

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

ALESSANDRO BERMUDES GOMES

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE
GEONOMA SCHOTTIANA (ARECACEAE)**

**VITÓRIA
2016**

ALESSANDRO BERMUDES GOMES

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE
*GEONOMA SCHOTTIANA (ARECACEAE)***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Viviana B. Corte.

Co-orientador(a): Prof.^a Dr.^a Patrícia Andreão.

Vitória

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP) (Biblioteca Central da
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Gomes, Alessandro Bermudes, 1973-

G633p Potencial alelopático de extratos de folhas de *Geonoma schottiana* (Arecaceae) / Alessandro Bermudes Gomes. – 2016. 86 f.:il.

Orientador: Viviana Borges Corte.

Coorientador: Patrícia Silvana Silva Andreão.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Alelopatia. 2. Herbicidas. 3. Germinação. 4. Química vegetal. 5. Palmeira. 6. Prospecção - Aspectos biológicos. I. Corte, Viviana Borges. II. Andreão, Patrícia Silvana Silva. III.

Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

ALESSANDRO BERMUDES GOMES

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE
*GEONOMA SCHOTTIANA (ARECACEAE)***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal na área de concentração de Ecofisiologia Vegetal.

Aprovada em 30 de Março de 2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Viviana Borges Corte
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Patrícia Silvana Silva Andreão
Instituto Federal do Espírito Santo
Co-orientadora

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Pimentel Batitucci
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora interna

Prof.^a Dr.^a Idalina Tereza de Almeida Leite
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora externa

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda honra e glória por ter me conduzido durante todo este trabalho.

À minha esposa, Yandra de Souza Zaban Gomes, aos meus filhos, Isabela, Victória e Pedro, aos meus pais, Juracy Gomes e Maria da Penha, aos meus sogros, Agrinaldo Zaban e Márcia Zaban, pelo amor incondicional e por estarem sempre ao meu lado. Sem vocês, nada disso seria possível. Amo vocês!

À minha orientadora, Dr.^a Viviana Borges Corte, pela amizade, confiança, orientação e principalmente pela oportunidade de vivenciar experiências importantíssimas na minha formação.

À Dr.^a Patrícia Andreão, pela co-orientação, que juntamente com o Dr. Almir Andreão auxiliaram e acompanharam a preparação e a execução do projeto.

À Dr.^a Maria do Carmo P. Batitucci e à equipe do seu laboratório pelo incentivo, pelo apoio e pela colaboração durante toda a pesquisa.

À Dr.^a Tarsila Gomes e à Msc. Monique Barcelos pela disponibilidade e pelo companheirismo durante o projeto.

À Professora Prof.^a Dr.^a Cláudia Maria Jamal pela colaboração na execução da prospecção fitoquímica e análises dos resultados.

À Prof.^a Dr.^a Idalina Tereza de Almeida Leite pela atenção e por disponibilizar o laboratório LASEF para que os experimentos pudessem ser realizados, a ela minha gratidão.

Ao técnico do Instituto Federal do Espírito Santo *Campus Aracruz*, Rodrigo Borges de Araújo Gomes, pela parceria e pela disponibilidade em estar sempre colaborando com esta pesquisa.

Aos amigos que me ajudaram no campo e no laboratório, e que, assim, fizeram parte do que eu acreditei nestes dois anos: Anderson Mariquito, Josinei Rodrigues Filho, Fabiana Gomes Ruas, Gislane Chaves de Oliveira, Raiane Souza Fioresi, Enes Follador Nogueira, Helder Januário, Augusto Machado Ramos e Frederico Pacheco.

Aos demais amigos e familiares que fizeram parte da minha vida durante este período e que de alguma forma tornaram tudo isso possível.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O Brasil é o país com a maior diversidade genética vegetal do mundo e pesquisas de bioprospecção de espécies nativas podem contribuir de forma importante com o desenvolvimento econômico e ambiental do setor agrícola da nação, entre vários outros ramos da atividade humana. Dessa forma, o presente estudo objetivou verificar o potencial alelopático da palmeira aricanga (*Geonoma schottiana*), nativa da Mata Atlântica e endêmica do Brasil, na germinação de uma planta cultivada e outra daninha (alface e capim colônia, respectivamente). Foram utilizados extratos metanólicos, de acetato de etila e hexânico de folhas *G. schottiana* nas seguintes concentrações: zero (controle), 200mg/L, 400mg/L e 800mg/L. Foram analisados porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula, comprimento da parte aérea e índice mitótico, além de testes químicos para compostos secundários. Todos os parâmetros analisados foram afetados pelos extratos tanto na alface quanto no capim colônia. O comprimento da radícula de ambas as plântulas foi reduzido sempre a partir da concentração de 200mg/L. O extrato metanólico e de acetato de etila apresentaram redução significativa do índice mitótico a partir de 400mg/L, enquanto que o extrato hexânico apresentou diminuição a partir de 200mg/L. Na prospecção fitoquímica foram encontrados cumarinas, alcalóides, esteróides e flavonóides nos extratos metanólicos e de acetato de etila, e apenas esteróides e flavonóides no extrato hexânico. Esses resultados indicam um significativo potencial alelopático de folhas de *Geonoma schottiana*.

Palavras-chave: Bioprospecção; Alelopatia; Palmeira; Aricanga; Fitoquímica.

ABSTRACT

Brazil is the country with the largest plant genetic diversity in the world and bioprospecting research of native species can contribute significantly to the economic and environmental development of the nation's agricultural sector, among many other areas of human activity. Thus, the present study aimed to verify the allelopathic potential of aricanga palm (Arecaceae), native of the Atlantic Forest and endemic of Brazil. Leaf extracts of *Geonoma schottiana* were used in the germination of a cultivated plant and other weeds (*Lactuca sativa* L. and *Panicum maximum*, respectively). The leaves were macerated using as extractants the methanol, ethyl acetate and hexane for seven days. After this procedure, the solvent was evaporated and were prepared three concentrations (0 mg/L, 200mg/L, 400mg/L and 800mg/L). From there onwards were evaluated percentages of germination, germination speed index, length of radicles and leaves and mitotic index, as well as phytochemical screening for the detection of chemical groups present in the extracts. All parameters were affected by both extracts, on lettuce as well as on the guinea grass. The methanol and ethyl acetate extracts showed significant reduction of the mitotic index from 400 mg / L, while in the hexane extract that occurred from 200 mg / L. In phytochemical found coumarins, alkaloids, steroids and flavonoids in methanol extracts and ethyl acetate , and only steroids and flavonoids in hexane extract. These results indicate a significant potential allelopathic leaf *Geonoma schottiana*.

Keywords: Bioprospection; Allelopathy; Palm; Aricanga; phytochemistry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mecanismos de liberação dos aleloquímicos pelas plantas.....	20
Figura 2 – Modo de ação dos aleloquímicos ao nível celular.....	21
Figura 3 - Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário.....	22
Figura 4 – Células meristemáticas das raízes de <i>Allium cepa</i> , nas fases de prófase, metáfase, anáfase e telófase, respectivamente (A – D).....	27
Figura 5 – Visão de uma jovem planta da espécie <i>Geonoma Schottiana</i>	30
Figura 6 – Folhas de <i>Geonoma schottiana</i>	31
Figura 7 – Estrutura reprodutiva de <i>Geonoma schottiana</i>	31
Figura 8 – Frutos de <i>Geonoma schottiana</i>	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise fitoquímica dos extratos foliares de *Geonoma Schottiana*..... 60

Tabela 2 – Porcentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*)..... 63

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*)..... 65

Tabela 4 – Comprimento das raízes (medido em cm) de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*)..... 67

Tabela 5- Índice mitótico de raízes de *Allium cepa* em resposta ao tratamento com extratos de folhas de *Geonoma schottiana* em diferentes concentrações..... 68

Tabela 6 - Comprimento das folhas de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*)..... 70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. ALELOPATIA	12
2.2. ALELOPATIA NA AGRICULTURA	15
2.3. BIOSÍNTESE E NATUREZA DOS ALELOQUÍMICOS	18
2.4. BIOENSAIOS	24
2.5. FAMÍLIA <i>ARECACEAE</i> <i>GEONOMA SCHOTTIANA</i>	27
3. REFERÊNCIAS GERAIS	34
ARTIGO – POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE <i>GEONOMA SCHOTTIANA</i> (<i>ARECACEAE</i>).....	49
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAIS E MÉTODOS	53
2.1. ÁREA DE ESTUDO	53
2.2. MATERIAL BOTÂNICO	53
2.3. PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS	54
2.4. BIOENSAIOS DE GERMINAÇÃO	54
2.4.1. Porcentagem de germinação	55
2.4.2. Índice de Velocidade de Germinação – IVG	55
2.4.3. Análise do crescimento inicial	55
2.5. ANÁLISE FÍSICO–QUÍMICA	56
2.5.1. Determinação do potencial osmótico	56
2.5.2. Determinação do pH	56
2.6. ANÁLISE DO ÍNDICE MITÓTICO – TESTE <i>ALLIUM CEPA</i>	56
2.7. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA	57
2.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA	59
3.2. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO	61
3.3. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)	63
3.4. CRESCIMENTO DA RADÍCULA	65
3.5. COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA	68

4. CONCLUSÃO	71
5. REFERÊNCIAS	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

Grandes investimentos tecnológicos no setor agrícola têm permitido a obtenção de altos índices de produção. Porém, alguns fatores comprometem a produtividade agrícola tais como as plantas daninhas, um dos fatores mais preocupantes da atividade agrícola (VASCONCELOS, SILVA & LIMA, 2012). Para que esse prejuízo não ocorra, são amplamente utilizados os herbicidas, apesar da consequente poluição do solo e dos corpos aquáticos, da sua contribuição no aumento da resistência das plantas daninhas e de afetarem a saúde de homens e animais (DUKE, DAYAN & RIMANDO, 1998).

Uma alternativa ecologicamente sustentável é o conhecimento e o manejo do potencial alelopático de diversas espécies vegetais já disponíveis na natureza (BASRA, et al., 2011; CANTANHEDE et al., 2014). Segundo Matsumoto et al., (2010), os compostos secundários com potencial alelopático podem ser utilizados na produção de herbicidas naturais ou serem modificados com o propósito de aumentar a sua atividade biológica sobre outros vegetais. Por isso, é importante o estudo fitoquímico das diversas espécies vegetais pela produção de inúmeros metabólitos secundários, que podem ser farmacológicos ou tóxicos, principalmente nas espécies dos ecossistemas tropicais (BALESTRINI, 2006; ANESE et al., 2016).

A *Geonoma Schottiana* (Arecaceae), popularmente conhecida como aricanga, é uma planta nativa do Brasil e endêmica do Bioma Mata Atlântica, típica do sub-bosque de áreas de florestas ombrófila densa, distribuídas ao longo da costa brasileira (SILVA, 2008). Mesmo com aumento dos estudos sobre o potencial alelopático dessas espécies nativas, o conhecimento atual é ainda incipiente (FERREIRA et al., 1992; BORELLA & PASTORINI, 2009)

Diante disso, vários esforços têm sido feitos para se identificar propriedades alelopáticas em espécies com potencial para compor sistemas agroflorestais e silvipastoris tanto no Brasil, quanto no mundo (WANDSCHEER & PASTORINI, 2008), e muitas pesquisas têm sido realizadas a partir de plantas nativas (ALCANFOR et al., 2001; RUIZ et al., 2005) ou cultivadas (TUR et al., 2010).

O presente estudo teve como objetivo identificar o potencial alelopático de extratos de folhas de *Geonoma Schottiana*, identificando as principais classes de metabólitos secundários.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ALELOPATIA

Historicamente, os primeiros relatos sobre alelopatia datam de 300 a.c quando Teofrasto, um discípulo de Aristóteles, observou que certas espécies de plantas interferiam no desenvolvimento e metabolismo de outras espécies de plantas (WEIR & VIVANCO, 2004). Ainda, segundo estes pesquisadores, no século I, Plínio cita em seus trabalhos que restos de plantas de *Hordeum vulgare* (cevada) e de *Trigonella foenum-graecum* (feno grego), quando deixados no solo após a colheita, esterilizavam as áreas de cultivo. O termo alelopatia foi descrito pela primeira vez pelo pesquisador alemão Molish em 1937, e significa “mútuo” e “prejuízo”, derivado das palavras gregas “*allelon*” e “*phatos*”, sendo posteriormente descrito por Rice (1984) “como qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre a outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”. Ainda de acordo com Rice (1984), a alelopatia pode envolver interações entre microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas, e entre plantas daninhas e cultivadas.

A alelopatia, todavia, vem sendo redefinida com o passar do tempo. A Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA) define a alelopatia como “a ciência que estuda qualquer processo que envolva metabólitos secundários sintetizados por plantas, algas, fungos e bactérias que irão influenciar no crescimento e desenvolvimento dos sistemas biológicos” (ALLEM, 2010). Atualmente, a alelopatia pode ser definida como um processo pelo qual as plantas apresentam capacidade de produzir substâncias químicas que, liberadas no meio ambiente, influenciam de forma favorável ou desfavorável o desenvolvimento dos vegetais (SANTOS 2012).

Nos séculos XIX e XX alguns químicos nos E.U. A e na Europa se interessaram por estudar compostos como venenos, drogas farmacêuticas, materiais industriais e outros (SAITO & LUCCHINI, 1998; OLIVEIRA, 2014). Promovendo com estas pesquisas, a descoberta de várias substâncias com função de proteger as plantas contra patógenos e contra herbívoros, sendo que outras substâncias atraíam

agentes polinizadores e os dispersores de sementes (TAIZ & ZEIGER, 2009). Estes estudos estimularam outros pesquisadores a buscarem novos caminhos sobre a síntese de compostos químicos, sua atuação nos ecossistemas e seu potencial aleopático (OLIVEIRA, 2014).

No Brasil, Coutinho e Hashimoto (1971), foram os primeiros pesquisadores a estudarem os mecanismos da alelopatia, observando o efeito inibitório da germinação de sementes de tomates produzido por extratos aquosos extraídos das folhas de *Calea cuneifolia* (OLIVEIRA, 2014). A partir disso, vários estudos vêm sendo desenvolvidos nesta área, com o auxílio de outras ferramentas, como a identificação dos compostos secundários através da prospecção fitoquímica (FREITAS et al., 2014), a análise da mutagenicidade (PERDIGÃO, 2012), genotoxicidade (HISTER, 2015) e citotoxicidade (PEREIRA, 2014) destes compostos sobre o metabolismo celular da planta receptora. Atualmente, pesquisas na área de alelopatia têm avaliado o mecanismo de ação de vários extratos e aleloquímicos, extraídos de plantas, com resultados significativos no controle de daninhas (CÂNDIDO et al., 2013; GRISI et al., 2015).

Segundo Miller (1996), pode-se classificar o potencial alelopático de acordo com os seguintes processos: autotoxicidade - trata-se de um mecanismo interespecífico na qual uma substância química liberada por uma planta pode promover a inibição ou retardar a germinação e o crescimento de plantas da mesma espécie; heterotoxicidade - ocorre quando uma substância liberada apresenta efeitos fitotóxicos em plantas de outras espécies, afetando sua germinação e seu crescimento.

Segundo Rice (1984), mesmo sendo induzida pelas plantas através de compostos químicos, a alelopatia difere da competição, pois naquela o dano ocorre através de uma substância química liberada para o meio, enquanto que nesta há uma interação negativa que promove a redução ou a remoção do ambiente de fatores como água, luz e nutrientes necessários para ambas às plantas.

Atualmente, o potencial alelopático pode ser explicado como uma estratégia de competição, na qual o efeito de compostos químicos produzidos pelas plantas, sobre o outro vegetal, interfere no crescimento e desenvolvimento do outro, sendo isso um

processo ecológico que influencia a produtividade e o manejo de culturas, afetando ainda a sucessão, a formação de comunidade vegetal e de vegetação clímax (SEVERINO, 2006; ANTONELLI et al., 2016). Entretanto a alelopatia não provoca uma competição pelos recursos limitados, como luz, água e nutrientes (PARENTE, 2014).

As substâncias alelopáticas podem afetar diversos processos metabólicos e biológicos da planta, como a germinação e o crescimento inicial das plântulas (GRISI et al., 2012), a absorção de nutrientes, a respiração, a divisão celular, a fotossíntese, a produção de proteínas, a atividade enzimática e a permeabilidade da membrana celular, provocando a perda de nutrientes (ELIO et al., 2004; MANO, 2006; PATCHANEE et al., 2010). Além disso, atuam na expressão de genes que participam do mecanismo de defesa das plantas, ou ainda, apresentam capacidade de atuação na expressão gênica de plantas vizinhas (ADEYEMI, 2010). Entretanto, a intensidade de atuação dos aleloquímicos depende de vários fatores, tais como concentração, temperatura, intensidade luminosa e outras condições ambientais (MACÍAS et al., 2007).

