as the radicle length at 25 and 50% and inhibiting at 75 and 100%. The extract of the root inhibited stalk length at all concentrations, particularly 25%, and stimulated growth of the radicle. The bioassays with *C. echinatus*, the *R. grandiflora* leaf extract did not affect the germination nor GSI, but stimulated the stalk growth at 25, 50 and 75% and inhibited at 100%. While the radicle of the species receptor suffered inhibition at all concentrations tested. The stem extract did not affect germination, but inhibited all other parameters. The germination of the seeds of *C. echinatus* submitted to the root extract of *R. grandiflora* at 50% and 75 suffered inhibition while 25 and 100% was stimulated. GSI and the stalk length were not affected in any of the tested concentrations. The compounds found in extracts of leaf, stem and root of *R. grandiflora* by HPLC were: quercetin, rutin, luteolin, gallic acid, ellagic, caffeic, chlorogenic and *p*-coumaric acid, the latter being present only in the root. The allelopathic effect of *R. grandiflora* extracts on the two receptor species can be assigned to isolated or combined action of these compounds.

**Keywords:** Allelopathy. Bioherbicide. Allelochemicals.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 Alelopatia.....	15
2.2 Aleloquímicos.....	16
2.3 Família Rubiaceae.....	17
2.4 Gênero <i>Richardia</i> .....	18
2.5 <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schldl.) Steud.....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
3.1 Coleta do material botânico.....	22
3.2 Bioensaio de alelopatia.....	22
3.2.1 Preparação do Extrato Bruto Aquoso (EBA).....	22
3.2.2 Características Físico-químicas dos extratos.....	23
3.2.3 Tratamentos.....	23
3.2.4 Semeadura e procedimentos.....	23
3.2.5 Variáveis analisadas.....	24
3.3 Quantificação química por HPLC.....	24
3.4 Análise estatística.....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26

4.1 pH e Osmolaridade.....	26
4.2 Análise em HPLC.....	27
4.3 Análise do efeito alelopático do extrato da folha, caule e raiz de <i>Richardia grandiflora</i> sobre as sementes e plântulas de <i>Lactuca sativa</i> .....	28
4.3.1 Germinação.....	28
4.3.2 Índice de Velocidade de Germinação.....	30
4.3.3 Comprimento do Caulículo.....	32
4.3.4 Comprimento da Radícula.....	35
4.4 Análise do efeito alelopático dos extratos da folha, caule e raiz de <i>Richardia grandiflora</i> sobre as sementes e plântulas de <i>Cenchrus echinatus</i> .....	38
4.4.1 Germinação.....	38
4.4.2 Índice de Velocidade de Germinação.....	41
4.4.3 Comprimento do Caulículo.....	43
4.4.4 Comprimento da Radícula.....	45
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A alelopatia é um fenômeno onde metabólitos secundários produzidos por uma planta (doadora), impedem a germinação e o desenvolvimento de outra (receptora) (SOARES, 2000). Esta definição é menos abrangente que a de Rice (1984), para quem a alelopatia seria o efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou microrganismo sobre outra, devido à atuação de substâncias químicas liberadas no ambiente, ou que a de Almeida (1988), para quem a alelopatia é entendida como qualquer processo onde substâncias do metabolismo secundário de plantas e microrganismos, alteram a germinação e desenvolvimento de outros sistemas.

Os aleloquímicos são considerados como produto final do metabolismo celular sendo encontrados em maior quantidade nos vacúolos celulares, nos quais seriam depositados para evitar sua própria autotoxicidade. Ou ainda a produção desses compostos se deve às leis da genética sendo constantemente sintetizados e degradados pelos vegetais. (ALVES et al., 2004)

A produção dos aleloquímicos é influenciada por diversos fatores tais como temperatura, umidade, índice de precipitação, radiação e variação sazonal (alterações bruscas na temperatura e umidade do solo), provocando desvios de rotas biossintéticas de metabólitos primários e secundários (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O metabolismo secundário se caracteriza pela elevada capacidade biossintética, tanto em relação ao número de substâncias produzidas quanto à sua diversidade estrutural numa mesma espécie. Várias funções relacionadas a esses compostos tais como: defesa contra herbívoros e micro-organismos, proteção contra os raios ultravioleta, atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes, e ação alelopática, estão esclarecidas (CSEKE; KAUFMAN, 1998).

Os aleloquímicos liberados pelas plantas pertencem a diferentes grupos, entre os quais: ácidos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavonoides, glicosídeos cianogênicos, alcaloides, derivados do ácido benzoico, quinonas complexas e taninos (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001). Com diferentes formas de ação, como nos efeitos das atividades hormonais, na biossíntese e distribuição dos metabólitos, na fotossíntese, na respiração, acúmulo de íons e interferência nas relações hídricas, devido a mudanças na membrana celular (EINHELLIG, 1995).

A ação dos aleloquímicos é atribuída à somente dois modos de ação, o direto e o indireto. O primeiro, referindo-se às alterações no solo, nas atividades dos microrganismos, entre outros e o último, à ligação de uma substância às membranas, ou inclusão de uma substância às células, modificando o metabolismo do organismo (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

A redução da taxa de germinação, morte das plântulas, falta de vigor, clorose das folhas, redução do perfilhamento e a deformação ou atrofiamento das raízes, foram atribuídos por Almeida (1991) como sintomas provocados pelos aleloquímicos presentes em coberturas mortas nas culturas. Tais sintomas foram entendidos por Ferreira e Áquila (2000) como sinalizações secundárias de mudanças, inicialmente, ocorridas em nível molecular e celular e posteriormente exteriorizando em nível de semente e plântula.

Durante décadas as substâncias tóxicas vêm sendo utilizadas em quase todas as culturas, resultando na contaminação dos vegetais e do solo; contribuindo para a degradação ambiental e trazendo prejuízos à saúde do homem. Não é mais admissível a utilização de tais produtos, sendo necessária a substituição destes por produtos naturais que funcionem como bioherbicidas. Dentro deste contexto Zeng, Mallik e Luo (2010) sugeriram que aleloquímicos podem ser utilizados diretamente na formulação de bioherbicidas, tornando a alelopatia um método natural e reversível no controle de plantas daninhas.

Os aspectos acima referidos justificam a necessidade de se intensificar estudos sobre a ação alelopática das diversas espécies vegetais presentes nos diferentes ambientes no Brasil, visando à descoberta e isolamento de produtos do metabolismo secundário das mesmas que funcionem como bioherbicidas (BALBINOT-JUNIOR, 2004).

O gênero *Richardia* é composto por 15 espécies distribuídas desde a América do Sul ao sul dos Estados Unidos (LEWIS; OLIVER, 1974), sendo tais espécies consideradas ervas daninhas por competirem com culturas econômicas (PEDRINHO JÚNIOR; BIANCO; PITELLI, 2004). *R. grandiflora* é nativa da Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai, e Uruguai (LEWIS; OLIVER, 1974), apresentando indicações etnofarmacológicas no combate às hemorroidas e atuando como vermífugo, sendo conhecida popularmente por ervanço, poaia ou ipeca-mirim (AGRA; FREITAS; BARBOSA-FILHO, 2007). Pelo fato de estudos realizados por diversos autores comprovarem o uso de *R. grandiflora* na medicina tradicional e tal ação ser atribuída à presença de metabólitos secundários, com comprovada ação alelopática, no presente estudo objetivou-se analisar a ação alelopática do Extrato Aquoso Bruto das folhas, caule e raiz de *R. grandiflora* em diversas concentrações na germinação das sementes e



desenvolvimento das plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Cenchrus echinatus* L. assim como contribuir com estudos sobre os compostos químicos presentes nos referidos extratos, visando um melhor entendimento da ação alelopática desta espécie.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Alelopatia

Uma das primeiras observações de interações entre plantas foi realizada por Theophrastus, 300 a.C., ao verificar que a presença de restos de folhas e caules de grão-de-bico, promovia uma exaustão do solo além de alterações nas plantas vizinhas. (RICE, 1984). Em 1881, Stickney e Hoy publicaram uma pesquisa mostrando a ação de *Juglans nigra*, sobre a germinação e o desenvolvimento de outras espécies em sua volta e a inibição que a mesma provocava em determinadas culturas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Mais de meio século depois, em 1937 o efeito acima referido foi designado por Hans Molisch de alelopatia (originário do grego *Allelon* = mútuo e *Pathos* = prejuízos). Atualmente a definição para este fenômeno não pode se ater somente ao significado da palavra, pois a alelopatia em si não contempla prejuízos mútuos, mas sim para planta receptora podendo em muitos casos trazer benefícios (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001; BITTENCOURT, 2007;).

Rice (1984) definiu alelopatia como sendo, a influência de uma planta em relação à outra ou entre planta e microrganismo de forma direta ou indireta, através de substâncias liberadas no meio, resultando em benefícios ou malefícios às plantas receptoras. Tais substâncias são conhecidas como aleloquímicos, termo este proposto por Whittaker (1970) para indicar substâncias que interagem com organismos de diferentes espécies. Posteriormente, foi proposto o termo semioquímicos para nomear substâncias que interagem entre organismos. Os semioquímicos são divididos em dois grupos: os feromônios e os aleloquímicos, sendo os primeiros responsáveis pelas interações intraespecíficas e os últimos por interações interespecíficas (MIZUTANI, 1999).

A alelopatia difere da competição entre plantas, pois esta última se dá através da retirada de um componente do meio, necessário à sobrevivência de ambas, por exemplo, luz,

nutriente, água, enquanto na alelopatia há a inserção de um elemento ao meio (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

A alelopatia é um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, assim como a produtividade e manejo de culturas. As substâncias alelopáticas se encontram espalhadas em diferentes partes do vegetal e em concentrações variadas, dependendo da etapa de vida. Quando essas substâncias são liberadas em concentrações suficientes provocam o estímulo ou inibição da germinação, crescimento e/ou desenvolvimento de plantas, além do desenvolvimento de micro-organismos (CARVALHO, 1993).

## **2.2 Aleloquímicos**

Substâncias que os vegetais produzem, através do metabolismo secundário, e que influenciam as plantas mais próximas, sendo de grande importância na adaptação das espécies e na organização de comunidades vegetais (SILVA, 2004). Apesar do pouco conhecimento sobre a formação dos aleloquímicos nas células, acredita-se que tais produtos sejam sintetizados a partir da via acetato-mevalonato ou do ácido chiquímico (SOUZA FILHO; ALVES; FIGUEIREDO, 2003).

São várias as categorias dessas substâncias, cerca de quatorze segundo Rice (1984), distribuídas em: ácidos orgânicos solúveis em água; álcoois de cadeia curta; aldeídos alifáticos e cetonas; lactonas simples insaturadas; ácidos graxos de cadeia longa e poliacetilenos; naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas; fenóis simples; ácido benzoico e derivados; ácido cianâmico e derivados; cumarinas; flavonoides; taninos; terpenoides e esteroides; aminoácidos e polipeptídeos; alcaloides e cianohidrinias; derivados sulfurados e glicosídeos de óleo mostarda, além de purinas e nucleosídeos.

Segundo Gatti, Perez e Lima (2004) qualquer planta pode produzir aleloquímicos, regulados por fatores ambientais tais como, luminosidade, quantidade de água, nutrientes, temperatura, microrganismos presentes no solo, etc.. Fatores como a radiação ultravioleta, estresse, ataques de insetos e doenças das mais diversas, podem alterar a taxa de produção desses compostos, aumentando a sua produção.

Os aleloquímicos são produzidos em diversas partes da planta tais como folhas, flores, caule, raízes, frutos entre outras, podendo variar com as condições fisiológicas do vegetal (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992). Os mesmos são metabólitos secundários produzidos pelos vegetais para sua proteção inibindo a ação de diversos organismos, tais como: vírus, bactérias e insetos, ou ainda, promovendo ou reduzindo o desenvolvimento de outros vegetais (PERIOTTO; PEREZ; LIMA, 2004).

### 2.3 Família Rubiaceae

A família Rubiaceae é uma das maiores dentre as angiospermas abrangendo aproximadamente 637 gêneros e 10700 espécies, distribuídas em áreas tropicais e subtropicais de todo o planeta, podendo habitar regiões temperadas como a Europa e o norte do Canadá (VIEIRA; PEREIRA; CARVALHO-OKANO, 2006; JUDD et al., 2009). Ocupa a quarta colocação em relação à diversidade entre as angiospermas, atrás apenas de Asteraceae, Orchidaceae e Fabaceae, sendo dividida em duas subfamílias principais Cinchonoideae e Rubioideae (ROBBRECHT; MANEN, 2006).

No Brasil, está representada por 125 gêneros e 1400 espécies, principalmente na Mata Atlântica. No Nordeste está representada por 82 gêneros e 401 espécies e no Ceará por 42 gêneros e 94 espécies (BARBOSA et al., 2014). São caracterizadas pelo hábito arbóreo, herbáceo ou arbustivo, folhas simples, opostas e estípulas interpeciolares (JOLY, 1983).

