



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS –
CCAA/UFMA
CAMPUS IV – CHAPADINHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS



JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE

**FITOTOXICIDADE DA ESPÉCIE *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

CHAPADINHA

2022

JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE

**FITOTOXICIDADE DA ESPÉCIE *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, campus Chapadinha, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Sinval Garcia Pereira

CHAPADINHA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Cantanhede, Joecila Cordeiro.

FITOTOXICIDADE DA ESPÉCIE *Ipomoea asarifolia* Desr.
Roem. & Schultz NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS / Joecila
Cordeiro Cantanhede. - 2022.
78 p.

Orientador(a): Sinval Garcia Pereira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais/ccaa, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha, 2022.

1. Alelopatia. 2. Bioerbicida. 3. Metabólitos
secundários. 4. Planta tóxica. 5. Salsa-brava. I.
Pereira, Sinval Garcia. II. Título.

JOECILA CORDEIRO CANTANHEDE

**FITOTOXICIDADE DA ESPÉCIE *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, campus Chapadinha, como parte do requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais na área de concentração de Bioprospecção de Produtos Naturais.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos

Prof. Dr. Hilton Costa Louzeiro

Dedico este trabalho a minha querida mãe, ao meu pai, meus irmãos e meus amigos que acreditaram e incentivaram a minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento é a Deus por ter me dado perseverança, coragem e sabedoria nesses longos meses de pesquisa, estudo e muita ansiedade. Por ter sido meu guia e minha calmaria para concluir meu objetivo.

Agradeço a minha mãe maravilhosa por sempre se preocupar com meu bem-estar e sempre me apoiar sendo de perto ou longe. A mulher que me incentivou desde o início e que nunca me deixou desamparada. Tenho muito orgulho de ser sua filha.

Agradeço ao meu pai, que mesmo longe, sempre que manteve contato se preocupou com a minha vida acadêmica e sempre me puxou a orelha com o processo ao decorrer da pós-graduação.

Agradeço a minha irmã Jociane, por sempre estar ao lado da minha mãe lhe fazendo companhia e cuidado nos momentos que não puder estar.

Agradeço ao meu irmão Jocone por sempre estar disponível em qualquer apetrecho no meu computador e pelas suas criações sempre que necessária.

Agradeço aos meus amigos Danilo, Elayne e Rayete, meus amigos desde a graduação que mesmo de longe estiveram me apoiando, dando bons conselhos e levantando meu astral por inúmeras vezes que estive triste e desanimada. Vocês são a família que eu escolhi ter na minha vida

Agradeço ao meu amigo Vitor Augusto por sua disponibilidade em me ajudar.

Agradeço aos amigos que o mestrado me proporcionou conhecer, a Rosimeire minha companheira de laboratório, Camila, Maria Helena e Amanda. Obrigada por todo o companheirismo, conversas e ajudas.

Agradeço ao meu querido orientador Prof. Dr. Sinval Garcia Pereira, pela honra de contar com sua orientação durante toda essa trajetória.

Agradeço ao Laboratório de Química Orgânica, Química de Produtos Naturais e Ecologia Química (LOPNEQ) por toda estrutura para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos amigos, colegas e funcionários da UFMA campus Chapadinha obrigada por me ajudarem, por sempre estarem atentos e prestativos.

Agradeço a Prof. Dra. Raysa Valéria por todas orientações na área botânica e sua disponibilidade.

Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa durante o curso.

Agradeço imensamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, coordenação e docentes por se fazerem presentes nessa etapa da minha vida acadêmica.

“Pesquisar é acordar para o mundo”

(Marcelo Lamy)

RESUMO

Para minimizar os impactos na agricultura por conta das plantas daninhas, nos últimos anos a procura por herbicidas que causam menos danos ambientais vem crescendo. Uma dessas procuras são as plantas que conseguem sintetizar fitotoxinas que apresentam atividade inibitória ou crescimento de outras plantas, o que possibilita uma nova alternativa para a agricultura sustentável. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial fitotóxico *Ipomoea asarifolia*, no controle inibitório e crescimento da planta daninha *Leucaena leucocephala*. Os materiais botânicos foram coletados, secos, triturados e utilizados para o preparo dos extratos brutos por meio da maceração etanólica, decocção. Foi realizada a partição para obtenção da fração orgânica e aquosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 5 repetições e os dados foram aplicados a ANOVA e ao teste de Tukey a 1% de probabilidade para as múltiplas comparações. Observou-se que a espécie *I. asarifolia* apresenta metabólitos secundários capazes de realizar pela atividade alelopática sobre as sementes de *L. leucocephala* e foram identificados os compostos flavonóides, antocianinas e taninos condensados. Além disso, constatou-se que as sementes da leucena apresentam uma maior sensibilidade ao extrato etanólico obtido das folhas da *I. asarifolia*, de modo que os aleloquímicos presentes aumentam a inibição à medida que a concentração dos extratos também aumenta. Portanto, os resultados indicam a *Ipomoea asarifolia* possui um elevado potencial alelopático de desenvolver métodos que visam controlar a germinação e o desenvolvimento da *Leucaena leucocephala* assim como diminuir os ativos tóxicos utilizados na agricultura para controle da mesma.

Palavras-chaves: Alelopatia; Bioerbicida; Metabólitos secundários; Salsa-brava; Planta tóxica.

ABSTRACT

To minimize the impacts on agriculture due to weeds, in recent years the search for herbicides that cause less environmental damage has been growing. One of these searches are the plants that can synthesize phytotoxins that present inhibitory activity or growth of other plants, which enables a new alternative for sustainable agriculture. In this sense, the objective of this study was to evaluate the phytotoxic potential of *Ipomoea asarifolia*, in the inhibitory control and growth of the weed *Leucaena leucocephala*. The botanical materials were collected, dried, crushed and used for the preparation of the crude extracts by means of ethanolic maceration, decoction. Partition was performed to obtain the organic and aqueous fractions. The experimental design was entirely randomized with 7 treatments and 5 repetitions and the data were applied to ANOVA and Tukey's test at 1% probability for multiple comparisons. It was observed that the species *I. asarifolia* presents secondary metabolites capable of performing allelopathic activity on the seeds of *L. leucocephala* and the compounds flavonoids, anthocyanins and condensed tannins were identified. In addition, it was found that the seeds of *leucena* show a greater sensitivity to the ethanolic extract obtained from the leaves of *I. asarifolia*, so that the allelochemicals present increase the inhibition as the concentration of the extracts also increases. Therefore, the results indicate *Ipomoea asarifolia* has a high allelopathic potential to develop methods aimed at controlling the germination and development of *Leucaena leucocephala* as well as decrease the toxic actives used in agriculture to control it.

Keywords: Allelopathy; Bioerbicide; Secondary metabolites; Wild parsley; Toxic plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário.....	27
Figura 2. Estrutura química de taninos hidrolisáveis.....	28
Figura 3. Estrutura química de taninos condensados.....	29
Figura 4. Folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> expandidas e saudáveis	31
Figura 5. Flores da <i>Ipomoea asarifolia</i> coletadas.....	31
Figura 6. Sementes da <i>Leucaena leucocephala</i> (leucena) após a quebra de dormência com H ₂ O (água) e 92% de H ₂ SO ₄ (ácido sulfúrico) no processo de secagem.....	32
Figura 7. Folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> no dia 1º dia de secagem na sombra.....	33
Figura 8. Folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> no 10º dia de secagem na sombra.....	33
Figura 9. Pesagem das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> trituradas totalizando 1003,95g e usada 1000g para o processo de extração.....	34
Figura 10. Solvente extrato (álcool etílico 92,8º) sendo evaporado em rota-evaporador à 50°C.....	34
Figura 11. Partição líquido-líquido realizada a partir do extrato etanólico <i>in natura</i> das flores da <i>Ipomoea asarifolia</i>	36
Figura 12. Montagem dos bioensaios de germinação da fração orgânica das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> contendo em cada placa de Petri 10 sementes de leucena com dormência quebrada	37
Figura 13. Montagem dos bioensaios de desenvolvimento de radícula e hipocótilo da fração aquosa das flores da <i>Ipomoea asarifolia</i> contendo em cada placa de Petri 5 sementes de leucena com dormência quebrada	39
Figura 14. Figura representativa dos bioensaios de germinação.....	42
Figura 15. Extrato etanólico bruto das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> pesando 137,58g.....	44
Figura 16. Valores médios da porcentagem de germinação do extrato etanólico bruto das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	46

Figura 17. Valores médios da porcentagem de germinação da fração orgânica das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	47
Figura 18. Valores médios da porcentagem de germinação da fração aquosa das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	48
Figura 19. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) do extrato etanólico bruto obtido a partir da folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	49
Figura 20. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração aquosa obtido a partir da folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	50
Figura 21. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração orgânica obtido a partir da folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	51
Figura 22. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas do extrato etanólico bruto obtido das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	52
Figura 23. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração orgânica da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	53
Figura 24. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração aquosa obtidas das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	54
Figura 25. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas do extrato etanólico bruto da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	55
Figura 26. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração orgânica obtida da folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	56
Figura 27. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração aquosa obtidas da folha da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	57
Figura 28. Valores médios da porcentagem de germinação do extrato etanólico bruto das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	57
Figura 29. Valores médios da porcentagem de germinação da fração orgânica das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	58
Figura 30. Valores médios da porcentagem de germinação da fração aquosa das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i> .	59
Figura 31. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) do extrato etanólico bruto obtido a partir da flor <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i>	60

Figura 32. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração orgânica obtido a partir da flor <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i>	60
Figura 33. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração aquosa obtido a partir da flor <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i>	61
Figura 34. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas do extrato etanólico bruto das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	62
Figura 35. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração orgânica das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	63
Figura 36. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração aquosa obtido a partir das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	64
Figura 37. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas do extrato etanólico bruto obtido a partir das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	65
Figura 38. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração orgânica obtido a partir das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	66
Figura 39. Valores médios do crescimento do hipocótilo das plântulas da fração aquosa obtido a partir das flores <i>in natura</i> da <i>Ipomoea asarifolia</i> sobre as sementes da <i>Leucaena leucocephala</i>	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Métodos de controle de plantas daninhas na agricultura.....	22
Tabela 2. Número de metabólitos secundários relatados a partir das plantas superiores.....	26
Tabela 3. Concentrações aplicadas nos tratamentos de acordo com o tipo de extrato ou fração e a parte botânica utilizada.....	43
Tabela 4. Rendimentos (R%) dos extratos vegetais das folhas e flores da <i>Ipomoea asarifolia</i>	45
Tabela 5. Rendimentos das frações (RF%) das folhas e flores da <i>Ipomoea asarifolia</i>	45
Tabela 6. Quantificação de teor de sólidos totais (%TST), índice de Stiasny (%I) e teor de taninos condensados (%TTC)	67
Tabela 7. Triagem fitoquímica de diferentes classes de metabólitos secundários das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i>	67
Tabela 8. Triagem fitoquímica de diferentes classes de metabólitos secundários das flores da <i>Ipomoea asarifolia</i>	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem (por cento)
%AH	Porcentagem Alongamento Relativo do hipocótilo
%AR	Porcentagem Alongamento Relativo á radícula
%G	Porcentagem de germinação
±	Mais ou menos
ANOVA	Análise de Variância
C	Controle
CH ₂ Cl ₂	Diclorometano
CH ₂ O	Formaldeído
cm	Centímetro
CO ₂	Gás Carbônico
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EEB	Extrato Etanólico Bruto
EEBFl	Extrato Etanólico Bruto Flores
EEBFo	Extrato Etanólico Bruto Folhas
FA	Fração Aquosa
FAFl	Fração Aquosa Flores
FAFo	Fração Aquosa Folhas
FeCl ₃	Cloreto férrico
FO	Fração Orgânica
FOFl	Fração Orgânica Flores
FOFo	Fração Orgânica Folhas
g	Gramas
h	Hora
H ₂ O	Água
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HCl	Ácido Clorídrico
I%	Índice de Stiasny
IVG	Índice de Velocidade de Germinação

LOPNEQ Laboratório De Química Orgânica, Química De Produtos Naturais E Ecologia Química

m/V Massa por volume

ml Mililitros

mm Milímetro

ND Nada

° Graus

° C Graus Celsius

p<0,0001 Significância do nível de 1% de Probabilidade

R% Porcentagem de Rendimento

RF% Porcentagem de Rendimento Fração

SIA Sociedade Internacional De Alelopatia

TST Teor de Sólidos Totais

TTC Teor de Taninos Condensados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Plantas Daninhas	20
2.1.1 <i>Leucena - Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit</i>	<i>20</i>
2.2 Condições ambientais que favorecem as plantas daninhas	21
2.3 Métodos de controle de plantas daninhas	22
2.4 Alelopatia.....	24
2.5 Origem metabólica (biossíntese).....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Área de estudo.....	30
3.2 Obtenção do material botânico da espécie vegetal doadora	30
3.3 Obtenção do material botânico da espécie vegetal receptora.....	32
3.4 Experimento I - Extratos e frações das folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i>	32
3.4.1 <i>Preparo do extrato das folhas</i>	<i>32</i>
3.4.2 <i>Obtenção das frações das folhas</i>	<i>35</i>
3.5 Experimento II – Extratos e frações das flores in natura da <i>Ipomoea asarifolia</i>	35
3.6 Aplicação dos extratos e frações dos experimentos I e II.....	36
3.6.1 <i>Bioensaios de germinação.....</i>	<i>36</i>
3.6.1.1 <i>Parâmetros avaliados nos bioensaios de germinação nos experimentos I e II.....</i>	<i>37</i>
3.6.2 <i>Bioensaios de desenvolvimento de hipocótilo e radícula.....</i>	<i>39</i>
3.6.2.1 <i>Parâmetros avaliados nos bioensaios de desenvolvimento de hipocótilo e radícula nos experimentos I e II.....</i>	<i>39</i>
3.6.3 <i>Extração e quantificação de taninos condensados.....</i>	<i>40</i>
3.6.4 <i>Triagem fitoquímica de metabólitos secundários.....</i>	<i>41</i>
3.6.4.1 <i>Taninos</i>	<i>41</i>
3.6.4.2 <i>Saponinas</i>	<i>42</i>
3.6.4.3 <i>Flavonoides e antocianinas.....</i>	<i>42</i>
3.7 Delineamento experimental dos experimentos I e II	42
3.8 Análise estatística.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44

4.1 Rendimento dos extratos.....	44
4.2 Experimento I – Avaliação do potencial alelopático dos extratos e frações a partir folhas da <i>Ipomoea asarifolia</i>.	45
4.2.1 Porcentagem de Germinação	45
4.2.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Experimento I.....	48
4.2.3 Crescimento inicial da radícula das plântulas.....	50
4.3 Experimento II - Extratos e frações das flores in natura da <i>Ipomoea asarifolia</i>	57
4.3.1 Porcentagem de Germinação	57
4.3.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Experimento II	59
4.3.3 Crescimento inicial das plântulas em câmara de germinação.....	60
4.4 Quantificação de taninos condensados	67
4.5 Triagem fitoquímica dos extratos e frações	67
5 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial marcou um salto no período pós-segunda guerra mundial, no meado do século passado, esse marco trouxe consigo o aumento da produção agrícola. Para tal, a modernização e avanços tecnológicos se revelaram necessários para ter um plantio com menos perdas, além um de controle mais eficaz no combate à pragas, doenças e plantas daninhas.

As plantas daninhas impossibilitam o nascimento, crescimento de outras plantas e essa barreira agride de forma direta os cultivares de interesse econômico. O grau de interferência dessas plantas nas culturas agrícolas depende da comunidade infestante, de fatores ligados a cultivar, do ambiente e do período de convivência (DUARTE et al., 2002; PITELLI, 1987).

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

Para evitar essa barreira provocada por plantas daninhas, o uso de agrotóxicos é implementado nas agriculturas. O uso de agroquímico tornou-se, então, comum nas propriedades agrícolas, como agente de controle de pragas, doenças e plantas daninhas (MENDONÇA, 2008). Entretanto, o uso dos produtos químicos inseridos na agricultura traz consigo grandes riscos à saúde dos agricultores, bem como ao meio ambiente.

A preocupação com os efeitos danosos dos agrotóxicos à saúde pública e a conscientização sobre a necessidade de proteção ambiental e utilização racional dos recursos naturais têm aumentado a demanda por agentes biologicamente renováveis, como os herbicidas naturais (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

Atualmente a busca por produtos de origem natural que causem baixo impacto ambiental estimula a pesquisa com produtos naturais, sendo que projetos no âmbito da alelopatia podem ser uma alternativa interessante e viável para obtenção de novas substâncias que venham atender as necessidades atuais e futuras da agricultura (SANTOS, 2012).

As fitotoxinas naturais podem ocasionar um processo que é conhecido como alelopatia. A alelopatia é usualmente definida como capacidade das plantas em produzirem substâncias químicas, denominados aleloquímicos, que quando liberadas no ambiente, influenciam de forma favorável ou desfavorável o desenvolvimento de outras plantas (SHIRGAPURE ; GHOSH, 2020).

Substâncias com potencial alelopático contribuem para o controle de espécies invasoras, reduzindo o desenvolvimento das plântulas e interferindo no seu crescimento (ISMAIL et al., 2016; KHANAM et al., 2007, SILVA e AQUILA, 2006).

Dentre as diversidades de famílias de espécies vegetais, podem-se destacar as oriundas da família Convolvulaceae destacam-se as Ipomoeas, amplamente distribuídas por todo o mundo, bastante conhecidas e cultivadas devido ao aspecto ornamental que suas flores campanuladas e de cores vibrantes oferecem. Porém é sabido que espécies de Ipomoeas são tóxicas (SCHWARZ et al., 2004). Dentre suas substâncias presentes, ditos classes de metabolitos secundários, estas estimulam e inibem o crescimento de plantas daninhas.