O reino vegetal apresenta um enorme reservatório de novas moléculas a serem descobertas e exploradas, com grandes diversidades de compostos químicos, que podem influenciar as relações ecológicas de competição e a sobrevivência de outros vegetais (ISMAN, 2006). Por isso, os metabólitos secundários estão sendo vistos como uma estratégia para agricultura, pois eles podem promover a produção de herbicidas naturais para o controle de ervas daninhas (ALVES et al., 2003; PARENTE, 2014; ANESE, et al, 2016).

Logo pode-se afirmar, que a realização de estudos focados na alelopatia, torna-se uma ferramenta para se conhecer as interações interespecíficas químicas e biológicas entre as plantas, tornando-se um objeto prático para resolução de problemas provocados por interferências na produtividade dos vegetais cultivados, na recuperação de áreas degradadas, nos problemas com plantas invasoras, na rotação de culturas, na adubação verde e na consorciação de espécies (GORLA & PEREZ, 1997). Por esse motivo, o desenvolvimento de novos compostos químicos

com atividade herbicida é de grande importância para a atividade agrícola (ANESE et al., 2016).

2. 2. ALELOPATIA NA AGRICULTURA

Com o aumento do consumo de produtos agrícolas orgânicos, o plantio de hortaliças requer técnicas de manejo no controle das daninhas, pois o cultivo destas hortaliças limita o uso de herbicidas, uma vez que a parte aérea consumida é o alvo do defensivo agrícola (JARDIM & ANDRADE, 2009).

Na agricultura moderna, as práticas usadas continuam incluindo em excesso o uso de herbicidas, fertilizantes, nematicidas e fungicidas, substâncias estas que acabam comprometendo as propriedades físico-químicas do solo, promovendo uma poluição do solo e dos corpos hídricos (SILVA et al., 2015).

A utilização de inúmeros herbicidas ocorre, pois as plantas daninhas podem promover uma redução da produtividade, ocasionando prejuízos que podem levar à perda total das lavouras (FONTES, 2003; LUZ et al., 2010) e causando prejuízos à atividade agrícola maiores que as pragas e as doenças, sendo o próprio homem o grande responsável pela evolução dessas plantas (PITELLI, 1987; FAO, 2009).

Vasconcelos, Silva & Lima, (2012) afirmam que as daninhas promovem uma redução da eficiência agrícola, elevando os custos de produção e afetando a qualidade do produto, o que ocasiona a redução do seu valor comercial. Para reduzir o prejuízo causado pelas ervas daninhas, utilizam-se na maioria dos casos, os herbicidas sintéticos, que trazem prejuízos ao solo e ao meio ambiente, por isso há uma grande necessidade de investigar o desenvolvimento de herbicidas mais eficientes e que promovam uma produção agrícola sustentável (MIZUNANI, 1999).

Vários estudos têm sido feitos com o propósito de diminuir o uso dos herbicidas comerciais utilizando-se de manejos alternativos de ervas daninhas e pragas, rotação de culturas e adubação verde, entre outros mecanismos (WU et al., 2000; KHAN et al., 2002). Esses estudos são importantes para espécies vegetais com potencial de compor sistemas agroflorestais e silvipastoris, sendo também

essenciais para identificação de compostos químicos com efeitos alelopáticos, que podem inibir ou promover o crescimento de cultivares usado na agricultura (DIÓGENES et al., 2014).

Com o conhecimento da atividade alelopática das espécies de plantas de interesse agrícola, há facilidades de escolher as espécies de vegetais para formar os sistemas de cultivos e promover um melhor manejo das espécies daninhas, com a finalidade de controlar as mesmas, promovendo uma redução de custos e um melhor aproveitamento da área cultivada (OLIVEIRA et al., 2015)

O potencial alelopático pode ser utilizado de diversas formas e com diferentes finalidades (SOUTO et al., 2015). Segundo Santos (2007), existem três razões que propiciam a utilização da alelopatia como estratégia no combate às ervas daninhas, as quais são: fator que afeta as mudanças na composição das espécies de plantas daninhas; interferência das plantas daninhas no crescimento e no rendimento da colheita; como possível ferramenta no manejo de plantas daninhas.

Muitas plantas que geram grande quantidade de matéria seca são utilizadas como cobertura morta, o que pode promover uma redução de plantas daninhas na área cultivada por causa dos efeitos alelopáticos ou por interação de ambos (SALVADOR, 2006). Estudo feito com palha de milho como matéria morta, por exemplo, detectaram um controle significativo de gramíneas e na população total de plantas daninhas (OLIVEIRA et al., 2001).

É importante observar o tipo de matéria seca que está sobre o solo e as plantas invasoras que nele se desenvolvem, isto porque, o controle das plantas invasoras não é feito com uma grande quantidade de resíduos vegetais, mas com os aleloquímicos presentes nestes resíduos e que são liberados em concentrações suficientes para inibir seu desenvolvimento sem prejudicar o crescimento e desenvolvimento da cultura (ALMEIDA, 1991).

Estudos realizados por Santos (2007) chamam a atenção para o fato de que “está cada vez mais difícil encontrar novas estruturas que sirvam de modelo para herbicidas sintéticos e que sejam benéficos para outras formas de vida”. Segundo

Santos et al., (2012), a utilização da biotecnologia na atividade agrícola permite a utilização de ferramentas da engenharia genética para o controle de ervas daninhas e de outros tipos de pragas. Além disso, reduziu o uso de defensivos agrícolas, promovendo uma produção agrícola sustentável e saudável. Diante do exposto, o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas ou o manejo das que possuam essa inibição natural, podem ser a chave para o controle de daninhas na agricultura moderna. Várias pesquisas têm sido desenvolvidas, através da prospecção de genes e de plantas que promovam esta inibição natural, produzindo substâncias com potencial alelopático que possam inibir o crescimento e o desenvolvimento de organismos que estejam ao redor da cultura (YOUNG & BUSH, 2009). A grande preocupação seria o processo de resistência que as plantas daninhas poderiam desenvolver em respostas às aplicações repetidas de aleloquímicos que apresentam o mesmo mecanismo de ação (SANTOS, 2007; YAMASHITA & GUIMARÃES, 2013).

Dentro dessa perspectiva, o estudo de compostos alelopáticos vem crescendo de forma exponencial nos últimos anos, gerando expectativa para a sua aplicabilidade nas práticas da agricultura, como podemos exemplificar em relação ao controle de plantas invasoras (MAULI et al.2009; GRISI et al., 2011; SILVA, 2012).

Atualmente existe uma preocupação com a redução do uso de herbicidas e com os limites ecológicos para a sustentabilidade da agricultura, pois isto influencia a qualidade dos alimentos e conseqüentemente a saúde dos consumidores (CAPORAL, 2009). Com este cuidado, alguns compostos químicos naturais têm sido utilizados para que se produzam novos herbicidas menos prejudiciais ao ambiente, permitindo uma excelente estratégia da sustentabilidade dos sistemas de produção, uma vez que auxiliam na conservação da vegetação natural, representando uma alternativa biológica, pois apresenta ação específica e causam menos prejuízo ao ambiente (TUR, BORELLA & PASTORINI, 2010).

Assim, a finalidade seria reduzir ou eliminar a contaminação do meio ambiente, para preservar os recursos naturais e produzir alimentos de qualidade, sem a presença de herbicidas sintéticos ou outros agrotóxicos (BORELLA & PASTORINI, 2009).

2.3. BIOSÍNTESE E NATUREZA DOS ALELOQUÍMICOS

De acordo com Santos, (2007), existem inúmeras razões para que se obtenham herbicidas a partir de compostos naturais, pois estes são ecológicos e toxicamente seguros em comparação aos herbicidas sintéticos. Os aleloquímicos sintetizados pelas plantas são denominados metabólitos secundários, segundo Almeida (1998), existem cerca de 10 mil dessas substâncias. De acordo com Harbone (1997), os metabólitos secundários têm função diversificada, podendo agir de forma defensiva, ecológica, na promoção do crescimento e na atração de agentes polinizadores, além de apresentar ação alelopática.

Os aleloquímicos estão presentes em todas as partes da planta, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes, mas a quantidade e o caminho em que elas são liberadas variam de espécie para espécie (EINHELLIG, 1996; WEIR et al., 2004). O transporte dos aleloquímicos pode ocorrer de célula a célula ou através dos vasos condutores, podendo ser armazenados nos vacúolos (AIRES, 2007). Caso sejam liberados, os metabólitos secundários podem sofrer modificações por ação enzimática, ação de microorganismos ou, ainda, no intestino dos herbívoros. Essas modificações podem implicar na sua ativação (HADACEK, 2002).

De acordo com Santos (2007), há um grande questionamento se os aleloquímicos são produzidos pela planta com função específica ou se são apenas subprodutos do metabolismo celular das plantas. Segundo Felix (2012), alguns pesquisadores defendem a segunda hipótese, pois as maiores quantidades de agentes aleloquímicos são encontrados nos vacúolos das células, onde seriam depositados para evitar uma autotoxicidade.

Os aleloquímicos são metabólitos secundários, sendo originados através do metabolismo secundário das plantas (SILVA et al., 2011), sendo que a sua produção é regulada por diversos fatores ambientais, como intensidade luminosa, disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, etc. (CARMO, BORGES & TAKAKI, 2007), além da regulação por radiação ultravioleta, altitude, doenças nas plantas causadas por fitopatógenos, ataques de insetos que podem atuar

diretamente no metabolismo da planta e alterar a produção e a liberação dos aleloquímicos (RIZVI& RIZVI, 1992; EINHELLIG, 1999; INDERJIT, CALLAWAY &VIVANCO, 2006).

Estes atuam como inibidores, mas também podem atuar como estimulantes (RICE, 1984; SANTOS 2007). Vale ressaltar, que a inibição alelopática pode ser resultado da ação sinérgica de vários compostos químicos que, coletivamente interferem em vários processos fisiológicos da planta (EINHELLING, 1996). Porém em vários trabalhos tem sido proposto o isolamento da substância alelopática e conseqüentemente a sua ação direta sobre a planta (SANTOS 2007; INOUE et al., 2010; LUZ et al., 2010; REZENDE, et al., 2011).

Os aleloquímicos são liberados dos tecidos vegetais para o meio ambiente através da volatilização, da lixiviação, da exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais (Figura 1) (RICE, 1984; BORELLA & PASTORINI, 2009). De acordo com Pires & Oliveira (2001), esses compostos apresentam alta instabilidade, sendo decompostos rapidamente após a sua liberação.

É importante conhecer o mecanismo de ação das diversas substâncias alelopáticas, para entendermos as interações entre as plantas nos ambientes agrícolas e naturais (RODRIGUES et al., 1992). A grande variedade de compostos químicos que apresentam atividade alelopática, promovem diferentes mecanismos de ação (EINHELLIG, 1995), o que dificulta o entendimento de ação dos aleloquímicos, uma vez que eles afetam diversas funções, causando efeitos secundários difíceis de serem distinguidos dos principais (SANTOS 2007).

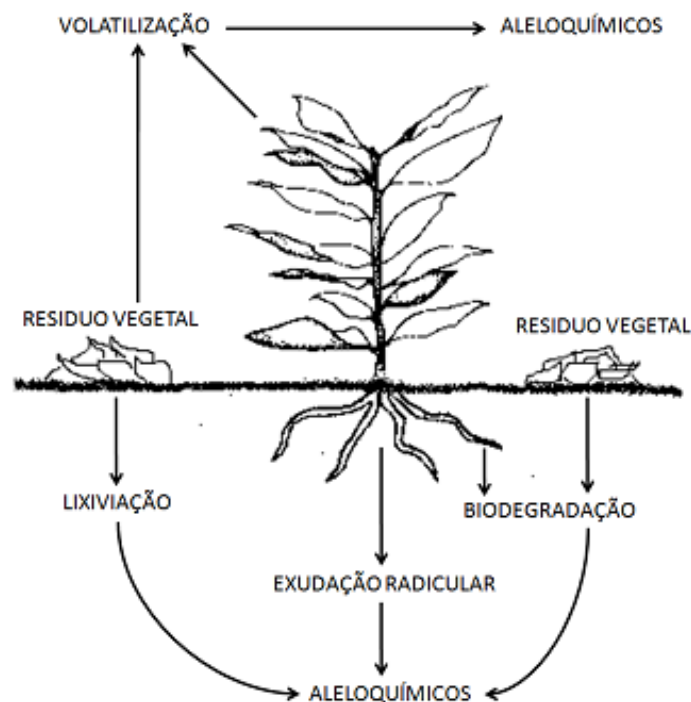


Figura 1 - Mecanismos de liberação dos aleloquímicos pelas plantas (Adaptado: Silva, 2014).

A ação dos aleloquímicos sobre a planta-alvo pode ocorrer de duas formas, direta ou indiretamente. Estudos mostram que a ação indireta promove alterações nas características e propriedades nutricionais do solo e, conseqüentemente, no metabolismo e na atividade da população de seres vivos que se encontram no solo (RICE, 1984; REIGOSA, SÁNCHEZ-MOREIRAS & GONZALES, 1999; ANESE et al., 2016). Ainda de acordo com esses pesquisadores, os efeitos diretos promovem alterações celulares e metabólicas, provocando modificações na composição e nas estruturas das membranas, alterando o processo de absorção de água e nutrientes, atuando na atividade fotossintética e respiratória, na divisão celular e na expressão e síntese de DNA e RNA, entre outras alterações metabólicas e genéticas (Figura 2).

Devido a esse grande espectro de atuação e à grande diversidade de aleloquímicos, Einhellig (2004) afirma que são necessárias várias pesquisas para confirmar qual a sequência de ação dos aleloquímicos nas plantas-alvo. Segundo Santos 2007, a forma de atuação dos compostos com potencial alelopático sobre outras plantas não é totalmente específica ou conhecida. Essa dificuldade ocorre, pois uma substância pode sofrer biodegradação no solo, originando outros compostos químicos com vários aspectos de toxicidade, causando nas plantas diferentes sintomas, desde atrofia de crescimento à abscisão foliar prematura (ALMEIDA, 1988).

Pesquisadores nos últimos anos tem buscado esclarecer as modificações morfológicas e fisiológicas das plantas, quando na presença de aleloquímicos, avaliando características como germinação, crescimento, desenvolvimento entre outros (DIÓGENES et al., 2014; OLIVEIRA, 2014; SOUTO et al., 2015). Com este conhecimento, a indústria agroquímica poderá produzir novos tipos de aleloquímicos que possam inibir o desenvolvimento de plantas daninhas e de pragas de modo orgânico, sem poluir e contaminar o meio ambiente (SILVA, CAMARGO & ROCHA, 2013).

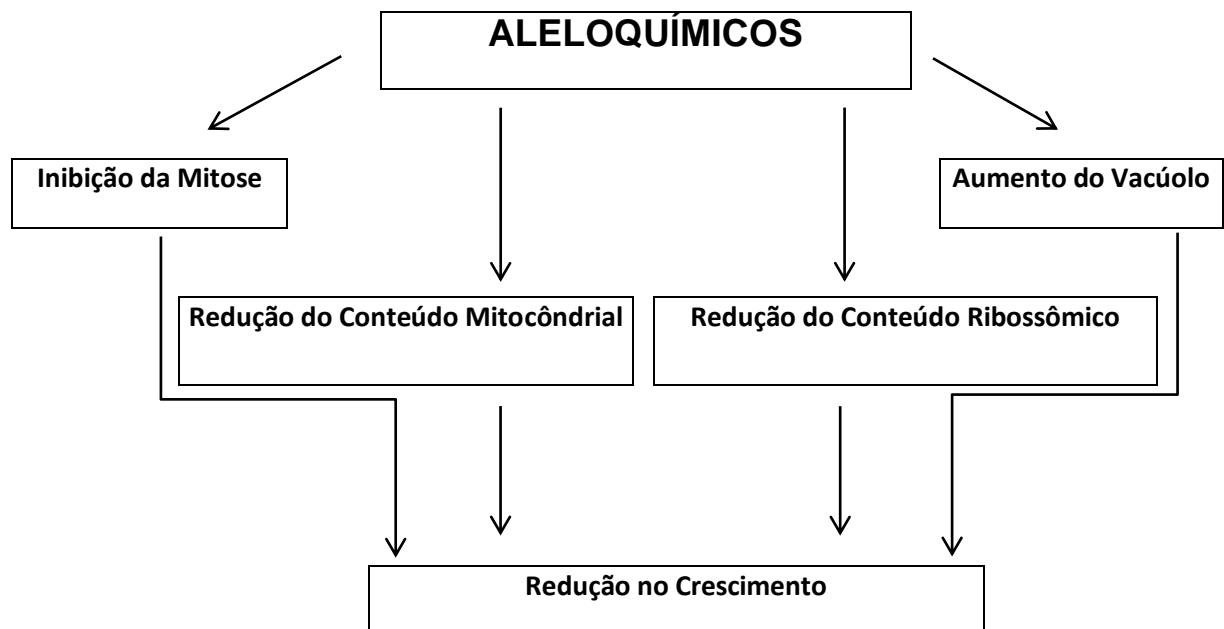


Figura 2 – Modo de ação dos aleloquímicos ao nível celular.