As espécies desta família apresentam flores de diferentes formas e cores, sendo o néctar seu atrativo principal. Seus frutos podem ser carnosos ou capsulares, tendo algumas sementes aladas (ALMEIDA; ALVES, 2000). Os gêneros mais representativos são *Borreria*, *Diodia* e *Richardia*, este conhecido como poaia, de hábito herbáceo e subarbustivo encontrado principalmente em terrenos abandonados (JOLY, 1983).

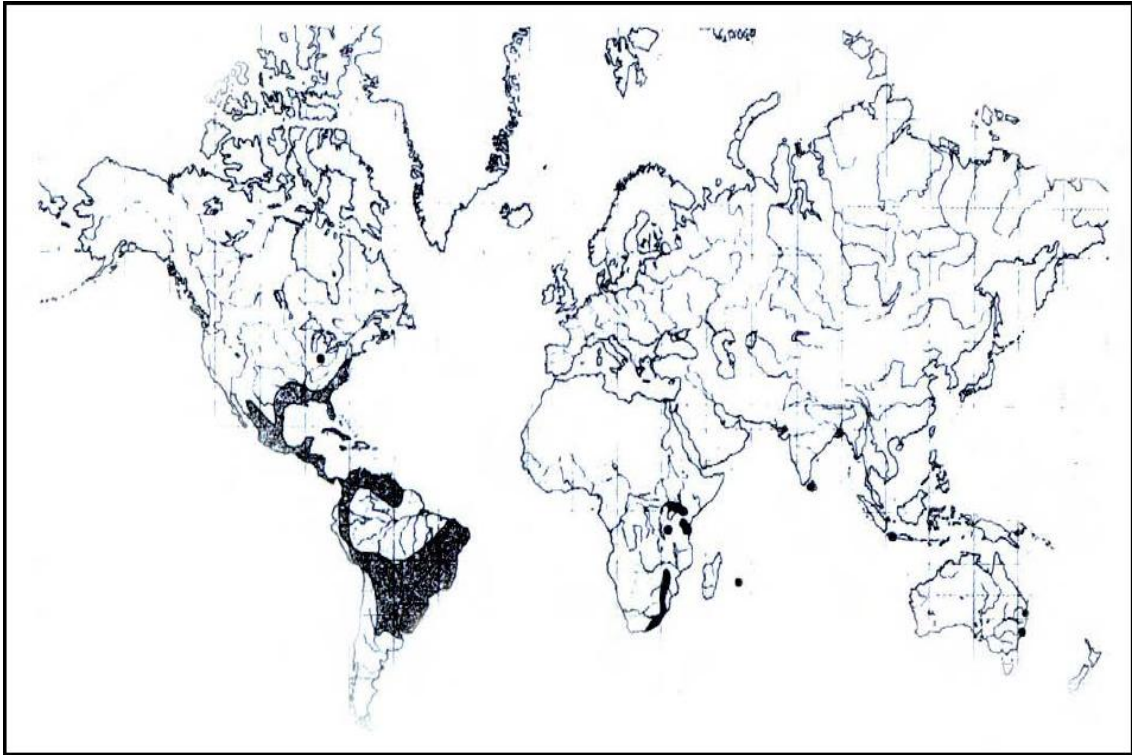
Existem espécies de valor econômico, usadas no setor alimentício, ornamental, farmacêutico e medicinal e/ou tóxicas, tais como diversas espécies dos gêneros *Borreria*, *Diodia* e *Richardia*, as quais provocam danos ao setor agropecuário, além de outras que são tóxicas ao gado (COELHO; AGRA; BARBOSA, 2006; MATOS et al. 2011).

Dentre as de valor econômico podemos citar a *Coffea arabica* L., (café) e *Psychotria colorata* (Willd. ex. Schult) Müll. Arg. por suas propriedades analgésicas, devido a presença de alcaloides em suas folhas e frutos (ELISABETSKY et al., 1995).

Investigações realizadas sobre Rubiaceae, através de testes fitoquímicos, revelaram a presença de alcaloides indólicos como sendo os principais marcadores químicos desta família (CARBONEZI et al., 2004). Além de iridoides glicosilados e não glicosilados, antraquinonas, saponina triterpênica, flavonoides, lignoides, terpenos e derivados fenólicos (HAMERSKI et al., 2005; SILVA, 2006).

#### **2.4 Gênero *Richardia***

O gênero *Richardia* é constituído por aproximadamente 15 espécies vegetais, geralmente de hábito herbáceo e perene com algumas anuais distribuindo-se do sul dos Estados Unidos ao centro da América do Sul (LEWIS; OLIVER, 1974) (Figura 1). No Brasil existem 7 espécies identificadas sendo 2 endêmicas (*Richardia Schumannii* W. H. Lewis & R. L. Oliv. e *Richardia stellaris* (Cham. & Schltdl.) Steud.) e as demais constando de (*Richardia brasiliensis* Gomes; *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.; *Richardia humistrata* (Cham. & Schltdl.) Steud.; *Richardia pedicellata* (K. Schum.) Kuntze; *Richardia scabra* L.;) (CABRAL; SALAS, 2014).



**Figura 1.** Distribuição do Gênero *Richardia*.  
Adaptado (LEWIS; OLIVER, 1974)

A identificação das espécies deste gênero é relevante para o setor agrícola, pois as mesmas são tidas como ervas daninhas e possíveis competidoras por espaço e recursos de crescimento em diversas culturas, como *Richardia brasiliensis* que reduz o crescimento de plantas de *Coffea arabica* diminuindo o diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas e matéria seca (HAUSER; PARHAM, 1969; RONCHI et al., 2003; RONCHI; SILVA, 2006; PEDRINHO JÚNIOR; BIANCO; PITELLI, 2004; SAN MARTIN MATHEIS, 2004).

Estudos com o gênero revelaram metabólitos, tais como isorametina-3-*O*-rutinosídeo, ácido oleanólico, a cumarina escopoletina, os ácidos *p*-hidroxi-benzóico,  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol, o ácido *o*-hidroxibenzóico, o ácido *m*-metoxi-*p*-hidroxi-benzóico e a feofitina A, 13<sup>2</sup>-hidroxi-(13<sup>2</sup>-S)-feofitina A, e ácido ursólico (PINTO, et al., 2008; TOMAZ et al., 2008; PEREIRA, 2011).

### **2.5 *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltl.) Steud.**

*Richardia grandiflora* (Cham. & Schltl.) Steud. é nativa da Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai, e Uruguai (LEWIS; OLIVER, 1974). No Brasil, ocorre desde o Maranhão

até o Rio Grande do Sul (LEWIS; OLIVER, 1974). É conhecida popularmente por ervanço, trevo-mexicano, poaia ou ipeca-mirim. É utilizada na medicina popular no tratamento de hemorroidas, como vermífugo, sendo sua raiz indicada para o tratamento de bronquite, catarro, diarreia e alívio no surgimento da 1ª dentição, além de possuir potencial como acaricida (AGRA; FREITAS; BARBOSA-FILHO, 2007; SANTOS et al., 2013; SOUZA; MENDONÇA; SILVA, 2013). Trata-se de uma erva prostrada e ramificada (Figura 2), contudo, em algumas ocasiões comportam-se de forma ereta alcançando de 20-60 cm de altura.



**Figura 2.** Aspecto geral de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Fonte: Autor.

É formada por ramos flexuosos, hirsutos. Suas folhas contam com filotaxia oposta. Sua lâmina foliar é lanceolada de base atenuada e ápice agudo de consistência membranácea, escabra a hispida em ambas as faces, medindo de 2-5×0,5-2 cm e conta com 2-3 pares de nervuras secundárias; o pecíolo é de 4-5×1-2 mm. Apresenta estípulas 4-6×3-5 mm, unidas, fimbriadas, hirsutas, com 6-8 lacínios ciliados formando uma bainha. Suas flores são reunidas em glomérulos capituliformes terminais, 0,7-1,5×0,8-1,4 cm, sésseis, 6-8 - 12-16 flores; 4 brácteas involucrais, foliáceas, 1-2,5×0,5-1 cm, ovadas, verdes, escabras a hispidas, 4 bractéolas florais, 2-3×1-2 mm, lineares, verdes, glabras. Flores sésseis, botões florais

arredondados, ápice obtuso a circular. O cálice é subulado, 6-laciniado, 4-5×1-2 mm, hispido a escabro, lacínios iguais entre si. A corola é infundibuliforme, hexâmera, tubo 0,7-1×0,2-0,3 cm, glabro externamente, internamente com um anel de tricomas no terço inferior ou na base, lobos 1-3×1-2 mm, triangulares, pilosos no ápice de coloração lilás. Estames 6, excertos, presos na fauce; filetes 1-2 mm comprimento. Hipanto muricado. Ovário trilocular, uniovulado, óvulos presos ao septo; estilete exserto, 0,9-1,2 cm comprimento, glabro; estigma trifido. O fruto é do tipo esquizocarpo 1,2-1,5×1-1,2 mm, oblongo a oblongo-elíptico, muricado, três mericarpos indeiscentes, glabro. Frutos de cápsulas secas, pequenos, esféricos e indeiscentes. As sementes são plano convexas, semicilíndricas, muricadas medindo 0,5-1×0,5-1,2 mm. Produz néctar como recurso floral único, sendo, portanto, considerada nectarífera (KIILL; HAJI; LIMA, 2000; PEREIRA; BARBOSA, 2006).

*R. grandiflora* é uma planta anual que pode se desenvolver em agrupamentos nas dunas e praias com potencial para servir de ornamento por suas flores róseas ou branco-rosadas (BRITO et al., 2006). São comumente encontradas em áreas com prevalência de plantas arbutivas-herbáceas, com solos arenosos, com intensa luminosidade e até mesmo na borda das matas, florescendo de março a novembro (PEREIRA; BARBOSA, 2006).

É uma planta daninha que acarreta prejuízos a diversas culturas. Segundo Cardoso et al. (2010), *Richardia grandiflora*, juntamente com outras ervas daninhas, reduziram em 91,93%, a produtividade da cultura de algodão. Sendo uma das espécies que causam maiores problemas à agricultura no Nordeste do Brasil é de suma importância o conhecimento de sua influência sobre outras espécies em ambientes naturais e antropizados.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Coleta do material botânico**

O material botânico de *Richardia grandiflora* foi coletado no Campus Pimenta da Universidade Regional do Cariri - URCA. Nas coordenadas 7° 14' 19'' S e 39° 24' 55'' O, no ano de 2014. Sendo identificado e incorporado ao acervo do Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL/URCA), com número de registro 8044.

#### **3.2 Bioensaio de alelopatia**

##### **3.2.1 Preparação do Extrato Bruto Aquoso (EBA)**

Os Extratos Aquosos Brutos (EBA) foram preparados com 100 g de folha, de caule e de raiz, cada, de *Richardia grandiflora*, triturados por cerca de 3 min. em 909 mL, 588 mL e 455 mL de água destilada, respectivamente, com auxílio de liquidificador industrial.

A quantidade de água destilada a ser adicionada na produção dos extratos, foi calculada através da relação entre o peso de matéria fresca (PMF) e o peso de matéria seca (PMS) multiplicado por 100. Para isso 100 gramas de folha, 100 gramas de caule e 100 gramas de raiz frescos foram postos em estufa para secagem sob uma temperatura de 70 °C até peso constante. Após esse período o material botânico referido foi pesado, determinando-se assim o peso de matéria seca (PMS), resultando em 11 g para a folha, 17 g para o caule e 22 g para a raiz (MEDEIROS, 1989).

Após a trituração, os extratos produzidos a partir das folhas, caule e raiz foram filtrados e centrifugados a 3000 rpm por 10 min. Os sobrenadantes foram considerados como os Extratos Aquosos Brutos a 100% de concentração e a partir deles foram feitas diluições a 25%, 50% e 75% (Tratamentos). Para o grupo controle foi utilizado somente água destilada (0%).



### 3.2.2 Características Físico-químicas dos extratos

Posteriormente, foram aferidos o pH e a osmolaridade dos extratos nas diversas concentrações, com auxílio de um pHmetro e osmômetro. As medidas dos potenciais osmóticos nas diversas concentrações foram obtidas em mOsm/Kg, sendo convertidas para pressão osmótica “MPa”, através da equação abaixo (LARCHER, 2004):

$$\Pi = -W \times 0,00832 \times T_{abs}$$

Onde:

$\Pi$  = Pressão Osmótica em MPa;

$W$  = Potencial Osmótico em Osm/kg;

$T_{abs}$  - Temperatura absoluta, expressa em Kelvin (K).