Assim, diante da inexistência de trabalhos similares sobre a toxicidade do gênero *Ipomoea* e da forte relação encontrada na literatura entre invasão e alelopatia, este trabalho teve como objetivo investigar se a espécie *Ipomoea asarifolia* possui atividade fitotóxica *in vitro* dos extratos e frações sobre a germinação de sementes de plantas daninhas e, também, os efeitos sobre o hipocótilo e radícula destas plantas. Em sequência, se pretende definir as concentrações letais dos extratos e frações nas ações de potencial fitotóxico.

E por fim, o desenvolvimento desta pesquisa também fomenta a elaboração de um novo bioerbicida que pode gerar menos efeitos indesejáveis provenientes dos resíduos tóxicos e a estimulação de novas pesquisas com métodos alternativos de controle de plantas daninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas Daninhas

Os termos “plantas invasoras”, “plantas daninhas” e “ervas daninhas” têm sido empregados indistintamente na literatura brasileira. Essas plantas são também designadas como plantas ruderais, plantas silvestres, mato ou inço. Entretanto, todos estes conceitos baseiam-se na sua indesejabilidade em relação a uma atitude humana (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

Na realidade, as plantas daninhas surgiram quando o homem iniciou suas atividades agrícolas, separando as benéficas (plantas cultivadas) das maléficas (plantas daninhas). De maneira que as plantas daninhas se encontram onde está o homem, porque é ele que cria o ambiente favorável a elas. O homem é, provavelmente, o responsável pela evolução das plantas daninhas, bem como das plantas cultivadas (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

A competição é a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas. Os recursos que mais frequentemente estão sujeitos à competição são nutrientes minerais essenciais, água, luz e espaço. Certas espécies interferem alelopaticamente sobre as plantas cultivadas, causando sérios prejuízos ao seu crescimento, seu desenvolvimento e sua produtividade (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

Os efeitos negativos causados pela presença das plantas daninhas não devem ser atribuídos exclusivamente à competição, mas sim a uma resultante total de pressões ambientais, que podem ser diretas (competição, alelopatia, interferência na colheita) e indiretas (hospedar insetos, doenças e outras) (EMBRAPA, 2007).

Considerando-se que o banco de sementes das plantas daninhas é o solo, se nada é feito para evitar a produção de sementes, o número de plantas daninhas emergindo a cada ano tende a aumentar significativamente, levando a perda na produção, aumento da dependência do uso de herbicidas e, conseqüentemente, aumentando os custos com controle (MENDONÇA, 2008)

O estudo germinativo é de fundamental importância para quem trabalha com o manejo de plantas daninhas, pois a semente é uma das vias de entrada dos herbicidas, além das partes das plantas, como hipocótilo, radícula, caulículo etc (SILVA E SILVA, 2007).

2.1.1 Leucena - *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

Leucaena leucocephala é uma espécie popularmente conhecida como leucena, mas também recebe o nome de deserto-verde e árvore-do-conflito.

A leucena *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) é pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae originária do México é encontrada em toda a região tropical, é uma

espécie que apresenta múltipla utilização, com destaque para o reflorestamento de áreas degradadas, alimentação animal e adubação verde (TOKARNIA et al., 2000).

De acordo com Costa e Durigan (2010), a *Leucaena leucocephala* reúne alguns atributos típicos de espécies com alto potencial como invasoras, que são árvores de crescimento rápido (BLOSSEY e NÖTZOLD, 1995), pioneiras heliófitas (REJMÁNEK, 1996) e produzem sementes em grande quantidade (NOBLE, 1989). A espécie reúne, ainda, vários atributos que são considerados favoráveis para ervas daninhas invasoras (BAKER et al., 1965, 1974), quais sejam: capacidade de se reproduzir sexual e assexuadamente (leucena não se multiplica vegetativamente, mas rebrota sucessivas vezes após o corte), crescimento rápido, curto período pré-reprodutivo, alta plasticidade e tolerância a ambientes diversos.

Analizada sob o ponto de vista das invasões biológicas, é importante notar que a maioria dos registros feitos de leucena aponta que ela é conhecida como planta daninha em mais de 25 países em todos os continentes, exceto na Antártida. Ela só não apresenta caráter invasor na América Central e no Oriente Médio. Em todas as regiões ela foi introduzida intencionalmente pelos humanos, até mesmo em países da América Central próximos à sua região geográfica de origem (MACHADO 2018; WALTON, 2003).

2.2 Condições ambientais que favorecem as plantas daninhas

Para sobreviver, as plantas daninhas desenvolveram características que mantêm suas estruturas de propagação vivas, mesmo em ambientes, ou épocas do ano, com determinadas limitações de recursos como luz, água, temperatura. (BRIGHENTI E OLIVEIRA, 2011).

Normalmente, cada espécie requer uma temperatura ideal para germinação. A temperatura ótima é aquela que permite a obtenção da maior percentagem de emergência no menor espaço de tempo. Em temperatura abaixo da ótima, a velocidade da germinação é menor, o que resulta na diminuição do estande, porque as sementes ficam por períodos prolongados nos estágios iniciais da germinação, tornando-se mais suscetíveis ao ataque de microrganismos patogênicos (SILVA E SILVA, 2007).

Há espécies cujas sementes germinam somente em regime de alternância de temperatura. Algumas espécies de plantas daninhas germinam somente no escuro, outras em luz contínua, outra necessitam de breve iluminação e outras são indiferentes, fenômeno semente ao fotoperiodismo observado no florescimento (SILVA E SILVA, 2007).

A dormência pode ser definida como um processo pelo qual as sementes de determinadas espécies, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para germinar, deixam de fazê-lo (CARVALHO & NAKAGAWA 1988).

O tempo pelo qual os propágulos das plantas daninhas mantêm sua viabilidade no solo é fruto da coexistência de inúmeros mecanismos de dormência. Se estas sementes não possuíssem grande longevidade, as medidas de controle representariam grande impacto sobre suas densidades populacionais e a erradicação das plantas seria relativamente fácil. (BRIGHENTI E OLIVEIRA, 2011).

Se a semente não estiver em estado de dormência e houver condições ambientais favoráveis, como adequado suprimento hídrico, temperatura, concentração de oxigênio e presença ou ausência de luz, conforme ela seja fotoblástica positiva ou negativa, ela entrara em processo de germinação (PROPINIGIS, 1974; METIVER, 1986; FERRI, 1985).

2.3 Métodos de controle de plantas daninhas

O controle das plantas daninhas destaca-se dentre as principais problemáticas enfrentadas pelos produtores de alimentos no mundo (COSTA et al., 2018). Todavia, o controle de plantas daninhas consiste na adoção de práticas que resultam na redução da competitividade das infestantes, sem necessariamente eliminá-las completamente ou erradicá-las (AGOSTINETTO et al., 2015).

As possibilidades de controle de plantas daninhas incluem os métodos preventivo, cultural, mecânico, biológico e químico (SILVA e SILVA, 2007).

Tabela 1. Métodos de controle de plantas daninhas na agricultura

Tipos de controle	Descrição	Citado
Preventivo	Consiste no uso de práticas que visam prevenir a introdução, o estabelecimento e, ou, a disseminação de determinadas espécies-problemas em áreas ainda por elas não infestadas.	SILVA E SILVA, 2007

 Cultural	Consiste na utilização de todas as práticas agrícolas que possam ser capazes de promover melhor desenvolvimento da cultura, através do uso de vantagens na competição de espécies infestantes.	SILVA et al., 2012
 Mecânico	O controle mecânico consiste no uso de práticas de eliminação de plantas daninhas por meio de efeito físico-mecânico, seja por tração humana, animal ou tratorizada.	RONCHI et al., 2010
 Físico	Em solos planos e nivelados, a inundação é um efetivo método de controle de plantas daninhas. Esta prática causa a morte de plantas sensíveis, em virtude da suspensão de oxigênio para suas raízes.	SILVA E SILVA, 2007
 Biológico	Relaciona-se ao uso de inimigos naturais das plantas daninhas como insetos, fungos, bactérias, ácaros e animais que predam e parasitam as invasoras.	CONSTANTIN, 2011
 Químico	Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas. O termo “seleção” se refere à atuação desses produtos, provocando a morte de certas plantas e de outras não.	JÚNIOR, 2011

Fonte: De autoria própria, 2022.

Para adoção de qualquer medida de controle, o meio na qual as plantas daninhas se encontram deve ser tratado como um ecossistema capaz de responder a qualquer mudança imposta, não se limitando à aplicação de herbicidas ou uso de qualquer outro método isoladamente (SILVA e SILVA, 2007).

2.4 Alelopatia

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” (GOMES, 2016).

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).

De acordo com Miller (1996) o efeito alelopático pode ser classificado em dois tipos: autotoxicidade – é um mecanismo intraespecífico de alelopatia que ocorre quando uma espécie libera determinada substância que inibe ou retarda a germinação ou crescimento de plantas da própria espécie; heterotoxicidade – ocorre e quando uma substância com efeito fitotóxico é liberada por determinada planta afetando a germinação e crescimento de outra espécie (PIRES E OLIVEIRA, 2011; MILLER, 1996).

Muitas vezes o fenômeno da alelopatia é confundido com competição, pelo fato de que, em determinadas situações, ambos influenciam no crescimento e/ou desenvolvimento da planta circundante. Contudo, na alelopatia ocorre adição de um fator biológico ao meio ambiente, já na competição, há remoção ou redução de algum fator ambiental (água, luz, nutrientes, etc.), necessário para o crescimento de ambas as plantas que os disputam (ZANINE; SANTOS, 2004). Entretanto a alelopatia não provoca uma competição pelos recursos limitados, como luz, água e nutrientes (PARENTE, 2014).

As plantas são hábeis em produzir aleloquímicos em todos os seus órgãos (folha, caules, raízes, flores, frutos e sementes). A quantidade dos compostos produzidos depende da espécie e das condições ambientais (SILVA E SILVA, 2011).

Essas substâncias alelopáticas são liberadas dos tecidos da planta para o ambiente de diferentes formas, através de volatilização, exsudação radicular, lixiviação e decomposição de

folhas ou de outras partes da planta que caem no solo e sofrem ação do clima, dos microrganismos, da chuva e do orvalho (SILVA E SILVA, 2011).

Entre os efeitos alelopáticos mais comuns constatados na bibliografia corrente sobre o crescimento vegetal, é destacada a interferência dos aleloquímicos na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e reduzindo o conteúdo de clorofila na planta (REZENDE et al., 2003; REIGOSA et al., 2006).

Dentre os estádios do desenvolvimento vegetal influenciados pelos aleloquímicos, a germinação é a menos sensível, ao passo que a sua quantificação experimental é muito mais simples, pois a semente germina ou não germina (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

A atividade promovida pelos aleloquímicos tem sido pesquisada como complemento ou alternativa ao uso de herbicidas. A maioria desses aleloquímicos é resultante do metabolismo secundário, porque, ao longo da evolução das plantas, representaram alguma vantagem contra a ação de microrganismo (fungos e bactérias), vírus, insetos, e outros patógenos e predadores, seja, inibindo suas atividades, seja estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (WALLER, 1999).

Existe uma diversidade de espécies vegetais apresentam propriedades alelopáticas, que fornecem subsídios para serem usadas como defensivos na agricultura, quer seja pela estimulação do crescimento da planta ou mesmo por dispor de ação biológica no controle de ervas daninhas (SILVA, 2018).

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).

Na agricultura, os estudos alelopáticos podem ser de grande importância, servindo para desvendar muitas causas de insucessos dos cultivares que não obtiveram o desempenho esperado, se tornando uma importante e vantajosa ferramenta para a agronomia (SOUZA-FILHO, 2006; GOLDFARB et al., 2009).

A identificação e estudo desses aleloquímicos podem ser feitas por meio de extratos orgânicos ou aquosos obtidos das plantas (COELHO et al., 2011), os extratos, frações e metabólitos secundários obtidos das mais diferentes famílias de plantas são investigados para verificar efeitos alelopáticos (FRIEDMAN, 1995).

2.5 Origem metabólica (biossíntese)

O metabolismo secundário vegetal, através de rotas metabólicas diversas e a partir de substâncias formadas no metabolismo primário, forma uma grande variedade de compostos orgânicos, os quais recebem o nome de metabólitos secundários (DELBONE, 2010).

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.

As plantas superiores desenvolveram notável capacidade de sintetizar, acumular e secretar grande variedade de metabólitos secundários, denominados aleloquímico, que não parecem relacionados diretamente com nenhuma função do metabolismo primário, mas provavelmente estão associados a mecanismos ou estratégias químicas de adaptação às condições ambientais (SILVA E SILVA, 2011). Na tabela 2 é apresentado o número de metabolitos secundários relatados em plantas superiores.

Tabela 2. Número de metabólitos secundários relados a partir das plantas superiores.

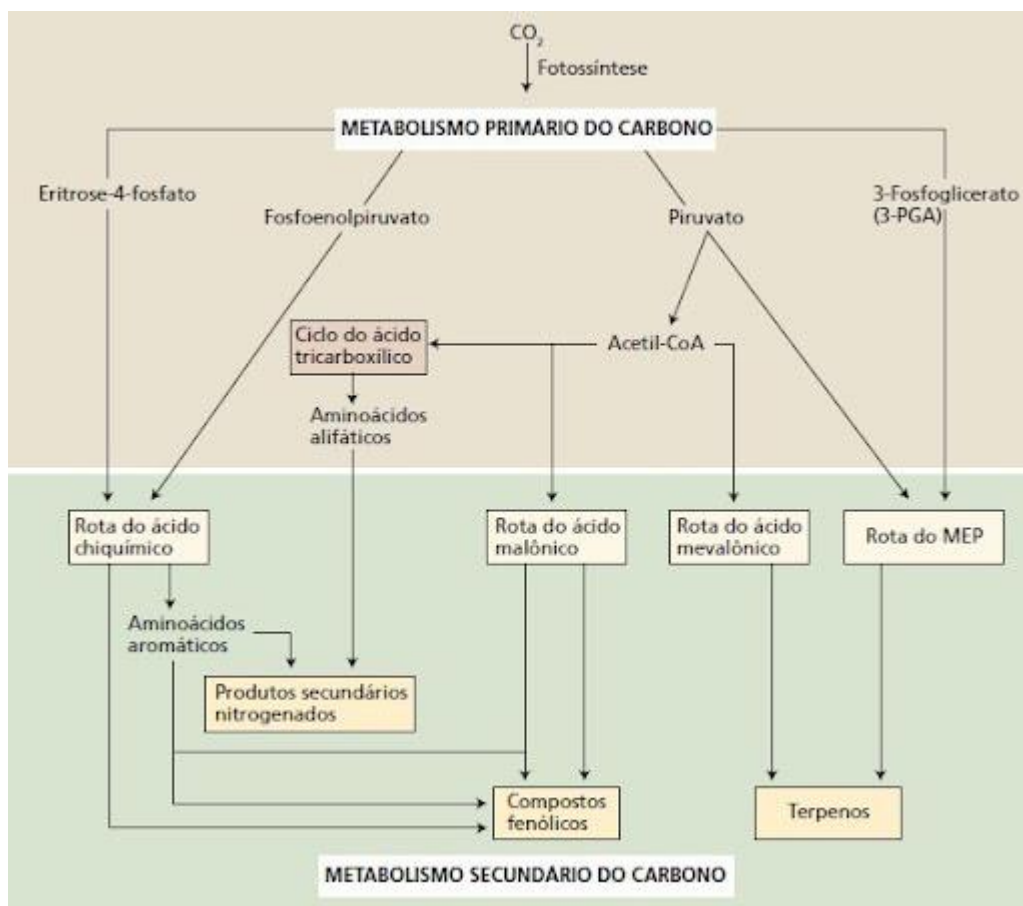
Tipos de metabólitos secundários	Números aproximados
Metabólitos secundários com nitrogênio	
Alcalóides	21000
Aminoácidos não-proteínas (PNAA)	700
Glucosinolatos	100
Alcamidas	150
Metabólitos secundários sem nitrogênio	
Monoterpenos incluindo iridóides	2500
Sesquiterpenos	5000
Diterpenos	2500
Triterpenos,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

Fonte: SILVA, 2018. Adaptado de IRCHAAIYA et al., 2015.

Os metabólitos secundários são classificados em três grandes classes: compostos fenólicos (flavonoides, taninos, lignina); compostos nitrogenados (alcaloides, glicosídeos cianogênicos) e terpenos (saponinas). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico. Os aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), derivados do ácido chiquímico, são os precursores dos alcaloides. Os terpenos podem originar-se a partir de algumas substâncias: ácido mevalônico - no citoplasma - ou a partir do piruvato e 3-fosfoglicerato - no cloroplasto (TAIZ; ZEIGER, 2009; BODAS et al., 2012).

Os compostos secundários de plantas são usualmente classificados de acordo com a sua rota biossintética (Harbone, 1999). De acordo como é mostrado na figura 1.

Figura 1. Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário.



Fonte: Taiz e Zeiger, 2006.

Normalmente de estrutura complexa, os metabólitos secundários, apresentam baixo peso molecular, detém atividades biológicas marcantes e, contrariamente aos metabólitos primários, são encontrados em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas (FUMAGALI et al., 2008).

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

2.5.1 Taninos

A palavra *tanino* é largamente usada, particularmente em literatura botânica, originalmente derivada do termo “tanante”, implicando que o material vegetal produza couro a partir de peles (HASLAM, 1965; HASLAM, 1988)

E, podem ser encontrados em várias partes dos vegetais, como no cerne da madeira, na casca, nos frutos, nas folhas e nas sementes (PAES et al., 2010).