Fonte: Adaptado de Gniazdowska & Bogatek, 2005

Os aleloquímicos, segundo Rice (1984), podem ser subdivididos nas seguintes categorias: ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia linear, aldeídos alifáticos e cetonas; lactonas insaturadas simples; ácidos graxos de cadeia longa e poliactilenos; naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas; fenóis simples, ácidos benzóicos e derivados; flavonóides; taninos hidrolisáveis e condensados; terpenóides e esteróides; alcalóides e cianoidrinas; sulfetos e glicosídeos; purinas e nucleosídeos.

Todos esses aleloquímicos são divididos em três grupos principais: os terpenóides, os compostos fenólicos e os alcalóides. A rota metabólica de formação dos terpenóides são aquelas que levam a produção de carboidratos e ácidos graxos via acetil coenzima A, ácido mevalônico e isopentenilpirofosfato (Figura 3). O ácido chiquímico é rota metabólica de formação dos compostos fenólicos em conjunto com a via de acetato policetídeo, enquanto que os alcaloides são formados pelo metabolismo dos aminoácidos alifáticos e dos aminoácidos aromáticos (Figura 3) (LARCHER, 2000; NASCIMENTO & MOSQUIM, 2004).

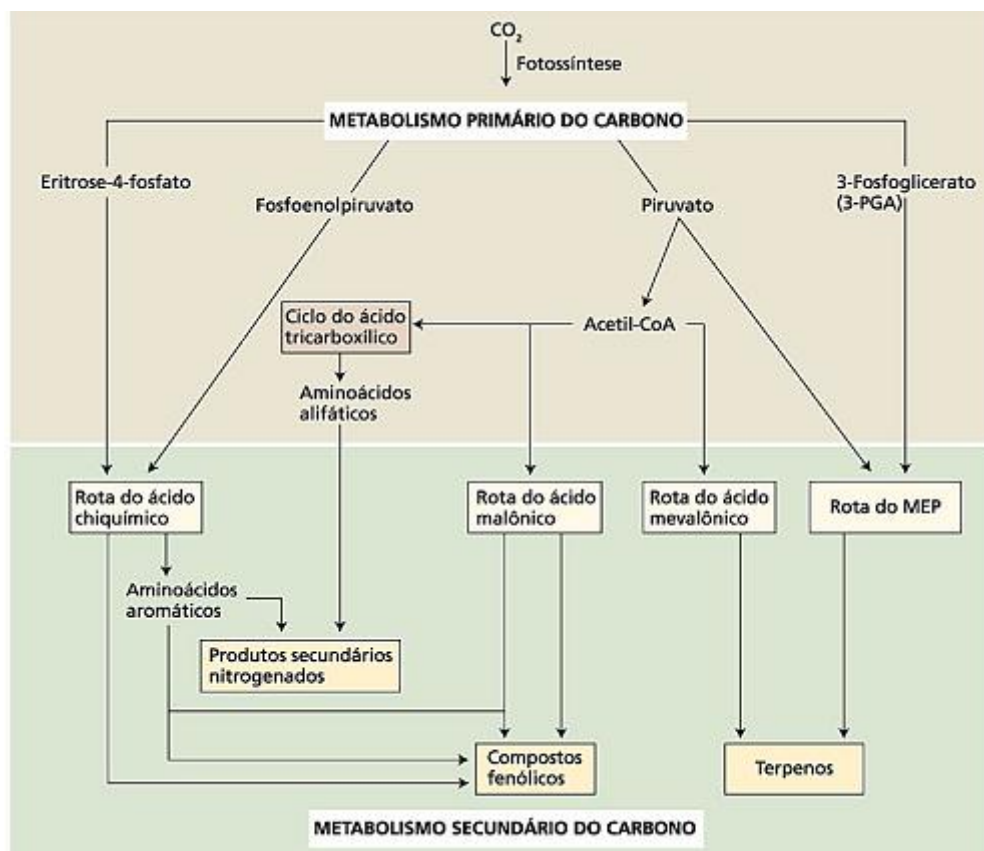


Figura 3 - Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário.

Fonte: Taiz & Zeiger, 2006.

O potencial alelopático e a natureza química dos aleloquímicos podem resultar em mudanças em todo processo metabólico da planta alvo (CARMO, 2013). Por isso, vários compostos químicos com atividade alelopática têm sido estudados, como por exemplo, substâncias da classe dos compostos fenólicos (SANTOS 2012).

Os ácidos fenólicos induzem o aumento da atividade das enzimas oxidativas, alterando a permeabilidade das membranas e a síntese da lignina, o que afeta diretamente o alongamento radicular (BAZIRAMAKENGA et al., 1995; FERRARESE et al., 2001). Em estudos feitos com pepino observou-se que os ácidos fenólicos estimularam o aparecimento de raízes secundárias, sendo que nas ervilhas inibiram a expansão foliar e o comprimento da raiz (VAUGHAN & ORD, 1990; BLUM & REBBECK, 1989).

Musco, Panuccio & Sidari, (2001) citam substâncias extraídas de *Pinus laricio* que inibem a atividade das enzimas glicose-6-fosfato desidrogenase, glicose-fosfato isomerase e aldolase, alterando o metabolismo de síntese de açúcares. Para Corcoran, Geissman & Phinny (1972), alguns polifenóis reduzem o crescimento das plantas, pois se ligam ao ácido giberélico (GA), enquanto outros se ligam ao ácido abscísico (ABA), promovendo o crescimento.

Alguns aleloquímicos da classe das lactonas, flavonóides, terpenos voláteis e quinonas podem promover alterações no processo de síntese de ATP em diversas espécies de plantas, inibindo o metabolismo respiratório em culturas como aveia, abóbora e milho (PUTNAM, 1985; SANTOS, 2007; AROWOGSEGBE et al., 2012). Estudos feitos por Almeida, 1988, demonstraram que cumarinas e quinonas impediam a incorporação de carbono nas proteínas das sementes e dos embriões de rosas e algas, afetando diretamente o crescimento das plantas.

Os taninos atuam inibindo a atividade das enzimas catalase, peroxidase, amilase e de várias outras enzimas em diversas espécies de plantas (SANTOS, 2007). Ainda segundo este pesquisador, estudos com batatas demonstraram que os ácidos clorogênico e caféico inibem a atividade da enzima fosforilase.

Vários compostos alelopáticos atuam no metabolismo fotossintético, como por exemplo, as cumarinas e os compostos fenólicos que reduzem o conteúdo de clorofilas, diminuindo conseqüentemente a atividade fotossintética, sendo que os compostos cumáricos estimulam o fechamento dos estômatos (ELIO et al., 2004).

Entre os compostos nitrogenados destacam-se os alcalóides, que são metabólitos secundários, que possuem nitrogênio em sua estrutura molecular, sendo produzidos a partir de um ou poucos aminoácidos comuns, sendo os principais: tirosina, lisina e o triptofano (PAIVA, 2013). Os alcalóides mais conhecidos são: nicotina, atropina, cocaína, codeína, morfina e estricnina. Eles atuam principalmente na defesa contra predadores (PAIVA, 2013), mas há relatos do potencial alelopático dos alcalóides, como no estudo do potencial alelopático de *Crotalaria juncea* L na qual a espécie corda-de-viola mostrou-se mais sensível que as espécies de picão-preto e leiteiro sob efeito do extrato alcalóide da planta em estudo (ARAÚJO, ESPÍRITO SANTO & SANTANA, 2010)

Ferreira e Áquila (2000), relatam que por meio dos aleloquímicos mudanças inteiras podem ocorrer em diversos processos metabólicos de uma planta, mesmo sendo pontuais, pois as reações produzem controles do tipo “feedback”. Por isso, há poucas informações de como os aleloquímicos atuam nas plantas (OLIVEIRA, 2014).

A ausência destas informações deve ser a motivação para o desenvolvimento de pesquisas na área da alelopatia, para que encontremos respostas cada vez mais específicas, entendendo o funcionamento das diversas rotas metabólicas quando sofrem ações dos aleloquímicos, pois com estas respostas, podemos atuar de forma específica no alvo de interesse (OLIVEIRA, 2014).

2.4. BIOENSAIOS

Experimentalmente, os efeitos alelopáticos têm sido verificados através da aplicação de extratos de uma planta a sementes ou plântulas de outra espécie (PIRES & OLIVEIRA, 2001).

Diversas técnicas são usadas na extração dos aleloquímicos das plantas, sendo estas substâncias extraídas com diferentes extratores orgânicos (álcool, acetato de etila, hexano, éter, clorofórmio, entre outras) ou água (VIDAL, 2010; DEGANI et al., 2013). Para a extração são utilizados diversos órgãos da planta, como folhas, raízes, caule, frutos e sementes (WEIR et al., 2004).

Depois de extrair, filtrar e evaporar o solvente, o extrato é preparado nas concentrações em que se quer pesquisar a sua ação alelopática, sendo logo após, testado em plantas alvo. A identificação do comportamento de plantas associadas com aleloquímicos é o primeiro passo do experimento (RIZZARDI et al., 2008).

A alface, pertencente ao gênero *Lactuca* e da família Asteraceae a qual tem mais de cem espécies (SALA; COSTA, 2012), é uma das plantas mais testadas nos experimentos de análise alelopática, juntamente com o tomate e o rabanete devido à sua sensibilidade em presença dos aleloquímicos (MEDEIROS, 1989).

Atualmente muitos estudos têm sido feito com plantas daninhas ou invasoras, como por exemplo, *Panicum maximum* Jacq. (capim colônia), da família Poaceae, que é uma das daninhas que mais infestam as áreas dos canaviais e de reflorestamento, pois apresenta uma grande capacidade reprodutiva e suas sementes apresentam grande longevidade (DA COSTA, et al., 2002). Ressalta-se ainda que as espécies alvo a serem estudadas, devem preferencialmente, ter germinação rápida, uniforme e com crescimento rápido (PINTO, 2015).

Nesse processo experimental é observada a influência do extrato na germinação, no índice de velocidade de germinação (IVG) e no crescimento inicial de plantas consideradas sensíveis à atividade alelopática. (LOFFREDO, MONACI & SENESI 2005).

Esses testes biológicos são os mais indicados devido à complexa relação entre planta e ambiente que podem interferir na atividade dos metabólitos secundários (ANESE, et al., 2016). Esses biotestes não revelam o aleloquímico que está atuando e interferindo no crescimento e desenvolvimento da planta alvo, mas é um bom indicativo de possíveis compostos com potencial alelopático (MAIRESSE et al., 2007; LOUSADA et al., 2012).

É importante ressaltar que outros fatores devem ser observados nos bioensaios, tais como o substrato usado, a concentração dos substratos, o tamanho da semente-alvo (WEIDENHAMER, HARTNETT & ROMEO, 1989; PINTO, 2015), o potencial osmótico e o pH do extrato avaliado (DAYAN et al., 2009).

Os seres vivos estão expostos frequentemente à ação de agentes químicos que podem promover alterações na sua estrutura bioquímica, afetando os seus processos metabólicos vitais a nível celular e molecular, promovendo ou não o surgimento de mutações e de aberrações cromossômicas, processos que podem acarretar no aparecimento de processos cancerígenos e morte celular (CARVALHO, 2004; STELATO et al., 2007, FILHO, 2015). A identificação e os estudos do potencial citotóxico e genotóxico dessas substâncias é fundamental para verificarmos o impacto sobre os seres vivos e para avaliarmos o fator toxicológico dos compostos químicos (IGANCI et al. 2006).

A análise de alterações do ciclo celular é realizada com a espécie *Alium cepa* (cebola), pois segundo Leme et al (2005), a cebola é eficiente na identificação e na avaliação da influência em organismos de substâncias perigosas que possam estar presentes no ar e na água em diversas concentrações e com diferentes tempos de exposição.

Além disso, o teste *Alium cepa* é simples, sensível e barato, com diversas células em divisão, com crescimento rápido da radícula e economicamente viável, ressaltando ainda que, as raízes das cebolas apresentam uma fácil identificação de parâmetros macroscópicos (crescimento, deformidade, necrose) e parâmetros microscópicos (índice mitótico) (MELO, 2015).

A visualização do índice mitótico em um ciclo celular (Figura 4) pode ocorrer quando se detectam, pelo microscópio, as anomalias nas fases da mitose e as formas atípicas das estruturas celulares, (GNIAZDOWSKA & BOGATEK, 2005). Durante o bioensaio as raízes de *Alium cepa* crescem diretamente em contato com o extrato, sendo possível analisar o efeito de diferentes concentrações sobre o ciclo celular. Havendo inibição do ciclo celular, interrupção das metáfases, surgimento de pontes e micronúcleos, indução de alterações cromossômicas numéricas e estruturais, pode-se identificar citologicamente os agentes mutagênicos (COSTALONGA, 2009).

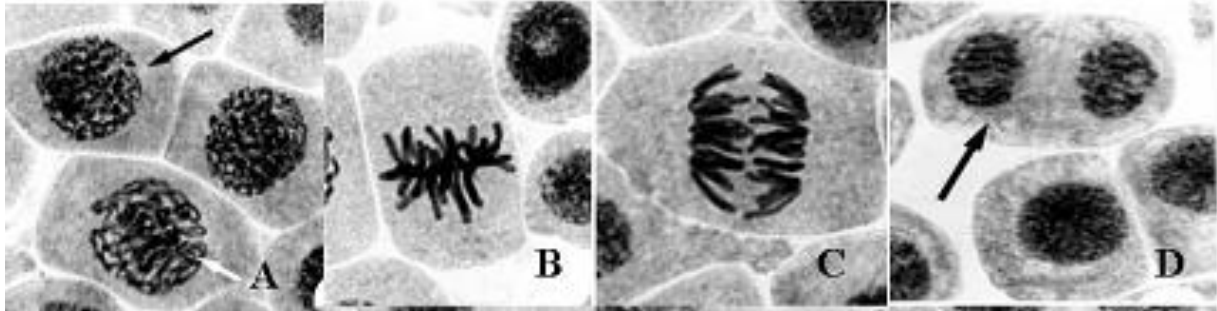


Figura 4 – Células meristemáticas das raízes de *Allium cepa*, nas fases de prófase, metáfase, anáfase e telófase, respectivamente (A – D). Fonte: Adaptado de Kurás et al., 2006.

A análise dos efeitos fitotóxicos dos metabólitos secundários utilizam metodologias e procedimentos experimentais, que buscam o isolamento e a identificação dos compostos químicos presentes no potencial alelopático da planta (SOUZA-FILHO et al, 2009). A fitoquímica é área de desenvolvimento dos estudos realizados com os princípios ativos extraídos dos metabólitos secundários das plantas, sendo que estes compostos apresentam um espectro de atuação ampla, sendo exploradas nas áreas de ciências biológicas, farmacêuticas, agrônômicas, químicas, entre outras... (OLIVEIRA, 2014).

Como são raras as pesquisas desenvolvidas com a espécie *G. schottiana* em relação ao seu potencial bioquímico e nutricional, a prospecção fitoquímica desta espécie torna-se importante, pois, segundo Rodrigues et al., (2010), permite o conhecimento das classes dos compostos químicos da planta estudada e o caminho para a busca do princípio ativo, pois esta prospecção tem como objetivo a extração, isolamento, purificação e determinação das classes químicas presentes nos extratos de plantas com atividade biológica (DEGANI et al., 2013).

2.5. FAMÍLIA ARECACEAE E *GEONOMA SCHOTTIANA*

A família *Arecaceae* apresenta aproximadamente 200 gêneros e 1500 espécies de palmeiras em todo o mundo (HENDERSON, GALEANO & BERNAL, 1995). No continente americano encontramos cerca de 730 espécies de palmeiras, sendo que 106 espécies são conhecidas por uso medicinal, que vão desde tratamentos de cabelo a diabetes ou leishmaniose (GARBIN, 2011).

No Brasil são encontrados cerca de 270 espécies e 38 gêneros nativos desta família, presentes em todos os biomas brasileiros (LEITMAN, et al., 2014).

A família *Arecaceae* tem as suas propriedades fitoquímicas e nutricionais estudadas principalmente com os frutos de suas espécies, que apresentam um alto valor nutricional devido a compostos, como os flavonóides, e a antioxidantes, como as antocianinas (GARBIN, 2011). Dentre os vários estudos, podemos citar os feitos com frutos do gênero *Euterpe*, tendo a espécie *Euterpe oleraceae* (açai) como representante mais conhecido. O açai, muito consumido em alimentos naturais, contém um fruto rico em antocianinas, composto que faz parte da classe química dos flavonóides, sendo este fruto muito consumido em alimentos naturais e que possui um grande potencial antioxidante (PORTINHO, ZIMMERMANN & BRUCK, 2012).

Além disso, o açai apresenta compostos bioativos em sua constituição fitoquímica que atuam contra o câncer, o envelhecimento, o diabetes tipo 2, a dislipidemia, na melhoria do sistema imunológico, e como anti-inflamatório (PORTINHO, ZIMMERMANN & BRUCK, 2012).

Outra espécie citada na literatura é a *Copernicia prunifera*, conhecida como carnaúba, a qual apresenta cera constituída por ésteres, álcoois e ácidos graxos com alta massa molecular em suas folhas (AYRES et al., 2012). Ainda segundo o pesquisador, a cera de carnaúba propicia uma utilização bem ampla e diversificada; ela é usada na produção de cosméticos, de produtos de limpeza, de filmes plásticos e fotográficos, de impermeabilizantes, de papel carbono, entre outras utilidades.