### 3.2.3 Tratamentos

O experimento envolveu 12 tratamentos para cada espécie receptora, constando dos extratos aquosos brutos (100%) das folhas, caule e raiz e suas diluições a 25, 50, 75%, mais o controle água destilada, não sendo este considerado um tratamento. O experimento foi disposto em um Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC), com 5 repetições, contendo 20 sementes cada, totalizando 100 sementes por tratamento. Foram utilizadas como espécies receptoras *Lactuca sativa* L. (alface) e *Cenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho).

### 3.2.4 Semeadura e procedimentos

As sementes de *L. sativa* e *C. echinatus* foram colocadas para germinar em placas de petri de 9 cm de diâmetro, tendo por substrato duas folhas de papel germitest umedecidas com 3 mL do extrato das folhas, caule e raiz de *R. grandiflora* nas diversas concentrações e para o

grupo controle foi utilizado 3 mL de água destilada. As placas foram vedadas com o auxílio de filme PVC.

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo B.O.D., ajustada a um foto-período de 12h a uma temperatura de 25°C por um período de sete dias para a *L. sativa* e cinco dias para *C. echinatus*.

### 3.2.5 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram: Número de sementes germinadas (sementes que apresentaram protusão radicular acima de 2 mm), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e comprimento das radículas e caulículos (medidos com auxílio de régua milimetrada). O IVG foi calculado conforme proposto por Fernandes, Miranda e Sanqueta (2007) através da fórmula abaixo:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left( \frac{-}{i} \right)$$

Onde:

*ni*: número de sementes germinadas no dia *i*;

*i*: número de dias.

### 3.3 Quantificação química por HPLC

As análises cromatográficas foram realizadas sob condições de gradiente usando coluna de Phenomenex C<sub>18</sub> (4.6 mm x 250 mm) cheio com partículas de 5 µm de diâmetro; a fase móvel foi água contendo 2% de ácido acético (A) e metanol (B), e o gradiente de composição foi: 5% (B) por 2min; 25% (B) até 10 min; 40, 50, 60, 70 e 80% (B) a cada 10 min; segundo o método descrito por Oboh et al. (2014) com pequenas modificações.

### **3.4 Análise estatística**

Para análise estatística dos dados da germinação, comprimentos dos caulículos e radículas, foi utilizado o programa ASSISTAT versão 7.7 (2014), com análise de variância (ANOVA) e comparação das médias feitas através de Análise de Regressão ou pelo Teste de Tukey e 5% de probabilidade.

Para o HPLC as diferenças entre os grupos de HPLC foram avaliados por uma análise do modelo de variância e teste de Tukey. O nível de significância para as análises foi definido como  $p < 0,05$ . Estas análises foram realizadas com o software livre R versão 3.1.1. (R Core Team, 2014).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 pH e Osmolaridade

O pH dos Extratos das folhas, caule e raiz de *Richardia grandiflora* a 25, 50, 75, 100% de concentração, mantiveram-se entre 5,30 e 6,0 (Tabela 1), estando assim em um nível considerado seguro para a germinação das sementes e desenvolvimento de plântulas.

**Tabela 1.** Valores do pH e osmolaridade dos extratos de *R. grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud. nas diversas concentrações.

Extrato	Concentração %	pH	Osmolaridade (MPa)
Folha	25	5.59	-0.011
	50	5.64	-0.027
	75	5.77	-0.043
	100	6.00	-0.056
Caule	25	5.45	-0.020
	50	5.54	-0.040
	75	5.62	-0.063
	100	5.65	-0.084
Raiz	25	5.30	-0.013
	50	5.45	-0.034
	75	5.50	-0.059
	100	5.54	-0.079

Solutos tais como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos podem disfarçar o efeito alelopático por modificar o pH e serem osmoticamente ativos (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Maraschin-Silva e Áquila (2006), estudando o potencial alelopático de diferentes plantas nativas, sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa*, encontraram valores de pH entre 5,0 e 6,0, os mesmo desse estudo, sendo esta faixa de pH considerada ideal para germinação e crescimento das plântulas de *Lactuca sativa*.

A osmolaridade dos extratos em todas as concentrações testadas variou de -0,011 a -0,084 MPa. Para Gatti, Perez e Lima (2004) os valores adequados de potencial osmótico para germinação de sementes de *Lactuca sativa* não devem ultrapassar -0,2 MPa em estudos alelopáticos, uma vez que a osmolaridade pode mascarar e dificultar o entendimento do que seria efeito alelopático e o que seria efeito de mudanças na dinâmica de absorção de água ou mesmo de modificações de pH (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010).

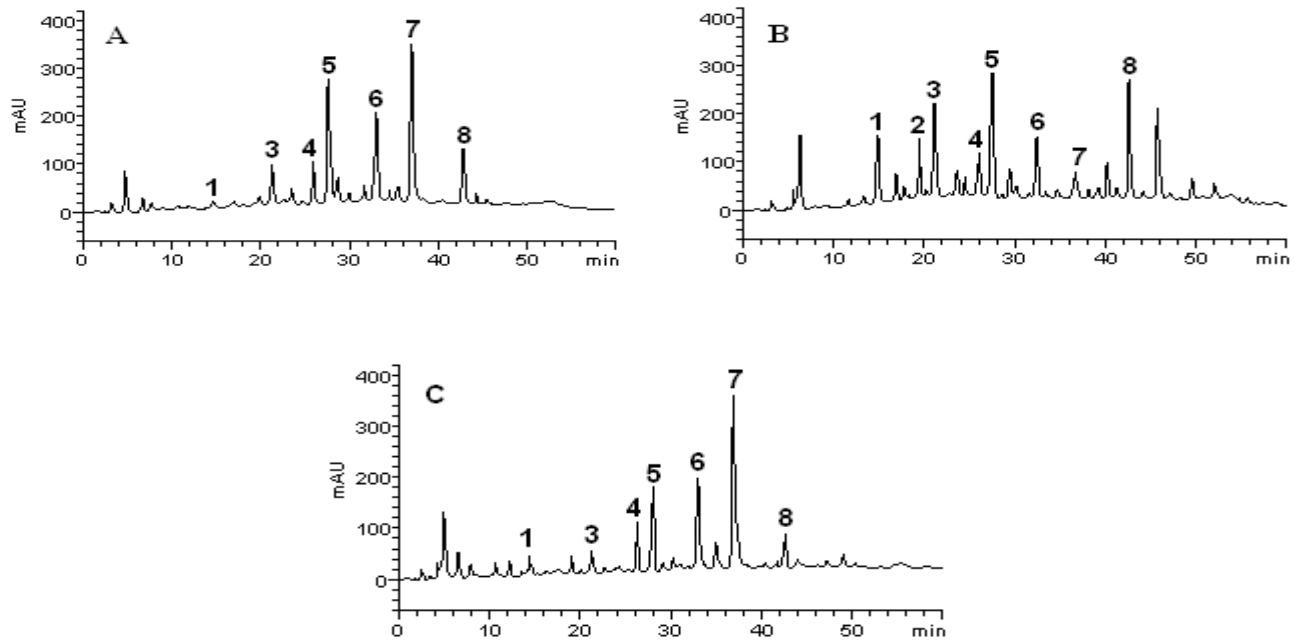
## 4.2 Análise em HPLC

As amostras de *Richardia grandiflora* contêm entre os compostos majoritários: ácido gálico (tempo de retenção- $t_R$  = 12.37 min, pico 1), ácido clorogênico ( $t_R$  = 19.82 min, pico 2), ácido cafeico ( $t_R$  = 21.09 min, pico 3), ácido *p*-cumárico ( $t_R$  = 25.98 min, pico 4), ácido elágico ( $t_R$  = 27.16 min, pico 5), rutina ( $t_R$  = 32.45 min, pico 6), quercetina ( $t_R$  = 37.29 min, pico 7), e luteolina ( $t_R$  = 42.61 min, pico 8). Estando presente em maior concentração no extrato da folha a quercetina e o ácido elágico. No extrato do caule os compostos mais abundantes foram a quercetina, a rutina e o ácido elágico. Para o extrato da raiz observou-se o ácido elágico e a luteolina, o ácido clorogênico foi encontrado apenas neste extrato. A análise do HPLC é mostrado na Tabela 2 e Figura 3.

**Tabela 2.** Componentes dos extratos de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Compostos	Folhas	Raiz	Caule	LOD	LOQ
	mg/g	mg/g	mg/g	µg/mL	µg/mL
Ácido gálico	0.32 ± 0.01 a	4.05 ± 0.03 a	0.75 ± 0.01 a	0.018	0.053
Ácido clorogênico	-	3.97 ± 0.01 a	-	0.025	0.082
Ácido cafeico	2.65 ± 0.03 b	5.41 ± 0.02 b	0.78 ± 0.03 a	0.011	0.037
Áci. <i>p</i> -Cumárico	2.69 ± 0.01 b	2.63 ± 0.03 c	2.54 ± 0.01 b	0.016	0.051
Ácido elágico	7.03 ± 0.01 c	7.02 ± 0.01 d	4.31 ± 0.01 c	0.009	0.029
Rutina	5.17 ± 0.02 d	3.98 ± 0.01 a	4.69 ± 0.02 d	0.028	0.093
Quercetina	8.94 ± 0.03 e	1.73 ± 0.02 e	8.75 ± 0.01 e	0.017	0.056
Luteolina	3.56 ± 0.01 f	6.85 ± 0.01 f	1.63 ± 0.03 f	0.021	0.069

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão (DP) de três determinações. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade < 0.05.



**Figura 3.** Representação do perfil do HPLC (high performance liquid chromatography) do extrato aquoso das folhas (A), raiz (B) e caule (C) de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Legenda: Ácido gálico (pico 1), ácido clorogênico (pico 2), ácido cafeico (pico 3), ácido *p*-cumárico (pico 4), ácido elágico (pico 5), rutina (pico 6), quercetina (pico 7) e luteolina (pico 8).

### 4.3 Análise do efeito alelopático do extrato da folha, caule e raiz de *Richardia grandiflora* sobre as sementes e plântulas de *Lactuca sativa*

#### 4.3.1 Germinação

Os dados obtidos revelaram que o extrato das folhas, caule e raiz de *R. grandiflora* nas diversas concentrações não afetaram a germinação das sementes de *L. sativa* quando comparados ao grupo controle (Tabela 3).

Nossos resultados se assemelham com os obtidos por Oliveira et al. (2014) ao testar a ação alelopática do extrato das folhas de *Palicourea rigida* H.B.K., espécie de Rubiaceae sobre a germinação de sementes de alface onde a taxa de germinação foi pouco afetada pelas diferentes concentrações dos extratos da espécie doadora.

**Tabela 3.** Médias do número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* L., submetidas aos extratos da folha, caule e raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	Número de Sementes Germinadas (Média)
Controle (Água destilada)	0	19.6 a
Folha	25	20.0 a
	50	19.6 a
	75	19.2 a
	100	19.4 a
Caule	25	19.6 a
	50	19.6 a
	75	19.6 a
	100	20.0 a
Raiz	25	18.4 a
	50	19.2 a
	75	19.2 a
	100	17.8 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ferreira e Áquila (2000) evidenciam que a germinação das sementes é afetada em menor extensão pelos aleloquímicos das diversas espécies vegetais o que explica em nosso caso a não alteração no número de sementes germinadas como pode ser observada em diversos outros trabalhos sobre alelopatia a exemplo dos de Maraschin-Silva e Aquila (2006), onde a germinação de aquênios de *Lactuca sativa* (alface) submetida aos extratos foliares de *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Psychotria leiocarpa* (chacroninha), *Sapium glandulatum* (pau-de-leite) e *Sorocea bonplandii* (folha de serra) não mostrou diferença em relação ao controle; Manoel et al. (2009) onde as sementes de tomate submetidas ao extrato de folhas frescas do *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão) e *Bauhinia forficata* Link (pata de vaca) não tiveram sua germinação afetada.

Segundo Ferreira e Borghetti (2004), o efeito alelopático não se dá, normalmente, sobre a porcentagem final de germinação, mas sim sobre a velocidade de germinação ou sobre outro parâmetro, como o comprimento médio da raiz primária. Para Chiapusio et al. (1997), apesar da maioria das pesquisas com alelopatia analisarem o percentual de germinação, este não mostra todos os processos que envolvem este fenômeno, apenas o resultado final, deixando de lado modificações que podem ocorrer entre o início e o final do processo. As

substâncias presentes em *R. grandiflora*, como os esteroides  $\beta$ -sitosterol e estigmasterol (TOMAZ et al., 2008) não apresentaram efeito alelopático sobre a germinação de *E. heterophylla* e *I. grandifolia* (INOUE et al., 2010), fato esse que se confirma com o presente trabalho, no qual nenhum dos extratos foi capaz de alterar a germinação das sementes de *L. sativa*.