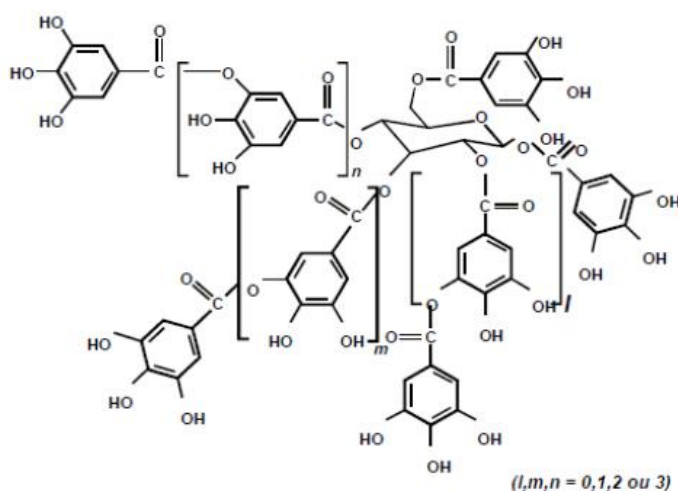
Como metabólitos secundários, os taninos são compostos fenólicos de grande interesse econômico e ecológico. Apresentam solubilidade em água e peso molecular compreendido entre 500 e 3000 Dalton, possuindo a habilidade de formar complexos insolúveis em água com proteínas, gelatinas e alcalóides (MELLO, 2001).

Algumas plantas possuem a capacidade de produzir metabólitos secundários em certas condições, os quais constituem um meio de defesa contra bactérias, fungos, vírus, estresse ambiental e ataque de herbívoros, e podem proporcionar à planta características como gosto amargo, odor repulsivo e provocar intoxicações ou efeitos antinutricionais nos predadores (GINER-CHAVES, 1996; BEELEN et al., 2008). al., 2010).

Os taninos são divididos de acordo com a estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados (CASTEJON, 2011). Cujas diferenças consistem em função da estrutura química e da capacidade da mesma ser ou não hidrolisada (Oszmianski et al., 2007).

Os taninos hidrolisáveis (figura 2) são polímeros de ácido gálico (galitaninos) ou ácido elágico (elagitaninos), que podem ser detectados em maiores concentrações principalmente em cascas de árvores, madeiras, galhos e folhas (MUELLER-HARVEY, 2001). Segundo Castejon, (2011) estes taninos foram encontrados, também, em partes não comestíveis de plantas, como as folhas.

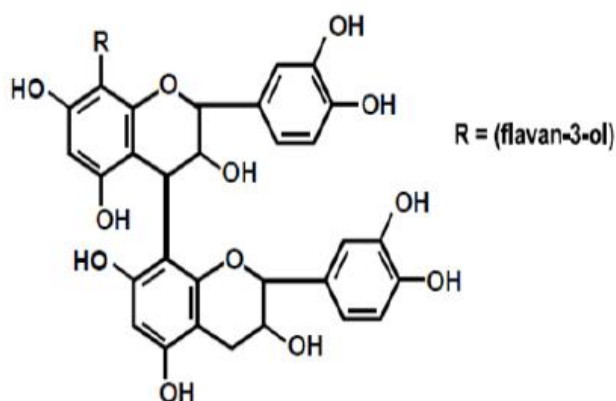
Figura 2. Estrutura química de taninos hidrolisáveis



Fonte: NAKAMURA et al., 2003.

Os taninos condensados ou proantocianidinas estão distribuídos por diversas famílias do reino vegetal, em geral, em plantas lenhosas. São polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol (figura 3), produtos do metabolismo do fenilpropanol (HEIL et al., 2002). As proantocianidinas são assim denominadas pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delfinidina. As moléculas têm grande variação estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições das ligações e a estereoquímica (MELLO; SANTOS, 2001).

Figura 3. Estrutura química de taninos condensados



Fonte: LEKHA E LONSANE, 1997.

2.6 *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz

Plantas do gênero *Ipomoea*, pertencentes à família Convolvulaceae, são nativas da América tropical, com ocorrência nas regiões da América do Sul e Central. No Brasil, a ocorrência desse gênero vai da Amazônia e em todo o litoral da região Norte até os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e região Nordeste (KISSMANN; GROTH, 1992). As espécies podem ser encontradas às margens de rios, lagoas, praias marítimas, em terrenos abandonados e nas margens das estradas (TOKARNIA et al., 2000).

A *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schultz, é uma planta herbácea pertence à família Convolvulaceae. É caracterizada como planta tóxica e conhecida popularmente como salsa, batata-salsa e salsa-brava (SOUZA, 2014).

A *I. asarifolia* é uma liana perene, com hábito exclusivamente rasteiro e floração registrada no período de março a outubro, caracterizada como do tipo cornucópia. As flores estão reunidas em cimeiras, são infundibuliformes, de cor rosa com as mesopétalas magenta, que funcionam como guias de néctar (figura 4). Quanto ao sistema de reprodução, é

autoincompatível, produzindo frutos e sementes viáveis somente após polinização cruzada (KIILL E RANGA, 2003).

Quanto à atividade citotóxica já foi comprovada, experimentalmente, em bovinos, ovinos, caprinos e bubalinos afetando o sistema nervoso central de ruminantes, causando uma síndrome tremorgênica (DOBEREINER et al., 1960 e BARBOSA et al., 2005).

As espécies do gênero *Ipomoea* estão inclusas entre as plantas daninhas comumente encontradas em áreas de cultivo (CHAVES, 2009). Várias outras espécies deste gênero possuem efeitos fitotóxicos, ou seja, produzem compostos químicos que inibem o crescimento de outras plantas, como ervas daninhas invasoras, sendo utilizadas por agricultores para evitar a proliferação destas (MEIRA et al., 2012).

A fitoquímica deste gênero vem sendo bastante estudada. Assim, algumas espécies mostraram efeito antimicrobiano, analgésico, espasmogênico e anticancerígeno, devido aos componentes biologicamente ativos como alcaloides indolizidínicos, alcaloides nortropano, benzenóides, compostos fenólicos, cumarinas, diterpenos, isocumarina, além de glicolipídios e triterpenos (MEIRA et al., 2012).

Assim, é de suma importância a identificação e a compreensão dos mecanismos de defesa e competição de plantas daninhas sobre o desenvolvimento de cultivares economicamente (SALOMÃO, 2020). Pois, os efeitos fitotóxicos de plantas daninhas ocasionam grandes prejuízos aos produtores rurais, no entanto, poucos são os trabalhos que envolvem pesquisas a respeito da fitotoxicidade dessas plantas (SHIRGAPURE; GHOSH, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais no município de Chapadinha, Maranhão, no Laboratório de Química Orgânica, Química de Produtos Naturais e Ecologia Química (LOPNEQ) pertencente à Universidade Federal do Maranhão.

3.2 Obtenção do material botânico da espécie vegetal doadora

As amostras vegetais da *Ipomoea asarifolia* foram coletadas no município de Chapadinha/MA, na BR 222 com coordenadas 3°43'57.5"S e 43°19'24.7"W. Durante as primeiras horas da manhã, após o orvalho, coletou-se manualmente e de forma aleatória folhas e flores. As folhas escolhidas estavam maduras, sem manchas e completamente expandidas e saudáveis (figura 4). As flores, de coloração roxa, que foram coletadas estavam apresentando

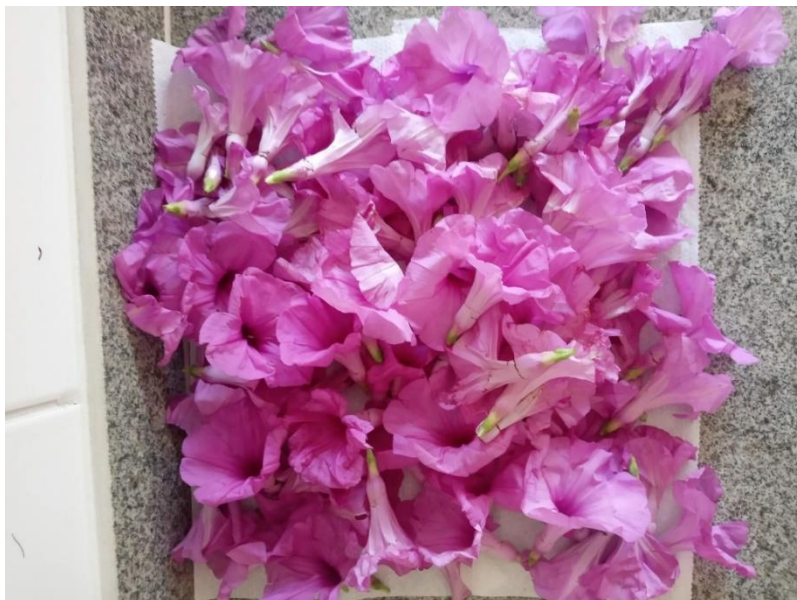
um estágio de **vegetação plena, saudável e sem indícios de ter sido parasitada ou alguma de suas partes consumidas por insetos ou outros animais (figura 5).**

Figura 4. Folha da *Ipomoea asarifolia* expandidas e saudáveis



Fonte: De autoria própria, 2022.

Figura 5. Flores da *Ipomoea asarifolia* coletadas



Fonte: De autoria própria, 2022.

As amostras de cada parte doadora da espécie foram acondicionadas em sacos plásticos, separadas e transportadas para o LOPNEQ para serem limpas, terem suas massas medidas e identificadas.

3.3 Obtenção do material botânico da espécie vegetal receptora

As sementes da *Leucaena leucocephala*, receptora dos extratos e frações já estavam disponíveis no laboratório. Entretanto, foi necessário realizar a quebra da dormência das sementes.

Este procedimento foi realizado na capela de exaustão de gases do qual foi utilizado 8% de H₂O (água) e 92% de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) para um total de 100 ml. As sementes foram colocadas em um béquer de 2000 ml, adicionado primeiramente a água e depois o ácido sulfúrico.

Com todo material reunido no mesmo béquer, foi cronometrado três minutos e misturado continuamente com um bastão de vidro maciço para que a imersão das sementes fosse recebida à todas igualmente afim de romper o tegumento sem danificá-las.

Após os três minutos, as sementes foram despejadas em uma peneira de aço inox e lavadas até a eliminação de qualquer resquício da concentração ácida. Posteriormente foram colocadas em cima de papel toalha para auxiliar no auxílio de secagem (figura 6). As sementes após completamente secadas, estavam prontas para ser utilizadas nos experimentos.

Figura 6. Sementes da *Leucaena leucocephala* (leucena) após a quebra de dormência com H₂O (água) e 92% de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) no processo de secagem.



Fonte: De autoria própria, 2022.

3.4 Experimento I - Extratos e frações das folhas da Ipomoea asarifolia

3.4.1 Preparo do extrato das folhas

O material vegetal após a coleta e identificação, foi seco sem ficar exposto ao sol diretamente, secando apenas na sombra por aproximadamente 10 dias (figura 7 e 8).

Figura 7. Folha da *Ipomoea asarifolia* no dia 1º dia de secagem na sombra.



Fonte: De autoria própria, 2022.

Figura 8. Folha da *Ipomoea asarifolia* no 10º dia de secagem na sombra.



Fonte: De autoria própria, 2022.

Em seguida, as folhas secas foram trituradas no liquidificador industrial. Após o material triturado, este foi submetido ao processo de maceração em álcool etílico 92,8° por 10

dias em uma proporção de 1:6 (m/V) logo, foi usado 1000 gramas de material seco (figura 9) e triturado para 6000 ml de álcool etílico.

Figura 9. Pesagem das folhas da *Ipomoea asarifolia* trituradas totalizando 1003,95g e usada 1000g para o processo de extração.



Fonte: De autoria própria, 2022.

O extrato obtido foi seguido de filtragem (em funil de vidro) com papel filtro e o solvente extrato foi evaporado em rota-evaporador (50°C) com condensador acoplado sob vácuo, sendo concentrado até o volume reduzido até evaporação total do solvente. (figura 10).

Figura 10. Solvente extrato (álcool etílico 92,8°) sendo evaporado em rota-evaporador à 50°C.



Fonte: De autoria própria, 2022.

3.4.2 Obtenção das frações das folhas

As frações foram adquiridas a partir do extrato etanólico das folhas. O extrato etanólico foi diluído com água destilada e foi submetido a um fracionamento por partição líquido-líquido com o solvente diclorometano (CH_2Cl_2) e água (H_2O).

Foi utilizado 200 ml de H_2O e realizada 4 agitações. Em cada agitação foi adicionado 350 ml de CH_2Cl_2 , totalizando 1400 ml de CH_2Cl_2 . Após todas as agitações, foi obtido as frações: orgânica e aquosa.

3.5 Experimento II – Extratos e frações das flores in natura da *Ipomoea asarifolia*

3.5.1 Preparo do extrato das flores in natura

As flores após a coleta foram pesadas e imediatamente levada para trituração. Para este procedimento, foi utilizado a proporção 1:6 (m/V) resultando em 800g de flores *in natura* e 4.800 ml de álcool etílico 92,8°, sendo estes colocado no liquidificador industrial para serem triturados e logo após foi submetido ao processo de maceração por 10 dias.

O extrato obtido foi seguido de filtração (em funil de vidro) com papel filtro e o solvente extrato foi evaporado em rota-evaporador (50°C) com condensador acoplado sob vácuo, sendo concentrado até o volume reduzido até evaporação total do solvente.

3.5.2 Obtenção das frações das flores in natura

As frações foram adquiridas a partir do extrato etanólico *in natura* das flores. O extrato etanólico foi diluído com água destilada e foi submetido a um fracionamento por partição líquido-líquido com o solvente diclorometano (CH_2Cl_2) e água (H_2O).

Foi utilizado 200 ml de H_2O e realizada 4 agitações. Em cada agitação foi adicionado 420 ml de CH_2Cl_2 , totalizando 1680 ml de CH_2Cl_2 . Após todas as agitações, foi obtido as frações: orgânica e aquosa (figura 11).

Figura 11. Partição líquido-líquido realizada a partir do extrato etanólico das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia*



Fonte: De autoria própria, 2022.

3.6 Aplicação dos extratos e frações dos experimentos I e II

3.6.1 Bioensaios de germinação

Para os bioensaios de germinação foi utilizada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, forrada com uma folha de papel de filtro qualitativo, e cada uma das placas recebeu 3 ml da solução dos extratos e frações.

Após evaporação do solvente o papel de filtro foi umedecido com uma solução aquosa de fungicida em seguida foi colocada 10 sementes de leucena com dormência quebrada. As testemunhas receberam apenas a solução aquosa de fungicida (figura 12).

Figura 12. Montagem dos bioensaios de germinação da fração orgânica das folhas da *Ipomoea asarifolia* contendo em cada placa de Petri 10 sementes de leucena com dormência quebrada.



Fonte: Da autora, 2021.

Foi utilizada a câmara de germinação, com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. O critério adotado para determinar a germinação dos bioensaios foi o de extensão radicular igual ou superior a 2,0 mm.

A germinação foi monitorada por 7 dias, sendo que a se a primeira contagem de germinação foi 24 horas após a montagem do experimento. A contagem foi feita diariamente assim como a eliminação das sementes germinadas.

3.6.1.1 Parâmetros avaliados nos bioensaios de germinação nos experimentos I e II

Ao final do experimento foram avaliados os seguintes parâmetros: Porcentagem de germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG).

Para os cálculos relativos à germinação foram utilizadas as Equações a seguir.

Equação 1 – Cálculo do percentual de germinação (PG):

$$\%PG = (Sg/Ts) \times 100$$

Onde, Sg é o número de sementes germinadas após 7 dias e Ts é o número total de sementes colocadas para germinação. Cálculos a serem realizados tanto para os tratamentos quanto para o controle.

Equação 2 - Cálculo do percentual de inibição de germinação (IG):

$$\%IG = [(1 - (\%PGt/\%PGc))] \times 100$$

Onde, %PGt – percentuais de sementes germinadas no tratamento; %PGc – percentuais de sementes germinadas no controle.

OBS: Se a porcentagem de sementes não-germinadas no controle (%PG) for entre 5% e 20%, o valor da porcentagem de germinação no tratamento, deve ser corrigido pela fórmula de Abbott (1925). Se a porcentagem de sementes não-germinadas no controle for menor que 5%, não será necessário corrigir a porcentagem de sementes germinadas nos tratamentos. Se a porcentagem de sementes não-germinadas no controle for maior que 20%, os dados dos bioensaios devem ser eliminados.

Equação 1a - A correção pela fórmula de Abbott (1925): Cálculo do efeito sobre a germinação (%E):

$$\%E = 100 - (100 - \%GC) \times (100 - RED)$$

Onde: Red: porcentagem de redução da germinação no tratamento.

Equação 1b- Cálculo da germinação corrigida (GC):

$$\%GC = (\%PGt - \%PGc/100 - \%PGc) \times 100$$

Onde, %PGt: porcentagem de germinação no tratamento; %PGc: porcentagem de germinação na testemunha (controle).

Equação 1c - A porcentagem de redução da germinação no tratamento (RED):

$$RED = (1 - \%GCt/\%GCc) \times 100$$

onde: %GCt: percentual da germinação nos tratamentos; %GCc: percentual da germinação na testemunha (controle).

Com base no valor de E%, os extratos e frações foram classificados como:

- a) inócuo (< 30%);
- b) levemente nocivo (30% a 79%);
- c) moderadamente nocivo (80% a 99%) e;
- d) nocivo (>99%).

Equação 3 – Cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG):

$$IVG = \left(\frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \frac{N3}{D3} + \dots + \frac{Nn}{DN} \right) \times \frac{100}{1}$$

Onde, em que N1, N2, N3 e Nn: proporção de sementes germinadas no primeiro, segundo, terceiro e enésimo dias após a semeadura nas placas de Petri, respectivamente. Assim, o IVG pode variar de 0 (se nenhuma semente germinar) a 100 (se todas as sementes germinarem no primeiro dia); DN = número de dias para a germinação das sementes.

3.6.2 Bioensaios de desenvolvimento de hipocótilo e radícula

Para os bioensaios de desenvolvimento de radícula e hipocótilo, foi utilizada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, forrada com uma folha de papel de filtro qualitativo, e cada uma das placas recebeu 3 ml da solução dos extratos e frações.

Após evaporação do solvente o papel de filtro foi umedecido com uma solução aquosa de fungicida em seguida foi colocada 5 sementes de leucena com dormência quebrada. As testemunhas receberam apenas a solução aquosa de fungicida (figura 13).

Foi utilizada a câmara de germinação, com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Diariamente as sementes eram hidratadas com a solução aquosa de fungicida.