Butia capitata (Butiá) é uma palmeira e seus frutos são consumidos em forma de bebidas (licores), geleia, sorvetes e doces (bombons e trufas), e estes apresentam compostos fenólicos, carotenóides e vitamina C, com propriedades antioxidantes (KROLOW, et al., 2008).

Estudos feitos com farinha de licuri, provenientes do fruto da espécie *Syagrus coronata* (licuzeiro) revelam a presença de um elevado teor de lipídios, constituídos

principalmente por ácidos graxos saturados, além de apresentarem uma grande concentração de minerais como zinco, cálcio, magnésio, selênio e também a presença de vitamina A (SANTANA et al., 2014).

A espécie *Astrocaryum vulgare* (tucumã) é uma palmeira que possui um alto teor nutritivo, pois o seu mesocarpo é rico em betacarotenos (YUYAMA et al., 2008) e em ácidos graxos saturados e insaturados (MORAES & DIAS, 2001), além de uma grande quantidade de fibras e de vitamina E (BROCHIER, 2000), sendo encontradas ainda as vitaminas B₁ e C (SHANLEY & MEDINA, 2005). Quanto à vitamina A, ela é encontrada em alto teor nos frutos de tucumã, os quais têm uma composição vitamínica três vezes maiores que a cenoura; tal característica bioquímica lhe confere uma capacidade antioxidativa bem elevada.

Dentro da família Arecaceae, o gênero *Geonoma* se destaca pela sua ampla distribuição pelo continente americano, sendo que as 51 espécies deste gênero estão distribuídas na América tropical, do México à Bolívia e sudeste do Brasil, Paraguai e Caribe (SILVA, 2008).

Em meio a esta diversidade, destaca-se a espécie *Geonoma schottiana*, conhecida como aricanga, guaricana ou guaricanga. Conforme Lorenzi; Souza; Medeiros-Costa (1996), a distribuição geográfica desta espécie é bem ampla, ocorrendo desde os estados do Espírito Santo e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, sendo encontrada nas florestas costeiras planas ou florestas de encostas, restingas e capoeirões.

A aricanga é uma planta monóica, apresentando estipe aéreo (Figura 5) de 1,6 a 6,0m de comprimento, com anéis visíveis, folhas pinadas (Figura 6), e estruturas reprodutivas evidenciadas pela produção de inflorescências (Figura 7), com produção frutos (Figura 8) ao longo do ano, exceto nos meses de fevereiro, abril e julho (SAMPAIO, 2006). “As espécies do gênero *Geonoma* apresentam grande variação morfológica, especialmente no tamanho e na forma das folhas, o que dificulta a sua identificação” (SILVA, 2008).



Figura 5–Visão de uma jovem planta da espécie *Geonoma Schottiana*.

Fonte: <http://www.rarepalmseeds.com/pix/GeoSch.shtml>



Figura 6 – Folhas de *Geonoma schottiana*

Fonte: http://www.palmpedia.net/wiki/Geonoma_schottiana



Figura 7– Estrutura reprodutiva de *Geonoma schottiana*

Fonte: http://www.palmpedia.net/wiki/Geonoma_schottiana



Figura 8 – Frutos de *Geonoma schottiana*

Fonte: http://www.palmpedia.net/wiki/Geonoma_schottiana

A aricanga era utilizada na ornamentação, representando um produto de exportação principalmente para o mercado europeu, pois devido à elegância das suas folhas, estas eram tingidas e utilizadas em diversos tipos de decorações. Além disso, as folhas da aricanga eram usadas para cobertura de ranchos e casas rústicas, sendo seu pecíolo utilizado em trançados de cestos e balaios (REITZ, 1974). A aricanga constitui-se em um dos principais produtos florestais não madeiráveis (NEGRELLE & LIMA, 2002), sendo uma fonte de exploração para populações rurais.

Segundo Lorenzi (2006), é necessário que haja um investimento no conhecimento botânico, ecológico e agrônômico da espécie *Geonoma schottiana*, pois estudos existentes focam sua ecologia, fenologia, reprodução, dispersão de sementes e predação, fato que se confirma através da pesquisa bibliográfica, na qual inexistem relatos sobre o potencial medicinal, fitoquímico e alelopático. Entre as espécies da família *Arecaceae* comumente citadas como medicinais em levantamentos etnobotânicos, não encontramos nenhuma referência à aricanga. Tais fatos mostram a relevância em se estudar a espécie *Geonoma schottiana*, pois há uma demanda

pelo desenvolvimento e pela formulação de princípios ativos naturais como possível alternativa ao uso de herbicidas sintéticos altamente poluentes e persistentes no ambiente.

Vale ressaltar que as florestas tropicais apresentam mais de 50% das espécies de plantas, das quais menos de 5% são utilizados em pesquisas pelo seu potencial medicinal e biológico (CONTE1996; CECHINEL FILHO & YUNES, 1998). Os constituintes químicos presentes nas espécies de biomas tropicais são de 3 a 4 vezes maiores que nas espécies de climas temperados (RODRIGUEZ & WEST, 1995). No Brasil encontramos cerca de 30% das florestas tropicais do planeta, com uma biodiversidade entre 40 mil a 200 mil espécies, das quais cerca de 10 mil apresentam comprovado potencial medicinal e biológico (CECHINEL FILHO & YUNES, 1998).

Mediante a isso, a bioprospecção das espécies nativas, se faz relevante, tendo em vista que há importantes potenciais econômicos e medicinais dessas plantas para a sociedade, ainda pouco conhecidos e com disponibilidade futura comprometida devido às frequentes ameaças, como desmatamentos e queimadas, que ameaçam inclusive Áreas de Proteção Ambiental, o que tem levado à significativa perda da biodiversidade ainda desconhecida.

3. REFERÊNCIAS GERAIS

ADEYEMI, M. M. H. The potential of secondary metabolites in plant material as deterrents against insect pests: **African Journal of Pure and Applied Chemistry**. v.11, p. 243-246, 2010.

AIRES, S.S. **Potencial aleopático de espécies nativas do cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras**. 2007. 61f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2007.

ALCANFOR, J. D. X; FERRI, P.H.; SANTOS, S.C.; BEZERRA, J.C.B. Plantas moluscidas no controle de caramujos transmissores da esquistossomose: com ênfase na ação dos taninos. **Revista de Patologia Tropical** 30(2): p. 167-175, 2001.

ALLEM, L. N. **Atividade alelopática de extratos triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (*Caryocaraceae*) sobre crescimento inicial de espécie alvo e identificação de frações ativas através do fracionamento em coluna cromatográfica**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2010.

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

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M. & RIBEIRO, J.F.: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

ALVES, C.C.F.; ALVES, J.M.; SILVA, T.M.S.; CARVALHO, M.G.; NETO, J.J. Atividade alelopática de alcaloides glicosilados de *Solanum critinum* Lam. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n.1, p.93-97, 2003.

ANESE, S.; GRISI, P.U.; IMATOMI, M.; PEREIRA, V.C.; GUALTIERI, S.C.J. Fitotoxicidade de extratos etanólicos de frutos e folhas de *Banisteriopsis oxyclada* (A. Juss.) B. Gates sobre o crescimento de plantas daninhas. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 1-10, 2016.

ANTONELLI, J.; LINDINO, C.A.; BARICCATTI, R.A.; SAMUEL SOUZA, S.NM.; NADALETTI, W.C.; CREMONEZ, P.A; ROSSI, E. Allelopathic effect of irrigation with different concentrations of leaf extracts of *Jatropha curcas* L. on growth *Brassica oleracea*. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n.9, p.779 -782, 2016.

ARAÚJO, E.O.; ESPÍRITO SANTO, C.L.; SANTANA, C.N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. V.5, n.2,p.109-115, 2010.

AROWOSEGBE, S.; WINTOLA, O. A.; AFOLAYAN, A. J. Phytochemical constituents and allelopathic effect of *Aloeferox* Mill. root extract on tomato. **Journal of Medicinal Plants Research**, New York, v. 6, n. 11, p. 2094-2099, 2012.

AYRES, C. C. M.; BRANDÃO, M.S.; VIEIRA-JÚNIOR, G.M.; MENOR, J.C.A.S.; SILVA, H.B.; SOARES, M.J.S.; CHAVES, M.H. Atividade antibacteriana de plantas úteis e constituintes químicos da raiz de *Copernicia prunifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.18, n.1, p. 90-97, 2012.

BALESTRIN, L. Estudo fitoquímico e avaliação das atividades alelopática, antibacteriana e antioxidante de *Dorstenia multiformis* Miquel, Moraceae. Dissertação (Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BASRA, S.M.A.; IFTIKHAR, M.N.; AFZAL, I. Potential of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract as priming agent for hybrid maize seeds. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, p. 1006–1010, 2011.

BAZIRAMAKENGA, R.; LEROUX, G.D. & SIMARD, R.R. 1995. Effects of benzoic and cinnamic acids on membrane permeability of soybean roots. **Journal of Chemical Ecology**21: 271-285.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**, Florianópolis, SC, v. 22, n. 3, p. 67-75, 2009.

BROCHIER, J. **Hullie naturellement et riche em carotenoids (*Astrocaryum vugare Mart.*)**. Paris: JBA, 2000. 132 p.

CÂNDIDO, A. C. S.; SILVA, C. B.; SIMIONATTO, E.; BIGATON, D.; SCALON, S. P. Q.; PERES, M. T. L. P.. Atividade itotóxica de *Croton doctoris* S. Moore. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 645-652, 2013.

CANTANHEDE, D.J.; SILVA, M. R. M.; VASCONCELOS, F.F.A; SANTANA, D.F.; CÂMARA, P.B.M. Potencial Alelopático de Extrato Aquoso de Folhas de Babaçu Sobre Germinação e Desenvolvimento de Sementes de Feijão-caupi e *Senna obtusifolia*. **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS, v.9, n. 4, p.1-8, 2014.

CAPORAL, F.R. Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. Brasília: ASBRAER, 2009. 36 p.

CARMO, F. M. S. BIO - Aleloquímicos e Alterações Celulares. Disponível em: <<http://www.pos.ecologia.ufv.br/Aleloquimicos.html>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

CARMO, F. M. S., BORGES, E. E. L. & TAKAKI, M.. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botânica Brasílica**, 2007, 21: 697-705, N. 3. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000300016>>. Acesso em: 19 Jan. 2016.

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

CARVALHO, J. E. **Toxicidade pré-clínica**: fitoterápicos e alimentos com propriedades funcionais ou de saúde. 2004. Disponível em: <www.abma.com.br/2004/notes/205.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

CECHINEL FILHO, V. & YUNES, R. A.. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, 21: 99-105, 1998.

CONTE, L. A. Shaman pharmaceutical approach to drug development. *In*: BALICK, M. J.; ELISABETSKY, E. & LAIRD, A. S. (eds.). **Medicinal resources of the Tropical Forest** - biodiversity and its importance to human health. New York: Columbia University Press, p. 94-100, 1996.

CORCORAN, M. R.; GEISSMAN, T. A & PHINNY, B. O., Tannins as gibberellins antagonists. **Plant Physiol**, p.323-330, 1972.

COSTALONGA, P. A. S. **Avaliação dos efeitos alelopáticos e mutagênicos de formas extrativas de *Passiflora edulis* Simspor meio do bioensaio *Allium cepa***. 78p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2009.

DA COSTA, E. A. D.; MATALLO, M. B.; CARVALHO, J. C.; ROZANSKI, A. Eiciência de nova formulação do herbicida oxyluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* morelet var. *hondurensis* barr. et Golf. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 683-689, 2002.

DAYAN, F.; CANTRELL, C.; DUKE, S. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, p. 4022-4034, 2009.

DEGANE, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. Disponível em: <www.neplame.univasf.edu.br>. Acesso em: 13 jan. 2016.

DIÓGENES, F.E.P.; OLIVEIRA, A.K.; TORRES, S.B.; MAIA, S.S.S.; COELHO, M.F.B. Atividade alelopática do extrato de folhas *Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae. **Revista Verde**, Pombal, PB, v.9, n.4, p.1-4, 2014.

DUKE, S.; DAYAN, F.; RIMANDO, A. Natural Products as Tools for Weed Management. Proceedings, **Recent Topics of Weed Science and Weed technology**. Tokyo, 1998.

EINHELLIG, F. A. Allelopathy: Current status and future goals. In: Allelopathy: Organisms, Processes and Applications, Inderjit, Dakshini, K.M.M. and Einhellig, F.A, Eds.; Am. Chem. Soc. Washington DC, USA, pp. 01-24, 1995.

EINHELLIG, F.A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88: 886-893, 1996.

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

EINHELLIG, F. A. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. *In: Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals*. Boca Raton, Florida: **CRC Press**, p.217-238, 2004.

ELIO, G.W.M; SCHIJLEN, C.H.; VOS, R.; ARJEN, J; TUNEN, V.; BOVY, A. Modification of flavonoid biosynthese in crop plants. **Phyto chemistry 65**. Issue 19, 2631 – 2648, 2004.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. Disponível em: Acesso em: 15 de Janeiro 2016.

FERRARESE, M.L.L.; SOUZA, N.E.; RODRIGUES, J.D. & FERRARESE FILHO, O. Carbohydrate and lipid status in soybean roots influenced by ferulic acid uptake. **Acta Physiologiae Plantarum 23**: 421-427, 2001.

FERREIRA, A.G. & BORGUETTI, F. 2004. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 323 p.

FELIX, R. A. Z.; **Efeito alelopático de extratos de amburana cearensis (fr. all.) a.c. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas**. 2012. 90p. Tese (Doutorado em ciências biológicas (Botânica), (AC: Fisiologia Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, São Paulo, 2012.

FILHO, R.C.S. **Caracterização físico-química e atividades biológicas das folhas de *Adenocalymma imperatoris-maximiliani* (WAWRA) L.G. LOHMANN (Bignoneaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), (AC: Farmácia), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

FONTES. R. A. J. Manejo Integrado de Plantas Daninhas. **Embrapa**, Doc. 113. Planaltina, DF. Dez. 2003.

FREITAS J.V, BATITUCCI, M.C.P; ANDRADE, M.A; SANTOS, F.S; LUZ, A.C; PEREIRA, U.J.A. Prospecção fitoquímica e avaliação da citotoxicidade e

genotoxicidade de *Helenium cf. amarum* (Raf.) H. Rock. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 19(1):338-348, 2014.

GARBIN, V. P. **Análise da atividade antimicrobiana dos extratos dos frutos, óleos das sementes e fungos isolados da palmeira juçara (*Euterpe edulis*, MARTIUS 1824)**. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Patologia e Parasitologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2011.

GORLA, C.M.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.260-265. 1997.

GNIAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. **Act Physiology Planta**, 2005, 27: 395-407.

GRISI, P.U.; GUALTIERI, S. C. J.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação e na morfologia de plântulas daninhas e de hortaliças. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 311-322, 2011.

GRISI, P. U.; RANAL, M. A.; GUALTIERI, S. C. J.; SANTANA, D. G. Allelopathic potential of *Sapindus saponaria* L. leaves in the control of weeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 1-9, 2012.

GRISI, P. U.; FORIM, M. R.; COSTA, E. S.; ANESE, S.; FRANCO, M. F.; EBERLIN, M. N.; GUALTIERIS, S. C. J. Phytotoxicity and identification of secondary metabolites of *Sapindus saponaria* L. leaf extract. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 339-349, 2015.

HADACEK, F..Secondary metabolites as plant traits: current assessment and future perspectives. **Crit. Rev. Plant Sci.**, 21, 273-322, 2002.

HARBONE, J. B. Plant secondary metabolism. *In*: CRAWLEY, M.J. (ed.). **Plant Ecology**. 2. ed. London: Blackwell Science Ltda, pp. 132-155, 1997.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**.New Jersey: Princeton University. 352p, 1995.

HISTER, C.A. L. **Genotoxicidade, citotoxicidade, compostos fenólicos e viabilidade polínica de *Psidium Cattleianum* Sabine (MYRTACEAE)**. 87p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015

IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V.L.; HEIDEN, G.; STEIN, V.C.; ROCHA, B.H.G. **Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L.** Arquivos do Instituto Biológico, 73: 79-82, 2006.

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

INDERJIT; CALLAWAY, R. M.; VIVANCO, J. M. Can plant biochemistry contribute to understanding of invasion ecology. **Trends Plant Sci.** 11: 574-580, 2006.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annu Rev Entomol.**, Columbia, Canadá, v. 51, p. 45-66, 2006.

KHAN, Z.R.; HASSANALI, A.; OVERHOLT, W.; KHAMIS, T.M.; HOOPER, A.M.; PICKETT, J.A.; WADHAMS, L.J.; WOODCOCK, C.M.; Control of witch weed *Strigaher monthica* by inter cropping with *Desmodium* spp and the mechanism defined as allelopathic. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 28, n. 9, p. 1871-1885, 2002.