#### 4.3.2 Índice de Velocidade de Germinação

O Índice de Velocidade de Germinação das sementes submetidas ao extrato da folha de *R. grandiflora* também não sofreu nenhuma alteração significativa, porém em todas as concentrações testadas verificou-se um aumento do IVG sendo o mesmo mais efetivo nas sementes submetidas ao extrato a 25% de concentração (Tabela 4).

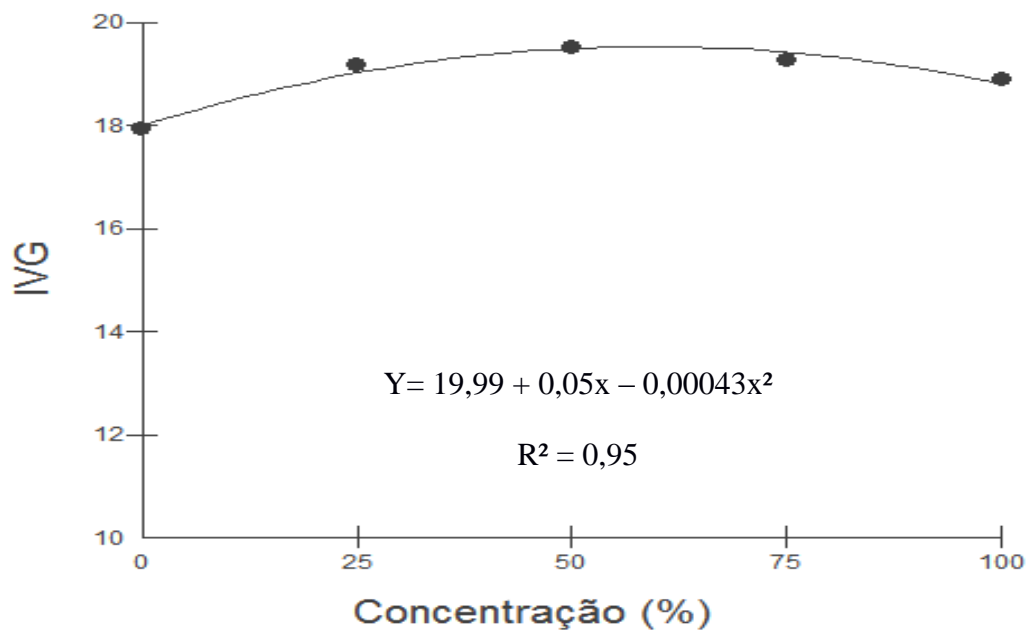
**Tabela 4.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato das folhas de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	IVG
Controle (Água destilada)	0	17.916 a
Folha	25	19.650 a
	50	18.474 a
	75	18.300 a
	100	18.934 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já o extrato do caule de *R. grandiflora* em todas as concentrações testadas promoveu um aumento do IVG sendo este mais efetivo a 25 e 50% de concentração em relação ao grupo controle (Figura 4).





**Figura 4.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Alguma substância, como a rutina, ou conjunto de substâncias presentes no extrato do caule de *R. grandiflora* pode ter provocado o aumento do Índice de Velocidade de Germinação, e esse resultado pode ser um fator importante de sobrevivência, já que o atraso da germinação expõe as sementes, tanto no meio natural quanto em culturas, a patógenos, predação e fatores ambientais (OLIVEIRA, 2003). Para Ferreira e Áquila (2000) a ação alelopática de algumas espécies se expressa mais em relação à velocidade de germinação das sementes do que mesmo sobre a germinabilidade destas.

O extrato da raiz de *R. grandiflora* não promoveu nenhuma alteração no Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *L. sativa*, quando comparada ao controle. (Tabela 5).

**Tabela 5.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	IVG
Controle (Água destilada)	0	8.144 a
Raiz	25	7.972 a
	50	8.426 a
	75	8.366 a
	100	7.534 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.3.3 Comprimento do Caulículo

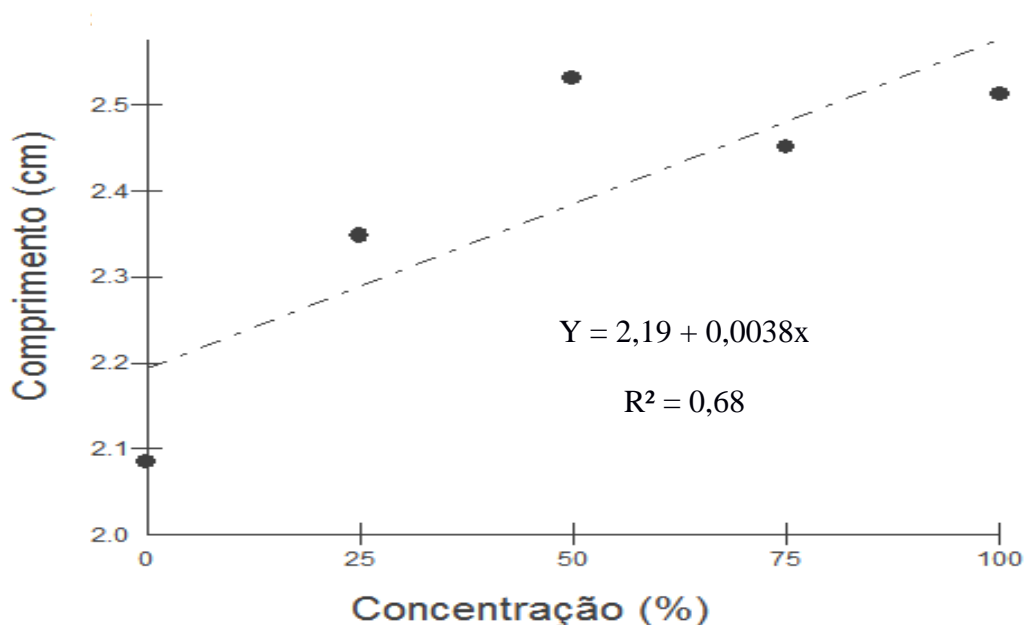
O comprimento do caulículo das plântulas de alface não foi afetado de forma significativa pela exposição ao extrato das folhas de *R. grandiflora* em nenhuma das concentrações testadas quando comparadas ao controle, contudo para todas as concentrações observou-se um aumento na média do comprimento do caulículo embora não significativo como pode ser observado na Tabela 6. Os resultados obtidos no presente estudo se assemelham aos obtidos por Correia, Centurion e Alves (2005) onde o extrato de sorgo não teve nenhuma ação sobre o comprimento do caulículo de plântulas de soja. No entanto, outras pesquisas mostram efeito contrário ao observado nesta pesquisa como no caso de Oliveira et al. (2014) ao comprovar que o extrato aquoso das folhas de *Palicourea rigida* (Rubiaceae) promoveu inibição no crescimento de plântulas de alface onde todas as concentrações testadas. De Silveira, Maia e Coelho (2012) e Tur, Borella e Pastorini (2010) ao verificarem que o extrato de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir e os extratos de folhas secas e frescas de pingo-de-ouro, respectivamente causaram redução no comprimento do caulículo de *Lactuca sativa* L.. Para Ferreira e Áquila (2000) o desenvolvimento das plântulas é uma das variáveis mais sensíveis ao efeito dos aleloquímicos e das mais utilizadas para comprovação do efeito alelopático.

**Tabela 6.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato das folhas de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	Média (cm)
Controle (Água destilada)	0	2.084 a
Folha	25	2.512 a
	50	2.440 a
	75	2.440 a
	100	2.620 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

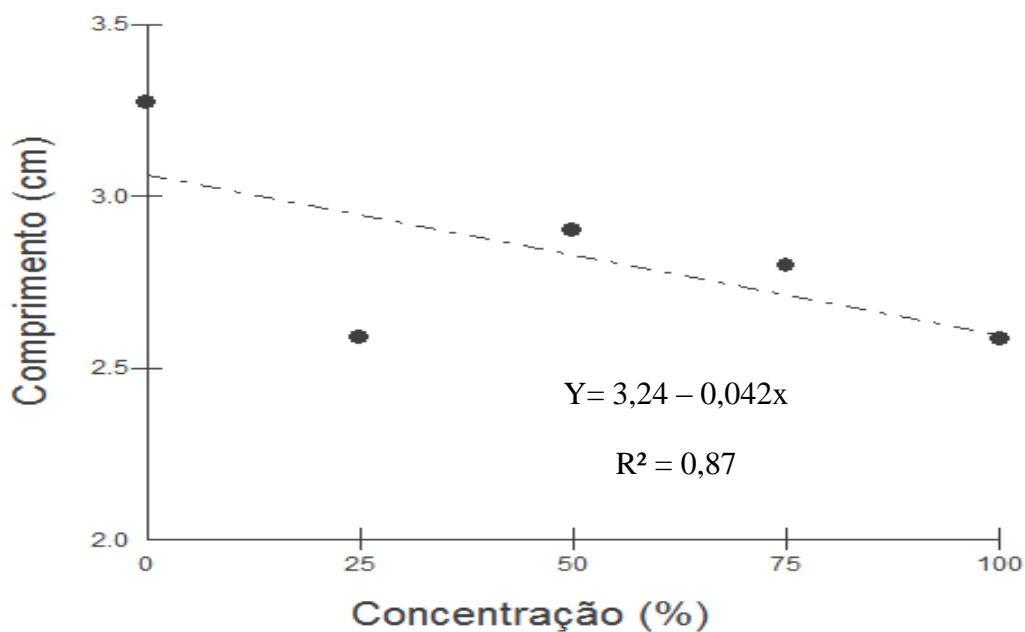
Já o extrato do caule de *R. grandiflora*, em todas as concentrações testadas promoveu um aumento significativo a 5% de probabilidade no comprimento do caulículo das plântulas de alface quando comparadas ao controle como pode ser observado na Figura 5. Tal ação foi mais efetiva em relação aos caulículos submetidos ao extrato a 50% de concentração.



**Figura 5.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Em estudo com extratos de folhas frescas de *Coleus barbatus* Benth. (falso-boldo) ocorreram estímulos no crescimento da parte aérea, não havendo, porém, relação direta com o aumento da concentração testada (PELEGRINI; CRUZ-SILVA, 2012). Tanto o ácido oleanólico quanto o beta-sitosterol são referidos para *C. barbatus*, (HUANG et al., 2011) e para *R. grandiflora* (TOMAZ et al., 2008; PEREIRA, 2011) sendo atribuído a estes compostos o efeito observado nesta pesquisa. No trabalho de Spiassi et al. (2011) as palhas de cártamo proporcionaram um estímulo nas plântulas de milho, havendo um crescimento acentuado. Algo semelhante ao ocorrido com o comprimento dos caulículos de *L. sativa* no presente trabalho.

Já o extrato da raiz de *R. grandiflora* em todas as concentrações testadas provocou inibição do comprimento do caulículo em relação ao controle sendo tal resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade. Esse efeito foi mais acentuado nos caulículos das plântulas submetidas a 25%



**Figura 6.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltl.) Steud.

A inibição no comprimento do caulículo é frequentemente observada em pesquisas sobre ação alelopática como é o caso de Dias et al. (2005) que verificou uma inibição significativa no comprimento do hipocótilo em sementes de *L. sativa* submetidas aos extratos de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek; Periotto, Perez e Lima (2004), onde os extratos

aquosos de folhas e caule de *Andira humilis* Mart. ex Benth., em todas as concentrações testadas interferiram de forma negativa sobre o desenvolvimento de plântulas de *L. sativa*;

O extrato da raiz de *R. grandiflora* contém diversos compostos fenólicos e taninos, aos quais em diversos estudos são atribuídos o efeito alelopático inerente à inibição no desenvolvimento de plântulas, a exemplo de Peres et al. (2009) que atribuem a redução no comprimento de raízes e caule de plântulas de alface submetidas aos extratos de *Microgramma vaccniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel. à presença de compostos fenólicos e taninos nos referidos extratos. Estudo realizado por Souza Filho e Alves (2002), comprova que muitos aleloquímicos fenólicos podem modificar a biossíntese de inúmeros constituintes químicos dos vegetais, ocasionando a interferência no desenvolvimento das plântulas e consequentemente provocando inibição no desenvolvimento das mesmas.

