

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

RAFAEL LEONARDI

**EFEITOS ALELOPÁTICOS E FITOTÓXICOS DE EXTRATOS DA SEMENTE
DE *Crotalaria spectabilis* NA PÓS-EMERGÊNCIA DE *Digitaria insularis***

**LARANJEIRAS DO SUL
2021**

RAFAEL LEONARDI

**EFEITOS ALELOPÁTICOS E FITOTÓXICOS DE EXTRATOS DA SEMENTE
DE *Crotalaria spectabilis* NA PÓS-EMERGÊNCIA DE *Digitaria insularis***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de graduação
em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Professor Doutor Luciano Tormen

LARANJEIRAS DO SUL

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Leonardi, Rafael

EFEITOS ALELOPÁTICOS E FITOTÓXICOS DE EXTRATOS DA
SEMENTE DE *Crotalaria spectabilis* NA PÓS-EMERGÊNCIA DE
Digitaria insularis / Rafael Leonardi. -- 2021.
23 f.:il.

Orientador: Doutor Luciano Tormen

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2021.

1. Mortalidade de plantas. 2. Plantas espontâneas. 3.
Bioherbicida. I. Tormen, Luciano, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

RAFAEL LEONARDI

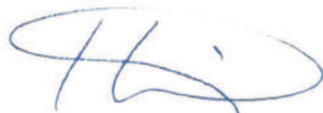
**EFEITOS ALELOPÁTICOS E FITOTÓXICOS DE EXTRATOS DA SEMENTE
DE *Crotalaria spectabilis* NA PÓS-EMERGÊNCIA DE *Digitaria insularis***

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR).

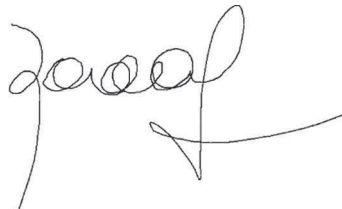
Orientador: Dr. Luciano Tormen.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 19/01/2021.

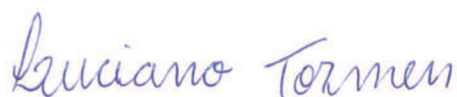
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt - UFFS
Orientador



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome - UFFS



Prof. Dr. Luciano Tormen – UFFS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por esta oportunidade de realizar um curso superior, pela saúde mental e física, onde por muitas vezes passamos por momentos difíceis e pensamos na real importância do curso de Agronomia para mim como pessoa, me senti incentivado a continuar, sempre com bons olhos para o futuro.

Agradeço também ao meu grande amigo e orientador Prof. Luciano Tormen por seu apoio e incentivo não somente neste trabalho como nos demais momentos da graduação, agradeço por compartilhar seu conhecimento e por todos os momentos de trabalho duro e momentos de descontração.

Agradeço aos meus pais Cláudio e Rosane, sem vocês nada disso seria possível, obrigado por toda ajuda emocional, financeira e afetuosa. A minha irmã Caroline, meu irmão Everton e minha Nona Odila pelo apoio desde muito antes do início do curso. A minha noiva Francieli que me apoiou e ajudou no decorrer do curso, sempre apoiando incondicionalmente em todas as decisões e trabalhos feitos nesta etapa.

Agradeço aos meus amigos Evandro, Everton, Samuel, Wallyson e Alan pelos momentos de descontração e ajuda nas diversas tarefas exigidas durante estes 5 anos, sem vocês não seria tão fácil ou prazeroso concluir este curso.

Agradeço também ao Professor Lisandro e ao Prof. Henrique pela ajuda no trabalho, nos laboratórios e também nas disciplinas cursadas. Agradeço aos demais professores da Universidade pelo conhecimento adquirido e pelo tempo que passamos juntos.

RESUMO

O *Digitaria insularis* é uma planta espontânea de difícil controle, causando prejuízos em pastagens e em lavouras anuais, possui biótipos resistentes a diferentes herbicidas utilizados no seu manejo que é majoritariamente químico. Neste trabalho foram obtidos extratos de semente de *Crotalaria spectabilis*, analisados por cromatografia a gás e aplicados sobre plantas de *Digitaria insularis* a fim de avaliar possível efeito fitotóxico. A análise química mostrou a presença de apenas três compostos, ácidos graxos, sendo eles o ácido 15 metil hexadecanóico, ácido linoleico e ácido esteárico. Nos diferentes tratamentos não houve diferença em relação a testemunha para altura de plantas e matéria seca. Já para matéria fresca apenas o tratamento com extrato hexânico na concentração de 0,5% apresentou resultado estatisticamente diferente. Em relação aos danos causados nas plantas, o tratamento com extrato aquoso, na concentração de 0,5% não se diferiu da testemunha, entretanto os outros tratamentos apresentaram diferença, principalmente o tratamento com extrato hexânico o qual apresentou maiores porcentagens de plantas sintomáticas e o tratamento com extrato etanólico, que independente da concentração apresentou elevadas porcentagens de plantas mortas, superior a 90%. De maneira geral os resultados mostram que o uso de extratos de semente de *Crotalaria spectabilis* é promissor no controle pós-emergente de *Digitaria insularis*.

Palavras-chave: Mortalidade de plantas. Plantas espontâneas. Bioherbicida.

ABSTRACT

Digitaria insularis is a spontaneous plant that is difficult to control, causing damage to pastures and annual crops, has biotypes resistant to different herbicides used in its management, which is mostly chemical. In this work, *Crotalaria spectabilis* seed extracts were obtained, analyzed by gas chromatography and applied to plants of *Digitaria insularis* in order to evaluate a possible phytotoxic effect. Chemical analysis showed the presence of only three compounds, fatty acids, 15 methyl hexadecanoic acid, linoleic acid and stearic acid. In the different treatments there was no difference in relation to the control for plant height and dry matter. For fresh matter, only the treatment with hexane extract at a concentration of 0.5% showed a statistically different result. Regarding the damage caused to the plants, the treatment with aqueous extract, in the concentration of 0.5% did not differ from the control, however the other treatments showed difference, mainly the treatment with hexane extract which presented higher percentages of symptomatic plants and the treatment with ethanolic extract, which independent of concentration, presented high percentages of dead plants, greater than 90%. In general, the results show that the use of *Crotalaria spectabilis* seed extracts is promising in the emerging post control of *Digitaria insularis*.

