

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (7)

July 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1372020958>

Article link

[http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article  
&op=view&path%5B%5D=958&path%5B%5D=pdf](http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=958&path%5B%5D=pdf)

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef



## Fitotoxicidade de *Hyptis suaveolens* frente as culturas da soja e alface

### Phytotoxicity of *Hyptis suaveolens* against soybean and lettuce crops

S. S. Nascimento<sup>1</sup>, S. G. Pereira<sup>2</sup>, D. J. Amorim<sup>3</sup>, M. S. Mendes<sup>2</sup>, I. S. Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo

Author for correspondence: [sabrina-ag-a@hotmail.com](mailto:sabrina-ag-a@hotmail.com)

**Resumo:** A investigação *in vitro* de atividade fitotóxica sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas é a parte inicial na busca por novos herbicidas ou bioherbicidas, ao constatar essa ação novos estudos *in vivo* devem ser realizados sobre plantas daninhas. Desta forma, investigou-se a ação fitotóxica de *Hyptis suaveolens* sobre o desenvolvimento inicial de duas espécies economicamente importantes, a alface (*Lactuca sativa* L.) e soja (*Glycine max* L.) Inicialmente obteve-se o extrato bruto etanólico das folhas de *H. suaveolens*, o qual foi submetido à partição em funil de separação utilizado uma parte de água para quatro de acetato de etila (4x), obtendo a fração aquosa e orgânica. Os parâmetros analisados foram: inibição de germinação, índice de velocidade de germinação, inibição de crescimento das plântulas e produção de biomassa. A fração orgânica inibiu 100% da germinação das sementes de alface em todas as concentrações utilizadas e, para a soja observou-se que a maior inibição foi de 33% na maior concentração. No teste utilizando a fração aquosa, as inibições da germinação das sementes de soja ocorreram a partir da concentração de 5%. O índice de velocidade de germinação das sementes de alface e soja também foi reduzido pelas duas frações. Os demais parâmetros também foram afetados em grande parte de forma negativa. Dessa forma, concluiu-se que as frações aquosas e orgânicas apresentam potencial fitotóxico sobre o desenvolvimento de alface e soja.

**Palavras-chave:** Alelopatia, Alfazema-brava, *Lactuca sativa* L., *Glycine max* L.

**Abstract:** The *in vitro* investigation of phytotoxic activity on germination and seedling development is the initial part in the search for new herbicides or bioherbicides, when verifying this action new *in vivo* studies must be carried out on weeds. In this way, the phytotoxic action of *Hyptis suaveolens* was investigated on the initial development of two economically important species, lettuce (*Lactuca sativa* L.) and soybean (*Glycine max* L.) Initially the crude ethanolic extract from the leaves of *H. suaveolens* was obtained, which was partitioned into a separating funnel, using one part water to four ethyl acetate (4x), obtaining the aqueous and organic fraction. The parameters analyzed were: germination inhibition, germination speed index, growth inhibition of seedlings and biomass production. The organic fraction inhibited 100% germination of lettuce seeds at all concentrations and, for soybean, it was observed that the highest inhibition was 33% at the highest concentration. In the test using the aqueous fraction, the inhibitions of the germination of the soybean seeds occurred from the concentration of 5%. The germination rate of lettuce and soybean seeds was also reduced by the two fractions. The other parameters were also negatively affected. Thus, it was concluded that the aqueous and organic fractions present phytotoxic potential in the development of lettuce and soybean.

**Keywords:** Allelopathy, Lavender, *Lactuca sativa* L., *Glycine max* L.

### Introdução

A espécie *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. é uma planta medicinal etnobotânica importante, que pertence à família *Lamiaceae*, encontrada em países como Brasil, Venezuela, Equador, Estados Unidos, Bangladesh, China, Índia, Camarões,

Congo, Benin, Gana, Quênia, Nigéria, Sudão e Togo (JESUS et al., 2013; THOMFORD, 2018). Mesmo com seus importantes aspectos medicinais, também é considerada como planta daninha em todo o mundo. Destaca-se também por apresentar

produção de metabólitos secundários diversificados, como terpenos, alcaloides e flavonoides.