#### **4.3.4 Comprimento da Radícula**

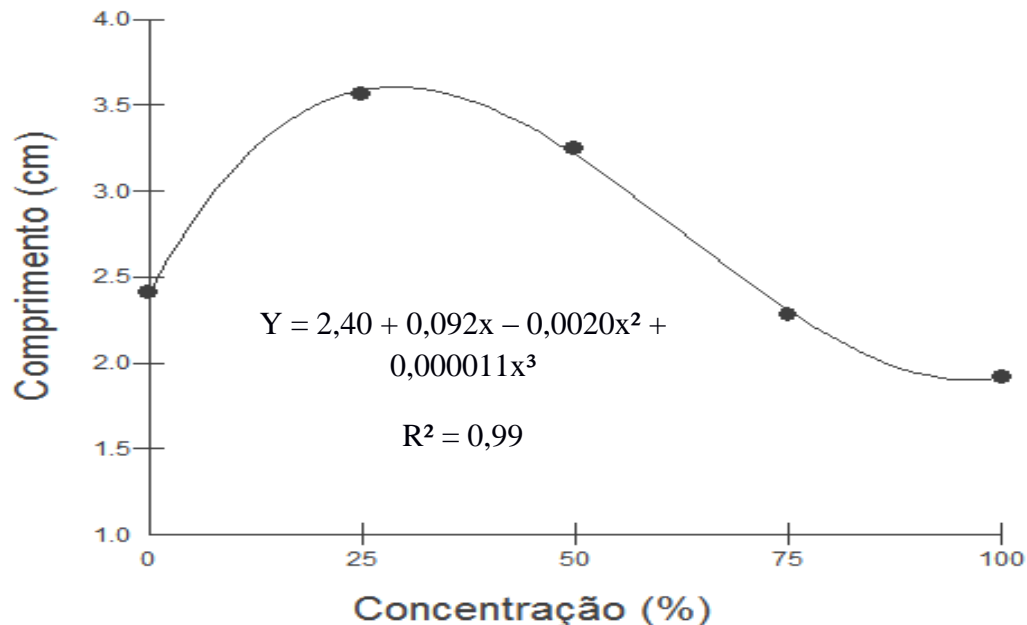
Em relação ao comprimento radicular das sementes de *L. sativa* quando submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso bruto das folhas de *R. grandiflora*, não ocorreu alteração significativa. Porém foi observada inibição embora não significativa nas concentrações de 50, 75 e 100% como pode ser observado na Tabela 7. No estudo de Maraschin-Silva e Áquila (2006), em relação ao crescimento inicial das plântulas de *L. sativa*, os extratos de *Cecropia pachystachya* Trec., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltdl., *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax e *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer provocaram inibições nos caules e raízes, quando comparados ao controle, sendo os efeitos mais acentuados nas raízes. No estudo de May et al. (2011), foi verificado que a biomassa das plântulas de *Cucumis sativus* L. submetidas ao extrato aquoso da casca de café, foi estimulada, com o aumento da concentração do extrato.

**Tabela 7.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato das folhas de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	Média (cm)
Controle (Água destilada)	0	2.408 a
Folha	25	2.468 a
	50	1.672 a
	75	1.876 a
	100	1.964 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já o extrato do caule de *R. grandiflora*, atuou de forma variável em relação ao comprimento das radículas de alface uma vez que a 25 e 50% de concentração promoveu um aumento significativo ao nível de 5% de probabilidade e a 75 e 100% uma diminuição no comprimento da referida estrutura quando comparado ao controle (Figura 7).

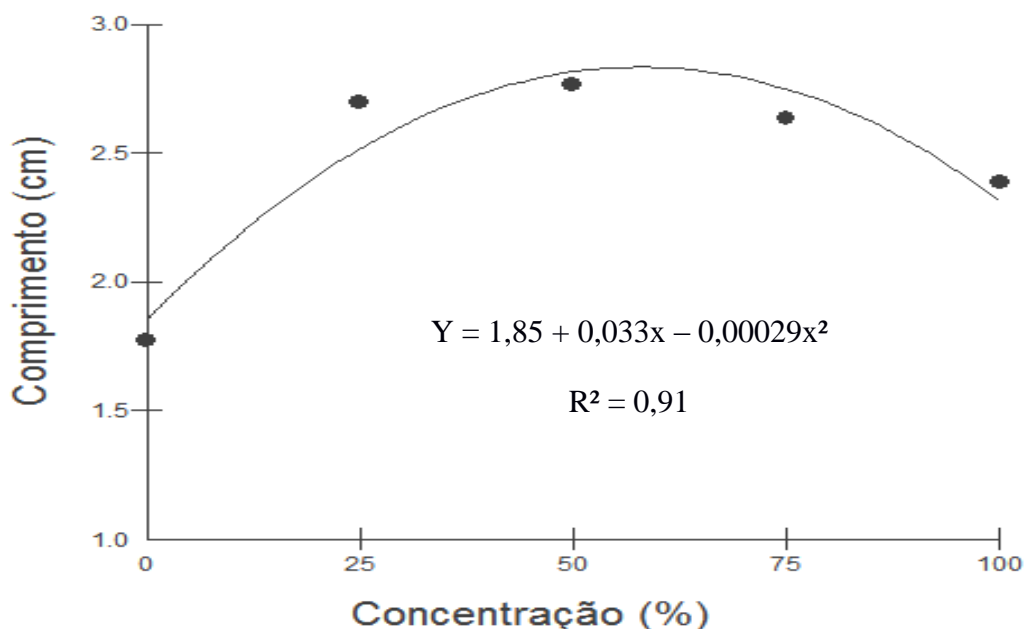


**Figura 7.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Na pesquisa realizada por Prates et al. (2000), as radículas e outras partes testadas de milho foram inibidas pelo extrato de leucena em função da sua concentração. Para Suzuki et al. (2008) a redução no crescimento da raiz é um primeiro efeito aparente da exposição a aleloquímicos, associado com lignificação precoce da parede celular. O fato é que o fenômeno da alelopatia pode se expressar ora provocando inibição ora provocando estímulo em relação às diversas variáveis afetadas com tais efeitos, estando relacionados à concentração de aleloquímicos presentes no ambiente ou extrato.

Para Rice (1984) às vezes as substâncias estimulam em concentrações mais baixas e ao mesmo tempo inibem em concentrações mais elevadas. Na maioria das vezes as raízes têm uma maior sensibilidade aos aleloquímicos do que a parte aérea, mesmo estando em concentrações baixas, já que mantêm um maior contato com as substâncias presentes no substrato (MIRÓ; FERREIRA; AQUILA, 1998).

O extrato aquoso bruto da raiz de *R. grandiflora*, em todas as concentrações provocou um aumento significativo a 1% de probabilidade no comprimento das radículas em comparação ao controle. Sendo tal efeito mais pronunciado nas radículas das plântulas submetidas a 25 e 50% de concentração (Figura 8).



**Figura 8.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Lactuca sativa* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Ao contrário do que foi observado no presente estudo Alves et al. (2004), verificaram que o efeito inibitório do óleo do alecrim-pimenta na radícula de alface ocorreu de modo proporcional ao aumento da concentração do extrato. A ação dos aleloquímicos pode variar quanto à sua intensidade, já que o mesmo é condicionado por diversos fatores, tais como concentração, temperatura e outras condições ambientais. Na maioria das vezes, os efeitos causados tendem a ser dependentes da concentração, sendo mais acentuados em concentrações mais altas (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). Entretanto nem sempre tal efeito é registrado como observado na presente pesquisa em que o aumento da concentração do extrato provocou um aumento seguido por uma diminuição no comprimento das radículas das plântulas de alface submetidas ao extrato de *R. grandiflora*..

Os efeitos alelopáticos resultam da ação de várias substâncias que atuam em conjunto, uma vez que, geralmente, os aleloquímicos são encontrados em baixas concentrações no ambiente. Os extratos aquosos são misturas que podem conter substâncias de várias classes como terpenoides, fenóis, alcaloides, aminoácidos não proteicos, dentre outras, e que apresentam efeitos complexos sobre *Lactuca sativa* (alface), ainda não totalmente esclarecidos. É importante acrescentar que resultados demonstrando ação alelopática obtidos em laboratório podem não se repetir em condições naturais, devido à ocorrência simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos que podem mascarar este fenômeno. (EINHELLIG, 1999).

#### **4.4 Análise do efeito alelopático dos extratos da folha, caule e raiz de *Richardia grandiflora* sobre as sementes e plântulas de *Cenchrus echinatus***

##### **4.4.1 Germinação**

O extrato da folha e do caule de *Richardia grandiflora* em nenhuma das concentrações testadas provocou efeito significativo sobre a germinação das sementes de *Cenchrus echinatus* quando comparadas ao controle (Tabela 8).



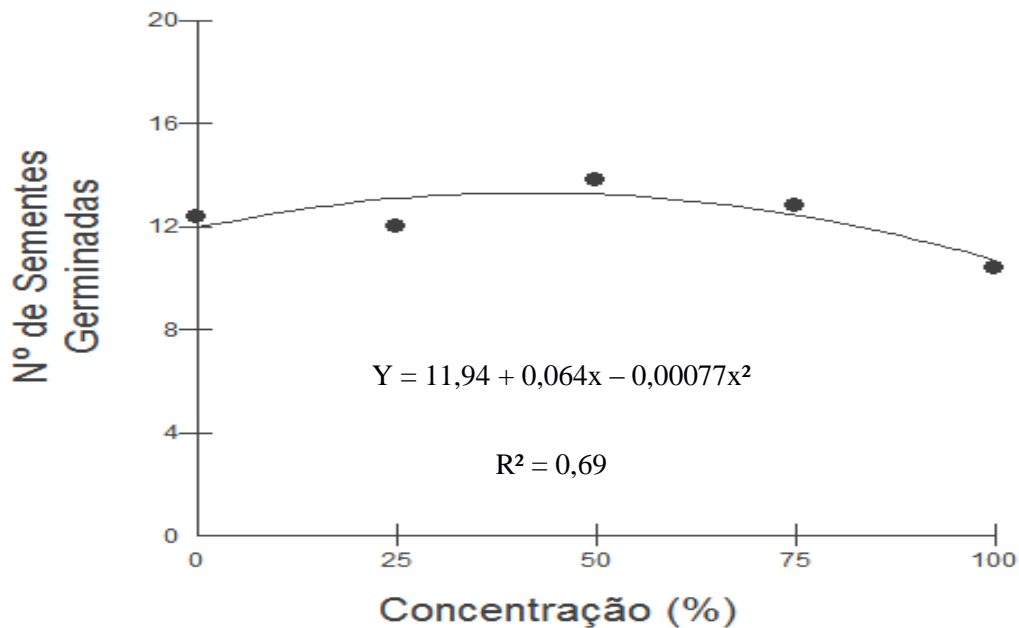
**Tabela 8.** Média de sementes germinadas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas aos extratos da folha e caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	Número de sementes germinadas (Média)
Controle (Água destilada)	0	12.4 a
Folha	25	12.0 a
	50	11.8 a
	75	14.2 a
	100	13.8 a
Caule	25	12.4 a
	50	13.4 a
	75	12.0 a
	100	14.0 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados diferentes foram encontrados em um estudo realizado por Felix (2012) onde o extrato por infusão de sementes de *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith (Fabaceae) interferiu de forma negativa na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.).

Já o extrato da Raiz de *R. grandiflora* a 50 e 75% de concentração, promoveu um estímulo significativo na média de sementes germinadas, ao passo que a 25 e 100% provocou uma inibição (Figura 9).



**Figura 9.** Média de sementes germinadas de *Cenchrus echinatus* L. submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Outras espécies de Rubiaceae já apresentaram ação semelhante à encontrada em nossa pesquisa para *R. grandiflora* a exemplo de Corrêa, Soares e Fett-Neto (2007), em um estudo realizado com extrato de folhas de *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltld. (Rubiaceae) sobre sementes de alface onde a porcentagem final de sementes germinadas foi bastante reduzida quando comparada ao controle.

Compostos fenólicos, como o ácido cafeico substância presente nos três extratos analisados na presente pesquisa, pode atuar de forma antagonista ora promovendo um aumento na germinação de sementes, como em estudo realizado com o arroz, trigo e mostarda por Mandal (2001) ora não afetando a germinação da espécie receptora como relatado em pesquisa realizada por Vidal, Hickman e Bauman (1998) tendo por espécie doadora *Setaria faberi* R.A.W. Herrm. A resposta vai depender da concentração da substância e da receptividade da planta receptora.

O motivo pelo qual o extrato de *R. grandiflora* nas concentrações de 25 e 100% promoveu uma redução na germinação das sementes de *C. Equinatus* pode estar relacionada a diversos fatores tais como alterações na permeabilidade das membranas, na transcrição e tradução do DNA, na respiração, na conformação de enzimas e de receptores, ao

funcionamento de mensageiros secundários ou, ainda, na combinação desses fatores como sugerido por Ferreira e Áquila (2000).

Ecologicamente a inibição na emergência de plantas daninhas é importante em sistemas agrícolas, pois permitem manter as culturas livres de competidoras por um período mais longo, reduzindo o número de aplicações de herbicidas sintéticos os quais podem contaminar o solo (FELIX, 2012).

#### 4.4.2 Índice de Velocidade de Germinação

O Índice de Velocidade de Germinação das sementes submetidas ao extrato da Folha e da Raiz de *R. grandiflora* também não sofreu nenhuma alteração significativa (Tabela 9).