Keywords: Plant mortality. Spontaneous plants. Bioherbicide.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA.....	9
2.1 OBTENÇÃO E MOAGEM DAS SEMENTES.....	9
2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS <i>DE SEMENTES DE C. spectabilis</i>	9
2.3 ANÁLISE DOS EXTRATOS POR CROMATOGRAFIA A GÁS ACOPLADA A ESPECTROMETRIA DE MASSA (CG-MS)	10
2.4 SEMEADURA DAS SEMENTES DE <i>D.insularis</i>	10
2.5 PREPARO E APLICAÇÃO DOS EXTRATO DE SEMENTES DE <i>C. spectabilis</i>	11
2.6 AVALIAÇÃO DE DANOS.....	11
2.7 MASSA FRESCA, MASSA SECA E ALTURA DE PLANTAS	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	13
3.1 ANÁLISE QUÍMICA DOS EXTRATOS DE <i>C. spectabilis</i>	13
3.2 EFEITOS DA APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE SEMENETS DE <i>C.spectabilis</i> EM PLANTAS DE <i>Digitaria insularis</i>	14
4 CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

No modelo de agricultura moderna as plantas espontâneas acarretam em perdas na produtividade e qualidade dos produtos finais, esses danos são causados principalmente devido a concorrência por disponibilidade de água, luz, nutrientes com a cultura de interesse econômico ou de maneira indireta hospedando pragas ou ocasionando em perdas na colheita (COELHO, 2014). Além disso, algumas plantas espontâneas produzem compostos alelopáticos que podem interferir negativamente na produtividade. Dependendo do tempo e da intensidade de convivência, os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade da cultura após a retirada do estresse causado (KOZLOWSKI, 2002).

A *Crotalaria spectabilis* é uma planta da família Fabaceae que tem porte semi-arbustivo e capacidade em realizar simbiose com bactérias, especialmente do gênero *Rhizobium*, as quais conseguem fixar nitrogênio do ar atmosférico e incorporá-lo ao solo através da biomassa das plantas, sendo um suprimento efetivo de nitrogênio para as culturas subsequentes, sobretudo as hortaliças (VARGAS et al., 2011), além da função de armadilha para fitonematóides (PACHECO & SILVA-LÓPEZ, 2010). As crotalárias, bem como outras plantas, exsudam substâncias alelopáticas, ou seja, liberam substâncias químicas no ambiente que podem interagir com outros organismos podendo inibir e restringir o seu crescimento e desenvolvimento, sendo que esse efeito pode ser utilizado para reduzir o número de plantas espontâneas na área (RICE, 1984).

Extratos de crotalária demonstraram efeitos fitotóxicos em diversas plantas e em fases distintas, sendo que LIMA et al; (2007), observaram redução no desenvolvimento inicial da alface (*Lactuca sativa*).

Segundo Teixeira (2004) efeitos alelopáticos de *Crotalaria juncea* se mostraram efetivos para a redução da germinação de *Bidens pilosa*. O que corrobora com estudos feitos por Araújo et al. (2010) que também demonstra resultados de efeitos alelopáticos de *C. juncea* sobre a germinação de *Ipomea grandifolia*.

A atividade alelopática tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (defensivos agrícolas). A maioria destas substâncias provém do metabolismo secundário, podendo ser taninos, fenilpropanóides, sesquiterpenos entre outros, os quais podem representar alguma vantagem contra a ação de microrganismos, patógenos e principalmente na competição direta por recursos naturais entre as plantas, sendo estes luz, água e nutrientes. Pois podem ser mais específicos em sua ação com menor dano ambiental preservando os recursos naturais, onde sua ação pode variar de

acordo com condições climáticas (temperatura, pluviosidade) e tipo solo (BORELLA,2009). Pesquisas têm sido conduzidas para isolar e identificar a estrutura química dos aleloquímicos, existindo também, diversas tentativas em agrupá-las. Atualmente são conhecidos cerca de 10000 produtos secundários com ação alelopática, sendo que na *C. juncea* o principal deles é o alcalóide pirrolizidina (RICKLEFS,1996).

Dentre as plantas espontâneas que causam danos na agricultura se destaca a *Digitaria insularis*, uma espécie perene, herbácea, entouceirada, ereta, rizomatosa, de colmos estriados, com 50 a 150 cm de altura (KISSMANN & GROTH, 1997). A *D. insularis* é uma planta facilmente encontrada em regiões tropicais da América, sendo que no Brasil a mesma tem a maior concentração de espécies (DIAS et al., 2007). A massa de sua panícula é relativamente baixa, aliado com a grande quantidade de produção de sementes e seu alto poder de germinação, sua disseminação é favorecida (GAZOLA et al., 2016). Esta planta possui ciclo fotossintético C4 ou seja, é mais eficiente fotossinteticamente em locais com alta luminosidade e temperatura, condições em que o Brasil enfrenta normalmente em suas safras, acarretando em condições perfeitas para sua dispersão e infestação (KISSMANN & GROTH, 1997).

Esta planta espontânea vem crescendo em importância na agricultura brasileira a cada ano, pois além da dificuldade natural de controle desta espécie, em decorrência de sua grande plasticidade fenotípica, foram elucidados mecanismos que conferem a resistência desta planta ao glifosato. Estes mecanismos estão relacionados a mais lenta absorção de glifosato, à mais rápida metabolização e à menor translocação do herbicida em plantas do biótipo resistente em relação ao suscetível, mesmo em plantas novas com 3 a 4 folhas (Carvalho et al., 2011).