Os metabólitos secundários são intitulados de aleloquímicos e estão presentes em diferentes órgãos das plantas e podem ser liberados por diferentes vias como pela lixiviação dos tecidos, dissolução em água, volatilização de compostos aromáticos, portanto, induzindo direta ou indiretamente nas interações entre as plantas (ZENG et al., 2010; HARTMANN, 2017). Na natureza este processo é chamado de alelopatia, tendo como principal função minimizar ou acabar com a competição por recursos, entre eles a luminosidade e nutrientes (RICE, 1984; FERREIRA & BORGHETTI, 2004; FUJII & HIRADATE, 2007; OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com Pires & Oliveira (2011), várias são as técnicas utilizadas para extrair os aleloquímicos. Normalmente, estas substâncias são extraídas de partes vegetais, como folhas, cascas e polpas pulverizadas e colocadas em contato com um extrator orgânico (álcool, acetona, éter, clorofórmio, etc.) ou água, obtendo-se após filtração, o extrato contendo os compostos alelopáticos solúveis nos respectivos solventes.

Nesse contexto, o principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a fitotoxicidade da *H. suaveolens* sobre a germinação, crescimento de plântulas e produção de biomassa de duas espécies divergentes e de importância econômica reconhecida, a alface (*Lactuca sativa* L.) e soja (*Glycine max* L.), na busca por alternativas aos agroquímicos comerciais e de tecnologias de apoio à chamada "agricultura orgânica".

## Métodos

### Obtenção do material vegetal e das Frações

As folhas vivas de *H. suaveolens* já em estágio avançado do seu ciclo foram coletadas nas proximidades da Universidade Federal do Maranhão - Campus de Chapadinha, (coordenadas-3°43'41.2"S 43°19'23.0"W). As folhas foram secas a temperatura ambiente, protegidas da exposição ao sol e posteriormente, pulverizadas e quantificadas (em gramas). A extração foi feita a frio por maceração onde, as folhas já pulverizadas ficaram por dez dias em imersão em etanol 95%, seguido de filtração, obtendo o resíduo, que foi descartado e a solução etanólica, a qual foi concentrada em evaporador rotativo a vácuo, obtendo o extrato bruto etanólico, posteriormente fez-se a partição do extrato bruto etanólico, utilizando água destilada (200 mL) e o solvente imiscível, acetato de etila em quatro extrações de 400 mL, obtendo-se as frações aquosa (FA), que foi utilizada imediatamente para montagem do bioensaio e considerada solução 100% e orgânica (FO) que foi concentrada em evaporador rotativo a vácuo a temperatura de 50°C e velocidade de 40 RPM.

### Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM)

A cromatografia gasosa separa os componentes de uma mistura e a espectroscopia de

massa irá caracterizar cada um dos componentes, individualmente. Combinando essas duas técnicas é possível ter tanto uma análise qualitativa como quantitativa e avaliar uma solução contendo uma série de produtos químicos. Para esta análise utilizou-se a fração orgânica. Na análise em Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas (CG-EM), utilizou-se equipamento SHIMADZU 14B/QP5050A (Central Analítica do IQ-USP) com analisador tipo quadrupolo, em coluna BPX5 (não polar com 5% de fenil polisilfenileno siloxano) de 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro. A pressão da coluna foi de 150 kPa com vazão de 2,7 mL min<sup>-1</sup>. A temperatura inicial foi de 50 °C com temperatura final de 400 °C por temperatura do gás de 280 °C por interface também de 280 °C e o volume injetado foi de 2 µL em clorofórmio.

### Bioensaios

Os bioensaios de potencial fitotóxico foram realizados baseando-se nas metodologias desenvolvidas por Inderjit e Dakshini (1995), Macías et al., (2000) e Brasil (2009).

### Percentual de germinação, Índice de velocidade de germinação, Crescimento da radícula e do hipocótilo e Produção de biomassa

Para os testes de fitotoxicidade foi utilizada estufa de fotoperíodo com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo contínuo. As placas de Petri com diâmetro de 9 cm utilizadas foram forradas com papel filtro (9 cm), sendo que em cada placa foram colocados 3 mL das soluções das frações FO e FA, todas nas seguintes concentrações de 1,25; 2,50; 5,00; 10,00 e 20,00% e a testemunha (0,00%) apenas água destilada. O experimento foi montado triplicata com 06 sementes de soja e 10 sementes de alface colocadas após a adição das diferentes concentrações das duas frações nas respectivas placas de Petri. A quantidade de sementes foi definida levando em consideração o tamanho das sementes, visando proporcionar o máximo de espaço possível para o desenvolvimento das mesmas.