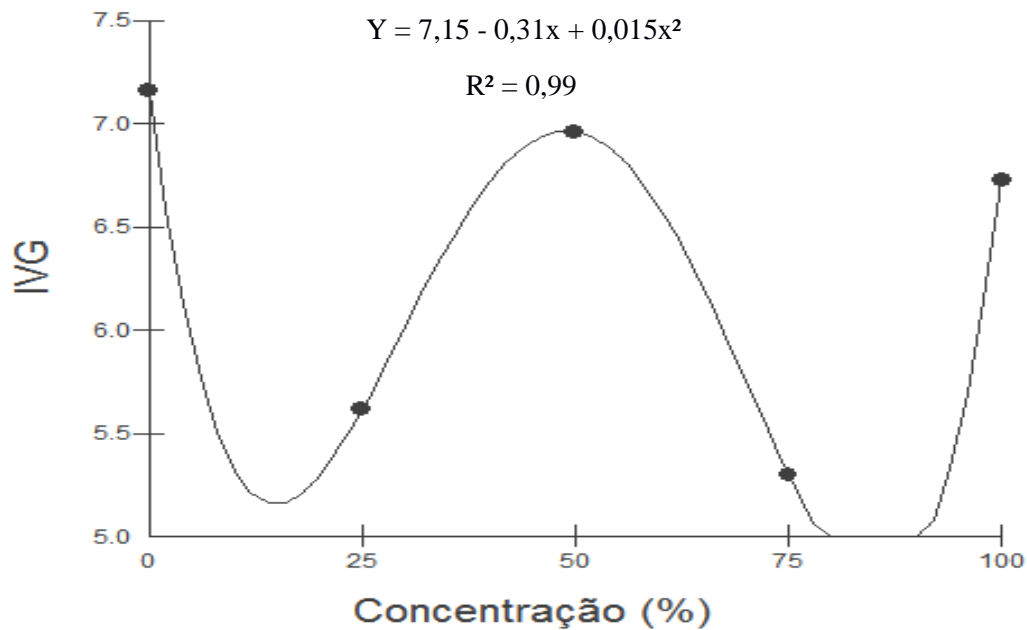
**Tabela 9.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Cenchrus echinatus* L., submetidas aos extratos da folha e raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	IVG
Controle (Água destilada)	0	7.548 a
Folha	25	8.130 a
	50	6.980 a
	75	7.018 a
	100	8.338 a
Raiz	25	6.812 a
	50	6.974 a
	75	6.472 a
	100	5.956 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já o extrato do Caule de *R. grandiflora* em todas as concentrações testadas promoveu uma redução, significativa a 5% de probabilidade, no IVG das sementes de *C. Echinatus* sendo este mais efetivo a 25 e 75% de concentração em relação ao grupo controle (Figura 10).

Este resultado mostra que o referido extrato pode conter substâncias responsáveis pelo atraso na germinação de *C. Echinatus*. Plantas que germinam mais lentamente podem apresentar tamanho menor, podendo se tornar mais suscetíveis a estresses ambientais e terem menos chance em competições por recursos naturais (GATTI; PEREZ; FERREIRA, 2007).



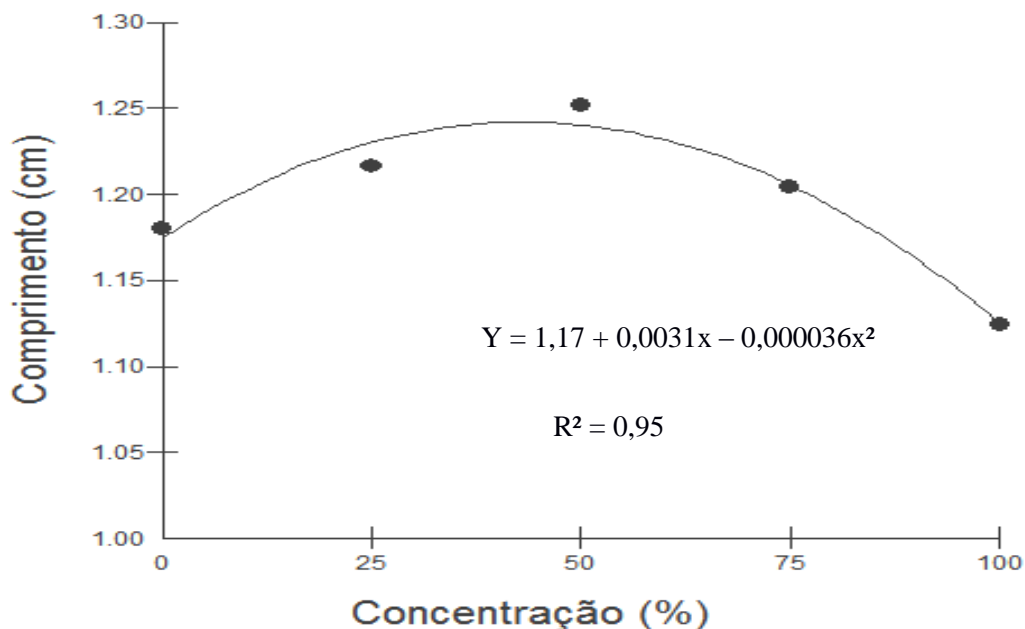
**Figura 10.** Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Resultados semelhantes ao obtido em nossa pesquisa foram encontrados por Corrêa, Soares e Fett-Neto (2007), ao testar o extrato das folhas de *Psychotria leiocarpa* (Rubiaceae) sobre as sementes de *L. sativa* com o referido IVG sendo afetado de forma negativa. Por Oliveira et al. (2014) o Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *L. sativa*, sendo afetado de forma negativa quando submetidas ao extrato aquoso de *Palicourea rigida*. Para este último autor tal resultado se deve aos compostos químicos presentes (compostos fenólicos, taninos, flavonoides, esteroides, triterpenos), também encontrados em *Richardia grandiflora*. Para Pires et al. (2010) os extratos aquosos da casca do fruto de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) nas maiores concentrações reduziram o Índice de Velocidade de Germinação de sementes de *Calopogonium muconoides* Desv., *Stylosanthes capitata* Vog. e *Lactuca sativa*

Em outro trabalho realizado por Anese et al. (2007), o parâmetro IVG foi inibido, podendo-se notar que todas as concentrações, tanto do extrato do caule como o das folhas de *Ateleia glazioveana* Baillon (timbó), causaram atraso na germinação nas sementes de *Lactuca sativa* (alface), sendo o efeito mais significativo nas concentrações de 20 e 30%. Resultados semelhantes foram obtidos por Pinã-Rodrigues e Lopes (2001), onde demonstraram que os extratos de *Mimosa caesaepinaefolia* Bentham reduziram a velocidade de germinação de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw (ipê-amarelo).

#### 4.4.3 Comprimento do Caulículo

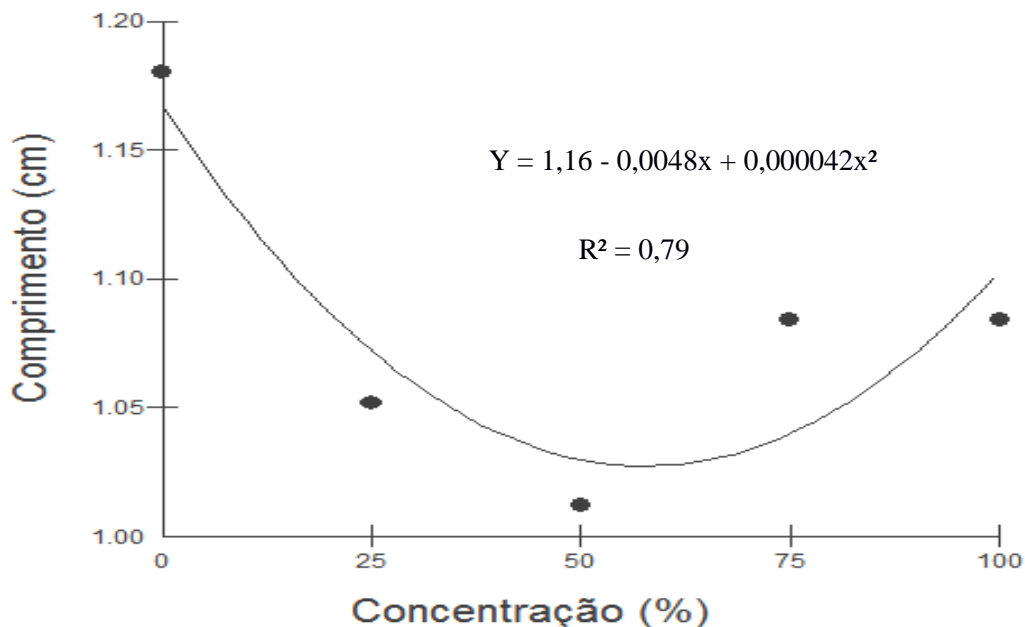
O extrato da Folha de *R. grandiflora* a 25, 50 e 75% de concentração promoveu um estímulo, significativo a 5% de probabilidade, no comprimento médio dos caulículos das plântulas de *C. echinatus* enquanto que nas plântulas submetidas ao extrato a 100% de concentração promoveu inibição. (Figura 11)



**Figura 11.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato da folha de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Vários Autores encontraram resultados semelhantes aos de nossa pesquisa a exemplo de Santos et al. (2001), ao verificarem um aumento no crescimento de *Amaranthus viridis* L. sob a ação de cascas de *Coffea arabica* (café) e de *Oryza sativa* L. (arroz). De Rios e Rosabal (2008), onde em testes utilizando extrato de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl. sobre as sementes e plântulas de milho, promoveram um estímulo no comprimento do hipocótilo desta última espécie. Vale ressaltar que *Bambusa vulgaris* possui esteroides, triterpenos e flavonoides em sua composição (VALDÉS et al., 2010), substâncias também presentes na *R. grandiflora* e que podem estar relacionadas a tais efeitos alelopáticos. E de Bach e Silva (2010), ao verificarem que a menor concentração do extrato de *Bidens pilosa* L. (picão-preto) promoveu um aumento no comprimento médio do caulículo das plântulas de *Lactuca sativa* (alface) em relação ao controle.

Já o extrato do Caule de *R. grandiflora*, em todas as concentrações testadas, promoveu uma diminuição, significativa a 5% de probabilidade, no comprimento do caulículo das plântulas de *C. echinatus* quando comparadas ao controle como pode ser observado na Figura 12. Tal ação foi mais efetiva em relação aos caulículos submetidos ao extrato a 50% de concentração.



**Figura 12.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shldtl.) Steud.

Gulzar e Siddiqui (2013) utilizaram concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10% de extrato de *Terminalia arjuna* (Roxb. Ex DC.) Wight & Arn., verificando um efeito inibidor na germinação de sementes e no crescimento de plântulas de ervas daninhas, devido à presença de compostos secundários na casca da árvore (taninos, cardenoloides, triterpenoides, saponinas, ácido elágico, oligomérico, proantocianidinas, fitoesteróis, cálcio, magnésio e zinco). Alguns destes compostos foram identificados para a espécie *Richardia grandiflora*, em estudos anteriores, como os triterpenoides; e neste trabalho, onde se identificou a presença de ácido elágico, sendo possíveis responsáveis pela inibição do comprimento do caulículo.

O extrato da Raiz em todas as concentrações não afetou de modo significativo o comprimento dos caulículos das plântulas de *C. echinatus* quando comparados ao controle (Tabela 10).