Assim este trabalho tem o objetivo de identificar possível ação herbicida de extratos da semente da *C. spectabilis* em plantas de *D. insularis* em estágio inicial de desenvolvimento onde a planta tende a ser mais suscetível ao controle químico.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no município de Laranjeiras do Sul-PR, nos anos de 2019/20, cujas coordenadas geográficas são -25.445020, de latitude Sul, -52.442154 de longitude Oeste e com altitude média de 840 metros.

2.1 OBTENÇÃO E MOAGEM DAS SEMENTES

As sementes de *C. spectabilis* foram coletadas em uma propriedade localizada no interior do município de Laranjeiras do Sul-PR e secas em temperatura ambiente por 72 horas, sendo retiradas todas as impurezas. As sementes foram moídas em processador doméstico, a granulometria foi ajustada com o uso de peneira doméstica em aço inox e o material moído foi armazenado em local seco protegido da luz até o momento da extração.

As sementes de *D. insularis* utilizadas no trabalho são sementes secas, pilosas armazenadas em recipientes de vidro em freezer a temperatura controlada presentes no laboratório de Plantas Espontâneas do *Campus* da UFFS de Laranjeiras do Sul. Sendo que as mesmas estão armazenadas aproximadamente a dois anos nas mesmas condições, descartando assim possibilidades de dormência da semente.

2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DE SEMENTE DE *C. spectabilis*

Para a obtenção dos extratos com n-hexano e etanol uma quantia de semente moída foi transferida para cartuchos de celulose e acondicionado no extrator Soxhlet, marca Marconi, modelo MA-487/8 com cerca de 300 mL de solvente. O sistema foi envolvido com papel alumínio a fim de impedir a fotodegradação de compostos. A temperatura do sistema foi ajustada de acordo com o solvente utilizado, sendo a mesma de 78°C para etanol e de 69 °C para n-hexano, mantendo gotejando constante por aproximadamente 8 horas.

Em agitador magnético de bancada foi obtido o extrato em meio aquoso, para isso foi utilizada a semente moída e água na proporção de 1:10 (uma parte de semente e dez partes de água) a mistura foi mantida protegida da luz com papel alumínio e sob homogeneização por 4 horas. Posteriormente a mistura foi filtrada sob vácuo, sendo o líquido coletado e armazenado.

Após as extrações o solvente foi removido das misturas usando evaporador rotativo (Quimis, modelo Q344M1) a uma temperatura de 60 °C sob vácuo. Os extratos secos foram armazenados a -10°C até sua utilização.

2.3 ANÁLISE DOS EXTRATOS POR CROMATOGRAFIA A GÁS ACOPLADA A ESPECTROMETRIA DE MASSA (CG-MS)

Os compostos das amostras foram identificados utilizando cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa, marca Shimadzu, modelo GCMS-QP2010 Ultra, equipado com coluna capilar de sílica fundida DB 5 ms (5% difenil, 95% dimetilpolisiloxano) de 30 m, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,25 μm . Foi usado hélio como gás de arraste, numa velocidade linear de 43 cm s^{-1} . As condições de operação foram: injetor no modo Split (1:5) com temperatura de 200 $^{\circ}\text{C}$; interface em 200 $^{\circ}\text{C}$; temperatura programada da coluna: temperatura inicial 60 $^{\circ}\text{C}$ mantida por 2 min, aquecimento numa taxa de 20 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 120 $^{\circ}\text{C}$, aquecimento numa taxa de 5 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 200 $^{\circ}\text{C}$, aquecimento numa taxa de 20 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 220 $^{\circ}\text{C}$ e mantida por 2 min. O espectrômetro de massa foi ajustado para varredura de 35 a 500 m/z. Foram injetados 2 μL de cada amostra de maneira manual. Os compostos foram identificados através da comparação do espectro de massa das bibliotecas NIST11 e NIST11s. Previamente a injeção os extratos foram submetidos a esterificação usando o procedimento padrão da IUPAC (1987).

2.4 SEMEADURA DE *D. insularis*

Para a semeadura do capim amargoso foram utilizados gerbox acrílicos transparentes (11 x 11 x 3,5 cm, volume de 250 mL), com quatro furos de 3 mm no fundo dispostos a 2 cm de cada lateral. As gerbox foram preenchidos em 3/4 da capacidade com substrato.

Cada gerbox recebeu 25 sementes, as quais foram dispostas em 5 fileiras com 5 sementes cada, após semeadas foi adicionado uma camada de meio centímetro de substrato. Posteriormente, usando um borrifador foram aplicados 10 mL de água destilada no momento do plantio, e 5 mL de água no 7 $^{\circ}$ dia após a semeadura para o desenvolvimento inicial da planta.

Após a semeadura, os gerbox foram alocados em câmara de germinação - BOD (marca Biofoco, modelo BF2 CGFP 295) com temperatura e fotoperíodo controlado, sendo que as Regras para Análise de Sementes (RAS, 2009) não indica temperatura para o *D. insularis*, dessa maneira foi utilizado como referência as condições de plantas do mesmo gênero na RAS como a *Digitaria eriantha*. O fotoperíodo foi de 12 horas, das 06:00 até as 18:00 com luminosidade e temperatura de 30 $^{\circ}\text{C}$ e as outras 12 horas com ausência de luz em temperatura de 20 $^{\circ}\text{C}$.

2.5 PREPARO E APLICAÇÃO DOS EXTRATOS DE SEMENTE DE *C. spectabilis*

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial de 3 x 4, onde os resultados apresentados como a média de termos $n = 5 \pm$ o intervalo de confiança para 95% de confiabilidade.

Para cada extrato foram preparadas três concentrações: 0,5, 1,0 e 1,5% (m/v) de extrato em água destilada com Tween 40 na concentração de 1% (m/v), cada tratamento foi realizado com 5 repetições de 25 sementes. Na testemunha não foi aplicado extrato, apenas Tween 40, na concentração de 1% (m/v), diluído em água.