O experimento teve duração de 10 dias (para que se pudesse avaliar o máximo desenvolvimento das plântulas dentro das placas de Petri), tanto para a soja quanto para alface sendo que após as primeiras 24 horas seguintes à montagem do experimento fez-se a primeira contagem de germinação, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam extensão radicular igual ou superior a 2,0 mm. Para o cálculo do percentual de inibição de germinação utilizou-se a Equação 1.

**Equação 1** - Cálculo do percentual de inibição de germinação.

$$IG (\%) = [1 - (SG_{amostra})] \times 100/SG_{controle}$$

onde,

SG<sub>amostra</sub> - sementes germinadas nas placas nas quais aplicam-se os extratos, fases e substâncias; SG<sub>controle</sub> - sementes germinadas onde não foram aplicados os extratos, fases e substâncias (branco).

Para verificar a velocidade de germinação, fez-se o cálculo do índice de velocidade de germinação de acordo com a Equação 2.

**Equação 2** – Cálculo do índice de velocidade de germinação.

$$IVG = \sum Ni / Di$$

onde, Ni: Número de plântulas no dia; Di: Número de dias para a germinação.

Passados os dias correspondentes ao desenvolvimento de cada espécie, realizou-se a medição do comprimento da radícula e do hipocótilo em centímetro de cada semente desenvolvida. Posteriormente foi calculado o percentual de inibição de crescimento destas, de acordo com a Equação 3.

**Equação 3** - Cálculo da inibição do crescimento.

$$I(\%) = [1 - (CEC_{amostra})] \times 100 / CEC_{controle}$$

Onde, CEC<sub>amostra</sub>: crescimento em centímetro da radícula ou do hipocótilo nas placas nas quais aplicam-se os extratos, fases e substâncias; CEC<sub>controle</sub>: crescimento em centímetro da radícula ou do hipocótilo nas placas nas quais onde não foram aplicados os extratos, fases e substâncias (branco).

Depois de feita as medições de comprimento de radícula e hipocótilo, as plântulas foram imediatamente pesadas para verificar a biomassa fresca (BF), as massas foram determinadas em gramas.

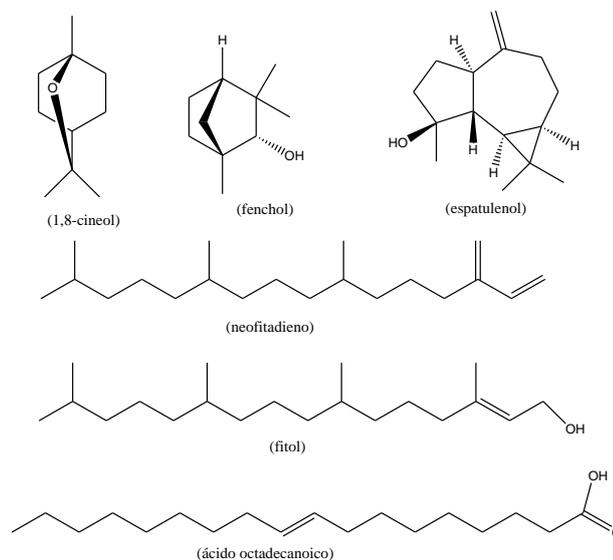
#### Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 concentrações e 3 repetições, para verificação dos efeitos biológicos. Os resultados ao qual não se aplicaram testes estatísticos foram submetidos à análise descritiva e para os demais se aplicaram a análise de variância e quando os efeitos de tratamentos apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ), as médias foram comparadas por meio do teste LSD de Fisher.

## Resultados e Discussão

### Análise Química

A injeção em CG-EM da FO apresentou um cromatograma com 20 picos (Tabela 1), com íons moleculares em  $m/z$  154 (pico 1),  $m/z$  154 (pico 2),  $m/z$  220 (pico 4),  $m/z$  278 (pico 6),  $m/z$  296 (pico 10),  $m/z$  284 (pico 12), com sugestão oferecida pela biblioteca eletrônica NIST e WILEY 229 permitiu propor os seguintes metabólitos secundários 1,8-cineol, fenchol, espatulenol, neofitadieno, fitol, ácido octadecanoico (Figura 1), respectivamente, os demais não foram identificados, contudo, as porcentagens correspondentes a cada composto na amostra analisada estão relacionados na Tabela 1.