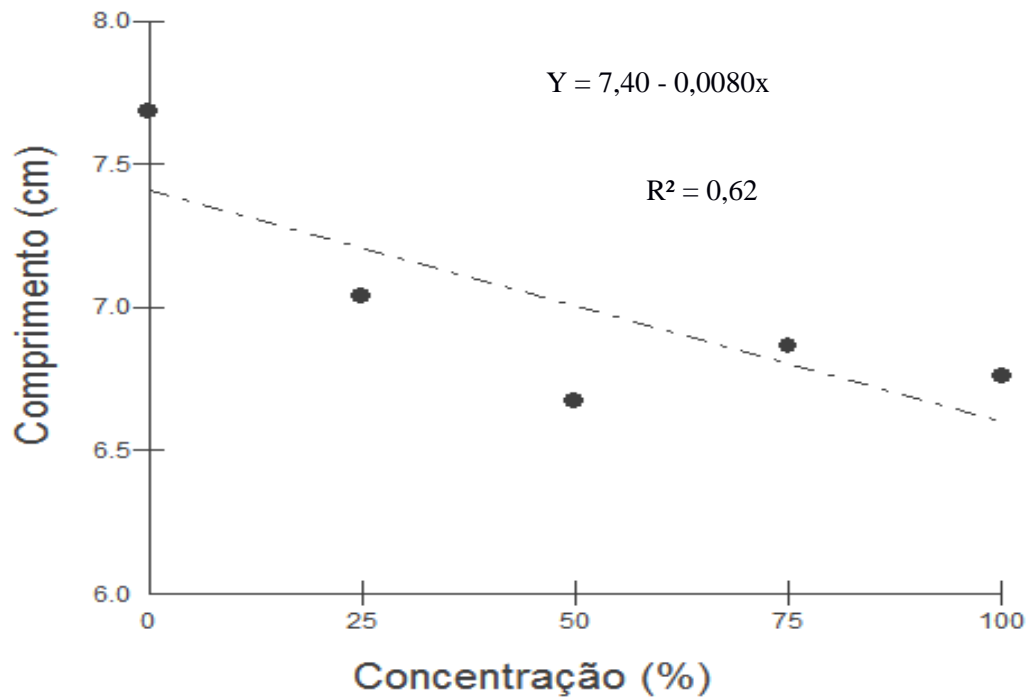
**Tabela 10.** Comprimento médio dos caulículos das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Extrato	Concentração %	Média (cm)
Controle (Água destilada)	0	1.18 a
Raiz	25	1.12 a
	50	1.12 a
	75	1.12 a
	100	1.17 a

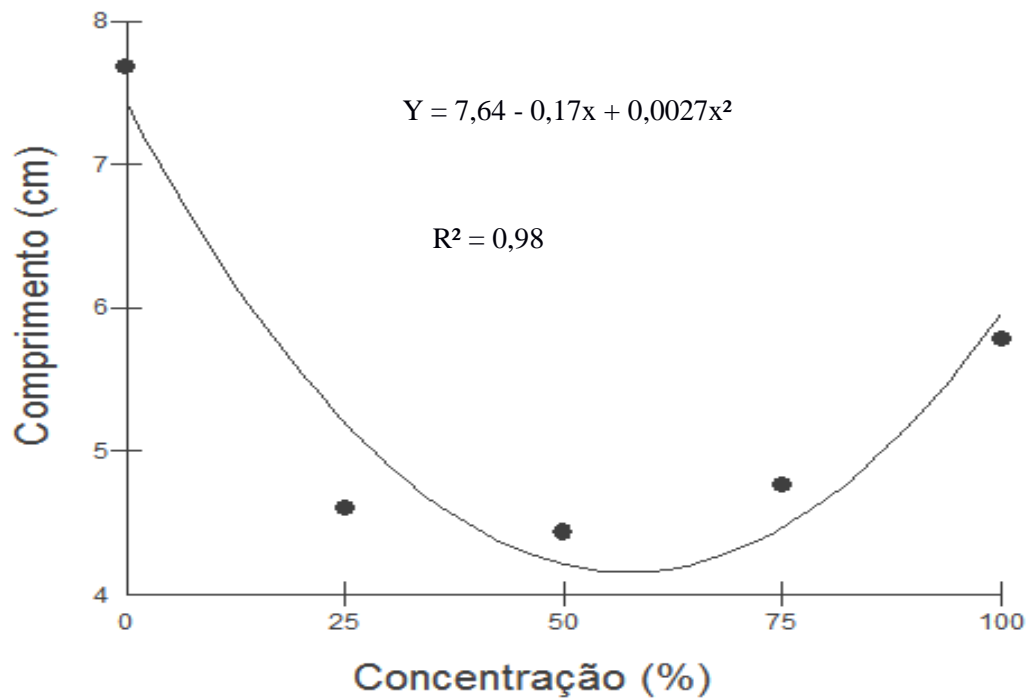
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4.4 Comprimento da Radícula

Todos os extratos testados da folha, caule e raiz de *R. grandiflora* em todas as concentrações provocaram inibição quanto ao comprimento médio da radícula, sendo significativo a 5% de probabilidade para o extrato da folha e ao nível de 1% para o caule e a raiz. Para o extrato da folha a concentração de 50% foi a mais significativa, o mesmo ocorreu com o extrato do caule, enquanto que no da raiz a concentração de 75% obteve a menor média (Figuras 13, 14 e 15).

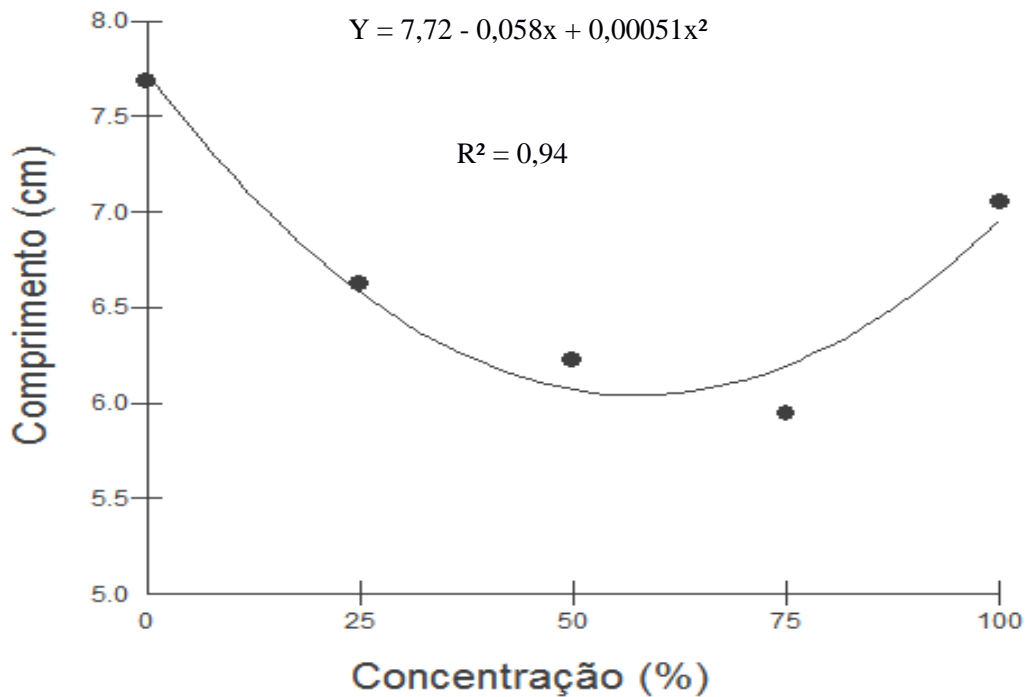


**Figura 13.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato da folha de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.



**Figura 14.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato do caule de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.





**Figura 15.** Comprimento médio das radículas das plântulas de *Cenchrus echinatus* L., submetidas ao extrato da raiz de *Richardia grandiflora* (Cham. & Shltdl.) Steud.

Resultados obtidos por Rodrigues et al. (2011) revelaram os efeitos alelopáticos do extrato aquoso de folhas frescas e secas de cafeeiro sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L.). Um dos resultados obtidos foi que o comprimento da radícula foi inibido pelos dois extratos, sendo que a maior redução ocorreu com o extrato de folha seca. Assim como o estudo feito por Frescura (2012), em que os extratos aquosos das folhas de *Psychotria brachypoda* (Müll. Arg.) Britton e de *Psychotria birotula* L.B. Sm. & Downs interferiram no crescimento radicular de *Eruca sativa* com um potencial inibitório maior para os extratos de *Psychotria brachypoda* e que quanto maior foi a concentração maior foi a inibição.

O ácido gálico encontrado em todos os extratos de *Richardia grandiflora*, sendo nesta pesquisa encontrado em maior concentração no extrato da raiz, possui segundo Souza-Filho et al. (2006), atividade alelopática inibitória. O que nos leva a considerá-lo um dos responsáveis pela ação alelopática negativa observada nesta pesquisa. Gatti (2008) ao analisar o efeito do extrato aquoso bruto de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, o qual apresentou flavonoides, sobre plântulas de tomate verificou que na concentração de 25% o referido extrato interferiu de forma negativa sobre o desenvolvimento da radícula de tomate.

Além disso, substâncias fenólicas como ( $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, ácido o-hidróxi-benzoico - ácido salicílico-fenólico, ácido m-metóxi-p-hidróxi-benzoico) também foram encontrados em *R. grandiflora* em um estudo de Tomaz et al. (2008). Para Hui Li et al. (2010) os aleloquímicos fenólicos podem inibir o alongamento da radícula paralisando suas divisões celulares.

## 5. CONCLUSÕES

A análise do extrato das folhas, caules e raízes de *R. grandiflora* revelou a presença de quercetina, rutina, luteolina, ácidos gálico, elágico, cafeico, *p*-cumárico e clorogênico, estando este último presente apenas na raiz. Tais compostos isoladamente ou em conjunto podem ser responsáveis pelos efeitos alelopáticos observados.

O extrato das folhas, raízes e caules de *Richardia grandiflora* não promoveu alteração na germinação das sementes de *L. sativa* e nem em relação ao Índice de Velocidade de Germinação, exceto o extrato do caule de *R. grandiflora* que em todas as concentrações testadas promoveu um aumento do IVG. O extrato das folhas não provocou nenhum efeito em relação ao desenvolvimento das plântulas de *L. sativa* enquanto os extratos do caule e da raiz afetaram ora de forma positiva ora de forma negativa o desenvolvimento das mesmas.

O extrato das folhas de *R. grandiflora* não afetou nem a germinação e nem o IVG, das sementes de *E. echinatus*, porém, estimulou o comprimento do caulículo a 25, 50 e 75% de concentração e inibiu a 100%. Interferindo de forma negativa em relação ao comprimento da radícula em todas as concentrações. O extrato do caule não afetou a germinação da espécie receptora, porém inibiu todos os outros parâmetros analisados. Já o extrato da raiz estimulou a germinação em 50 e 75% de concentração e inibiu em 25 e 100%, não provocando alterações em relação ao IVG. Ao tempo em que inibiu o comprimento da radícula das plântulas de *C. echinatus* não provocou nenhuma alteração quanto ao comprimento do caulículo das mesmas.

## REFERÊNCIAS

AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous. In: Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.

ALMEIDA, E. M.; ALVES, M. A. Fenologia de *Psychotria nuda* e *Psychotria brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v.14, n.3, p.335-346, 2000.

ALMEIDA, F. S. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 68 p. 1988. (circular, 53).

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.221-236, 1991.

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, A. S.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; MARTINAZZO, E. G.; PASTORINI, L. H. Atividade alelopática de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó) sobre *Lactuca sativa* L. (alface). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.147-149, 2007.

BACH, F. T.; SILVA, C. A. T. Efeito alelopático de extrato aquoso de boldo e picão preto sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Cultivando o Saber**, v.3, n.2, p.190-198, 2010.

BALBINOT-JUNIOR, A. A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.17, n.1, p.61-64, 2004.

BARBOSA, M. R.; TAYLOR, C.; CABRAL, E.; JARDIM, J. G.; PEREIRA, M. S.; CALIÓ, M. F.; PESSOA, M. C. R.; SALAS, R.; SOUZA, E. B.; DI MAIO, F. R.; MACIAS, L.; ANUNCIÇÃO, E. A. da; GERMANO FILHO, P.; OLIVEIRA, J. A.; BRUNIERA, C. P.; GOMES M.; DE TONI, K.; FIRENS, M.; ZAPPI, D. *Rubiaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB210>>. Acesso em: 03 Ago. 2014.

BITTENCOURT, H. V. H. **Ecologia fitoquímica**: entendendo e manejando a competição entre vegetais em sistemas de plantas cultivadas. Santa Catarina: UFSC, 2007. Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

BRITO, A. E. R. M.; MADEIRA, Z. R.; COSTA, F. A. P.; NUNES, E. P.; MATIAS, L. Q.; SILVA, F. H. M. **Vegetação costeira do nordeste semi-árido: guia ilustrado**. Fortaleza: UFC, 275 p., 2006 (Coleção Habitat, 1-UFC/LABOMAR).

CABRAL, E.; SALAS, R. *Richardia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB14234>>. Acesso em: 14 Out. 2014.

CARBONEZI, C. A.; HAMERSKI, L.; FLAUSINO Jr., O. A.; FURLAN, M.; BOLZANI, V. S. Determinação por RMN das configurações relativas e conformações de alcaloides oxindólicos isolados de *Uncaria guianensis*. **Química Nova**, v.27, n.6, p.878-881, 2004.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. Períodos de interferências das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.456-462, 2010.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizanta* L. Marandu no estabelecimento das plantas *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris***. 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CHIAPUSIO, G.; SÁNCHEZ, A. M.; REIGOSA, M. J.; GONZÁLEZ, L.; PELLISSIER, F. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process? **Journal of Chemical Ecology**, v.23, n.11, 1997.

COELHO, V. P. M.; AGRA, M. F.; BARBOSA, M. R. V. Estudo farmacobotânico das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlttdl.) K. Schum. (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.2, p.170-177, 2006.

CORRÊA, L. R.; SOARES, G. L. G.; FETT-NETO, A. G. Avaliação do potencial alelopático de *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schlecht em substrato inerte e não inerte. **Revista Brasileira Agroecologia**, v.2, n.1, p.1206-1209, 2007.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.498-503, 2005.