As misturas dos extratos foram preparadas e aplicadas no 14° e no 21° dia após a semeadura. Previamente a aplicação, a tampa das gerbox foi removida e seca para que não ocorresse queda de água proveniente da condensação sobre as folhas que receberam o extrato. Em cada gerbox foi aplicado com um borrifador 5 mL de emulsão de cada extrato, a testemunha recebeu 5 mL de água com Tween 40 1% (m/v).

2.6 AVALIAÇÃO DE DANOS

No 28° dia foi realizada a contagem, onde as plantas foram classificadas como saudáveis (aquelas que não demonstram nenhum dano causado pelo extrato); sintomáticas (as que apresentaram amarelecimento ou branqueamento em alguma parte, e necrose nas folhas); mortas (as que estavam pálidas, murchas e que não apresentavam superfície verde).



2.7 MASSA FRESCA, MASSA SECA E ALTURA DE PLANTAS

A massa fresca e massa seca foi expressa em massa (miligrama) por planta, obtida através da massa fresca e seca total da amostra dividida pelo número de plantas de cada repetição.

Para a determinação da massa seca, as plantas de cada Gerbox foram transferidas para cadinhos de porcelana previamente limpos e secos, de massa conhecida. Estas por sua vez são plantas saudáveis, sintomáticas (clorose, branqueamento) e plantas que apresentam estágio avançado de necrose, porém ainda não estão em decomposição (mortas). Os cadinhos com as plantas foram mantidos a 70 °C em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas para posterior medida de massa.

A medida da altura da parte aérea das plantas também foi realizada no 28º dia após a semeadura, realizada na altura do solo até a ponta da planta, descrita em milímetros usando um paquímetro digital de marca Stainless Hardened ®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE QUÍMICA DOS EXTRATOS DE *C. spectabilis*

A análise dos extratos da semente de crotalária foi realizada por cromatografia a gás a fim de identificar a presença de ácidos graxos e de outros compostos que devido sua volatilidade possam ser detectados por esta técnica e que possam ter alguma atividade aleloquímica sobre o capim amargoso. Na tabela 1 são mostrados os compostos identificados nos extratos de a semente de crotalária.

Tabela 1: Perfil de compostos nos extratos de semente de *C. spectabilis* identificados por cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massa.

Perfil dado pela área relativa de cada composto			
Nome do composto	Extrato Aquoso	Extrato etanólico	Extrato hexânico
1 Éster metílico do ácido linoleico	82,7	33,1	46,3
2 Éster metílico do ácido esteárico	13,5	4,9	4,5
3 Éster metílico do ácido 15 metil hexadecanóico	3,8	61,9	49,1

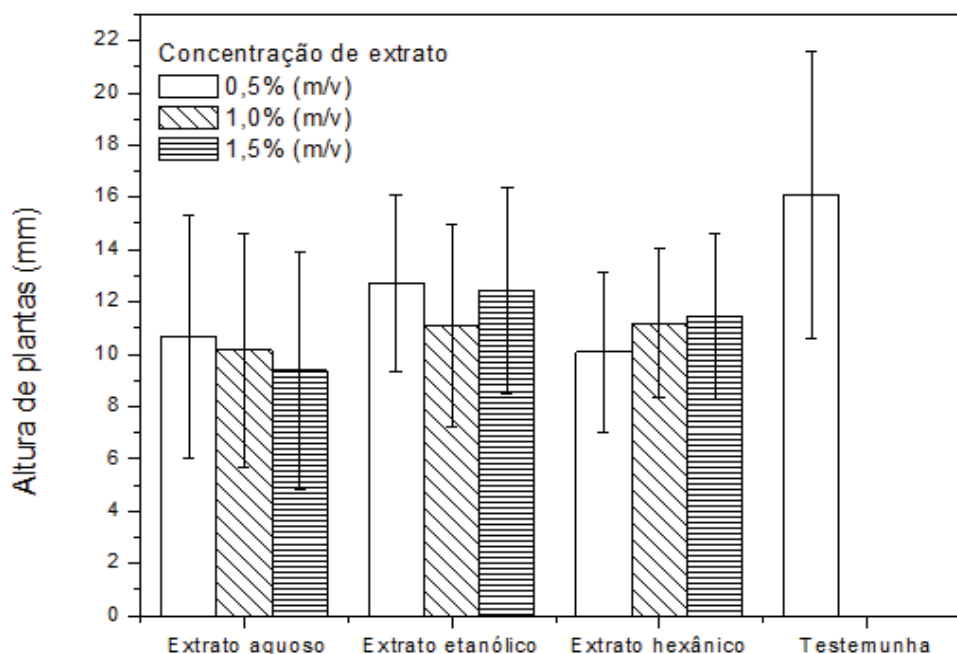
Os resultados obtidos por cromatografia revelaram a presença de três ácidos graxos, os quais estão presentes nos três extratos, havendo apenas a diferenciação da porcentagem de um em relação ao outro em cada extrato. Essa diferenciação do perfil se deve a diferença de polaridade dos solventes utilizados sendo que o solvente mais polar tende a extrair maior quantidade do composto mais polar. Os três ácidos graxos identificados são comuns em óleos de outras sementes oleaginosas sendo o ácido linoleico insaturado e os demais saturados. Embora tenha sido identificado apenas três ácidos graxos, isso não significa que nestes extratos existam apenas esses compostos. Muitos outros compostos podem fazer parte destes extratos, sendo que estes não foram identificados por não possuírem volatilidade suficiente para serem detectados por essa técnica de análise.