Ao final do período de 5 dias de crescimento, foi medido o comprimento da radícula e do hipocótilo. Foi considerada semente germinada aquela que apresentou extensão radicular igual ou superior a 2,0 mm.

Figura 13. Montagem dos bioensaios de desenvolvimento de radícula e hipocótilo da fração aquosa das flores da *Ipomoea asarifolia* contendo em cada placa de Petri 5 sementes de leucena com dormência quebrada.



Fonte: Da autora, 2021.0

3.6.2.1 Parâmetros avaliados nos bioensaios de desenvolvimento de hipocótilo e radícula nos experimentos I e II

Com os experimentos já finalizados, foram avaliadas as seguintes variáveis: Porcentagem alongamento relativo ao hipocótilo (%AH), Porcentagem alongamento relativo à radícula (%AR).

Para os cálculos relativos ao desenvolvimento das plântulas (hipocótilo e radícula) foram utilizadas as Equações a seguir.

Equação 4 – Cálculo do alongamento relativo ao hipocótilo (em cm) (AH):

$$\%AH = (Ht/Hc) \times 100$$

Onde, Ht é o comprimento médio do hipocótilo da planta sob tratamentos e Hc é o comprimento médio do hipocótilo da planta sob controle.

Equação 5 - Cálculo do alongamento relativo à radícula (em cm) (AR%):

$$\%AR = (Rt/Rc) \times 100$$

Onde, Rt é o comprimento médio da radícula da planta sob tratamentos e Rc é o comprimento médio da radícula sob controle.

3.6.3 Extração e quantificação de taninos condensados

Com a extração de taninos, foi possível avaliar o potencial tanífero e o potencial fitotóxico a partir das folhas da *Ipomoea asarifolia*.

Para a extração dos taninos condensados, foram utilizados 75 gramas de folhas secas e trituradas, no qual foi dividida em 3 frações de 25 gramas.

Para a extração de taninos, no balão de fundo redondo de 1000 ml foi adicionado a primeira fração de 25 gramas de material triturado e adicionado 250 ml de água destilada (relação 1:10 m/V).

O balão de fundo redondo com o material adicionado foi conectado ao condensador de refluxo e foi mantido em temperatura de ebulição por duas horas na manta aquecedora. Após a fervura o material foi filtrado nesta sequência: no papel filtro, tule, flanela e filtro à vácuo. O resíduo foi reservado e o resultado após todo o processo de filtração foi nomeado de filtrado 1.

Para uma melhor extração dos taninos presentes, todo o processo foi repetido com o resíduo reservado e essa nova filtração foi nomeada de filtrado 2.

O filtrado 1 e o filtrado 2 foram reunidos e filtrados novamente à vácuo e após a filtração foram alocados em um erlenmeyer e deixado na manta aquecedora a 150°C até reduzir à 250 ml.

A segunda e a terceira fração de 25 gramas, passaram pelo mesmo procedimento da primeira fração até a redução à 250 ml.

Com todas as 3 extrações feitas foi possível realizar os seguintes procedimentos:

Primeira fração: Retirado 50 ml, colocado na estufa a $103 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 h. Esta fração foi utilizada para o teste de sólidos totais (TST).

Para as determinações do TST será empregada a Equação abaixo:

$$\text{TST}(\%) = (M_i - M_f/M_i) \times 100$$

em que: TST = Teor de sólidos totais (%); M_i = Massa inicial (50g); e M_f = Massa final (g).

Segunda fração e terceira fração: de cada fração foi retirado 50 ml e adicionado 4 ml de formaldeído (CH_2O) + 1 ml de ácido clorídrico (HCl), aguardado 24h. Após foi submetido à fervura sob refluxo por 30 minutos e seguido de filtração. Nesta condição, os taninos formaram complexos insolúveis, que serão separados por filtragem simples ao se empregar filtro de papel filtro.

Após a filtragem, o papel de filtro contendo o material foi transferido para um copo Becker de 250 ml e seco a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, por 24 horas. Conhecendo-se a massa do papel de filtro, calculou-se o Índice de Stiasny, conforme Equação abaixo:

$$\text{I}\% = (M_f/M_i) \times 100$$

Onde: I = Índice de Stiasny (%); M_i = Massa de sólidos em 100 mL de extrato (g); e M_f = Massa do precipitado, taninos, formaldeído (g).

Após a obtenção do Índice de Stiasny será calculado o teor de taninos condensados (TTC), conforme a Equação abaixo:

$$\text{TTC}\% = (\text{TST} \times \text{I})/100$$

em que: TTC = Teor de taninos condensados (%); TST = Teor de sólidos totais (Equação 1); I = Índice de Stiasny.

Todas as análises foram realizadas em duplicatas, para cada matriz. Os resultados de TTC foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores em porcentagem serão transformados em arcsen [raiz (TTC/100)].

3.6.4 Triagem fitoquímica de metabólitos secundários

A análise fitoquímica foi realizada para evidenciar a presença das classes dos metabólitos secundários. Os testes foram realizados através de reagentes de precipitação ou coloração que revelou a presença ou ausência nos extratos e frações orgânicas dos seguintes metabólitos secundários: taninos, saponinas, flavonoides e antocianinas.

3.6.4.1 Taninos

Em um tubo de ensaio adicionar: 2 ml da extração + 2 a 4 gotas da solução de FeCl_3 .

Cor Azul: taninos hidrolisáveis ou gálico

Cor Verde: taninos condensados ou catéquico

3.6.4.2 Saponinas

Em um tubo de ensaio adicionar 2 ml da extração, adicionar 5 ml de água destilada e agitar por 15 segundos. Aguardar por 15 minutos.

A formação de espuma por mais de 15 minutos confirma a presença de saponinas.

3.6.4.3 Flavonoides e antocianinas

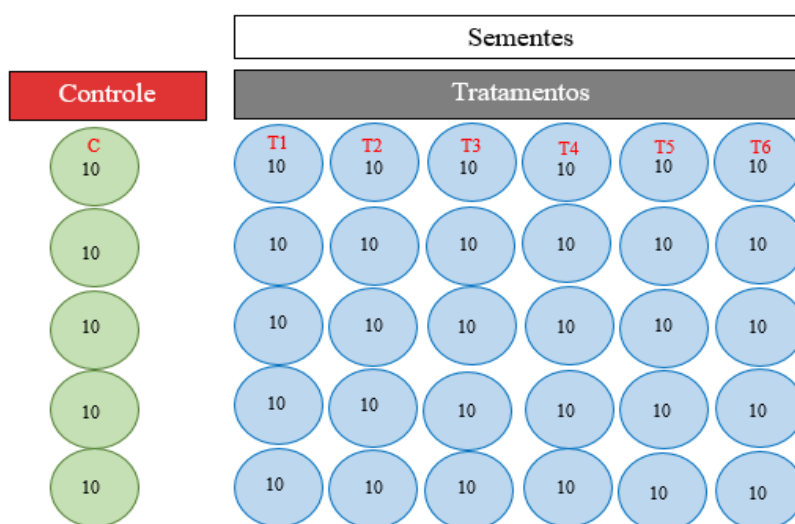
Em um tubo de ensaio adicionar 2 ml de extrato e 1 ml de ácido clorídrico.

Na presença destes compostos é observado o aparecimento da coloração rósea a vermelha.

3.7 Delineamento experimental dos experimentos I e II

Em cada experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com sete tratamentos, cada tratamento com cinco repetições totalizando trinta e cinco unidades experimentais. Dentre os tratamentos, encontra-se o tratamento 0% do qual foi preparado apenas com água destilada, portanto, considerado o controle ou testemunha (figura 12).

Figura 14. Figura representativa dos bioensaios de germinação



Fonte: De autoria própria, 2022.

A tabela 3 apresenta as concentrações utilizada nos tratamentos de acordo com o tipo de fração ou extrato e a parte botânica utilizada.

Tabela 3. Concentrações aplicadas nos tratamentos de acordo com o tipo de extrato ou fração e a parte botânica utilizada.

Tipo de extrato ou fração	Concentrações
Extrato Etanólico Bruto Folhas (EEBFo)	0%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, 15%
Fração Orgânica Folhas (FOFo)	0%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, 14%
Fração Aquosa Folhas (FAFo)	0%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%
Extrato Etanólico Bruto Flores (EEBFl)	0%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, 20%
Fração Orgânica Flores (FOFl)	0%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, 13%
Fração Aquosa Flores (FAFl)	0%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%

Fonte: De autoria própria, 2022.

3.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com auxílio do Software GraphPad Prism, versão 8.0 (Prism Software, Irvine, Califórnia, EUA). Os dados foram inicialmente avaliados pelo teste de normalidade e foi utilizado o teste (One-way) para comparação entre os diferentes grupos seguido pelo teste de Turkey para múltiplas comparações. Os resultados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão (S.D)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento dos extratos

Para a extração feita a partir das folhas da *Ipomoea asarifolia* e após a completa remoção do diclorometano por rota-evaporador (50°C), foi obtido 137,58 g de extrato etanólico, deste total, foi retirada 40 g para a realização da partição líquido-líquido (Figura 15).

Após a partição foi realizada a completa remoção do diclorometano por rota-evaporador (50°C), foi obtido 14g de fração orgânica e 220 g de fração aquosa sendo que esta não precisa ir ao rota-evaporador.

Figura 15. Extrato etanólico bruto das folhas da *Ipomoea asarifolia* pesando 137,58g.



Fonte: Da autora, 2021.

Na extração realizada a partir das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia*, foi obtido 203,20 g de extrato etanólico, deste total, foi retirado 40 g para o ensaio biológico. Ao final da partição foi obtido 13 g de fração orgânica e 220 g de fração aquosa.

Posteriormente foi calculado o Rendimento percentual (R%) dos extratos pela seguinte equação:

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

O Rendimento percentual das frações foram calculados pela equação:

$$RF\% = \frac{\text{Massa da fração}}{\text{massa do extrato etanólico bruto}} \times 100$$

As massas do material vegetal seco, do extrato bruto e das frações constam respectivamente na tabela 4 e 5.

Tabela 4. Rendimentos (R%) dos extratos vegetais das folhas e flores da *Ipomoea asarifolia*.

Planta	Tipo de Extração	Parte utilizada	Massa do extrato bruto (g)	Massa do material vegetal (g)	Rendimento percentual (%)
<i>Ipomoea asarifolia</i> (salsa-brava)	EEB	Folha	137,58	1.000	13,7
		Flor	203,2	500	40,6

EEB: Extrato Etanólico Bruto.

Tabela 5. Rendimentos das frações (RF%) das folhas e flores da *Ipomoea asarifolia*.

Planta	Tipo de Fração	Parte utilizada	Massa da fração (g)	Massa do extrato bruto (g)	Rendimento percentual (%)
<i>Ipomoea asarifolia</i> (salsa-brava)	FO	Folha	14	40	35*
	FO	Flor	13	40	32,5*

FO: Fração Orgânica; FA: Fração Aquosa. *Rendimento das frações obtidas a partir dos extratos etanólicos da folha e flores da *Ipomoea asarifolia*.

4.2 Experimento I – Avaliação do potencial alelopático dos extratos e frações a partir folhas da *Ipomoea asarifolia*.

No Experimento I foram realizados os bioensaios de germinação para verificação da Porcentagem de Germinação (%G) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e os bioensaios de desenvolvimento inicial de plântula da radícula e do hipocótilo. Bem como a triagem fitoquímica para a identificação de algumas classes relevantes quanto ao efeito alelopático da folha *Ipomoea asarifolia*.

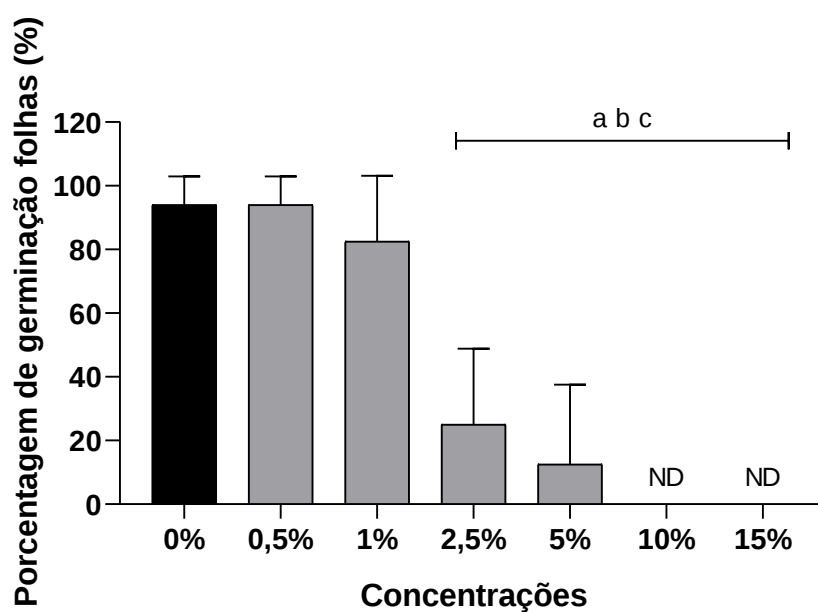
Observou-se a comparação entre médias de cada tratamento para determinar quais os tratamentos mostraram significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,0001$).

4.2.1 Porcentagem de Germinação

A figura 16 apresenta a porcentagem de germinação das diferentes concentrações do extrato etanólico bruto (EEB) da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena*

leucocephala, observou-se a comparação das médias de cada concentração para determinar qual das concentrações possuíam significância entre as múltiplas comparações realizadas.

Figura 16. Valores médios da porcentagem de germinação do extrato etanólico bruto das folhas da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo.

a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 0.5%; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 1%.

As análises das concentrações 2,5%, 5%, 10% e 15% revelaram dados expressivos a significância ($p < 0,0001$) em comparação entre as concentrações 0%, 0,5% e 1%.

Dentre as concentrações com significância ($p < 0,0001$) as sementes de leucena, as concentrações 10% e 15% se apresentaram de forma totalmente sensível ao efeito alelopático do extrato visto que, as mesmas conseguiram inibir 100% da germinação em comparação ao tratamento controle.

Em teste no laboratório, Takao et al. (2011) obtiveram resultados similares ao desse trabalho, em que também registram que os extratos de *Ipomoea cairica* afetaram negativamente a germinação de todas as espécies de plantas daninhas e o efeito foi maior à medida que as concentrações dos extratos aumentaram.

Dados como estes também foram encontrados no bioensaio realizado com as *Ipomoea batatas*, no estudo do autor Hernandez-Aro (2017), do qual permitiu determinar eficientemente a atividade fitotóxica dos extratos de *I. batatas* sobre as espécies receptoras *A. hybridus*, *P. oleracea*

e *B. campestris*, com respostas inibitórias (IR) de 56-83%, 16-60% e 53-100% respectivamente, percentuais que aumentaram de acordo com as concentrações de extrato de 1-10% p/v.

Para Salvador (2006), o controle das plantas invasoras é um atributo essencial para seja atingida a sustentabilidade na agricultura, ou mesmo o manejo correto dos recursos naturais, de forma a proporcionar as daninhas um ambiente desfavorável ao seu desenvolvimento e propagação com o uso de métodos alternativos.

Figura 17. Valores médios da porcentagem de germinação da fração orgânica das folhas da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.

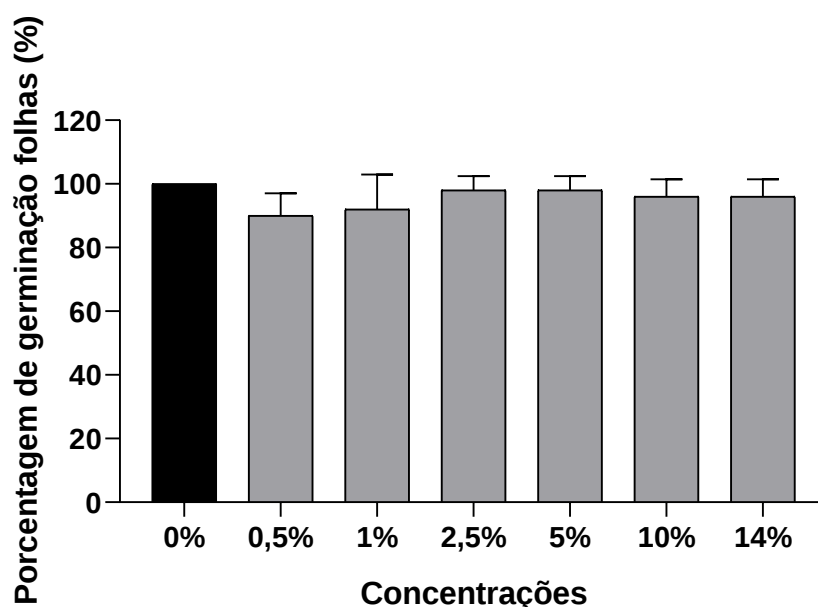
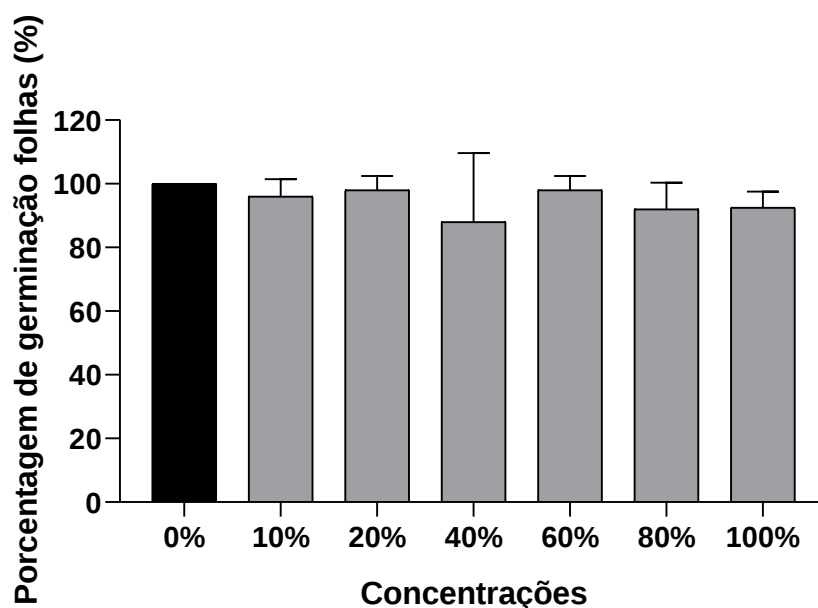


Figura 18. Valores médios da porcentagem de germinação da fração aquosa das folhas da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



No bioensaio da fração orgânica na figura 17 e a fração aquosa das folhas da *Ipomoea asarifolia* representada pela figura 18 indica que não houve dados significativos ($p < 0,0001$).