KROLOW, A.C.R.; VIZZOTTO, M.; CORRÊA, A. P. A.; CASTILHO, P. M.; PEREIRA, M. C. Caracterização física e química e quantificação de compostos fenólicos, carotenóides e determinação da atividade antioxidante de fruto de butiá (*Butia capitata*). CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Belo Horizonte, 2008.

JARDIM, I.C.S.F.; ANDRADE, J.A. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

KURAS, M., J. NOWAKOWSKA, E. ŚLIWIŃSKA, R. PILARSKI, R. ILASZ, T. TYKARSKA, A. ZOBEL, K. GULEWICZ. Changes in chromosome structure, mitotic activity and nuclear DNA content from cells of *Allium test* induced by bark water extract of *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. **J. Ethnopharmacol.** 107(2):211–221, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2000.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; SOARES, K. 2014. Arecaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB53>>. Acesso em 23jan. 2016.

LEME, D. M.; VENTURA, B.C.; ROBERTO, M.M.; ANGELIS, D.F.; MARIN-MORALES, M.A. Comparação das respostas de sistemas testes de *Allium cepa* utilizando sementes e bulbos para obtenção de meristemas radiculares, frente à exposição a metil metano sulfonato, a trifluralina e a diferentes tratamentos de controle negativo. *In: 51° CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA*. Águas de Lindóia, Rio Claro: UNESP, 2005. 1 CD ROOM.

LOFFREDO, E.; MONACI, L.; SENESI, N. Humic substances can modulate the allelopathic potential of caffeic, ferulic, and salicylic acids for seedlings of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J Agric Food Chem.* 53(24):9424-30, 2005.

LORENZI, G. M. A. C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae:** Bases para o extrativismo sustentável. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia), UFPR, Paraná, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T. de. **Palmeiras do Brasil:** nativas e exóticas. Nova Odessa, SP. Ed. Plantarum, 1996, 306 pp.

LOUSADA, L. L.; LEMOS, G.C.S.; FREITAS, S.P.; DAHER, R.F.; ESTEVES, B.S. Bioatividade de extratos hidroalcoólicos de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Sobre picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 282-286, 2012.

LUZ, S.M.; SOUZA FILHO, A.P.S.; GUILOHN, G.M.S.P.; VILHENA, K.S.S. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2010.

MACÍAS, F.A., MOLINILLO, J.M.G., VARELA, R.M., GALINDO, J.C.G. Allelopathy – a natural alternative for weed control. ***Pest Management Science***, 63: 327-348, 2010.

MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E.C.; FARIAS, J.R.; FIORIN, R.A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). ***Revista da FZVA***, Uruguiana, v.14, n.2, 2007.

MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de *Amburana cearenses* s. (cumaru) sobre a germinação de sementes**: desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão preto e carrapicho. 2006. 102p.. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2006.

MATSUMOTO, R.S.; RIBEIRO, J.P.N.; TAKAO, L.K.; LIMA, M.I.S. Potencial alelopático do extrato foliar de *Annona glabra* L. (Annonaceae). *Acta Botânica Brasil*, v. 24, n. 3, p. 631- 635, 2010.

MAULI, M. M.; FORTES, A.M.T.; ROSA, D.M.; ; PICCOLO, G.; MARQUES, D.S.; ; CORSATO, J.M.; ; LESZCZYNSKI, R. Alelopatia de *Leucena* sobre soja e plantas invasoras. ***Revista Semina: Ciências Agrárias***, Londrina/PR, v.30, n.1, p. 55-62, 2009.

MEDEIROS, A.R.M. **Determinação de Potencialidades Alelopáticas em Agroecossistemas**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1989.

MELO, N.J.A. **Potencial tóxico, citotóxico e mutagênico de extratos aquosos de *Licania rigida* (Chrysobalanaceae) em células in vivo**. 68p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), (AC: Genética) Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, RN, 2015.

MILLER, D. A.. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, 88, 854-859, 1996.

MIZUTANI, J. Selected Allelochemicals. *Critical Reviews in Plants Sciences*, v.18, n. 5, p.653-671, 1999.

MORAES, J. D.; DIAS, M. R. P. Elaboração do doce em massa e néctar de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). 2001. 96 f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. Califórnia, U.S.A, V.93, n.5, p.332-351, 1966.

MUSCOLO, A., PANUCCIO, M. R., SIDARI, M.,. The ascorbate system during the early stage of germination in *Pinus laricio* seed striated with extracts from two different sources of humus. **Seed Science and Technology**. 2001, v.29, n.1, p. 275-279.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P.R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p.573-579, 2004.

NEGRELLE, R. R. B. & LIMA, R. **Meio ambiente e desenvolvimento no Litoral do Paraná: Subsídios à ação**. Curitiba-PR: Ed. NIMAD-UFPR, 2002. 341p.

OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R.C.; OLIVEIRA, A.C.; CRUZ, J.C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura de milho, em sistema de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras**, 2001, v. 36, n.1, p.37-41.

OLIVEIRA, J.S.; PEIXOTO, C.P.; POELKING, V.G.C.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.3, p.379-384, 2015.

OLIVEIRA, A.K.; **Atividade de extratos de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho.** 111p. Tese (Doutorado em Agronomia), (AC: Fitotecnia) Universidade Federal do Semi - Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2014.

PAIVA, R.F. Relação entre susceptibilidade a pragas, doenças e estado nutricional das plantas. **Sustentabilidade e Inovação no Campo**, Uberlândia, MG, 2013, 234p.

PATCHANEE, C.; MONTINEE, T.; CHAMROON, L. An allelopathic substance isolated from *Zanthoxylum limonella* Alston fruit. **Scientia Horticulturae**, Misson, v. 125, p. 411-416, 2010

PARENTE, K.M.S.; SILVA, L.S.; MOURÃO, E.B. Efeito alelopático de extratos de ramos jovens de *Croton sonderianus* Muell. Arg. Euphorbiaceae, na germinação de *Lactuca sativa*. **Revista Essentia**, Sobral, Ceará, v. 16, nº 1, p. 27-42, 2014.

PERDIGÃO, T. L. **Avaliação morfofisiológica, fitoquímica e mutagênica de *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg exposta a diferentes concentrações de alumínio.** 82p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2012.

PERREIRA, V.C.; GRISI, P.U.; DODONOV, P.; ANESE, S.; TOFFANO, L.; GUALTIERI, S.C.J. Atividade fitotóxica de *Serjania lethalis* sobre a germinação e crescimento do *Panicum maximum*. *Revista Biotemas*, v.27, n.1, p. 29-35, 2014.

PINTO, G.F.S.; **Fitotoxicidade e análise fitoquímica a partir de folhas de cinco espécies do Cerrado.** 2015. 66p. Dissertação (Mestrado em Biociências), (AC: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica) Universidade Estadual Paulista, Assis, São Paulo, 2015.

PIRES, N. M. & OLIVEIRA, V.R. Alelopatia. *In*: OLIVEIRA, R.S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). **Plantas daninhas e seu manejo.** Guaíba: Agropecuária, p.145- 185, 2001.

PITELLI, R.A. Competição e Controle das Plantas Daninhas em Áreas Agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, 1987.

PORTINHO, A. J.; ZIMMERMANN, M. L.; BRUCK, R. M. Efeitos Benéficos do Açaí. **Internacional Journal of Nutrology.** v.05, n.1, p. 15 -20, 2012.

- PUTNAM, A.R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. (Ed.) Weed physiology, Florida: CRS Press, p. 131-155, 1985
- REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLES, L.. Ecophysiological approach in allelopathy. **Plant Science**, v.18, n.5, p. 577-608, 1999.
- REIGOSA, M.J.; PEDRO, L.N. **Allelopathy from molecules to ecosystems**. NH, USA: Science Publishers Inc. 316p. 2002.
- REITZ, R. Palmeiras. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí/SC: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974. 189p.
- REZENDE, A.A.G.; HERNANDEZ-TERRONES, G.M.; REZENDE, C.L.M.D. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal** (27)3: 460-472, 2011.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984.
- RIZVI, S. G. H. & RIZVI, V. **Allelopathy**: basic and applied aspects, London: Chapman and Hall, 1992.
- RIZZARDI, A.; RIZZARDI, M. A.; LAMB, T. D.; JOHANN, L. B. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 717-724, 2008.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. & REIS, R.A. 1992. Alelopatia em plantas forrageiras. FCAVJ-UNESP/ FUNEP, Jaboticabal.
- RODRIGUES, I.M.C.; SOUZA FILHO, A.P.S., FERREIRA, F.A. e DEMUNER, A.J. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**. v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.
- RODRIGUEZ, E. & WEST, J. E. International research on biomedicines from the tropical rain forest. **Interciência**, 1995, 20: 140-143.

RUIZ, A.L.T.G.; MAGALHÃES, E.G.; MAGALHÃES, A.F.; FARIA, A.D.; AMARAL, M.C.E.; SERRANO, D.R.; ZANOTTI-MAGALHÃES, E.M.; MAGALHÃES L.A.; Avaliação da atividade tóxica em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata* de extratos de quatro espécies do gênero *Eleocharis* (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 15(2): 98-102, 2005.

SAITO, M.L; LUCCHINI, F. Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 187-194, 2012.

SALVADOR, F. L. Manejo e interferência das plantas daninhas em soja: uma revisão. **Revista FZVA**. 13, p.158-175, 2006.

SAMPAIO, M.B. Ecologia populacional da palmeira *Geonoma schottiana* Mart. e mata de galeria no Brasil Central. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2006.

SANTOS, M.H.O.; SIMIONATO, J.I.; GUALBERTO, S.A.; SANTANA, R.F.; SILVA, M.H.S. Quantificação de compostos bioativos de farinha de *Syagrus coronata* (Licuri): Fenólicos totais e fibras. **AgrarianAcademy**, Centro Científico Conhecer. v.1, n.2, p. 150, Dezembro, 2014.

SANTOS, Q. D. **Potencial Herbicida e Caracterização Química do Extrato Metanólico da Raiz e Caule do *Cenchrus echinatus* (Timbete)**. 2012. 70p. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2012.

SANTOS, R. I. Metabolismo Básico e Origem dos Metabólitos Secundários. *In*: SIMÕES, O. C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SEVERINO, L. S. Alelopatia de plantas daninhas sobre a mamoneira. Embrapa Algodão. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONEIRA, 2. 2006, Aracaju. Anais. Aracaju: Embrapa Algodão, 2006.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. Fruteiras e plantas úteis na vida Amazônica. Belém, PA: CIFOR: Imazom, p.300, 2005.

SILVA, G.A. "Fenologia da palmeira guaricana (*Geonoma schottiana* mart.): subsídio ao manejo e conservação". 2008. 33p. Monografia (TCC Ciências Biológicas), (AC:Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

SILVA, J.; FORTES, A. M. T.; GOMES, F. M.; PINTO, T. T.; BONAMIGO, T.; BOIAGO, N. P. Alelopatia de *Camelina sativa* Boiss. (Brassicaceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa* (L.) e *Glycine max* (L.) Merr. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 17-24, 2011.

SILVA, P.S.S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 65-74, 2012.

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

SILVA, C.I.; SILVA, V.M.; SILVA, O.B.J.; FERREIRA, V.M. Germinação de sementes de Corda de viola (*Ipomoea purpurea* L.) submetidas ao extrato aquoso de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS, v.10, n.2, p. 1-5, 2015.

SILVA, C. P.; CAMARGO, B. F.; ROCHA, A. P. Efeitos alelopáticos de diferentes espécies de plantas do cerrado sul-matogrossense. Disponível em: <<http://www.aems.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2016.

SONAGLIO, D.; ORTEGA, G. G.; PETROVICK, P. R.; BASSANI, V. L. Desenvolvimento tecnológico e produção de fitoterápicos. In: SIMÕES, O. C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.;

PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; Florianópolis: Ed. UFSC, p.290-326, 2003.

SOUTO, J.S.; BORGES, C.H.A.; MEDEIROS, W.P.; LEONARDO, F.A.P.; SOUTO, P.C.; SOUTO, L.S. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de moringa na germinação e no crescimento inicial da alface. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 11, n. 2, p. 56-60, 2015.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B.; CUNHA, R. L. Análise comparativa do potencial alelopático do extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de Cipó-d'alho (Bignoniaceae). **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 647-653, 2009.

STELATO, M. N. et al. Avaliação do potencial mutagênico de resíduos processados da farinha de mandioca (*Manihot esculenta*) em ratos Wistar. **Arq. Mudi**. Maringá, v.1, n.11, 2007.

SWAIN, T. **Secondary Compounds as Protective Agents**. Annual Review of Plant Physiology.1977, v.28, p.479-501.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. "Secondary Metabolites and Plant Defense". En: *Plant Physiology, Fourth Edition*. Sinauer Associates, Inc. 2006. Capítulo 13.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 840p.

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

VASCONCELOS, C. C. M.; SILVA A. F. A; LIMA S. R. Interferências de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica do Semiárido**, Paraíba, v. 8, n.1, p. 1-6, 2012.

VIDAL, R. A. Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição. UFRGS. Porto Alegre, 2010. 132 p.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008.

WEIDENHAMER J. D., HARTNETT D. C., ROMEO J.T. 1989. Density – Dependent phytotoxicity, distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. **Journal of Applied Ecology**, 1989, 26:613-624.

WEIR, T.L.; PARK, S.W.; VIVANCO, J.M. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, Colorado, USA. 7(4): p.472– 479.

WHITTAKER, R. H., The biochemical ecology of higher plants. *In*: SONDEHEIMER, E. & SIMEONE, J. B., (Eds). **Chemical Ecology**. New York, EUA: Academic Press, 1970. p.43-70, 1970.

WU, H.; HAIG, T.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D.; AN, M. Distribution and exudation of allelochemicals in wheat *Triticuma estivum*. **Journal of Chemical Ecology**, 2000, 26(9): 2141-2154.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Revista Varia Scientia Agrárias**. Cascavel, PR, v. 03, n. 01, p.189-215, 2013.

YOUNG, G. P.; BUSH, J. K. Assessment of the allelopathic potential of *Juniperus ashei* on germination and growth of *Bouteloua curtipendula*. **J. Chem. Ecol.**, v. 35, n. 1, p. 74-80, 2009.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (*Astrocaryum vugare* Mart.) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 408-412, 2008.

ARTIGO

**Potencial alelopático de extratos de folhas
de *Geonoma schottiana* (Arecaceae)**

Apresentado nas normas da Revista



RESUMO

O Brasil é o país com a maior diversidade genética vegetal do mundo e pesquisas de bioprospecção de espécies nativas podem contribuir de forma importante com o desenvolvimento econômico e ambiental do setor agrícola da nação, entre vários outros ramos da atividade humana. Dessa forma, o presente estudo objetivou verificar o potencial alelopático da palmeira aricanga (*Geonoma schottiana*), nativa da Mata Atlântica e endêmica do Brasil, na germinação de uma planta cultivada e outra daninha (*Lactuca sativa* e *Panicum maximum*, respectivamente). Foram utilizados extratos metanólicos, de acetato de etila e hexânico de folhas *G. schottiana* nas seguintes concentrações: zero (controle), 200mg/L, 400mg/L e 800mg/L. Foram analisados porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula, comprimento da parte aérea e índice mitótico, além de testes químicos para compostos secundários. Todos os parâmetros analisados foram afetados pelos extratos tanto na alface quanto no capim colônia. O comprimento da radícula de ambas as plântulas foi reduzido sempre a partir da concentração de 200mg/L. O extrato metanólico e de acetato de etila apresentaram redução significativa do índice mitótico a partir de 400mg/L, enquanto que o extrato hexânico apresentou diminuição a partir de 200mg/L. Na prospecção fitoquímica foram encontrados cumarinas, alcalóides, esteróides e flavonóides nos extratos metanólicos e de acetato de etila, e apenas esteróides e flavonóides no extrato hexânico. Esses resultados indicam um significativo potencial alelopático de folhas de *Geonoma schottiana*.

Palavras-chave: Bioprospecção; Alelopatia; Palmeira; Aricanga; Fitoquímica.

ABSTRACT

Brazil is the country with the largest plant genetic diversity in the world and bioprospecting research of native species can contribute significantly to the economic and environmental development of the nation's agricultural sector, among many other areas of human activity. Thus, this study aimed to verify the allelopathic potential of the aricanga palm (*Geonoma schottiana*), native of the Atlantic Forest and endemic of Brazil, in the germination of a cultivated plant and other weeds (*Lactuca sativa* L. and *Panicum maximum*, respectively). leaf extracts were used at the following concentrations: zero (control), 200mg / L, 400mg / L and 800mg / L. Were analyzed the germination percentage, germination speed index (GSI), radicle length, leaf length and mitotic index, and chemical tests for secondary compounds. All parameters were affected by both extracts, on lettuce and on the guinea grass. The radicle length of both seedlings was reduced from the concentration of 200mg / L. The methanol and ethyl acetate extracts showed significant reduction in mitotic index from 400 mg/L, while the hexane extract showed a decrease from 200 mg / L. In the phytochemical prospection were found coumarins, alkaloids, steroids and flavonoids in the methanol and ethyl acetate extracts, and only steroids and flavonoids in the hexane extract. These results indicate a significant allelopathic potential of the *Geonoma schottiana* leaves.