3.2 EFEITOS DA APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE SEMENTES DE *C. spectabilis* EM PLANTAS DE *D. insularis*

A altura de planta é avaliada a fim de determinar a redução do tamanho da parte aérea da planta, visto que se busca que plantas que sofram efeitos alelopáticos tenham redução em sua altura e conseqüentemente causem menores danos a cultura de valor comercial. Na Figura 1 são apresentados os resultados de altura de planta (em mm) para *D. insularis* submetidas aos diferentes tratamentos com extrato da semente de *C. spectabilis*. Observa-se que o extrato aquoso na concentração de 1,5% foi o que resultou em menor altura das plantas, porém não diferiu estatisticamente de nenhum outro extrato ou da testemunha. Todos os extratos em todas as concentrações apresentaram tendência de redução de altura das plantas.

Segundo Ferreira e Áquila (2000) a germinação é menos afetada por aleloquímicos em comparação ao desenvolvimento inicial da planta, o que remete diretamente ao crescimento inicial da planta ser reduzido visto que a mesma possui maiores danos por fitotoxicidade.

Figura1: Altura de plantas (mm) de *D. insularis* 28 dias após do plantio quando submetidas a tratamentos com extratos da semente de *C. spectabilis*.

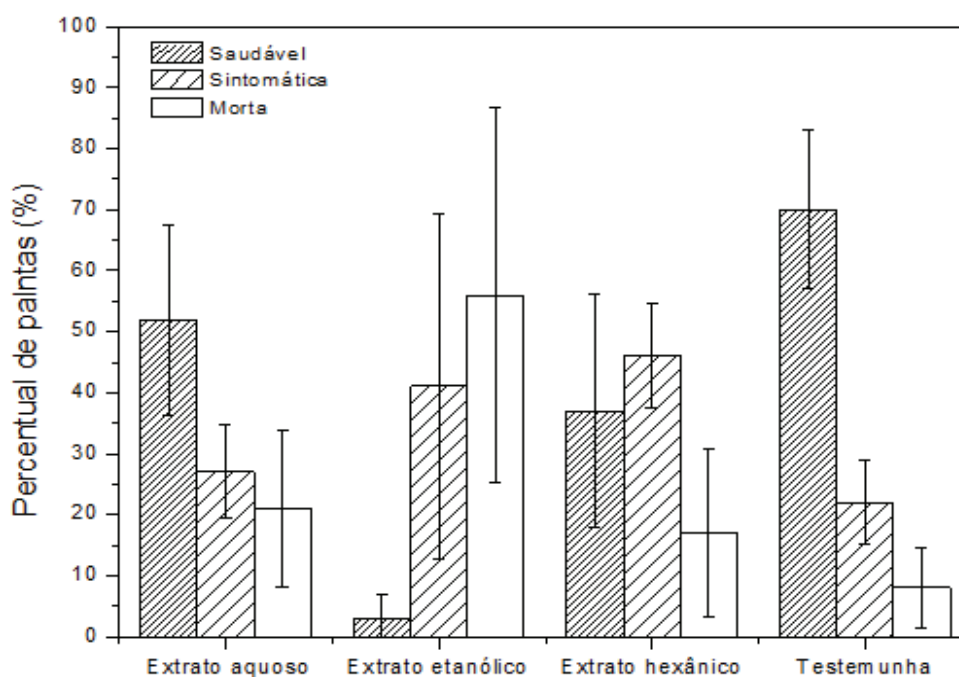


Fonte: O autor

Na Figura 2 é retratada a condição das plantas 28 dias após a semeadura quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, etanólico e hexânico de semente de *C. spectabilis* na concentração de 0,5%.

Esperava-se que com a aplicação dos extratos as plantas de capim amargoso sofressem danos e até mesmo a morte. A Figura 2 mostra que a aplicação de extrato etanólico reduziu o percentual de plantas saudáveis comparado com a testemunha e com os demais extratos, se mostrando efetivo contra o *D. insularis*. Nesta mesma concentração o extrato hexânico também reduziu o número de plantas saudáveis comparado com a testemunha, mas o extrato aquoso apresentou resultado estatisticamente igual a testemunha.

Figura 2: Condição das plantas de *D. insularis* 28 dias após o plantio quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, etanólico e hexânico de *C. spectabilis* na concentração de 0,5% (m/v).



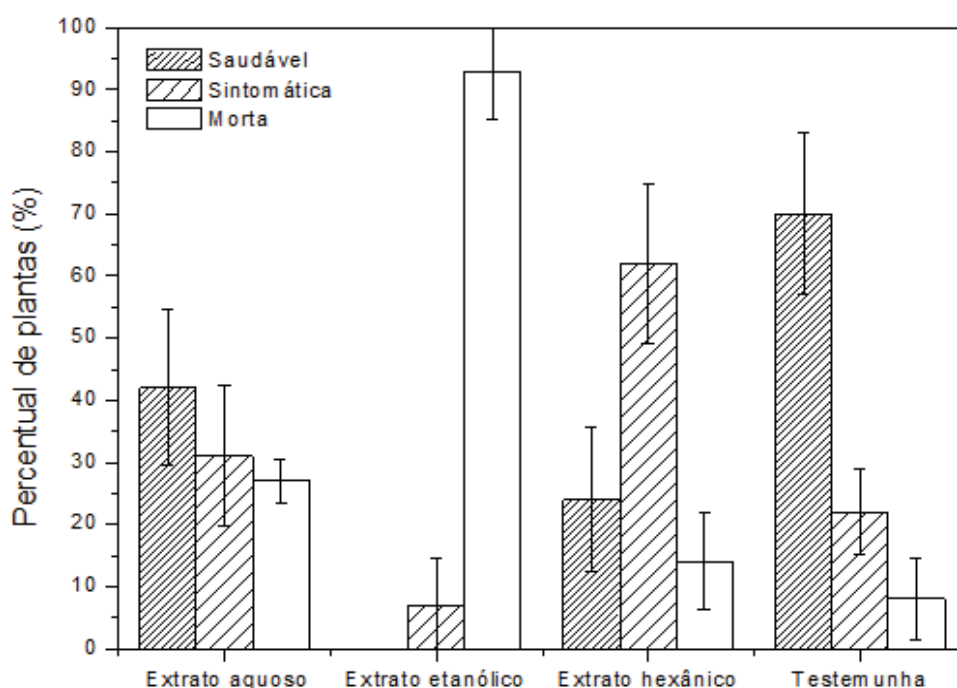
Fonte: O autor

Na mesma figura é possível observar que em relação as plantas que apresentaram sintomas, o extrato hexânico obteve aumento de plantas sintomáticas em relação a testemunha e em relação ao extrato aquoso, sendo efetivo para esta avaliação. No que se refere a plantas mortas, o extrato etanólico, mesmo tendo intervalo de confiança alto devido a alta variação de resultados entre repetições, apresentou aumento em relação a

testemunha, sendo este um resultado positivo pensando na redução da infestação de *D.insularis*.