Na fração orgânica a concentração que obteve o menor percentual de germinação foi a de 0,5% com cerca de 90% das sementes de germinadas, percentual esse muito próximo em relação ao tratamento controle que teve 100% das sementes germinadas.

Na fração aquosa por sua vez, a concentração 20% apresentou 94% de germinação, essa mesma porcentagem foi encontrada no controle, concentração 0% do bioensaio. As demais apresentaram o oposto, nesse caso estímulo à germinação no processo dos 5 dias da realização do teste.

Lima e Moraes (2008), observaram o efeito do extrato aquoso de *Ipomoea fistulosa* na porcentagem de germinação de alface e tomate. O aumento da concentração do extrato aquoso provocou redução linear na germinação de alface.

4.2.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Experimento I

Foi observado que o aumento das concentrações do extrato etanólico bruto promoveu a redução do IVG em relação ao controle que obteve 4,70, enquanto as concentrações 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10% e 14% tiveram respectivamente 4,56, 2,36, 1,04, 0,54, 0 e 0 de IVG. Nota-se que as concentrações 10% e 15% do extrato etanólico bruto não apresentaram IVG pois não houve germinação das sementes.

A fração orgânica (figura 20) houve em todas as concentrações, exceto a concentração de 2,5% a diminuição do IVG, já no o experimento a partir da fração aquosa (figura 20) sobre as sementes da *Leucaena leucocephala* os índices de velocidade de germinação foram reduzidos

à medida que a concentração aumenta, o que muitos autores chamam de resposta dose dependente.

Em um estudo feito a partir de extratos hidroalcoólicos das sementes de *Annona crassiflora*, o autor Inoue et al. (2010), identificou a total inibição da germinação e do índice de velocidade de germinação de duas plantas daninhas, a *Urochloa brizantha* e de *Euphorbia heterophylla* (amendoim bravo), em relação à testemunha.

Gomes (2016) apresenta que a alface e o capim colônia submetidos aos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de folhas de *Geonoma schottiana* sobre apresentaram redução no IVG.

Duarte et al. (2017) ressalva que a variável índice de velocidade de germinação é considerada um dos parâmetros de fundamental importância para avaliação do vigor de sementes, visto que, quando reduzido acarreta em uma perda da uniformidade e da produção de sementes.

Para a agricultura, Rodrigues (2012), uma germinação tardia pode significar prejuízos para o homem do campo, principalmente em se tratando de espécies com ciclo de vida curto e que atraso ou a diminuição no tempo gasto para a germinação podem ser revertidos em lucros ou prejuízos no campo.

Figura 19. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) do extrato etanólico bruto obtido a partir da folha da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.

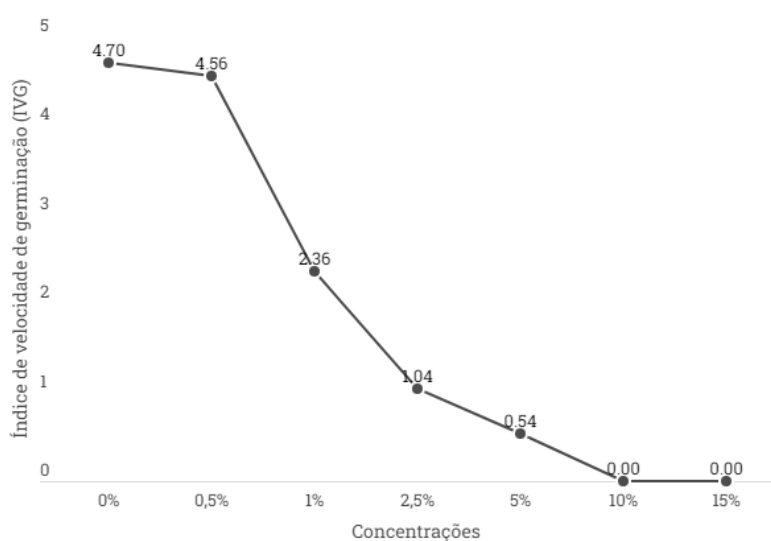


Figura 20. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração aquosa obtido a partir da folha da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.

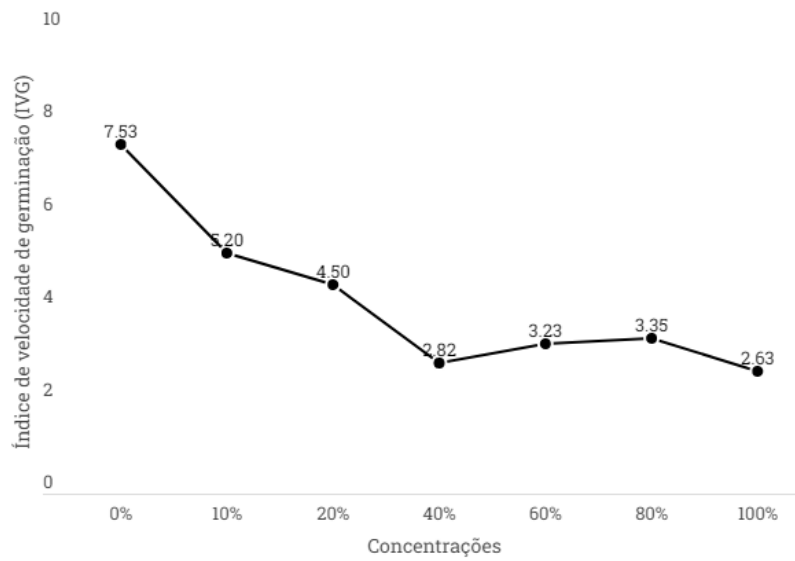
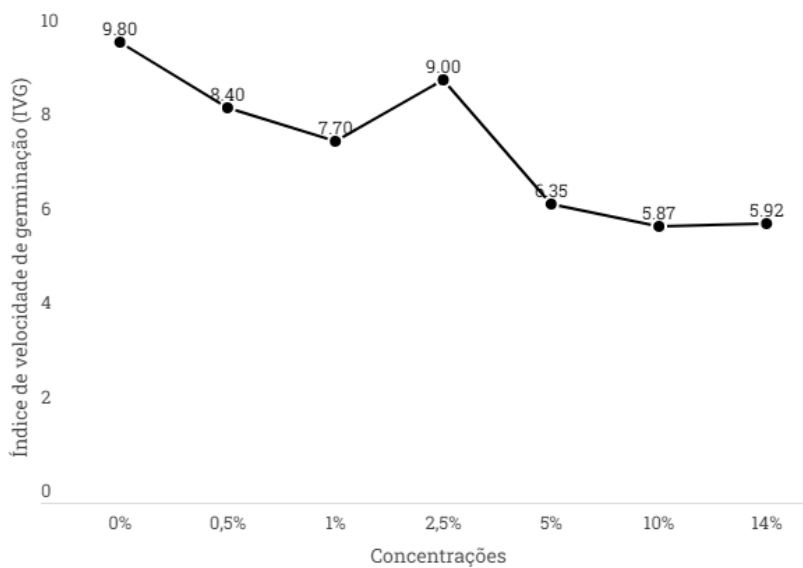


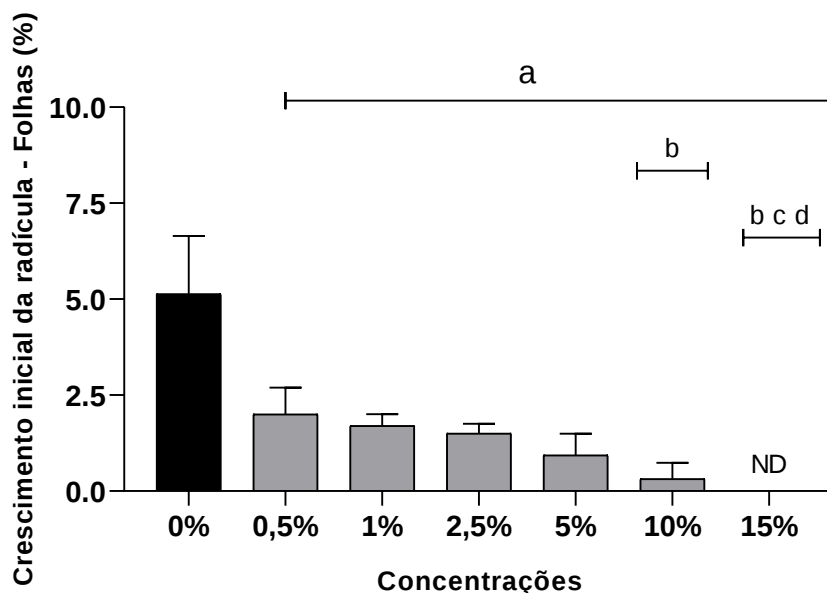
Figura 21. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração orgânica obtido a partir da folha da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



4.2.3 Crescimento inicial da radícula das plântulas

A figura 22 apresenta o crescimento inicial da radícula das sementes leucena submetidas ao EBB e nota-se que todas as concentrações as sementes foram afetadas.

Figura 22. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas do extrato etanólico bruto obtido das folhas da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo.

a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 0.5%; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 1%; d $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 2.5%.

De modo geral, o crescimento inicial das raízes da *Leucaena leucocephala* apresentou inibição nos tamanhos radiculares. As concentrações 0,5%, 1%, 2,5%, 5% e 10% apresentaram inibição a medida que a concentração dos extratos das folhas da *Ipomoea asarifolia* aumentavam.

Efeitos similares foram encontrados por Matias et al (2021) no qual apresenta o potencial alelopático de extratos etanólicos utilizando pó de folhas de *Tapirira obtusa* em diferentes tipos de plantas, os dados indicaram que este maior efeito está relacionado a questão que esta estrutura está em contato direto com os aleloquímicos, absorvendo primeiro os metabólitos e provavelmente, acumulando maior quantidade.

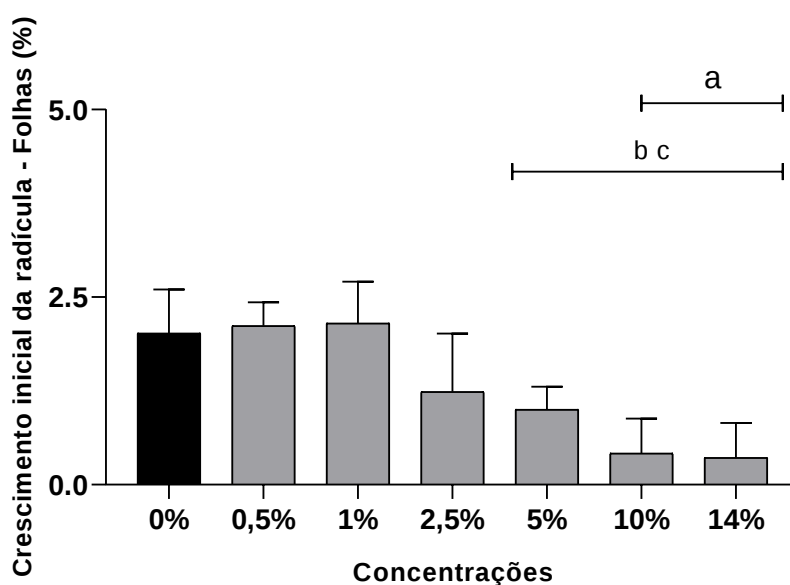
Nota-se ainda que a concentração 15% conseguiu inibir 100% das sementes que estavam sob o tratamento do crescimento da radícula. Este resultado deferi que as sementes possuem uma sensibilidade ao extrato etanólico bruto das folhas da salsa-brava.

Pode-se observar também que em relação ao crescimento inicial da radícula, a porcentagem de germinação teve um menor efeito das concentrações. Tendo em vista que no crescimento das raízes todas as concentrações foram significativas ao teste de Tukey realizado.

De acordo com os autores Ferreira e Aquila (2000) e Silva e Aquila (2005), conforme citado por Araújo (2017, p. 37) eles explicam que “em muitos estudos se observam um efeito menor sobre a germinação quando comparado ao crescimento inicial das plântulas, tendo em vista que o processo germinativo utiliza reservas da própria semente, porém isso pode variar de espécie para espécie.

Os compostos alelopáticos podem afetar processos, tais como a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, a assimilação de nutrientes, a fotossíntese, a respiração, a síntese de proteína, a atividade de várias enzimas e a perda de nutrientes pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular. Portanto, o interesse na exploração de compostos do metabolismo secundário está sendo visto como uma alternativa estratégica na agricultura, inclusive para o controle de plantas daninhas, oferecendo ao produtor, melhores condições de manejo das plantas (MANO, 2006).

Figura 23. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração orgânica da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo.

a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 0.5%; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 1%.

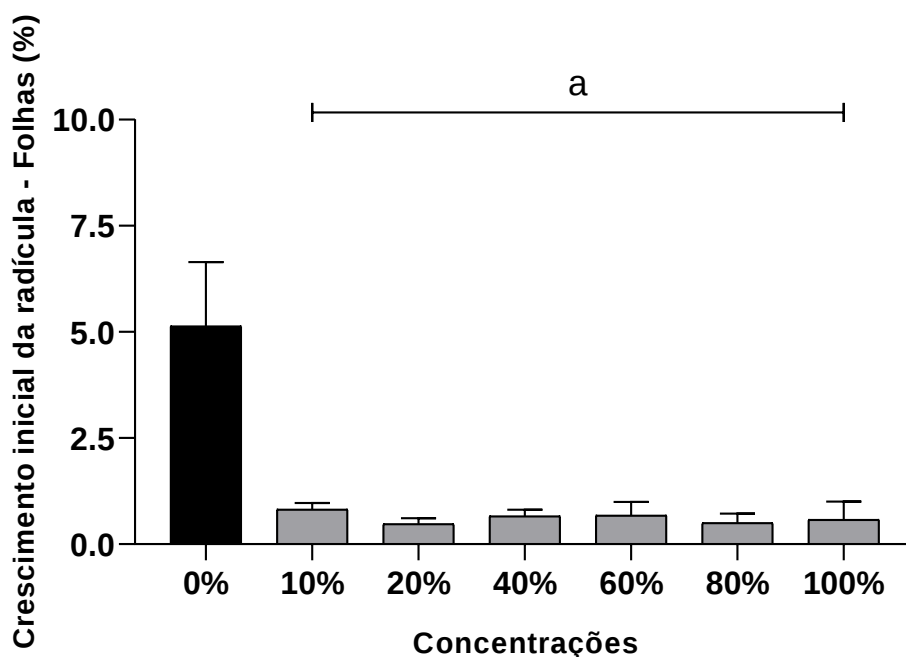
Na figura 23, as concentrações 10% e 14 % possuem significância ($p < 0,0001$) ao controle. As concentrações 5%, 10% e 14% são significativas em comparação a concentração de 0,5% e 1%.

As múltiplas comparações realizadas com a fração orgânica das folhas da salsa-brava mais corroboram mais uma vez com os estudos já realizados anteriormente do qual apontam

que a germinação é menos sensível que crescimento inicial das plântulas, um fator importante para tais resultados.

No entanto, em comparação ao controle, as concentrações 0,5% e 1% o crescimento da raiz foi estimulado. Rice (1984) relata que, quando em baixa concentração, os efeitos alelopáticos podem não ser inibitórios para determinadas espécies ou mesmo, até apresentar efeitos estimulatórios. Os resultados desse bioensaio fortalecem este efeito na *Leucaena leucocephala*.

Figura 24. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração aquosa obtidas das folhas da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



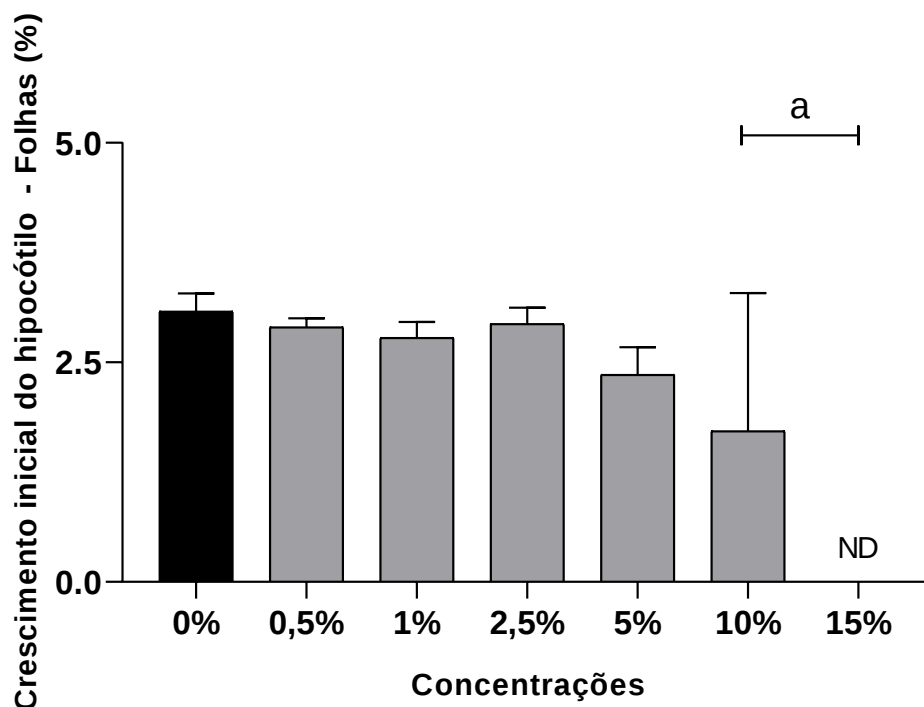
Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle.