Keywords: Bioprospection; Allelopathy; Palm; Aricanga; Phytochemistry

1. INTRODUÇÃO

O termo alelopatia refere-se à interação entre espécies vegetais (MOLISCH, 1937; INDERJIT & DUKE, 2003; DIÓGENES et al., 2014), devido à presença de metabólitos secundários (aleloquímicos) que, através de mecanismos bioquímicos, podem afetar a germinação e o crescimento de outras plantas, provocado pelo possível comprometimento em assimilação de nutrientes, fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, permeabilidade da membrana celular e atividade enzimática (EICHHORN et al., 2014). Atualmente é conhecida grande diversidade de compostos secundários que apresentam potencial alelopático, dentre os quais se destacam taninos, glicosídeos cianogênicos, cumarinas, terpenos, sesquiterpenos, flavonóides, alcalóides, entre outros (KING E AMBIKA, 2002; REZENDE et al., 2011). A alelopatia constitui-se fator importante nos agroecossistemas e promove uma grande rede de influências e interações nas comunidades bióticas (MACIAS et al., 2007; SILVA et al., 2014). Essas interações são resultados da liberação e da atividade de aleloquímicos da planta doadora, que geralmente apresentam efeitos nocivos nas plantas receptoras e constituem importante mecanismo seletivo para a planta doadora (BORELLA et al., 2011).

Atualmente há uma necessidade cada vez maior de substituímos os insumos agrícolas sintéticos por compostos alelopáticos de origem natural e menos tóxicos, que possam contribuir com o desenvolvimento agrícola sustentável e com a proteção dos recursos naturais (CHOU, 2006; CANTANHEDE et al., 2014). Além disso, compostos secundários com atividade alelopática representam um futuro promissor para a obtenção de moléculas que poderão ser sintetizadas e comercializadas em grande escala (BORELLA et al., 2011), oportunizando o consumo de alimentos com mais qualidade para a população.

A espécie *Geonoma schottiana*, conhecida como aricanga, apresenta uma ampla distribuição geográfica nas florestas costeiras, restingas e capoeirões do Brasil (LORENZI; SOUZA; MEDEIROS-COSTA, 1996). No continente americano encontramos cerca de 730 espécies de palmeiras, sendo que 106 são conhecidas por seu uso medicinal (GARBIN, 2011). Conforme Pacheco et al. (2009), a família *Arecaceae* possui frutos ricos em antocianinas e outras substâncias com princípios

ativos de grande interesse. No entanto, são escassos os estudos das outras partes da planta, bem como pesquisas sobre aspectos fisiológicos e bioquímicos dessa espécie. Por isso fazem-se necessários mais estudos, especialmente em relação a sua composição química e à presença de compostos bioativos.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo verificar a existência de um possível potencial alelopático em extratos de folhas de *Geonoma Schottiana*, identificando os principais grupos de metabólitos secundários e a sua influência na germinação e no crescimento inicial da alface e do capim colômbio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido no LASEF - Laboratório de Sementes e Ecofisiologia de Espécies Florestais (UFES), Laboratório de Química e Produtos Naturais (UFES), Laboratório de Genética Vegetal e Toxicologia (UFES), Laboratório do Núcleo de Pesquisas em Sementes do Instituto de Botânica de São Paulo e Laboratório de Química do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Aracruz, ES.

2.2. MATERIAL BOTÂNICO

Folhas maduras e completamente expandidas foram coletadas (autorizado pelo órgão municipal competente) de cinco indivíduos de *Geonoma schottiana*, escolhidos aleatoriamente no Parque Municipal do Aricanga, localizado no município de Aracruz/ES, com coordenadas 19°49'18,04"S e 40°19'52,40"W. As exsiccatas do material botânico encontram-se depositadas no Herbário VIES da Universidade Federal Espírito Santo (Vitória, ES, Brasil) sob o número 015065. Utilizaram-se no bioensaio de germinação sementes de alface (*Lactuca sativa* L., c.v. Greats Lakes 659), Lote 435808, e de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania), Lote 1/2013, adquiridas comercialmente.

2.3. PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

As folhas foram desidratadas em estufa a 50°C por 72 horas e em seguida trituradas em moinho de facas (MA 340/A). Logo após 30g de folhas trituradas foram colocadas separadamente em três frascos. Posteriormente foram adicionados ao frasco (1) 50mL de hexano, ao frasco (2) 50mL de acetato de etila e ao frasco (3) 50mL de metanol, que permaneceram por 07 dias em processo de maceração à temperatura ambiente. A polaridade crescente dos extratores foi adotada com a finalidade de agrupar, selecionar e extrair diversas classes de metabólitos secundários (SIMÕES et al., 2002).

Os diferentes extratos obtidos foram filtrados em papel filtro e o solvente evaporado em repouso no exaustor por 96 horas. Os três diferentes extratos obtidos após a filtragem foram utilizados para preparação das soluções de 800 mg/L, 400 mg/L e 200 mg/L (OLIVEIRA et. al. 2012).

2.4. BIOENSAIOS DE GERMINAÇÃO

Para o bioensaio de germinação utilizaram-se sementes de alface (*Lactuca sativa*) e de capim colonião (*Panicum maximum*) colocadas em placas de Petri (cinco réplicas de 20 sementes cada) forradas com dupla camada de papel filtro, umedecido com 5mL de cada um dos extratos de (hexânico, acetato de etila e metanólico) nas concentrações de 200, 400, 800mg/L e água destilada (controle).

As placas foram mantidas em câmara de germinação em luz constante a 20 e 25°C para alface e capim colonião, respectivamente (BRAVIN; VALENTIN & YOKOYA, 2006; BRASIL, 2009).

Verificou-se a germinação a cada 24 horas durante o período de sete dias. A emergência da radícula através do tegumento das sementes foi o critério de germinação utilizado (LUCAS & ARIGONI, 1992; FERREIRA E ÁQUILA, 2000; MARASCHIN-SILVA E ÁQUILA, 2006).

Os parâmetros analisados foram: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, crescimento inicial.

2.4.1. Porcentagem de germinação

O cálculo da porcentagem de germinação (G) está baseado na seguinte fórmula:

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

Sendo que N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar (LABOURIAU et al., 1976).

2.4.2. Índice de Velocidade de Germinação – IVG

É dado pelo número de sementes germinadas conforme tempo do experimento (MAGUIRE, 1962).

$$IVG = \left(\frac{G1}{N1} \right) + \left(\frac{G2}{N2} \right) + \left(\frac{Gn}{Nn} \right)$$

Onde: G1 = número de sementes germinadas na primeira contagem; N1 = número de dias decorridos até a primeira contagem; G2 = número de sementes germinadas na segunda contagem; N2 = número de dias decorridos até a segunda contagem; Gn = número de sementes germinadas na última contagem e Nn = número de dias decorridos até a última contagem.

2.4.3. Análise do crescimento inicial

Os comprimentos das radículas e das folhas foram avaliados após sete dias de incubação, e os resultados médios expressos em centímetros por plântula (ALVES et al., 2004; FORMAGIO et al., 2010).

2.5. ANÁLISE FÍSICO–QUÍMICA

Quando realizados bioensaios alelopáticos, o controle do pH e da concentração dos extratos brutos é muito importante, pois podem ser encontrados neles compostos químicos capazes de influenciar a concentração iônica e ser osmoticamente ativos (FERREIRA & BORGUETTI, 2004), podendo assim alterar a capacidade de germinação das sementes e de crescimento das plântulas.

2.5.1. Determinação do potencial osmótico

A determinação do potencial osmótico foi realizada para verificação da influência do potencial osmótico dos diferentes extratos analisados sobre a germinação e crescimento inicial das plântulas. Esta determinação foi realizada de acordo com Villela et al. (1991).

2.5.2. Determinação do pH

As medidas do pH dos extratos foi feita com pHmetro (Q400AS).

2.6. ANÁLISE DO ÍNDICE MITÓTICO – TESTE *ALLIUM CEPA*

A avaliação atividade citotóxica dos extratos foliares de *Geonoma schottiana* foi determinada pela observação de células meristemáticas de *Allium cepa* submetidas às mesmas concentrações que as utilizadas para verificação da germinação. As sementes de *Allium cepa* foram previamente colocadas em placa de petri, forradas com duas folhas de papel filtro, onde foram colocados 5ml de dos diferentes extratos. Cada placa continham 20 sementes e cada tratamento foi feito em cinco placas, totalizando 100 sementes para cada tratamento. As placas de petri foram colocadas em câmara de germinação tipo B.O.D, sob temperatura de 25°C e luz branca constante. Após as raízes atingirem um comprimento de 5mm, elas foram fixadas em Carnoy (álcool etílico absoluto e ácido acético glacial, 3:1).

As raízes foram hidrolisadas em ácido clorídrico (HCl) 1N a 60°C, durante 5 minutos, e posteriormente lavadas com água destilada. Logo após, utilizou-se o reativo de

Schiff por 2 horas em local escuro, para coloração. Após esse procedimento, as raízes foram esmagadas levemente em 1 gota de orceína acética e 1 gota de ácido acético a 45%; as lamínulas foram descoladas com nitrogênio líquido e as lâminas secas à temperatura ambiente. Depois disso, as lâminas foram fixadas com Entellan, tornando-as permanentes. As lâminas foram analisadas em microscópio óptico (objetiva de aumento de 40x).

Utilizaram-se 5 lâminas de cada tratamento, sendo contadas 1000 células em cada lâmina, com observação de 5000 células/tratamento.

Para a avaliação de possíveis efeitos citotóxicos, analisou-se o índice mitótico através da seguinte fórmula (TABUR; ONEY, 2009):

$$\text{IM} = \frac{\text{Número de células em divisão}}{\text{Número total de células observadas}} \times 100$$

2.7. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

A prospecção fitoquímica foi feita com a finalidade de identificar os grupos de metabólitos secundários, como alcalóides, flavonóides, saponinas, triterpenos, esteróides, antraquinonas, taninos e cumarinas.

Para essas análises, utilizaram-se alíquotas dos diferentes extratos brutos, os quais foram submetidos à metodologia indicada por Costa (1982), na qual a determinação fitoquímica qualitativa ocorre através de reações colorimétricas ou de precipitações.

Essa metodologia foi utilizada para a prospecção fitoquímica dos extratos foliares metanólico, de acetato de etila e hexânico de *Geonoma schottiana*.

2.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 x 4, constituídos de 2 tipos de plantas teste (alface e capim colônia), 3

tipos de extratores (metanólico, acetato de etila e hexânico), com 4 concentrações (0mg/L – controle, 200 mg/L, 400 mg/L e 800 mg/L).

Para cada tratamento, realizaram-se cinco repetições no bioensaio de germinação e de crescimento, totalizando 100 sementes de alface e 100 de capim colônio por tratamento em cada bioensaio. Os dados de germinação e de crescimento foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o índice mitótico os experimentos foram feitos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). A análise estatística foi feita pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa Assistat 7.7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns dos parâmetros mais estudados para a verificação do potencial alelopático de uma espécie, são a porcentagem de germinação (FERREIRA E ÁQUILA, 2000, ANDRADE-VIEIRA et al., 2014, CRUZ-SILVA et al., 2015), o índice de velocidade de germinação (FERREIRA E BORGHETTI, 2004), o crescimento inicial (DA SILVA et al. 2009; BORELLA et al., 2011; REZENDE et al., 2011) e o índice mitótico (LUZ et al., 2012; MENEGETTI et al., 2014; CARDOSO et al., 2014; AGUIAR et al., 2015) e outros.

A prospecção fitoquímica visando a identificação de grupos de compostos químicos presentes nos extratos vegetais tem sido amplamente abordado nas pesquisas relacionadas à alelopatia (CÂNDIDO et al., 2010; RODRIGUES, 2012; BITENCOURT & ALMEIDA, 2014), havendo inclusive grande tendência na busca de maiores aprofundamentos dessas análises, visando métodos quantitativos e o isolamento de compostos (PAULA, 2008; ALLEM, 2010).

3.1. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

De acordo com Diógenes (2014), os aleloquímicos presentes nos extratos das plantas podem estimular ou inibir o desenvolvimento de outras plantas, de acordo com a concentração em que se encontrem.

Foram identificados nos extratos metanólicos e de acetato de etila composição semelhante: cumarina, alcalóide, esteróide e flavonóide. No extrato hexânico foram encontrados apenas esteroides e flavonoides (Tabela 1).

Prospecção fitoquímica realizada por Rodrigues (2012), utilizando folhas da espécie *Syagrus flexuosa* da família Arecaceae, encontrou as mesmas classes metabólitos, além dos taninos, que não foram encontrados nas folhas de *G. schottiana*. Em estudos realizados através de técnicas cromatográficas, encontraram-se dois tipos de flavonóides, a vitexina e a isovitexina no extrato metanólico de folhas de *Geonoma schottiana* (PAULA, 2008) o que confirma a presença de flavonóides encontrados através do screening fitoquímico realizado.

Os extratos metanólicos e de acetato de etila, que apresentam alta polaridade e polaridade intermediária, respectivamente, extraíram maior variedade de metabólitos, diferente do extrato hexânico, o qual extraiu poucos metabólitos.

As plantas produzem um número enorme de metabólitos com diferentes polaridades. No entanto, as pesquisas sobre o potencial alelopático geralmente utilizam extratores de alta polaridade, como aquoso, hidroalcoólicos e metanólico, pois acredita-se que os compostos químicos de maior polaridade são os que possuem alta atividade alelopática, pois extraem maior quantidade de aleloquímicos (SOUZA FILHO & SANTOS, 2010)

Tabela 1 – Análise fitoquímica dos extratos foliares de *Geonoma Schottiana*.

Classe de Metabólitos Secundários	Extrato Metanólico	Extrato de Acetato de Etila	Extrato Hexânico
Taninos	-	-	-
Cumarina	+	+	-
Saponina	-	-	-
Alcaloide	+	+	-
Esteróide/Triterpeno	+/-	+/-	+/-
Flavonoide	+	+	+
Polifenóis	-	-	-
Antraquinona	-	-	-

Essas substâncias, apesar de muito conhecidas, são descritas em sua maioria pela primeira vez nas folhas da espécie *Geonoma schottiana* (Tabela 1). A presença de triterpenos é muito rara em plantas desta espécie, sendo encontrados com maior frequência os esteróides (SOUZA, 2000), então é possível que a indicação colorimétrica positiva para a presença de esteróides/triterpenos, seja provavelmente constituída pelos esteróides.

Os flavonóides representam uma classe de compostos fenólicos, e foram encontrados nos três tipos de extratos estudados. Eles apresentam conhecida ação na proteção de plantas por inibição do crescimento de várias espécies de *Phytophthora* (BERHOW & VAUGHUN, 1999) e de outros micro-organismos patogênicos (FERREIRA & ÁQUILA, 2000), além da inibição da germinação e do crescimento da radícula de diversas espécies de angiospermas (PASZKOWSKI & KREMER, 1988; MACÍAS; SIMONET & GALINDO et al., 1997), possivelmente por afetar a respiração mitocondrial das plantas (WEIR et al., 2004).

As cumarinas, encontradas nos extratos metanólico e acetato de etila de folhas de *G. schottiana* (Tabela 1), segundo Silva et al. (1995), são distribuídas de forma ampla nos vegetais e também são encontradas em fungos e bactérias. Possuem diversas atividades biológicas, pois podem atuar como anticoagulantes, e

apresentam atividade estrogênica, antibacteriana, antiespasmódica (SILVA et al., 1995) e alelopática (MACIAS et al., 1995, CARVALHO, 2012).

Os alcaloides, compostos cíclicos contendo nitrogênio em sua cadeia (CARVALHO, 2012), foram encontrados nos extratos metanólico e acetato de etila de folhas de *G. schottiana* (Tabela 1). Alguns estudos mostram que os alcalóides apresentam grande capacidade de inibir a germinação e afetar o crescimento inicial de plantas alvo (BOSCHIN et al., 2008; SOUZA FILHO et al., 2011; GOMES et al., 2013).

Os Esteróides foram encontrados em todos os diferentes extratos de folhas de *G. schottiana* (Tabela 1). A atividade alelopática dos esteróides foi demonstrada a partir do isolamento de esteróides, como o amaterol extraído das raízes de *Amaranthus viridis* L., que inibiu a germinação e o crescimento inicial de alface (ROY; DUTTA & CHAKRABORTY, 1982). Segundo Macías; Simonet & Galindo (1997), esteróides isolados de espécies do gênero *Melilotus* apresentam atividade citotóxica e alelopática.

3.2. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO

Extratos metanólico, acetato etila e hexânico de folhas de *Geonoma Schottiana* promoveram redução na porcentagem de germinação tanto da alface quanto do capim colonião em todas as concentrações, em relação ao controle (Tabela 2). Essa redução foi sempre maior com o aumento da concentração, indicando uma relação dose dependente dos extratos. Resultados semelhantes foram obtidos por Capobiango; Vestena & Bittencourt (2009) ao avaliarem o potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Joanesia princeps* e *Casearia Sylvestris* na porcentagem de germinação da alface.