A Figura 3 apresenta a condição das plantas 28 dias após a semeadura quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, etanólico e hexânico de semente de crotalária na concentração de 1,0%. Se referindo a plantas saudáveis, todos os tratamentos com extratos apresentaram redução em relação a testemunha, dando enfoque ao tratamento com extrato etanólico que não apresentou nenhuma planta saudável nesta concentração. No comparativo entre os extratos com relação as plantas sintomáticas, o extrato aquoso se mantém estatisticamente igual a testemunha. O percentual de plantas sintomáticas foi menor no extrato etanólico, o que pode ser avaliado de maneira positiva neste caso, pois a maior parte delas morreram. Avaliando o extrato hexânico, o número de plantas sintomáticas foi maior em relação a testemunha, o que é um resultado positivo, visto que o número de plantas saudáveis diminuiu.

Figura 3: Condição das plantas de *D. insularis* 28 dias após o plantio quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, etanólico e hexânico de *C. spectabilis* na concentração de 1,0% (m/v).



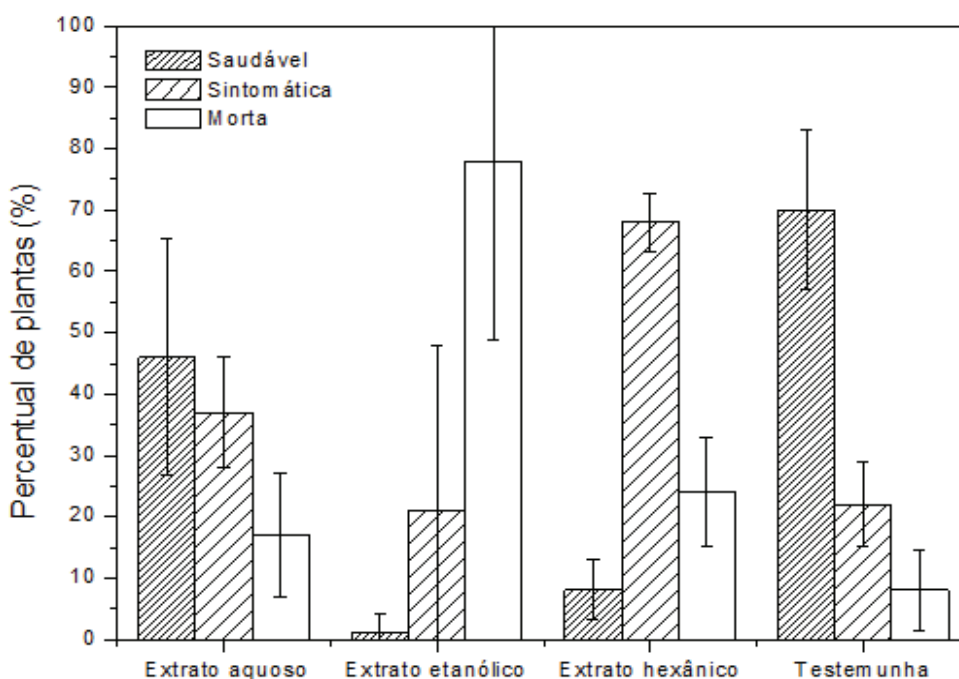
Fonte: O autor

No quesito plantas mortas, o extrato aquoso se mostrou eficiente em relação a testemunha, o extrato hexânico não apresentou resultados estatisticamente diferentes em

relação a testemunha. Já em destaque, o extrato etanólico apresentou mais de 90% de controle em plantas mortas, números altos até mesmo para herbicidas, se diferenciando da testemunha e dos demais extratos.

A Figura 4 apresenta a condição das plantas 28 dias após do plantio quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, etanólico e hexânico de semente de crotalária na concentração de 1,5%. Os resultados mostram que o percentual de plantas saudáveis no extrato etanólico e hexânico foi reduzido perante a testemunha, sendo o extrato etanólico com números abaixo dos 5% de plantas saudáveis. O extrato em água não apresentou diferença estatística em relação a testemunha para plantas saudáveis.

Figura 4: Condição das plantas de *D. insularis* 28 dias após do plantio quando submetidas aos efeitos do extrato aquoso, extrato etanólico e extrato hexânico de *C. spectabilis* na concentração de 1,5% (m/v).



Fonte: O autor

No que se refere a plantas sintomáticas, aquelas que apresentaram algum efeito de amarelecimento ou branqueamento, nos tratamentos com extrato na concentração de 1,5%, apenas o tratamento com extrato hexânico se diferiu estatisticamente da testemunha. Para plantas mortas o extrato aquoso e hexânico em 1,5% não foram efetivos no controle de *D. insularis*, não apresentando diferenças entre a testemunha, porém se deve observar que o extrato hexânico possui número alto de plantas sintomáticas, que

possivelmente remeteriam a um aumento de plantas mortas. O mesmo não ocorre no extrato etanólico que possui controle acima de 75% se diferindo, obtendo resultado positivo no controle de *D. insularis*.