Observa-se na figura 24 que fração aquosa obtidas das folhas da *Ipomoea asarifolia* que todas concentrações apresentaram uma redução em comparação ao controle. A testemunha possuía a média de 5.14 cm de crescimento radicular, a concentração 10% a média de 0,82 cm, a concentração 20% a média de 0.48 cm, concentração 40% a média de 0.66 cm, concentração 80% a média de 0,50 cm e a concentração 100% a média de 0,58 cm.

A inibição do crescimento da raiz sobre a fração aquosa a partir das folhas da *Ipomoea asarifolia* foi altamente relevante, condição esta que pode ser explicada pelos autores Santos et al (2008) e Soltys et al (2011) do qual explicam que modificações no crescimento e

desenvolvimento radicular de plântulas em resposta a compostos fitotóxicos podem ser explicadas por alterações na estrutura e ciclo celular, desintegração da coifa, aumento de diâmetro do cilindro vascular, antecipação da lignificação do metaxilema e da parede celular.

Figura 25. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas do extrato etanólico bruto da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle.

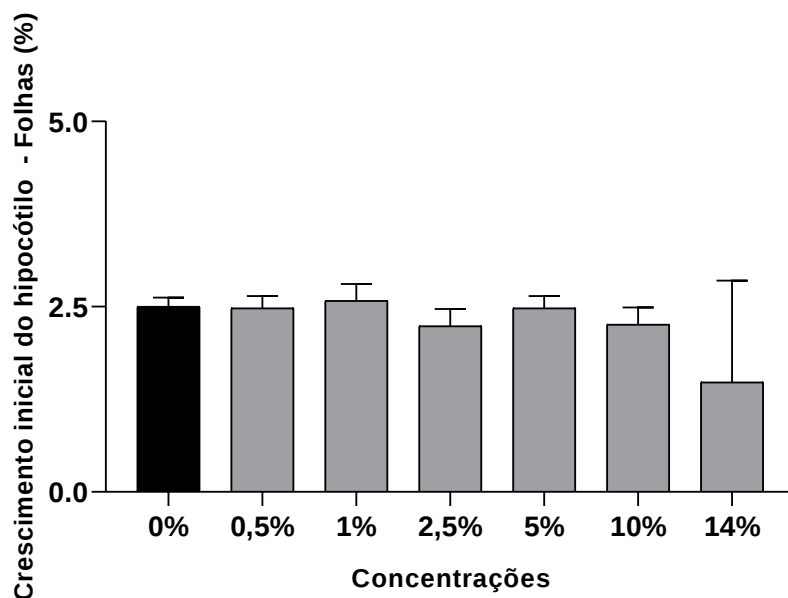
A média do controle do bioensaio apresentado na figura 25 foi de 3,08 cm e as médias das concentrações significativas ($p < 0,0001$) foram de 1,72 cm da concentração 10%.

Observa-se também que a concentração 15% inibiu totalmente o crescimento de hipocótilo, assim como a germinação e o crescimento da raiz. Uma das possibilidade para essa sensibilidade é descrita pelos autores Silva (2014) e Mahboobi et al (2016) citado por Silva (2018, p. 60), indicando que “a sensibilidade pode ser alterada devido à concentração da solução nos extratos, indicando mudanças nas rotas metabólicas, na permeabilidade das membranas, na transição e tradução do DNA”.

O potencial alelopático em diversos trabalhos visam atestar que o seu uso no sistema agrícola pode ser efetivo no surgimento de novos bioerbicidas com visam controlar as plantas daninhas.

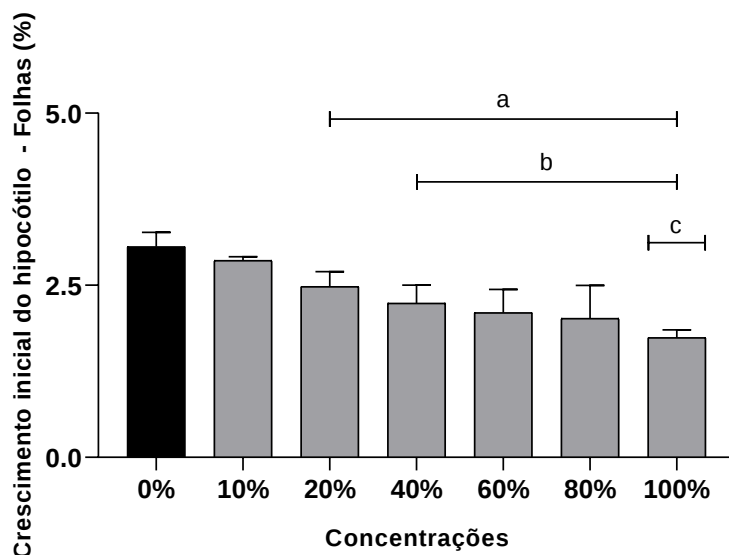
A investigação da ação alelopática das plantas pode representar uma alternativa para descobertas de novas moléculas com potencial para compor novos agroquímicos para uso na agricultura no controle de plantas daninhas (SANTOS, 2012; RODRIGUES, 2009; TAIZ, ZEIGER, 2002).

Figura 26. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração orgânica obtida da folha da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



A fração orgânica não apresentou diferenças estatísticas e as concentrações 0,5% e 1% apresentaram um pequeno estímulo para o desenvolvimento inicial do hipocótilo comparado ao controle do bioensaio.

Figura 27. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração aquosa obtidas da folha da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 10 %; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 20%.

As concentrações de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% apresentaram-se considerável em comparação ao controle, respondendo a inibição de forma linear a medida que a concentração aumenta. Lima e Moraes (2008) também indicam que o crescimento, em altura do hipocótilo de alface apresentou inibição linear com o aumento da concentração do extrato aquoso.

O potencial alelopático da fração aquosa, possibilita um retardo no crescimento da radícula, resultado que se mostra positivo assim como os estudos do autor GRISI et al (2013) indica que efeito alelopático do extrato aquoso da raiz de *S. saponaria* sobre sementes de capim-arroz e corda-de-viola reduziu significativamente o hipocótilo das plântulas dessas espécies daninhas.

4.3 Experimento II - Extratos e frações das flores in natura da *Ipomoea asarifolia*

4.3.1 Porcentagem de Germinação

Figura 28. Valores médios da porcentagem de germinação do extrato etanólico bruto das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.

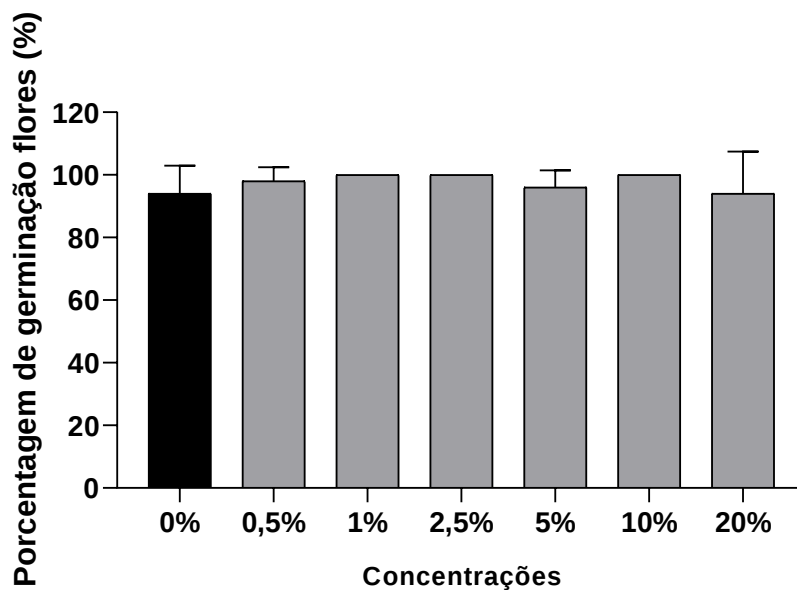
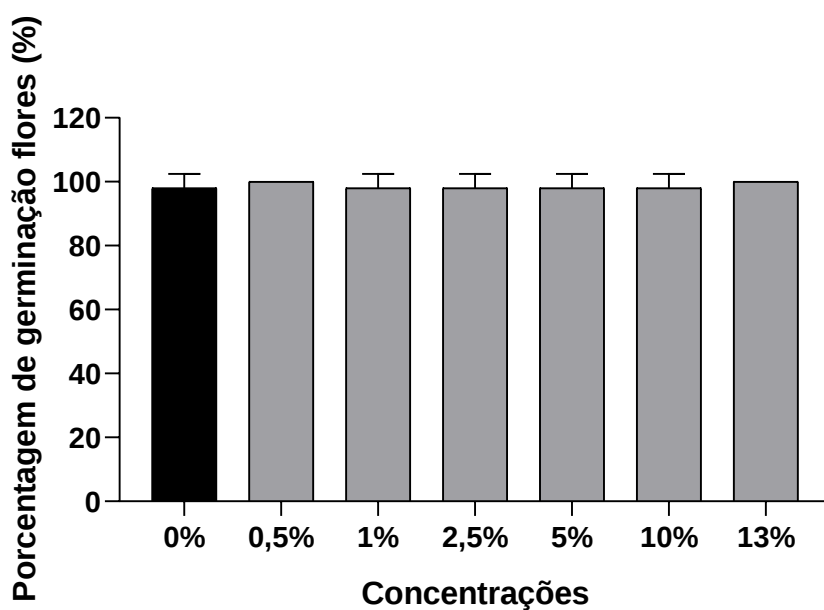


Figura 29. Valores médios da porcentagem de germinação da fração orgânica das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.

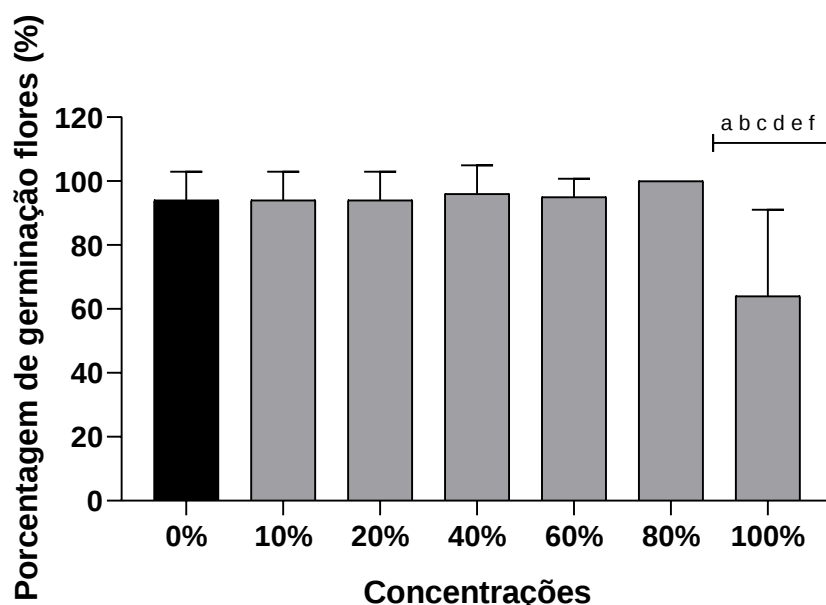


Observa-se na figura 28 que aplicação as várias concentrações do EEB das flores *in naturas* sobre as sementes da leucena não apresentaram diferenças estatísticas para a porcentagem de germinação. Neste caso, todas as sementes dos diferentes tratamentos, exceto o tratamento com concentração de 20%, sofreram estímulo de crescimento. O estímulo de crescimento é mais frequente em concentrações baixa de tratamentos.

E, na figura 29 observa-se que as sementes receptoras também não demonstraram no bioensaio diferenças estatísticas para a %G e demonstram estímulos nas concentrações 0,5% e 13%.

O ocorrido observado nas figuras 28 e 29 pode explicado conforme citado pela autora Matias et al (2021, p. 7), “Porém, na dependência da espécie utilizada, os efeitos podem ocorrer na germinação, como os relatados por Oliveira et al. (2013), com extratos de *Vochysia divergens* Pohl, e Rizzi et al. (2016), com *Vochysia haenkeana* (Spreng.) Mart., situação que pode estar relacionada as espécies utilizadas, aos aleloquímicos presentes nas estruturas vegetais e suas concentrações, além de outros fatores ambientais.

Figura 30. Valores médios da porcentagem de germinação da fração aquosa das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 10%; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 20%; d $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 40%; e $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 60%. f $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 80%.

Nota-se que dentre todos os testes realizados com diferentes frações e o extrato obtidos, a única concentração que houve diferença estatística para porcentagem de germinação foi a concentração 100% da fração aquosa proveniente das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia*. Esta exibiu significância ($p < 0,0001$) para o controle e as concentrações 10%, 20%, 40%, 60% e 80%.

Neste caso, provavelmente o tratamento pode estar retardando germinação. Pois de acordo com os autores Ferreira e Borghetti (2004), muitas vezes, o possível potencial alelopático apenas retarda o processo germinativo.

Corrêa et al (2021) relatam em seu estudo sobre a fitotoxidade da fração aquosa *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes de *Senna* spp. (mata-pasto) que a salsa-brava também demonstrou atividade inibitória sobre as sementes, tendo como tratamento mais efetivo a concentração de 10% com 66,66% de inibição de germinação.

4.3.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Experimento II

Figura 31. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) do extrato etanólico bruto obtido a partir da flor *in natura* da *Ipomoea asarifolia*

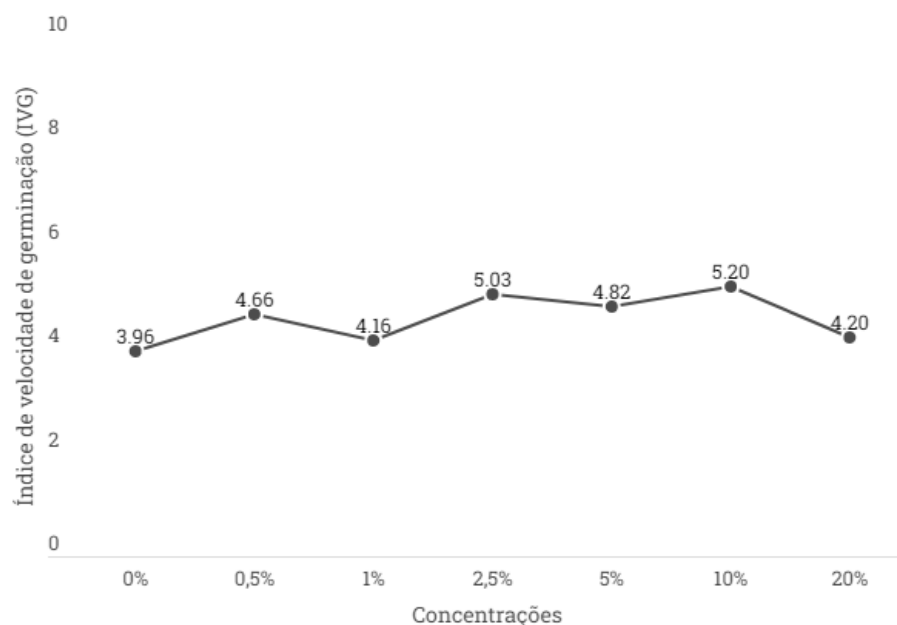


Figura 32. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração orgânica obtido a partir da flor *in natura* da *Ipomoea asarifolia*

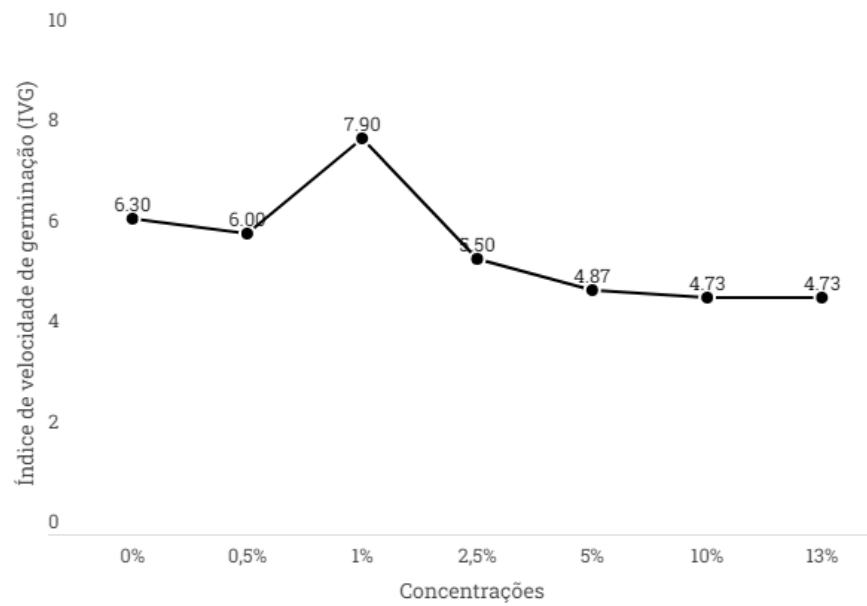
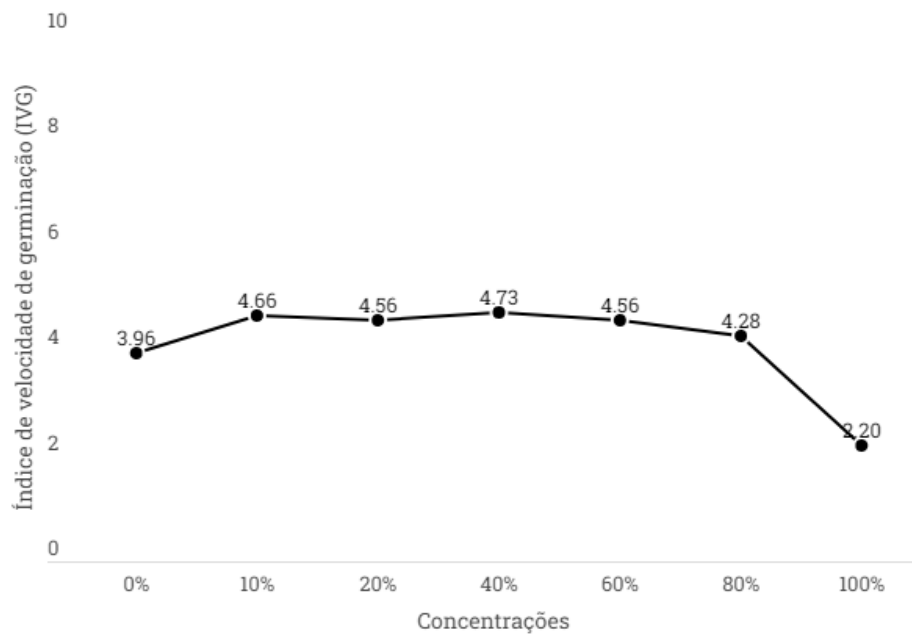
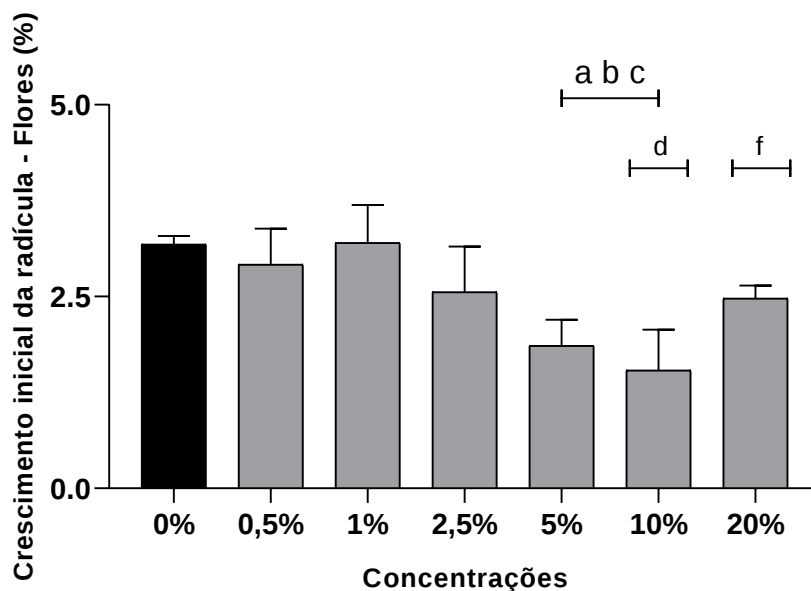