Em relação aos extratores metanólico, de acetato de etila e hexânico, observamos que na concentração de 400mg/L há uma tendência dos extratos mais apolares diminuir a porcentagem de germinação da alface e do capim colonião em relação ao extrato metanólico (polar) e ao controle. Vários autores supõe que essa redução na porcentagem de germinação, pode estar relacionada aos esteróides e/ou flavonóides, ou ainda na atividade sinérgica entre eles, pois estudos com estes

aleloquímicos mostram que eles apresentam a capacidade de promover a inibição da germinação de sementes (ROY; DUTTA & CHAKRABORTY, 1982; MACIAS, SIMONET & GALINDO, 1997; SIMÕES, 2007, CARVALHO, 2012).

Na concentração de 800mg/L houve redução significativa promovida pelos três extratores testados, mas observa-se uma redução maior na porcentagem de germinação da alface no extrator acetato de etila e do capim colônia nos extratos metanólico e hexânico. As sementes da alface podem estar sendo afetadas, provavelmente pela presença de alcalóides e/ou cumarinas, e o capim colônia sofrendo provável ação dos aleloquímicos flavonóides e esteróides, ou ainda da ação sinérgica entre eles, pois estes foram às únicas classes em comum encontradas nas diferentes polaridades. Segundo Carvalho, (2012) alguns compostos da classe das cumarinas apresentam forte inibição na germinação e conseqüentemente no índice de velocidade de germinação.

Apesar de os três diferentes extratos analisados promoverem redução da porcentagem de germinação, os extratos hexânico e metanólico de folhas de *G. schottiana* foram os que apresentam maior inibição da germinação das sementes de capim colônia (inclusive sendo este mais sensível que a alface), desde a menor dose utilizada (200mg/L), ao passo que o extrato à base de acetato de etila promoveu uma inibição mais discreta. O mesmo resultado também foi observado para a alface, mas em resposta aos extratos hexânico e de acetato de etila (Tabela 2), tais resultados conforme citado acima, podem ser resultado da ação dos esteróides e/ou flavonóides.

Extratos metanólicos de caule de *Caryocar brasiliense* (pequi) a partir de 200mg/L (RESENDE et al., 2011), e de raízes de *Cecropia pachystachia* (embaúba) a partir de 50mg/L (CHANG et al., 2007) também promoveram inibição da germinação das sementes de capim colônia. Extratos aquosos de folhas de *Serjania lethalis*, mostram resultados semelhantes, observando uma diminuição na germinação de sementes de capim colônia com aumento da concentração (PEREIRA et al., 2014).

Tabela 2 – Porcentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*).

Planta	Concentração	Extrato		
		Metanol	Acetato	Hexano
Alface	0mg/l	93aA	93aA	93aA
	200mg/l	74bA	63bA	63bA
	400mg/l	72bA	50bB	28dC
	800mg/l	52cA	8cC	29dB
Capim Colonião	0mg/l	87aA	87aA	87aA
	200mg/l	52cA	63bA	47cA
	400mg/l	44cA	57bA	28dB
	800mg/l	23dB	54bA	21dB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna, e as maiúsculas, na linha.

3.3. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

Assim como observado na porcentagem de germinação (Tabela 2), houve redução no índice de velocidade de germinação (IVG) da alface e do capim colonião pelos diferentes extratos foliares de *Geonoma schottiana*, em relação ao controle (Tabela 3).

A alface apresentou um aumento no tempo médio de germinação em uma relação dose dependente, ou seja, quanto maior a concentração do extrato menor o índice de velocidade de germinação das sementes de alface.

Não houve diferença significativa entre os diferentes extratores até a concentração de 400mg/L. Na concentração de 800mg/L. o acetato de etila teve uma maior redução do IVG em relação ao extrato metanólico e hexânico.

Para o capim colonião, houve diferença significativa entre as concentrações dos extratos metanólico, de acetato de etila e hexânico de folhas de *Geonoma schottiana* que promoveram redução do IVG, em relação ao controle (Tabela 3).

Extratos hidroalcoólicos, de acetato de etila e hexânico da parte aérea de *Senna occidentalis* (fedegoso) tiveram uma redução significativa do IVG da alface, porém, apesar de ter atrasado a germinação, efeitos não foram observados sobre a porcentagem de germinação da alface (CÂNDIDO et al., 2010).

Extratos aquosos de folhas de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) (PASTORINI et al., 2008) e sabugueiro (*Sambucus australis*) (ROSA et al., 2007) promoveram atraso significativo na germinação de sementes de alface e de capim colômbio, respectivamente. Ao passo que extratos aquosos de folhas de *Solanum Lycocarpum* St. (OLIVEIRA; FERREIRA & BORGHETTI, 2004), de sementes de *Erythrina mulungu* (mulungu) (SILVEIRA; MAIA & COELHO, 2012) e de folhas de *Lipinus angustifolius* (tremoço) (GOMES, et al., 2013), reduziram, além da velocidade, a porcentagem de germinação das sementes de gergelim, alface e milho, respectivamente.

Possivelmente o atraso observado no tempo de germinação pode ser explicado pelos efeitos dos aleloquímicos, que podem atuar de forma isolada ou sinérgica, alterando os diferentes processos fisiológicos da planta. Estudos apontam que a cumarinas, alcalóides, flavonóides (PEREZ & MORAES, 1991; CARVALHO, 2012) e esteróides (GATTI, 2003), apresentam grande capacidade de reduzir a germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de alface e capim colômbio.

Frequentemente, a ação alelopática ocorre mais sobre a velocidade de germinação ou de crescimento inicial do que sobre a germinabilidade (FERREIRA & BORGHETTI, 2004, FORMAGIO et al., 2010). Isso ocorre, pois segundo Richardson & Williamson (1988), os aleloquímicos não são muito específicos em suas ações, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, dependendo da sua concentração e de sua composição química. Observando a ação de extratos de folhas de *Ziziphus joazeiro* (juazeiro) sobre sementes de alface, verificou-se que o potencial alelopático variava de acordo com a concentração (DIÓGENES et al., 2014).

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*).

Planta	Concentração	Extratores		
		Metanol	Acetato	Hexano
Alface	0mg/l	0,74aA	0,74Aa	0,74aA
	200mg/l	0,32cA	0,29cA	0,37bA
	400mg/l	0,26dA	0,28cA	0,31cA
	800mg/l	0,23dA	0,11eB	0,19dA
Capim Colonião	0mg/l	0,41bA	0,41bA	0,41bA
	200mg/l	0,22dA	0,27cA	0,21dA
	400mg/l	0,21dA	0,20dA	0,19dA
	800mg/l	0,20dA	0,20dA	0,20dA

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna, e as maiúsculas, na linha.

3.4. COMPRIMENTO DA RADÍCULA

Os diferentes extratos de folha de *Geonoma schottiana* promoveram redução no comprimento da radícula tanto da alface quanto do capim colonião, de modo inversamente proporcional à dosagem do extrato utilizado (Tabela 4).

O extrato de acetato de etila provocou maior redução no comprimento da radícula tanto da alface quanto do capim colonião em relação aos extratores. Resultado semelhante foi encontrado com o extrato de acetato de etila da parte aérea de *Senna occidentalis* (fedegoso), na qual se observou uma redução significativa no crescimento de raiz de alface e tomate nas duas maiores concentrações (500 e 1000 mg L⁻¹) (CÂNDIDO et al., 2010). Extrato de acetato de etila de caule da *Pterodon emarginatus* (Sucupira branca) a partir da concentração de 50mg/L, que promoveu a redução do comprimento radicular do capim colonião (TERRONES et al., 2007).

Entre os diferentes extratores só houve diferença significativa na concentração de 800mg/L, na qual o extrato de acetato de etila apresenta o menor crescimento radicular da alface quando comparado com os extratores metanólico e hexânico que

não apresentaram diferenças significativas entre si. No capim colônia a diferença significativa entre os extratores ocorre na dose de 200mg/L, onde observou-se uma redução do comprimento radicular com a diminuição da polaridade. Estudos com extratos polares (SILVEIRA et al., 2014) e apolares (SILVA et al., 2015) mostram que há redução no comprimento radicular e da parte aérea.

Estudos com extratos hexânico e etanólico de *P. ramiflora* provocaram diminuição no crescimento da radícula da alface a partir de 0,5 mg/mL e 2,0 mg/mL, respectivamente (CONDESSA et al., 2013). De forma semelhante, extrato aquoso de folhas de *Sambucus australis* (sabugueiro) (ROSA et al., 2007) e extrato metanólico do caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*) (HERNÁNDEZ TERRONES et al., 2007) também promoveram significativa redução no comprimento da raiz do capim colônia com o aumento da concentração do extrato.

Em estudos feitos por Alves et al., (2000), com extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz da alface, verificou que o alcalóide não alterou significativamente o processo de germinação, mas inibiu o crescimento das plântulas de alface, provocando redução significativa no percentual de plântulas normais a partir da concentração de 100mg/L, ocorrendo em 200mg/L a ausência completa de plântulas normais. No presente estudo, os alcalóides foram encontrados nos extratos metanólicos e de acetato de etila e, em ambos, houve redução significativa no crescimento das raízes da alface, o que confirma os resultados já relatados por Alves et al. (2000) e sugere que os alcalóides podem ser em parte, responsáveis pela atividade alelopática observada.

Ferreira & Áquila (2000) relatam que o crescimento inicial é mais sensível que a germinação, por isso, Lemos et al. (2009) consideram a interferência no desenvolvimento da radícula um dos melhores indicadores para o estudo de extratos vegetais com potencial alelopático. Segundo Chung; Ahn & Yun (2001), a redução do comprimento da radícula ocorre pelo fato de elas apresentarem contato íntimo com o substrato tratado com os aleloquímicos. Estudos realizados com extratos aquosos de folhas de *Senna obtusifolia* (babaçu) mostraram que quanto maior a concentração menor é o desenvolvimento da radícula de feijão-caupi (CANTANHEDE et al., 2014).

Tabela 4 – Comprimento das raízes (medido em cm) de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim coloniãõ (*Panium maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*).

Planta	Concentração	Extratores		
		Metanol	Acetato	Hexano
Alface	0mg/l	3,22bA	3,22bA	3,22bA
	200mg/l	1,04dA	1,57dA	1,84cA
	400mg/l	1,03dA	1,54dA	1,77cA
	800mg/l	1,00dA	0,30eB	1,46cA
Capim Coloniãõ	0mg/l	4,14aA	4,14aA	4,14aA
	200mg/l	3,47bA	2,54cB	2,20cB
	400mg/l	2,00cA	2,37cA	1,95cA
	800mg/l	1,98cA	1,41dA	1,60cA

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna, e as maiúsculas, na linha.

Esses resultados indicam possíveis efeitos fitotóxicos dos extratos foliares de *G. schottiana* capazes de reduzir o comprimento da radícula, conforme observado também pela redução do índice mitótico nas raízes de *Allium cepa* nos três tratamentos, em relação ao controle (Tabela 5). Esse efeito se torna mais pronunciado à medida que se aumenta a concentração do extrato. O extrato hexânico, em relação aos outros, foi o que mais afetou o ciclo celular, reduzindo a capacidade da célula de sair do período de interfase e entrar em divisão. Foram encontrados, no extrato hexânico, esteróides e flavonóides. No entanto estas classes de compostos também foram extraídos pelos outros extratores. Dessa forma, poderíamos supor haver uma provável diferença nas concentrações ou nos tipos de esteróides e flavonóides, cujos extratores foram capazes de extrair.

Extratos aquosos de folhas de *Cymbopogon citratus* (capim cidreira) (SOUZA et al., 2005), de *Euphorbia hirta* (PING et. al. 2012) e de *Menta piperita* (FERREIRA et al., 2014) promoveram redução no índice mitótico nas raízes de alface, cebola e tomate, respectivamente.

Tabela 5- Índice mitótico de raízes de *Allium cepa* em resposta ao tratamento com extratos de folhas de *Geonoma schottiana* em diferentes concentrações.

Concentração	Extratores		
	Metanol	Acetato de Etila	Hexano
0mg/L	0,802a	0,802a	0,802 ^a
200mg/L	0,742a	0,740a	0,520b
400mg/L	0,596b	0,526b	0,390c
800mg/L	0,554b	0,452b	0,296c

Por isso, faz-se relevante correlacionar os efeitos do potencial alelopático sobre o crescimento inicial em conjunto com as alterações no índice mitótico (ALMEIDA et al., 2008), uma vez que a redução do índice mitótico pode ser provocada por ação de aleloquímicos (FERREIRA & ÁQUILA, 2000). Bagatini et al. (2007) afirmam ser importante associar o declínio no crescimento radicular ao tratamento com extratos de diversas plantas medicinais, que diminuem a capacidade dessas células iniciarem a divisão celular.

As alterações observadas no índice mitótico mostram que os aleloquímicos atuam no nível celular, reforçando uma relação direta entre o índice mitótico e as alterações na porcentagem de germinação e no crescimento inicial das raízes.

3.5. COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA

Extratos de folhas de *Geonoma schottiana* provocaram redução no comprimento da parte aérea da alface a partir de 200mg/L em todos os extratos, havendo redução mais pronunciada no extrato de acetato de etila, na concentração de 800mg/L. Nos extratos metanólicos e hexânico, observou-se redução no crescimento da parte aérea, não havendo, entretanto, variação significativa entre as concentrações (Tabela 6).

Resultados semelhantes foram observados por Borella & Pastorini (2009) na redução do comprimento parte aérea de plântulas de alface e picão preto, quando

testaram extratos aquosos de *Phytolacca dioica* (umbu), assim como Silveira et al., (2012) obtiveram resultado semelhante com extratos de semente de *Mimosa hostilis* (jurema preta) no comprimento da parte aérea da alface.

Em relação aos diferentes extratores houve uma redução significativa apenas no acetato de etila na concentração de 800mg/L. Este resultado pode sugerir a ação de aleloquímicos como alcalóides e/ou cumarinas, que são aleloquímicos que apresentam alta toxicidade, afetando o crescimento, desenvolvimento e o ciclo celular da planta (ABENAVOLI et al., 2006; CARVALHO, 2012).

Extratos aquosos de folhas e caule de *Ateleia glazioveana* (timbó) reduziram o comprimento da radícula e da parte aérea da alface de modo inversamente proporcional ao aumento da concentração do extrato, sendo que, a partir da concentração de 10%, mostraram-se severos os danos no desenvolvimento radicular e escurecimento da parte aérea (ANESE et al., 2007). Os mesmos danos relatados por Anese *et al.* (2007), foi observado durante o experimento, na qual o aumento da concentração do extrato de acetato de etila, provocava o aparecimento de plântulas anormais de alface, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas, com ausência de raiz secundária, sementes intumescidas, ausência de hipocótilo, apenas radícula e necrose radicular. Sintomas semelhantes foram identificados por Gatti; Perez & Lima (2004) e Ping et. al. (2012) nos testes com alface e cebola respectivamente.

No capim coloniãõ notamos uma redução do comprimento da parte aérea, dose dependente, mais pronunciada nos extratos de acetato de etila. Os extratos metanólico e hexânico promoveram uma redução no comprimento da parte aérea em relação ao controle. No entanto, não houve diferenças significativas entre as concentrações testadas a partir de 400mg/L (Tabela 6). Extratos metanólicos da casca do caule e de raízes de *Cecropia pachystachia* (embaúba) promoveram diminuição da parte aérea do capim coloniãõ com o aumento da concentração (NASCIMENTO et al., 2007).

Outro fato observado é que entre os extratores houve uma redução da parte aérea do capim coloniãõ quando se reduz a polaridade do extrato, indicando a ação dos

flavonóides e/ou esteróides, isoladamente ou através de sinergismo entre eles ou com outros aleloquímicos.

A diminuição do índice mitótico e o comprimento da raiz e da parte aérea observados na alface e no capim colonião, em resposta aos extratos foliares de *G. schottiana*, indicam um possível potencial alelopático da espécie, porque os resultados encontrados revelam a ação de aleloquímicos sobre o desenvolvimento das plântulas, pois, segundo Ferreira et al., (2014), diversos compostos orgânicos produzidos pelo metabolismo vegetal podem promover distúrbios celulares, como, por exemplo, alterações no ciclo celular, observados em células de raízes de alface cuja semente foi exposta a extratos aquosos de *Mentha piperita*.

Tabela 6 - Comprimento das folhas de alface (*Lactuca sativa* L.) e de capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de aricanga (*Geonoma schottiana*).

Planta	Concentração	Extratores		
		Metanol	Acetato	Hexano
Alface	0mg/l	0,65dA	0,65eA	0,65cA
	200mg/l	0,38eA	0,41fA	0,44dA
	400mg/l	0,36eA	0,39fA	0,42dA
	800mg/l	0,32eA	0,02gB	0,41dA
Capim Colonião	0mg/l	1,89aA	1,89aA	1,89aA
	200mg/l	1,37bA	1,31bA	0,94bB
	400mg/l	1,21cA	1,05cA	0,75cB
	800mg/l	1,12cA	0,83dB	0,61cC

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna, e as maiúsculas, na linha.