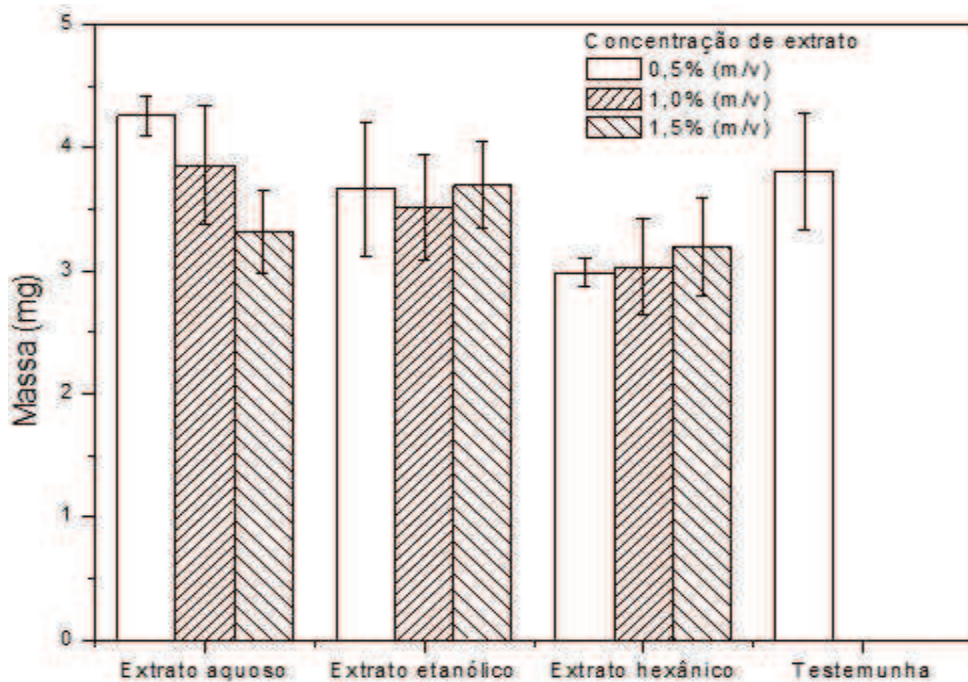
Os ácidos graxos, como o ácido linoleico e o ácido 15 metil hexadecanóico presentes nos extratos são importantes aleloquímicos que incitam no aumento de atividades de enzimas oxidativas, fazendo com que a permeabilidade das membranas seja alterada causando danos as plantas (FERRARESE et al., 2000). Os resultados apresentados nas Figuras 3 e 4, que apresentam os dados dos tratamentos com maior concentração de extrato, onde o extrato etanólico e hexânico apresentaram baixo percentual de plantas saudáveis, corroboram com aqueles apresentados na Tabela 1, possivelmente devido a maior proporção de ácido 15 metil hexadecanóico em relação ao extrato aquoso.

Resultados obtidos por Borella et al (2011) demonstram que efeitos inibitórios sobre o crescimento inicial das plantas também são atribuídos aos compostos fenólicos encontrados nos extratos, sendo que os efeitos alteram a fisiologia, metabolismo chegando a afetar em níveis celulares e respiratórios das plantas.

Já Lee (2007) observaram que plantas que sofrem efeitos alelopáticos tendem a apresentar aspectos branqueados a amarelados chegando a evoluir para necrose e posteriormente a morte em até duas semanas, o que é compatível com os resultados deste trabalho.

A Figura 5 apresenta o resultado de matéria fresca das plantas de *D. insularis* no 28^o dia após a sementeira, quando expostas aos extratos aquoso, etanólico e hexânico de sementes de *C. spectabilis*. A redução da matéria fresca está relacionada em menor tamanho e número de folhas em plantas sintomáticas e mortas em relação a plantas saudáveis. O resultado expresso em miligrama por planta mostra que apenas o tratamento com extrato hexânico a 0,5% se diferenciou estatisticamente da testemunha, tendo menor massa fresca. Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. O que difere de resultados obtidos por Carvalho (2014) que utilizando extrato aquoso de crotalária na concentração de 2,5% em plantas de alface observou aumento na matéria fresca.

Figura 5: Matéria fresca de plantas de *D. insularis* 28 dias após do plantio quando submetidas aos efeitos dos extratos aquoso, etanólico e hexânico de semente de *C. spectabilis* em diferentes concentrações.