Figura 33. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da fração aquosa obtido a partir da flor *in natura* da *Ipomoea asarifolia*



4.3.3 Crescimento inicial das plântulas em câmara de germinação.

Figura 34. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas do extrato etanólico bruto das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 0.5%; c $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 1%; d $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 2.5%; e $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 5%; f $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 10%; g $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 20%.

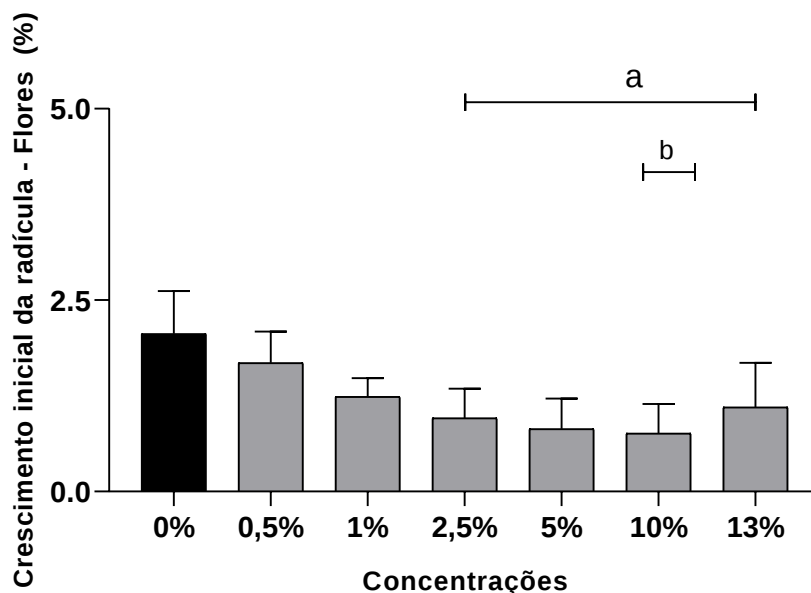
Considerando o que foi observado na figura 34, as plântulas de leucena sofreram retardo no seu crescimento radicular sob efeito das concentrações 5%, 10% e 20%. Os desenvolvimentos das raízes progridem em forma de regressão até a concentração 10%.

A ação alelopática pode afetar toda a fisiologia da planta, como a composição e a quantidade de enzimas específicas que atuam no metabolismo, influenciando o crescimento e desenvolvimento vegetal (FERREIRA e ÁQUILA, 2000; GUSMAN et al., 2015).

Sendo assim, os aleloquímicos presentes no EEB obtidas a partir das folhas da *I. asarifolia* podem ter intervindo no processo metabólico do crescimento da radícula da leucena.

Os compostos alelopáticos podem afetar processos, tais como a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, a assimilação de nutrientes, a fotossíntese, a respiração, a síntese de proteína, a atividade de várias enzimas e a perda de nutrientes pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular. Portanto, o interesse na exploração de compostos do metabolismo secundário está sendo visto como uma alternativa estratégica na agricultura, inclusive para o controle de plantas daninhas, oferecendo ao produtor, melhores condições de manejo das plantas (MANO, 2006).

Figura 35. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração orgânica das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0004$ em comparação ao controle; b $p < 0,0004$ em comparação a concentração de 0.5%.

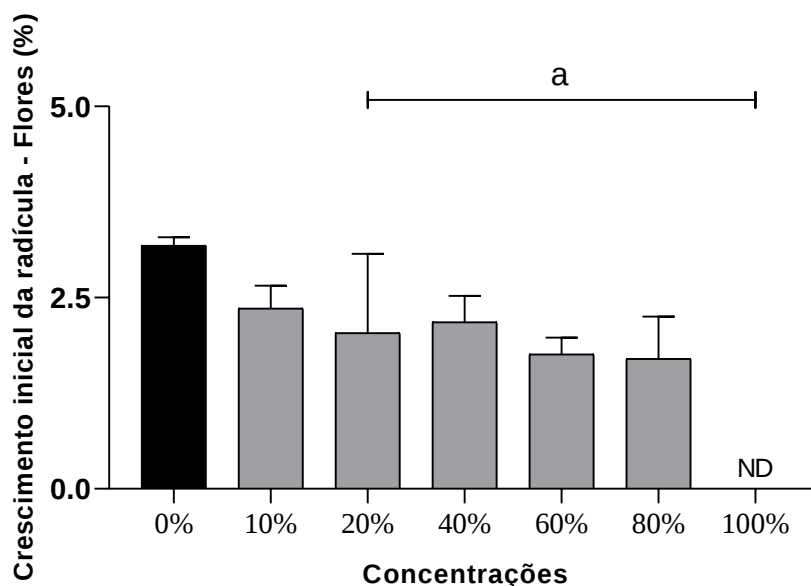
Para as sementes de leucena sobre o efeito dos tratamentos de concentrações da fração orgânica das flores da salsa-brava, constatou-se que os crescimentos das raízes foram mais afetados na concentração 10%.

No estudo de Pacheco et al (2017), do qual avaliou o efeito alelopático folhas da espécie *Pityrocarpa moniliformis* sobre a germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*, foi possível observar a diminuição do comprimento da raiz a medida que a concentração aumentava. Este mesmo evento aconteceu na fração orgânica, pois não houve interferência na germinação das sementes.

Em pesquisas realizadas 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.

Mesmo que não tenha interferência na germinação, as concentrações significativas podem ser utilizadas na redução do crescimento da leucena, visando assim um controle do desenvolvimento da planta.

Figura 36. Valores médios do crescimento inicial da radícula das plântulas da fração aquosa obtido a partir das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*.



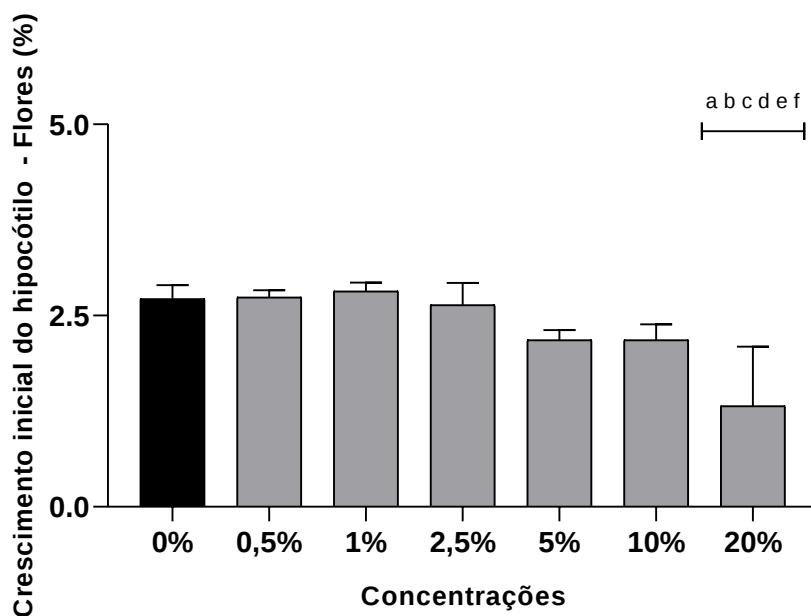
Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. $a < 0,0001$ em comparação ao controle.

Para as plântulas de *L. leucocephala*, verificou-se que as frações 20%, 40%, 60% e 80% afetaram significativamente o crescimento da raiz. Tendo como maior efetividade a concentração 100% que não foi observação o crescimento da radícula das sementes expostas a fração aquosa no tratamento.

Conforme Anaya et al. (1990) citado por Lima e Moraes (2008, p. 412) Anaya et al. (1990) relataram o potencial alelopático de *Ipomoea tricolor*, usada na agricultura tradicional para controle de plantas daninhas, demonstrado também por meio de medidas da inibitória de lixiviados aquosos e extratos de material orgânico das plantas sobre as sementes de *Amaranthus leucocarpus* e *Echinochloa crus-galli*.

Estudos como estes, podem corroborar sobre a inferência do metabólito secundário no desenvolvimento radicular das sementes de leucena pois este tem potencial para o controle da espécie daninha, no seu uso na agricultura de forma mais sustentável ao meio ambiente.

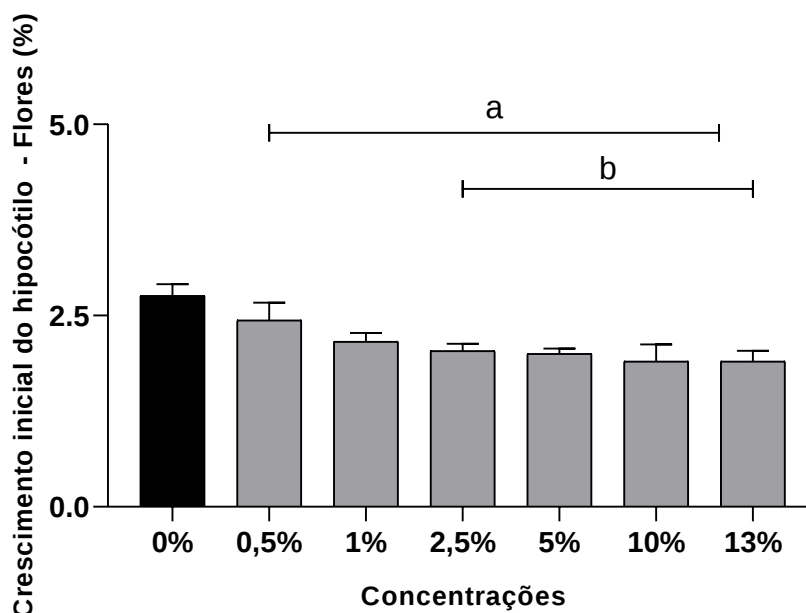
Figura 37. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas do extrato etanólico bruto obtido a partir das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a, b, c, d, e, f $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 20%.

Foi observado ainda diminuição do alongamento do hipocótilo na concentração 20% em comparação à todas as concentrações submetidas ao extrato etanólico. Os aleloquímicos presentes na concentração que apresentou significância evidenciam que pode haver o controle da daninha *Leucaena leucocephala* a partir do crescimento do hipocótilo assim como da radícula sobre o efeito do EEB.

Figura 38. Valores médios do crescimento inicial do hipocótilo das plântulas da fração orgânica obtido a partir das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*



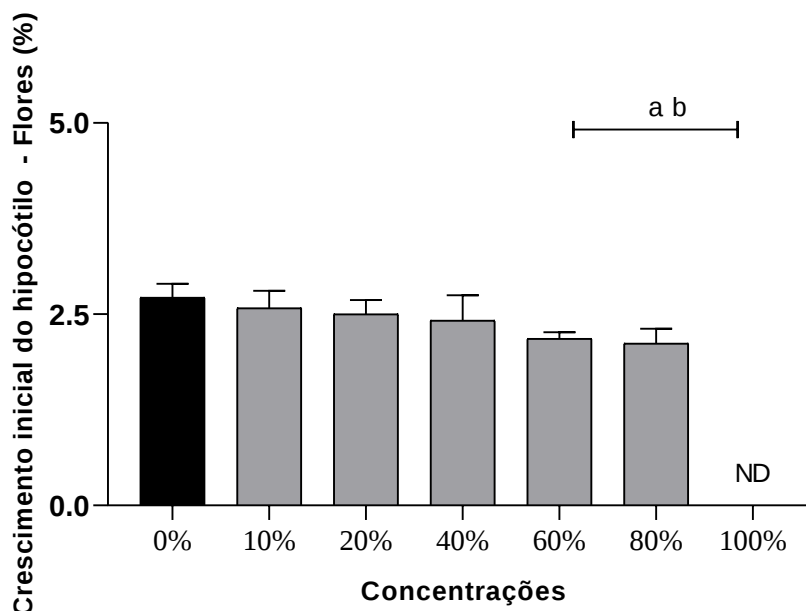
Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 0,5 %.

Na figura 38 as concentrações mais efetivas na redução no crescimento do hipocótilo foram a de 10% e 13%, do qual o cresceu apenas 1,9 cm enquanto da testemunha foi 2,76 cm.

Matias et al (2021) menciona que resultados obtidos avaliando *Tapirira obtusa*, confirmam tal informação e se tornam importantes, pois, demonstram que determinadas espécies daninhas podem ser mais afetadas pelos aleloquímicos, o que pode permitir a utilização de moléculas específicas para a formulação de bioerbicidas, para seu controle em particular.

No bioensaio da figura 38 todas as concentrações possuem uma sensibilidade suficiente para diminuir o crescimento da planta daninha, a leucena.

Figura 39. Valores médios do crescimento do hipocótilo das plântulas da fração aquosa obtido a partir das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* sobre as sementes da *Leucaena leucocephala*



Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão de 5 amostras por grupo. a $p < 0,0001$ em comparação ao controle; b $p < 0,0001$ em comparação a concentração de 10 %.

Os autores Richardson e Williamson (1988) apresentam um fato o muito importante, os mesmos citam que, 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. Essa ocorrência é observada nesse bioensaio.

Na figura 36 foi expressado que as concentrações 60% e 80% da fração aquosa obtida das flores *in natura* da *Ipomoea asarifolia* foram significantes quando comparadas ao controle e a concentração de 10%. Além disso, foi possível identificar que os crescimentos do hipocótilo entre essas duas concentrações foram diminuídos a medida que a concentração ampliada.

Observa-se também da figura 36 que concentração 100% conseguiu inibir completamente o crescimento do hipocótilo da leucena no estudo realizado.

Ferreira e Áquila (2000) mencionam que, todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam em qualidade e quantidade de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles têm sua síntese desencadeada por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas. Além disso, a atividade dos aleloquímicos tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (defensivos agrícolas).

4.4 Quantificação de taninos condensados

A partir dos dados obtidos pelo teor total de sólidos (%TST) e Índice de Stiasny (%I) foi possível constatar que a extração de taninos utilizando as flores, ofereceu uma maior porcentagem de taninos condensados (0,17% em relação as folhas (0,05%).

Tabela 6. Quantificação de teor de sólidos totais (%TST), índice de Stiasny (%I) e teor de taninos condensados (%TTC)

Quantificação de taninos condensados			
Parte doadora	Teor de sólidos totais (%TST)	Índice de Stiasny (%I)	Teor de taninos condensados (%TTC)
Folha	97,95%	0,06%	0,05%
Flor	96,26%	0,18%	0,17%

4.5 Triagem fitoquímica dos extratos e frações

A prospecção química revelou a presença como taninos condensados, saponinas, flavonoides e antocianinas. O EEB apresentou taninos condensados e a fração aquosa apresentou saponinas.

Tabela 7. Triagem fitoquímica de diferentes classes de metabólitos secundários das folhas da *Ipomoea asarifolia*.

Classes de metabólitos secundários identificados - FOLHAS			
Classes dos metabólitos secundários	EEB	FO	FA
Flavonoides	-	*	*
Antocianinas	-	*	*
Taninos hidrolisáveis	-	*	*
Taninos condensados	+	-	-
Saponinas	-	-	+

EEB: Extrato Etanólico Bruto; FO: Fração Orgânica; FA: Fração Aquosa.

(+) presença; (-) ausência; (*) não foi realizado o teste de presença de metabólitos secundários.

Analisando os resultados em conjunto, nota-se que o extrato etanólico bruto, produziu efeitos mais acentuados na germinação, IVG e crescimento inicial da radícula e do hipocótilo. Essa resposta pode ser explicada pela presença dos metabolitos secundários.