CSEKE, L. J.; KAUFMAN, P. B. How and why these compounds are synthesized by plants. In: KAUFMAN, P. B.; CSEKE, L. J.; WARBER, S.; DUKE, J. A.; BRIELMANN, H. L. **Natural products from plants**. New York: CRC Press, cap. 2, p. 37-90, 1998.

DIAS, J. F. G.; CÍRIO, G. M.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss., Celastraceae. **Revista brasileira de farmacognosia**, v.15, n.3, p.220-223, 2005.

EINHELLIG, F.A. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. p.479-494, 1999. **In:** INDERJIT, K.; DAKSHINI M. N.; FOY, C. L. (eds.). Principles and Practices in Plant Ecology. Boca Raton, CRC Press.

EINHELLIG, F. A. Mechanism of action of allelochemicals. **In:** INDERJIT, K.; DAKSHINI, M. N.; EINHELLIG, F. A. Allelopathy organisms, process and applications. Washington: American Chemical Society, p.96-116, 1995.

ELISABETSKY, E.; AMADOR, T. A.; ALBUQUERQUE, R. R.; NUNES, D. S.; CARVALHO, A. C. T. Analgesic Activity of *Psychotria colorata* (Willd. Ex R. and S.) Muell. Arg. Alkaloids. **Journal of Ethnopharmacology**, v.48, p.77-83, 1995.

FELIX, R. A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas.** Botucatu, SP: 100p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), 2012.

FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; SANQUETTA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. **Revista Academica de Curitiba**, v.5, n.2, p.139-146, 2007.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.175-204, 2000.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, p.251-262, 2004.

FRESCURA, V. D. **Avaliação do potencial antiproliferativo, genotóxico e antimutagênico das espécies *Psychotria brachypoda* (Müll. Arg.) Britton e *Psychotria birotula* Smith & Downs (Rubiaceae).** Santa Maria. RS: 74p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, 2012.

GATTI, A. B. **Atividade alelopática de espécies do cerrado.** São Carlos: UFSCAR, 2008. 136 p. Tese (Doutorado)-Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

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**, Porto alegre, v.5, n.2, p.174-176, 2007.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. de A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.3, p.459-472, 2004.

GULZAR, A. & SIDDIQUI, M.B. Evaluation for Allelopathic Impact for *Terminalia arjuna* (Roxb.) against *Cassia sophera*. **African Journal of Agricultural Research** v.8, n.39, p.4937-494. 2013.

HAMERSKI, L.; CARBONEZI, C. A.; CAVALHEIRO, A. J.; BOLZANI, V. S.; YOUNG, M. C. M. Triterpenoid saponins from *Tocoyena brasiliensis* Mart. (Rubiaceae). **Química Nova**, v.28, n.4, p.601-604, 2005.

HAUSER, E. W.; PARHAM, S. A. Effects of annual weeds and cultivation on the yield of peanuts. **Weed Research**, v.9, p.192-197, 1969.

HUANG, D. H.; YANG, Y. F.; AI, L. Q.; WU, H. Z. Studies on the chemical constituents of *Coleus forskohlii* transplanted in Tongcheng and their antitumor activity. **Zhong Yao Cai**, v.34, n.3, p.375-378, 2011.

HUI LI, Z.; WANG, Q.; RUAN, X.; DE PAN, C.; JIANG, D. A. Phenolics and Plant Allelopathy. **Molecules**, v. 15, p. 8933-8952. 2010. doi:10.3390/molecules15128933

INOUE, M. H.; SANTANA, D. C.; VILHENA, K. S. S.; SOUSA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; POSSAMAI, A. C. S.; SILVA, L. E.; DALLACORT, L. Avaliação do potencial alelopático de substâncias isoladas em sementes de *Araticum* (*Annona crassiflora*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.735-741, 2010.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 6. ed. São Paulo: Nacional, 1983.

JUDD, W. S.; STEVENS, P. F.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; CAMPBELL, C. **Plant Systematics**: a phylogenetic approach. Sunderland: Sinauer Associates, 2009.

KIILL, L. H. P.; HAJI, F. N. P.; LIMA, P. C. F. Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.575-580, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 531p., 2004.

LEWIS, W. H.; OLIVER, R. L. Revision of *Richardia* (Rubiaceae). **Brittonia**, v.26, p.271-301, 1974.

MANDAL, S. Allelopathic activity of root exudates from *Leonurus sibiricus* L. (Raktodrone). **Weed Biology and Management**, v.1, p.170-175, 2001.

MANOEL, D. D.; DOICHE, C. F. R.; FERRARI, T. B.; FERREIRA, G. Atividade alelopática dos extratos fresco e seco de folhas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) e pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* link) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de tomate. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.63-70, 2009.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.1, p.64-69, 2006.

MATOS, F. J. A.; LORENZI, H.; SANTOS, L. F. L.; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. V.; SOUSA, M. P. Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras. **Instituto Plantarum**, Nova Odessa, São Paulo, 2011.

MAY, D.; OLIVEIRA, C. M. R.; ROCHA, L. D.; MARANHO, L. T. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista brasileira de biociências**, Porto Alegre, v.9, n.2, p.180-186, 2011.

MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 92p. (Tese Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

MIRÓ, C. P.; FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1261-1270, 1998.

MIZUTANI, J. Selected allelochemicals. **Critical Reviews in Plant Science**, v.18, n.5, p.653-671, 1999.

OBOH, G.; AKINYEMI, A. J.; OSANYINLUSI, F. R.; ADEMILUYI, A. O.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L. Phenolic compounds from sandpaper (*Ficus exasperata*) leaf inhibits angiotensin 1 converting enzyme in high cholesterol diet fed rats. *Journal of Ethnopharmacology* 157:119-125, 2014.

OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R.; LOPES, S. S.; FONTOURA, F.M. Allelopathy and influence of leaves of *Palicourea rigida* (Rubiaceae) on seed germination and seedling formation in Lettece. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.938-947, 2014.



- OLIVEIRA, S. C. C. **Alelopatia em *Solanum lycocarpum* St. Hil (Solanaceae)**. 78p., 2003. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- PEDRINHO JÚNIOR, A. F. F.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Richardia brasiliensis*. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.53-61, 2004.
- PELEGRINI, L. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Variação sazonal na alelopatia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.2, p.376-382, 2012.
- PEREIRA, L. R. A. B. **Contribuição ao estudo fitoquímico de *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud. (Rubiaceae)**. João Pessoa: UFPB. 89p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, 2011.
- PEREIRA, M. S.; BARBOSA, M. R. V. A família Rubiaceae na Reserva Biológica Guariba. Paraíba, Brasil. (Subfamília Rubioideae). **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.2, p.455-470, 2006.
- PERES, M. T. L. P.; SIMIONATTO, E.; HESS, S. C.; BONANI, V. F. L.; CANDIDO, A. C. S.; CASTELLI, C. Estudos químicos e biológicos de *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel (Polypodiaceae). **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.4, p. 897-901, 2009.
- PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. de 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 Botanica Brasilica**, v.18, n.3, p.425-430, 2004.
- PINTO, D. S.; TOMAZ, A. C. A.; TAVARES, J. F.; TENÓRIO-SOUZA, F. H.; DIAS, C. S.; BRAZ-FILHO, R.; CUNHA, E. V. L. Secondary metabolites isolated from *Richardia brasiliensis* Gomes (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.367-372, 2008.
- PIRES, R. M. O.; FRANÇA, A. C.; NERY, M. C.; SILVA, L. H. M. C.; SANTOS, S. R.; REIS, R. R. F.; REIS, L. A. C. Potencial Alelopático de cascas de café no crescimento de plantas. **XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Ribeirão Preto, 2010.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia Alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.130-136, 2001.

PRATES, H. T.; PAES, J. M. V.; PIRES, N. M.; FILHO, I. A. P.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.909-914, 2000.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 422 p., 1984.

RIOS, C.; ROSABAL, M. Potencial alelopático de bambúes tropicales. Efecto sobre la germinación y el crecimiento de cultivos tropicales. **Centro Agrícola**, v.35, n.2, p.79-84, 2008.

ROBBRECHT, E.; MANEN, J. F. The major evolutionary lineages of the coffee family (Rubiaceae, angiosperms). Combined analysis (nDNA and cpDNA) to infer the position of *Coptosapelta* and *Luculia*, and *supertree* construction based on *rbcL*, *rps16*, *trnL-trnF* and *atpB-rbcL* data. A new classification in two subfamilies, Cinchonoideae and Rubioideae. **Systematic Geographyc Plant**, v.76, p.85-146, 2006.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: UNESP, 18 p., 1992. (Boletim)

RODRIGUES, M. S.; PERON, F.; BIDO, G. S.; LÚCIO, L. C. Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arabica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine Max* L. Merrill). **In: VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**, 2011, Maringá. Anais ... Maringá, Cesumar, 2011.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.415-423, 2006.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, p.219-227, 2003.

SAN MARTIN MATHEIS, H. A. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros**. Piracicaba. 68 p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F.; MENDES, A. N. G.; MORAIS, A. R.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; MARINHO, J. T. S. Influência alelopática das coberturas mortas de casca de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. **Ciência Agrotecnica**, v.25, n.5, p.1105-1118, 2001.

SANTOS, L. B.; SOUZA, J. K.; PAPASSONI, B.; BORGES, D. G. L.; JÚNIOR, G. A. D.; SOUZA, J. M. E.; CAROLLO, C. A.; BORGES, F. A. Efficacy of extrats from plants of the brazilian Pantanal against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v.22, n.4, p.532-538, 2013.

SILVA, F. M. **Verificação da eficácia dos bioensaios com extratos aquosos no diagnóstico de potencial alelopático**: contribuição ao estudo de espécies nativas brasileiras. Porto Alegre: UFRGS. 142 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SILVA, V. C. Isolation of lignans glycosides from *Alibertia sessilis* (vell) K. Schum. (Rubiaceae) by preparative high-performance liquid chromatography. **Eclética Química**, v.31, n.4, p.55-58, 2006.

SILVEIRA, P. F. da; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, na germinação de *Lactuca sativa* L. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p.472-477, 2012.

SOARES, G. L. G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, p.190-197, 2000.

SOUZA FILHO, A. P. S. Alelopatia: das primeiras observações aos atuais conceitos. **In: SOUZA FILHO, A. P. da S.; ALVES, S. de M. Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, p.15-16, 2002.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C. Efeitos alelopáticos calopogônios em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.211-218, 2003.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; SANTOS, R. A.; SANTOS, L. S.; GUILHON, G. M. P.; SANTOS, A. S.; ARRUDA, M. S. P.; MULLER, A. H.; ARRUDA, A. C. Potencial alelopático de *Myrcia guianensis*. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.649-656, 2006.

SOUZA, R. K. D.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímicos e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.18, n.1, p.140-156, 2013.

SPIASSI, A.; FORTES, A. M. T.; PEREIRA, D. C.; SENEM, J.; TOMAZONI, D. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.577-582, 2011.

SUZUKI, L. S.; ZONETTI, P. C.; FERRARESE, M. L. L.; FERRARESE-FILHO, O. Effects of ferulic acid on growth and lignification of conventional and glyphosateresistant soybean. **Allelopathy Journal**, Haryana, v.21, n. 1, p.155-164, 2008.

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

TOMAZ, A. C. A.; NOGUEIRA, R. B. S. S.; PINTO, D. S.; AGRA, M. F.; SOUZA, M. F. V.; CUNHA, E. V. L. Chemical constituents from *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud. (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n.1, p.47-52, 2008.

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

VALDÉS, A. F. C.; MARTÍNEZ, J. M.; LIZAMA, R. S.; GAITÉN, Y. G.; RODRÍGUEZ, D. A.; PAYROL, J. A. *In vitro* antimalarial activity and cytotoxicity of some selected cuban medicinal plants. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 52, n.4, p.197-201, 2010.

VIDAL, R. A.; HICKMAN, M. V.; BAUMAN, T. T. Phenolics adsorption to soil reduces their allelochemical activity. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.4, n.2, p.125-129, 1998.

VIEIRA, M. F.; PEREIRA, Z. V.; CARVALHO-OKANO, R. M. Fenologia da floração, morfologia floral e sistema de incompatibilidade em espécies distílicas de Rubiaceae em fragmento florestal do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.3, p.471-480, 2006.

WHITTAKER, R. H. The biochemical ecology of higher plant. **In**: SONDHEIMER, E.; SIMEONE, J. B. (Ed.) *Chemical ecology*. New York: Academic Press, p.47-70, 1970.

ZENG, R. S.; MALLIK, A. U.; LUO, S. **Allelopathy in sustainable agriculture and forestry**. New York: Springer-Verlag, 426p, 2010.