As modificações no padrão de germinação e crescimento são resultados de vários fatores que atuam em nível primário (GUSMAN, et al., 2008). Dentre estes fatores podemos citar: modificações na permeabilidade das membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento dos mensageiros secundários, na respiração,

na estrutura espacial das enzimas, ou na combinação destes fatores (OLIVEIRA et al., 2015).

3.6. POTENCIAL OSMÓTICO E PH.

Os resultados da porcentagem de germinação, IVG e crescimento de raízes e partes aéreas não diferem entre si e do controle quando tratados com solução de PEG 6000 nos mesmos potenciais osmóticos encontrados nos extratos foliares, descartando, assim, a possibilidade de interferência potencial osmótico nos resultados e indicando que estes se devem aos efeitos alelopáticos das folhas de *Geonoma schottiana*.

Os valores de pH situados entre 6,37 e 6,85 permitiram desconsiderar a influência deste fator na germinação e crescimento inicial da alface e do capim colônia, pois os valores de pH mantiveram-se dentro de padrões aceitáveis no que se considera adequado para a germinação e crescimento inicial (AQUILA, 2000). Valores idênticos de pH foram obtidos por Borella e Pastorini, (2009) com extratos de *Phytolacca dioica L.* na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto.

4. CONCLUSÃO

Extratos foliares de *Geonoma schottiana* apresentam potencial alelopático tanto para alface quanto para o capim colônia, Entretanto foi observado maior sensibilidade aos extratos do capim colônia do que da alface.

O efeito alelopático observado pode estar associado à ação de cumarinas, de alcalóides, de esteróides e/ou flavonóides presente nos extratos, bem como seus efeitos sinérgicos. Desse modo, é necessária a quantificação e isolamento das classes químicas extraídas de folhas de *Geonoma schottiana* para que se possa elucidar o princípio ativo responsável pelo efeito alelopático das folhas dessa espécie.

5. REFERÊNCIAS

ABENAVOLI, M.; CACCO, G.; SORGONÁ, A.; MARABOTTINI, R.; PAOLACCI, A.; CIAFFI, M.; BADIANI, M. The inhibitory effects of coumarin on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*, cv. Simeto) seeds. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 32, n. 2, p. 489-506, 2006.

AGUIAR A.R.; AGUIAR, D.; TEDESCO S.B.; SILVA, A.C.F. Efeito de metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. Sobre o índice mitótico em células das pontas de raízes de *Allium cepa*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 31, n. 3, p. 934-940, 2015.

ALLEM, L. N. **Atividade alelopática de extratos triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (*Caryocaraceae*) sobre crescimento inicial de espécie alvo e identificação de frações ativas através do fracionamento em coluna cromatográfica**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Brasília/DF: Universidade de Brasília.

ALMEIDA, G.D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M.C.; COELHO, I.; SOBREIR, F.M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin**, v.61, n.1, p. 4237-4247, 2008.

ALMEIDA, F.S. **A Alelopatia e as Plantas**. Londrina, PR: IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná). 60p, ilustrado. (IAPAR. Circular, 53), 1988. 464p.

ALVES T.M.A.; SILVA, A.S.; BRANDÃO, M.; GRANDI, T.S.M.; SMÂNIA, E.F.; JÚNIOR, A.S.; ZANI, C.L. **Biological screening of Brazilian medicinal plants**. Mem I Oswaldo Cruz 95: 367-373, 2000.

ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 39(11): 1083-1086, 2004.

ANDRADE-VIEIRA L.F.; BOTELHO C.M.; LAVIOLA B.G.; PALMIERI M.J.; PRAÇA-FONTES M.M. Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v.86, a.1, p. 373-382, 2014.

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**, Porto Alegre, v. 5, supl.2, p. 147-149, 2007.

AQUILA, M. E. A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia**, v.53, p.51-66, 2000.

BAGATINI, M.D.; SILVA, A.C.F.; TEDESCO, S.B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.3, 2007.

BERHOW, M.A.; VAUGHUN, S.F. Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. *In*: INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M. & FOY, C.L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton, CRC Press, 1999. p.423-438.

BITENCOURT, A.P.R.; ALMEIDA, S.S.M.S. Estudo fitoquímico, toxicológico e microbiológico das folhas de *Costuss picatus* Jacq. **Revista Biota Amazônia**. Amapá, AP, v.4, a.4, p. 75-79, 2014.

BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Influência alelopática de *Phytollaca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Biotemas** v.22, n.3, p. 67-75, 2009.

BORELLA J; MARTINAZZO E.G; AUMONDES T.Z. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, RS, v. 9, n. 3, p. 398-404, 2011.

BOSCHIN, G.; ANNICCHIARICO, P.; RESTA, D.; D'AGOSTINA, A.; ARNOLDI, A. Quinolizidine alkaloids in seeds of lupin genotypes of diferente origins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 56, n. 10, p. 3657-3663, 2008.

BRASIL.2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 399p.

BRAVIN, I.C.; VALENTIN, Y.Y. & YOKOYA, N. S. Formação de calos e regeneração de segmentos apicais de *Hypnea musciformis* (Wulfer) Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta): obtenção de culturas axênicas e efeitos da concentração de agar. **Revista Brasileira de Botânica**, 29: 175-182, 2006.

CÂNDIDO, A.C.S.; SCHIMIDT, V.; LAURA, V.A.; FACCENDA, O.; HESS, S.C.; SIMIONATTO, E.; PERES, M.T.L.P. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.). **Revista Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v.24, a.1, p. 235-242, 2010.

CANTANHEDE, D.J.; SILVA, M. R. M.; VASCONCELOS, F.F.A; SANTANA, D.F.; CÂMARA, P.B.M. Potencial Alelopático de Extrato Aquoso de Folhas de Babaçu Sobre Germinação e Desenvolvimento de Sementes de Feijão-caupi e *Senna obtusifolia*. **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS, v.9, n. 4, p.1-8, 2014.

CAPOBIANGO, R.A.; VESTENA S. & BITTENCOURT, A.H.C. Alelopatia de *Joanesia princeps* Vell e *Casearia sylvestris* Sw sobre espécies cultivadas. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 19(4): 924 – 930, 2009.

CARDOSO G.H.S.; DANTAS E.B.S.; SOUSA, F.R.C.; PERON, A.P.; Cytotoxicity of aqueous extracts of *Rosmarinus officinallis* L. (Labiatae) in plant test system. **Brazilian Journal Biological.**, v.74, n. 4, p. 886-889, 2014.

CARVALHO, P.C. **Plantas de cobertura no controle de infestantes no sistema orgânico de produção**. 2012. 183f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, MG.

CHOU, C.H. Introduction to allelopathy. *In*: REIGOSA, M. J.; PE- DROL, N.& GONZÁLEZ, L. (Eds). **Allelopathy: A physiological process with cological Implications**. Dordrecht: Springer. 637p, 2006.

CHUNG, I.M.; AHN, J.K.; YUN, S.J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echino chloa crus-gall*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, 20: 921-928, 2001.

CONDESSA, M. B. *et al.* Efeito de extratos foliares de três espécies de *pouteria* (Sapotaceae) sobre a germinação e crescimento de *lactuca sativa* L. e *lycopersicum esculentum* Mill. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande-PB, v.9, n.3, p. 1-18, 2013.

COSTA, A. F. **Farmacognosia III**. v.2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.

CRUZ-SILVAC.T.A; MATIAZZO E.B.M; PACHECO F.P; E NÓBREGA L.H.P. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. **Revista Idesia**, Chile,v.33, n.1, p. 27-32, 2015.

DIÓGENES, F.E.P.; OLIVEIRA, A.K.; TORRES, S.B.; MAIA, S.S.S.; COELHO, M.F.B. Atividade alelopática do extrato de folhas *Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae. **Revista Verde**, Pombal, PB, v.9, n.4, p.1-4, 2014.

EICHHORN, S.E.; EVERT, R.F.; RAVEN, P.H. *Biologia Vegetal*, 8 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 2014, 876p.

FERREIRA, A. G. & BORGUETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 12: 175- 204, 2000.

FERREIRA, D.A.T.; MONTEIRO, E.C.; DUARTE, J.A.S.; ROSSI, A.A.B. Citotoxicidade de *Mentha piperita* L. sobre o índice mitótico em *Solanum lycopersicum* L. e potencial no manejo de espontâneas. **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS,v.9, n.3, p. 1-4, 2014.

FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H.; PEREIRA, Z. V. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 4, p. 349-354, 2010.

GARBIN, V. P. **Análise da atividade antimicrobiana dos extratos dos frutos, óleos das sementes e fungos isolados da palmeira juçara (*Euterpe edulis*,**

MARTIUS 1824). 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Patologia e Parasitologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2011.

GATTI, A.B. **Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Ktze e *Ocotea odorífera* (VELL) Rohwer.** Dissertação (Pós Graduação em Ecologia de Recursos Naturais), São Carlos, SP, 2003.

GATTI, A.B., PEREZ, S.C.J.G. & LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 459- 472, 2004.

GOMES, F.M.; FORTES, A.M.T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T.T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v.8. a.1, p. 48-56, 2013.

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

HARBORNE, B.J.; SAITO, N.& DETRONI, C.H. **Biochem. Syst. Ecol.** 1994, 22, 835.

HERNÁNDEZ-TERRONES, M.G.; MORAIS, S.A.L.; FERREIRA, S.; SANTOS, D.Q.^{IV}; NASCIMENTO, E.A.; CHANG, R. Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 755-762, 2007.

INDERJIT & DUKE, S.O. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta**, v.217, n.4, p.529-539, 2003.

KING, S.R. & AMBIKA, R. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). **Allelopathy Journal**, 9: 35-41, 2002.

- LABOURIAU, L.G. & VALADARES, M.E.B. 1976. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 48: 263-284.
- LEMOS, J. M.; BERTUOL, P.; CORTEZE, O.; GUIMARÃES, V. F. Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Folha de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) sobre a Germinação e Desenvolvimento Inicial de Alface (*Lactuca sativa* cv. Grand Rapids). *Revista Brasileira de Agroecologia*, Bento Gonçalves, v.4, n.2, p. 70-88, 2009.
- LOPES, M.R.S., KLEINOWSKI, A.M., ROCHA, B.H.G.. Fitotoxicidade do extrato aquoso de trombeta em sementes de cebola. **Braz. J. Plant Physiol.** 19, 2007.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T. de. **Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP. Ed. Plantarum, 1996, 306 pp.
- LUCAS, N.M.C. & ARRIGONI, M.F. Germinação de sementes de *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, 15: 105-112, 1992.
- LUZ S.M; SOUZA FILHO A.P.S.; GUILOHN G.M.S.P.; VILHENA K.S.S. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2010.
- MACÍAS, F. A.; SIMONET, A. M.; GALINDO, J. C. G. Bioactive steroids and triterpenes from *Melilotus messanensis* and their allelopathic potential. **Journal. Chemical Ecology**, v. 23, n. 7, p. 1781-1803, 1997.
- MACÍAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.; VARELA, R.M.; GALINDO, J.C. Allelopathy – a natural alternative for weed Control. **Pest Management Science**, 63: 327-348, 2007.
- MACÍAS, F.A.; DAKSHINI, K.M.M.; EINHELLIG, F.A; **American Chemical Society: ACS Symposium Series 582**; Washington, DC, 1995; p. 310-329.
- MAGUIRE J.D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2: 176-177, 1962.
- MARASCHIN-SILVA F.; AQUILA M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas no processo de germinação e desenvolvimento inicial de *Lactuca sativa* L.

(Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG v. 20, a.1, p.61-69, 2006.

MENEGUETTI, D. U. O.; LIMA, R. A.; SILVA, J. B.; SILVA, R. P.; DE CASSIA PAGOTTO, R.; FACUNDO, V. A. Análise citotóxica e mutagênica do extrato aquoso de *Maytenus guyanensis* klotzsch ex Reissek (celastraceae) chichuá (xixuá) amazônico. **Ciência e Natura**, v.36, a.3,p.301-309, 2014.

MOLISCH, H. **Der Einflusseiner Pflanzeauf die andere-Allelopathie**. Fischer, Jena, 1937.

NASCIMENTO, M.C.;ALCANTARA, S.F.; HADDAD, C.R.B.; MARTINS, F.R .Allelopathic potential of *Pouteria torta* (Mart.) Radlk., a species of the Brazilian cerrado. **Allelopathy J.** 20279-286, 2007.

OLIVEIRA, S. C. C., FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 401-406, 2004.

OLIVEIRA A.K.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; DIÓGENES, F.E.P.; FILHO, S.M. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF,v.30, n.3,p.480-483, 2012.

OLIVEIRA, J.S; PEIXOTO, C.P.; POELKING,V.G.C.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizanthae* *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Medicinal**, Campinas, SP, v.17, n.3, p. 379-384, 2015.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **FoodChemistry**, 115, 4, p.1199-1205, 2009.

PASZKOWSKI, W.L. & KREMER, R.J. Biological activity and tentative identification of flavonoid components in velvet leaf (*Abutilon the ophrasti* Medik.) seed coats. **Journal of Chemical Ecology**, 14:1573-1582, 1988.

PAULA, P. **Estudo fitoquímico de plantas ativas contra o bicho mineiro do cafeeiro**. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Lavras, MG.

PEREZ S.C.J.G.A.; MORAES J.A.P.V. Efeito da cumarina e de sua interação com giberelina na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 26: 1493-1501, 1991.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. DE A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andirahumilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**.18(3): 425-430, 2004.

PING, K.Y.; DARAH, I.; YUSUF, U.K.; YENG, C.; SASIDAHARAN, S. Genotoxicity of *Euphorbia hirta*: An *Allium cepa* Assay. **Molecules** 17, 7782-7791, 2012.

REIGOSA, M. J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.& GONZÁLES, L.. Ecophysiological approach in allelopathy. **Plant Science**, 1999, v.18, n.5, p. 577-608.

REZENDE, A.A.G., HERNANDEZ-TERRONES, G.M., REZENDE, C.L.M.D. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi). **Bioscience Journal** (27)3: 460-472, 2011.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984.

RODRIGUES, K.M.N. **Estudo anatômico e fitoquímico de folhas adultas de Syagrus flexuosa (Mart) Becc. (Arecaceae)**. 2012. 45f. TCC (Licenciatura Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2012.

ROY, S.; DUTTA, A.K.; CHAKRABORTY, D. P. Amasterol, na ecdysone precursor as a Growth inhibitor from *Amaranthus viridis*. **Phytochemistry**, 21(9): 2417-2420, 1982.

SILVA, I.; FRANCO, S.L; LUCY, S. **Noções sobre o organismo humano e utilização de plantas medicinais**. Cascavel: Assoeste Editora Educativa, 1995, 203p.

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

SILVA A.G; CARVALHO R.I.N. Efeito alelopático de extratos de carqueja (*Baccharis trimera*) e confrei (*Symphytum officinale*) em sementes e plântulas de girassol, **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias**. Curitiba, PR, v.7, n. 1, p. 23-32, 2015.

SILVA, C.I.; SILVA, V.M.; SILVA, O.B.J.; FERREIRA, V.M. Germinação de sementes de Corda de viola (*Ipomoea purpurea* L.) submetidas ao extrato aquoso de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS, v.10, n.2, p. 1-5, 2015.

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

SILVEIRA, P.F.; SILVEIRA, M.; SELY, S.; COELHO, B.; FÁTIMA, M. Atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface. **Revista de Ciências Agrárias**, Mossoró, RN, v.54, n.2, p.106-101, 2011.

SILVEIRA, B.D.; HOSOKAWA, R.T.; NOGUEIRA, A.C.; WEBER, V.P. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.24, n.1, p. 79-85, 2014.

SIMÕES, O. C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia. Da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis. Editora da UFSC/ Editora da Universidade UFRGS. 2002, 833p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GURGEL, E.S.C.; QUEIROZ, M.S.M.; SANTOS, J.U.M. Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de Copaifera (Leguminosae-Caesal pinioideae). **Planta daninha**, v.28, n.3, p.743-751, 2010.

SOUZA FILHO, A.P.S.; TREZZI, M.M.; IOUE, M.H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.29, n. 3. p. 709-716, 2011.

SOUZA FILHO, A.P.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.165-170, 1997.

SOUZA, M. R. **Estudo fitoquímico de *Brosimum potabile* Ducke e *Brosimum acutifolium*, visando investigar por métodos teóricos, o mecanismo de biotransformação de β – sitosterol em estigmasterol**. 2000. 132p. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Amazonas, Brasil, 2000.

SOUZA, S.A.M.; STEIN, V.C.; CATTELAN, L.V.; BOBROWSKI, V.L.; ROCHA, B.H.G. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba-PB, vol. 5, núm. 1, 2005.

TABUR, S.; ONEY, S. Effect of artificial fertilizers on mitotic index and chromosome behaviour in *Vicia hybrida* L. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 47, n. 1, p. 3-4, 2009.

VILLELA F. A.; DONI FILHO L.; SEQUEIRA E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.26, n.11/12,p.1957-1968, 1991.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008.

WEIR, T.L.; PARK, S.W.; VIVANCO, J.M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allele chemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 7, p.472 - 479, 2004.