Ferreira e Àquila (2000) explica que pela presença de saponinas e taninos nos extratos, substâncias hidrossolúveis que atuam na defesa contra herbívoros e patógenos amplamente conhecidas por seu potencial alelopático. Os taninos possuem atividade tóxica (AYRES et al., 1997). Taiz e Zeiger (2013) citam que, compostos fenólicos, flavonóides e taninos são os agentes mais comumente associados com o efeito alelopático. Os compostos fenólicos, com frequência de 50% no extrato analisado, são citados como compostos com atividade alelopática (PEREIRA et al., 2018).

As saponinas são substâncias derivadas do metabolismo secundário das plantas, relacionados, principalmente, com o sistema de defesa. São encontradas nos tecidos que são mais vulneráveis ao ataque fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos (WINA et al., 2005).

Tabela 8. Triagem fitoquímica de diferentes classes de metabolitos secundários das flores da *Ipomoea asarifolia*.

Classes de metabólitos secundários identificados - FLORES			
Classes dos metabólitos secundários	EEB	FO	FA
Flavonoides	+	-	-
Antocianinas	+	-	-
Taninos hidrolisáveis	-	-	-
Taninos condensados	-	+	+
Saponinas	-	-	-

EEB: Extrato Etanólico Bruto; FO: Fração Orgânica; FA: Fração Aquosa.

(+) presença; (-) ausência; (*) não foi realizado o teste de presença de metabólitos secundários

Nos testes fitoquímicos realizados a partir do extrato e frações obtidos da flor da salsa-brava foi detectado a presença de flavonoides e antocianinas no extrato etanólico bruto, taninos condensados na fração orgânica e fração aquosa.

Compostos como flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, proantocianinas, isoflavonoides, estão presentes em diversos órgãos das plantas, e apresentam múltiplas funções seja atratividade ou mesmo repelência, com efeito, alelopático na inibição do desenvolvimento fisiológico de plantas (FIORENZA et al., 2016). Santos *et al.*, (2011) encontrou flavonóides, alcaloides, ácidos fenólicos e ácidos carboxílicos nos extratos brutos.

O potencial alelopático de uma espécie pode ser usado a busca por defensivos agrícolas; compreender o antagonismo de cultivos consorciadas; diminuir o uso de herbicidas sintéticos, substituindo-os por processos de alelopatia; manejo e controle das ervas daninhas por meio de rotação de cultivos, sistemas adequados de semeadura entre espécies, além de manejo de sistemas agroecológicos (VENZON et al., 2005).

Com a detecção dos princípios ativos, as substâncias aleloquímicas podem trazer alternativa ecológica para a redução de agroquímicos, podendo ser usadas como herbicidas naturais (FIORENZA et al., 2016; ROSA et al., 2007; RIGON et al., 2013).

5 CONCLUSÃO

Foi possível constatar a maior sensibilidade das sementes da *Leucaena leucocephala* quando submetidas ao extrato etanólico obtido através das folhas da *Ipomoea asarifolia*. As concentrações 10% e 15% inibiu totalmente a germinação e inibiu o crescimento do hipocótilo e da radícula das plântulas da concentração de 15%.

O estudo alelopático também se mostrou satisfatório quanto a fração aquosa, que conseguiu inibir o crescimento da radícula e do hipocótilo na concentração de 100%.

Foram identificados compostos como taninos condensados, saponinas, flavonoides e antocianinas. Metabolitos secundários estes que possuem efeitos alelopáticos que podem inibir ou retardar o metabolismo da leucena.

Sendo assim, este estudo concluiu que determinadas concentrações podem ser usadas como bioerbicidas e que tem bons resultados à frente do controle da leucena. O seu uso é uma fonte promissora para substituição de herbicidas comerciais e uma ótima alternativa de menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D; VARGAS, L; GAZZIERO, D. L. P; SILVA, A. A. Manejo de plantas daninhas. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 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, 2010.
- anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**. v.89. p. 519-524, 2002.
- ARAÚJO, H.T.N. Potencial alelopático e identificação de componentes de *Cryptostegia* Identificador Bojer ex Decne, 2017.
- AYRES, M.P; CLAUSEN, T.P; MACLEAN JR, S.F; REDMAN, A.M; REICHARDT, P.B. Diversidade de estrutura e atividade antiherbívora em taninos condensados. **Ecology**, v.78, 6, p.1696-1712, 1997.
- BAKER, H.G. Characteristics and modes of origin of weeds. Pp 147-168. In BAKER, H.G; STEBBINS, G.L. (eds.) **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press, 1965.
- BAKER, H.G. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics** v.5, p.1-24, 1974.
- BARBOSA, R.R.; RIBEIRO FILHO, M.R.; DA SILVA, I. P.; SOTO-BLANCO, B. Plantas tóxicas de interesse pecuário: importância e formas de estudo. **Acta Veterinaria Brasília**, v.1, n.1, p.1-7, 2007.
- BEELEN, P.M.G; PEREIRA FILHO, J.M; BEELEN, R.N. Avaliação de taninos condensados em plantas forrageiras. **ZOOTEC**, v.15, n.15, 2008.
- BLOSSEY, B; NÖTZOLD, R. Evolution and increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. **Journal of Ecology** v.83, p.887-889, 1995.
- BODAS, R. et al. Manipulação da fermentação ruminal e produção de metano com metabólitos secundários de plantas. **Animal Feed Science and Technology**, n. 176, p. 78-93, 2012.
- BRIGHENTI, A. M; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**. 2011.
- CARVALHO, M.N; NAKAGAWA, J., **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Campinas, SP: Fundação Cargill, p. 429, 1988.
- CARVALHO, W. P.; CARVALHO, J.G.; ABBADE NETO, DO.; TEIXEIRA, L.G.V. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Biosci. J.**, Uberlandia, v. 30, n.1, p. 1-11, 2014.

CASTEJON, F.V. Taninos e saponinas. **Seminário apresentado junto à disciplina Seminários Aplicados do Programa de Pós-Graduação–Universidade Federal de Goiás, Goiânia**, v. 30, p. 1292-1298, 2011.

CHAVES, D.P. Intoxicação experimental por *Ipomoea asarifolia* em ovinos: achados clínicos, laboratoriais e anatomo-patológicos, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2009.

COELHO, F.B; MAIA, S.S. OLIVEIRA, K. DIÓGENES, E.P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro, **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.108-111. 2011.
CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

Corrêa, S.R; Silva, M.W.A. Pereira, S.G. FITOTOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DAS FLORES DE *Ipomoea asarifolia* SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna ssp.* (MATA PASTO). **VI Encontro Maranhense de Ciências Agrárias**, 2021.

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

COSTA, J. N. M. N. D; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal?. **Revista Árvore**, v. 34, p.825-833, 2010.

COSTA, N. V; RODRIGUES-COSTA, A. C. P; COELHO, É. M. P; FERREIRA, S. D; ARAUJO, B, J. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.1, p. 25-44, 2018.

DELBONE, C. A.C; LANDO, R. L. Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais. In: **Congresso de Educação do Norte Pioneiro. 10ª edição. UENP-CCNE-CLA-Campus Jacarezinho**. p. 396-404, 2010.

DUARTE, N. F.; SILVA, J. B; SOUZA, I. F. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p. 983-992, 2002.

DUARTE, E.C.C; GONÇALVES, A.C.M; TORRES, M.N.N; SIMPLÍCIO, S.F.; RIBEIRO, R.X.; SOUZA, R.F; JÚNIOR, S.P.S. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. **Revista AGROTEC** – v. 37, n. 1, p. 71-80, 2016.

DUBEY, P; KHARE, N; GUPTA, P.C. A new flavonoid glycoside from the leaves of *Ipomoea fistulosa*. **Curr Sci**; v. 51: p. 351-352, 1982.

EMBRAPA (Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária): Tratos Culturais e Manejo de Plantas Daninhas. **Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de produção, cultivo do milho**, 3. ed. 2007.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, (Edição Especial), p. 175-204, 2000.

FERREIRA, A. G. & BORGUETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.324, 2004.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo: EDU. P. 362, 1985.

FIORENZA, M., DOTTO, D. B., BOLIGON, A. A., BOLIGON, A. A., ATHAYDE, M. L., & VESTENA, S. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia, Série Botânica**, v. 71, n. 2, p.193-200, 2016.

FRIEDMAN, J. **Allelopathy, autotoxicity, and germination**. In: ZIGEL, J; GALILI, G. (Eds.), Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, 1995.

FUMAGALI, E; GONÇALVES, R. A. C; MACHADO, M. D. F. P. S; VIDOTI, G. J; & OLIVEIRA, A. J. B. D. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p.627-641, 2008.

GINER-CHAVES, B.I. **Condensed tannins in tropical forages**.1996. 196 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Cornell University, Ithaca, 1996.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

GOMES, A. B. Potencial alelopático de extratos de folhas de *Geonoma schottiana* (Arecaceae). 2016.

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; GUALTIERI, S. C. J; RANAL, M. A; SANTANA, D. G. D. Influência alelopática do extrato aquoso de raiz de *Sapindus saponaria* L. sobre capim-arroz e corda-de-violão. **Biosci. j. (Online)**, p.760-766, 2013.

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

HARBORNE J.B. Classes and functions of secondary products, In: Walton NJ, Brown DE (Ed.). Chemicals from plants, perspectives on secondary plant products London: Imperial College, p.1-25, 1999.

HASLAM, E; **J. Chem. Ecol.** v. 14, p. 1789. 1988.

HASLAM, E; **Phytochemistry**, v.4, p.495. 1965

HEIL, M; BAUMANN, B; ANDARY, C; LINSÉNMAIR, E.K; MCKEY, D. . Extração e quantificação de "taninos condensados" como medida de defesa anti-herbívoros de plantas? Revisitando um problema antigo. **Naturwissenschaften** , v.89, n.11, p.519-524, 2002.

ISMAIL, A.; MOHSEN, H.; BASSEM, J.; LAMIA, H. Chemical composition of *Thuja orientalis* L. essential oils and study of their allelopathic potential on germination and seedling growth of weeds. 76 **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 48, n. 1, p.18-27, 2016.

HERNANDEZ-ARO, M; HERNANDEZ-PEREZ, R; GUADALUPE-TAPIA, G; GUILLEN-SANCHEZ, D; CASTELLANOS-GONZALEZ, L. (2017). Phytotoxic potential of *Ipomoea batatas* extract, detected through a new type of sandwich microbioassay on three species of weeds. **Planta Daninha**, v. 35, 2017.

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*, v. 28, p. 489-498, 2010.

JUNIOR, R.S.O .Introdução ao controle químico. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011

KHANAM, S. General Study of Formation of Secondary Metabolites. **Pharmacognosy**, 2007.

KIILL, L. H. P; RANGA, N. T. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult.(Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 355-362, 2003.

KISSMANN, K. G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, p. 798, 1992.

LEKHA, P. K; LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. **Advances in Applied Microbiology**, v. 44, 1997.

LIMA, J. D; MORAES, W. S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 409-413, 2008.

MACHADO, M.T.S. A espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. no Parque Nacional de Brasília, DF: implicações ambientais de uma espécie exótica invasora, 2018.

MANO, A. R. O. Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*amburana cearensis* s.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho.2006.102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fortaleza-Ceará, 2006.

MATIAS, R; PAULIQUEVIS, C.F; OJEDA, P.T.A; PINA, J.C; DE OLIVEIRA, A.K.M Potencial alelopático de extratos etanólicos e pó de folhas de *Tapirira obtusa* na germinação e formação de plantas de diferentes espécies-alvo. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , v.10, p.4, e25210413841-e25210413841, 2021.

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.

MATIAS, R; OLIVEIRA, A.K.M; PEREIRA, K.C.L; RIZZI, E.S, ROSA, A.C. Potencial alelopático do extrato etanólico de *Anacardium humile* (cajuzinho-do-cerrado) na germinação e formação de plântulas de alface, tomate e fedegoso. **Gaia Scientia**, v.12, n.2, p.144-160, 2018.

MEIRA, M; SILVA, E.P; DAVID, J.M; DAVID, J.P. Review of the genus *Ipomoea*: Traditional uses chemistry and biological activities, **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.22, v.3, p. 682-713, 2012.

MELLO, J. C.P; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, cap. 24, p.517-543. 2001.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento**; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MENDONÇA, R.L. Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformis* e estudo da atividade alelopática, Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2008.

METIVER, J.R. Dormência e germinação. In: FERRI, M.G. (Ed.) **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: EDUE, p.401, 1986.

MILLER, D.A. Allelopathy in forage crop systems. **Agron J**, v.88, p. 854-859, 1996.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed and Technology**, n. 91, p. 3-20, 2001.

NAKAMURA, Y; TSUJI, S; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.1, p.331-339, 2003.

NOBLE, I.R. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. Pp 301-313. In DRAKE, J.A; DICASTRI, F; GROVES, R.H; KRUGER, F.J; MOONEY, H.; REJMÁNEK, M; WILLIAMSON, M.H. (eds.) **Biological Invasions: a global perspective**. New York: Wiley, 1989.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Brasil: Omnipax, 2011.

OSZMIANSKI, J; WOJDYLO, A; LAMER-ZARAWSKA, E; SWIADER, K. Taninos antioxidantes das raízes das plantas Rosaceae. **Química alimentar**, v.100, n.2, p.579-583, 2007.

PAES, J.B, SANTANA, G.M; AZEVEDO, T.K.B; MORAIS, R.M; CALIXTO JÚNIOR, J.T., Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. cebil (Gris.) Alts.), **Scientia Forestalis**, v. 38, n.87, p.441-447, 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, n. 1, p. 27-42, 2014.

PIRES, N.M; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

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

PROPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: Ministério da agricultura, Agiplan, 78 p. 1974.

REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. **Allelopathy**: a physiological process with ecological implications. Holanda: Springer, p. 127-139, 2006.

REJMÁNEK, M. Species richness and resistance to invasions. Pp 153-172. In ORIAN, G; DIRZO, R; CUSHMAN, J.H. (eds.) **Biodiversity and ecosystem processes in tropical forests**. New York: Springer, 1996.

REZENDE, C de P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras. **Lavras: UFLA. (Boletim Agropecuário)**, 2003.

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

RICHARDSON, DR; WILLIAMSON, GB Efeitos alelopáticos de arbustos de pinheiro-bravo em pinheiros e gramíneas de montes de areia. **Forest Science** , v. 34, n. 3, p. 592-605, 1988.

RODRIGUES, A.C; ARTIOLI, F.A; POLO, M; BARBOSA, L.C.A; BEIJO, L.A. Efeito alelopático de folhas de bamburral *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. sobre a germinação de sementes de sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*), rabanete (*Raphanus sativus L.*) e alface (*Lactuca sativa L.*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, p. 487-493, 2012.

RONCHI, C. P; SERRANO, L. A. L; SILVA, A. A; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta daninha**, v.28, p. 215-228, 2010.

SALOMÃO, P.E.A; FERRO, A.M.S; RUAS W.F. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão, **Research, Society and Development**, v.9, n.2, p.1-22, 2020.

SALVADOR, L. F. Manejo e interferência das plantas daninhas em soja. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 58-75, 2006.

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.

SANTOS, W. D; FERRARESE, M. L. L; NAKAMURA, C. C; MOURÃO, K. S. M; MANGOLIN, C. A; FERRARESE-FILHO, O. Soybean (*Glycine max*) root lignification

induced by ferulic acid: the possible mode of action. **Journal Chemical Ecology**, v. 34, n. 9, p. 1230-1241, 2008.

SANTOS, S; MORAES, M.L.L; REZENDE, M.O.O; SOUZA FILHO, A.P.S. Potencial alelopático e identificação de compostos secundários em extratos de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) utilizando eletroforese capilar. **Eclética Química**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 51-68, 2011.

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

SCHWARZ, A; HOSOMI, R. Z; HENRIQUE, B. S; HUEZA, I; GARDNER, D; HARAGUCHI, M; SPINOSA, H. D. S. Identificação de princípios ativos presentes na *Ipomoea carnea* brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, p.181-187. 2004.

SHIRGAPURE, K. H.; GHOSH, P. Allelopathy a tool for sustainable weed management. **Archives of Current Research International**, v. 20, n. 3, p.17-25, 2020.

SHIRGAPURE, K.H; GHOSH, P. Allelopathy a tool for sustainable weed management, **Archives of Current Research International**, v.20, n.3, p.17-25, 2015.

SILVA, A. D; SILVA, J. D. Tópicos em manejo de plantas daninhas. **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, v. 1, p. 55-56, 2007.

SILVA, C. B. D.Determinação do potencial alelopático e composição química de extratos vegetais da espécie *Croton heliotropiifolius* Kunth no controle de *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde. 2018. 93f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL, 2018.

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

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.

SOLTYS, D; RUDZIŃSKA-LANGWALD, A; KUREK, W; GNIAZDOWSKA, A. SLIWINSKA, E; BOGATEK, R. Cyanamide mode of action during inhibition of onion (*Allium cepa* L.) root growth involves disturbances in cell division and cytoskeleton formation. **Planta**, v. 234, n. 3, p. 609-621, 2011.

SOUZA-FILHO, A. P. da S. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 159 p. 2006.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, Artmed, 719 p. 2009.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, p.918. 2013.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Helianthus. 310 p. , 2000.
- TAKAO, L. K; RIBEIRO, J. P. N; LIMA, M. I. S. Allelopathic effects of *Ipomoea cairica* (L.) Sweet on crop weeds. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, p.858-864, 2011.
- VASCONCELOS, M.C.C; SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. Interferência de Plantas Daninhas sobre plantas cultivadas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.01-06, jan-mar, 2012.
- VENZON, M; PAULA JÚNIOR, T. J; PALLINI, A. Controle alternativo de pragas e doenças. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 359, 2005.
- WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, v.1, 1999.
- WALTON, C. S. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) in Queensland – Pest Status Review. Series – Land Protection. Brisbane: Department of Natural Resources and Minas, 2003.
- WINA, E; MUETZEL, S; BECKER, K. The Impact of Saponins or Saponin-Containing Plant Materials on Ruminant Production - A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* v.53, n.21, p.8093–8105, 2005.
- ZANINE, A. de M.; SANTOS, E; M. Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.