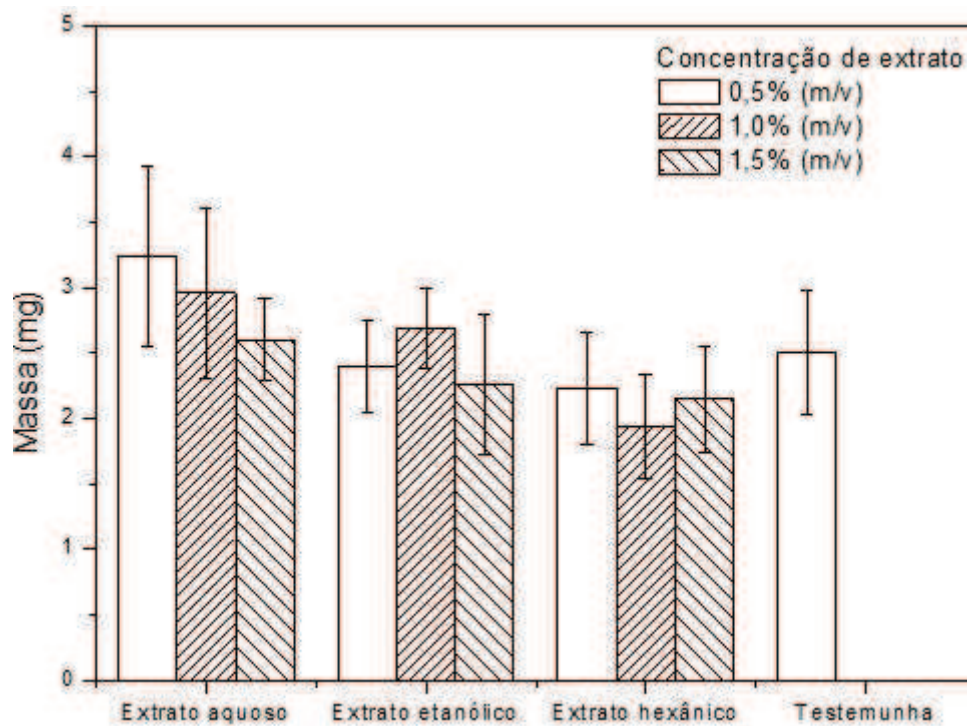


Fonte: O autor

A Figura 6 apresenta os resultados de matéria seca das plantas de *D. insularis* 28 dias após o plantio, onde as plantas foram expostas a diferentes concentrações de extratos aquoso, etanólico e hexânico de sementes de *C. spectabilis*. Sendo que a matéria seca está ligada também ao tamanho de planta, número de folhas e a matéria fresca. Os resultados obtidos para os diferentes extratos e suas concentrações são estatisticamente iguais em relação a testemunha, sendo assim não houve redução de matéria seca mesmo com as aplicações. Resultados estes que diferem dos resultados de Nunes et al (2014) onde foi observado aumento na matéria seca de alface quando aplicados extratos de crotalária.

Devido a mortalidade de algumas plantas após a aplicação dos extratos, pode haver uma tendência de aumento de matéria fresca e de matéria seca consequentemente. E isso se deve a menor competição entre o *D. insularis* devido a mortalidade das plantas, assim as que resistem nas gerbox tem menor concorrência por água, nutrientes e luz, podendo assim se desenvolver melhor.

Figura 6: Matéria seca de plantas de *D. insularis* 28 dias após do plantio quando submetidas aos extratos aquoso, etanólico e hexânico de *C. spectabilis* em diferentes concentrações.



Fonte: O autor

4 CONCLUSÕES

A análise dos extratos por cromatografia a gás revelou apenas a presença de três ácidos graxos saturados.

Nenhum dos extratos de *C. spectabilis* utilizados no trabalho interferiu na altura de plantas e matéria seca de *D. insularis*. Já para matéria fresca apenas o tratamento com extrato hexânico na concentração de 0,5% apresentou resultado estatisticamente menor em relação a testemunha.

O tratamento com extrato hexânico apresentou maiores porcentagens de plantas sintomáticas de *D. insularis*. A maior mortalidade de plantas foi causada pela aplicação de extrato etanólico de *C. spectabilis*.

A análise química dos extratos revelou a presença em grande proporção de ácido 15 metil hexadecanóico no extrato etanólico e hexânico, extratos que apresentaram maior efetividade no controle de *D. insularis*.

Os resultados mostram que o uso de extratos de semente de *C. spectabilis* é promissor no controle de *D. insularis*, entretanto mais estudos são necessários, principalmente no que se refere a obtenção de dados mais precisos, isolamento de compostos responsáveis pelo efeito, e aplicações em outras plantas espontâneas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L. D.; 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.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. **Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto.** Revista Biotemas, v. 22, n. 2, p. 67 - 75, 2009.
- BORELLA, J.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z. **Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete.** Revista Brasileira de Biociências, v. 9, n. 3, p. 398 - 404, 2011.
- CARVALHO, L. B. (2011). **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate.** 119f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal (Tese de Doutorado em Agronomia).
- CARVALHO, W. P. D.; **Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface.** Bioscience Journal. v. 30, supplement 3, p. 1 - 11, 2014.
- COELHO, F. M.; OLIVEIRA, S. G. D.; BALIZA, D. P.; CAMPOS, A. N.D. R. **Efeito de extratos de plantas espontâneas na germinação e no crescimento inicial do feijão comum.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9, n. 3, p. 185 - 192, 2014.
- DIAS, A. C.R.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Problemática da ocorrência de diferentes espécies de Capim-Colchão (*digitaria* spp.) na Cultura da Cana-de-Açúcar.** Planta Daninha, v. 25, n. 2, p. 489 - 499, 2007.
- FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; FERRARESE FILHO. **Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture.** Acta Physiologiae Plantarum, v. 22, p. 121-124, 2000.
- FERREIRA, A. G. & AQUILA, M. E. A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 12, p. 175 - 204, 2000.
- GAZOLA, T.; BELAPART, D.; CASTRO, E. B.; CIPOLA FILHO, M. L.; DIAS, M. F. **Características biológicas de *Digitaria insularis* que conferem sua resistência à herbicidas e opções de manejo.** Científica, v. 44, n. 4, p. 557 – 567, 2016.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). **Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives.** Blackwell Scientific Publications, 7th Edition; Method 2.301; Report of IUPAC Working Group WG 2/87; 1987.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: BASF Brasileira, 675-678. Tomo I. 1997.

KOZLOWSKI, L. A. **Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura.** Planta Daninha, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

LEE, D. L. **The discovery and structural requirements of inhibitors of hydroxyphenylpyruvate dioxygenase.** Weed Science. v. 45, p. 601 – 609, 1997.

LIMA, C.; PEREIRA, L. M.; MAPELI, N. C. **Potencial alelopático de crotalária, feijão-deporco e gergelim na germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto (*Bidens pilosa*).** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n. 2, p. 1175 - 1178, 2007.

NUNES, J. V. D. **Atividade alelopática de extratos de plantas de cobertura sobre soja, pepino e alface.** Revista Caatinga, v. 27, n. 1, p. 122 – 130, 2014.

PACHECO, J. S.; SILVA-LÓPEZ, R. E. S. **Genus *Crotalaria* L. (Leguminosae).** Fitos, v. 5, n. 3, p. 43 - 52, 2010.

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

RICKLEFS, R. E. 1996. **A economia da natureza.** 3º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 470 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária.** Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

TEIXEIRA, C. M. **Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.).** Ciência e agrotecnologia. v. 28, n. 3, p. 691 - 695, 2004.

VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. **Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos.** Horticultura Brasileira, v. 29, p. 562 - 568, 2011.