**Figura 1-** Estruturas dos metabólitos secundários identificados na fração orgânica de *H. suaveolens*.

**Tabela 1.** Composição química da fração orgânica *H. suaveolens* obtida em CG-EM.

Pico	% na amostra	Íon 100%	Íon Molecular
1	2,76	43	154
2	2,02	81	154
3	1,16	136	204
4	1,46	43	220
5	0,78	161	204
6	5,26	68	278
7	1,18	57	278
8	1,86	81	278
9	3,95	43	284
10	6,20	71	296
11	3,44	79	278
12	1,86	43	284
13	1,88	43	296
14	6,40	91	302
15	6,03	272	302
16	3,31	253	330
17	20,50	91	394
18	25,36	287	430
19	2,84	239	430
20	1,76	69	436

Em pesquisa realizada por Pereira (2014), também foi verificada a presença de 1,8-cineol na composição do óleo essencial de *H. suaveolens*, porém, este participava como composto majoritário.

Todas as plantas produzem metabólitos secundários, que podem variar 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 possuem sua biossíntese estimulada por eventuais adversidades a que as plantas estão expostas (SILVA, 2012).

#### Bioensaios Fitotóxicos

A FO das folhas de *H. suaveolens* inibiu em 100% a germinação das sementes de alface, em todas as concentrações testadas. E dessa forma, não foi possível verificar o desenvolvimento de radícula e hipocótilo nem produção de biomassa. Já para soja, observou-se que a fração orgânica a partir da concentração de 1,25% inibiu fracamente a germinação e, que o maior percentual de inibição foi de 33%. Além das partes distintas das plantas com potencial alelopático, as espécies receptoras respondem de maneiras diferentes aos efeitos dos extratos, o que indica que a sensibilidade do vegetal aos fitotóxicos decorre da natureza fisiológica e bioquímica dos mesmos (HABERMANN et al., 2015; NOVAIS et al., 2017).

De acordo com Rodrigues et al. (2012), quando se utiliza testes com extratos de folhas, óleo essencial, a concentração presente no substrato é

maior, portanto, se tem uma maior probabilidade de ocorrer inibição da germinação das sementes e considerando também o tamanho da semente.

Por outro lado, a FA inibiu a germinação das sementes de alface a partir da concentração de 5%, sendo que a maior inibição foi observada na concentração de 10%. A inibição da germinação das sementes de soja também ocorreu a partir da concentração de 5%, aumentando gradualmente e atingindo maior percentual na concentração de 20%, apesar da correlação entre o aumento da concentração com o aumento da fitotoxicidade, esses valores foram inferiores a 25%.

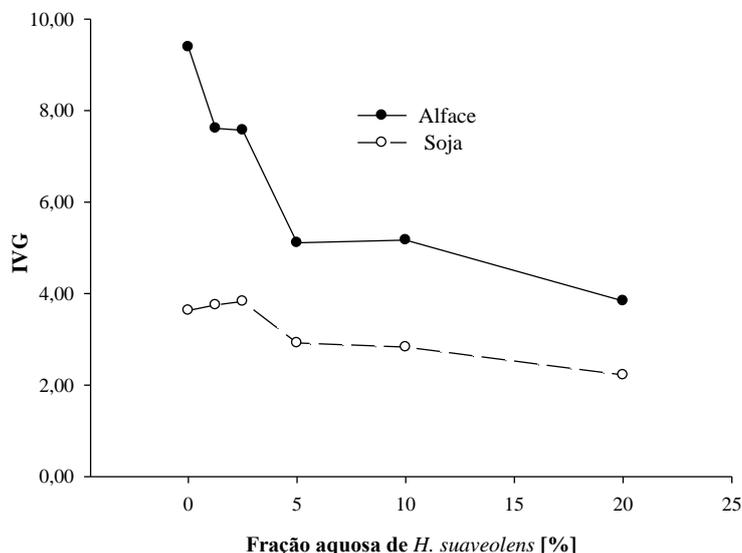
Em trabalho realizado por Silva et al. (2015), utilizando extrato aquoso de espécies da família *Lamiaceae* para verificar o potencial alelopático das mesmas sobre o desenvolvimento de alface, verificou-se que os extratos de hortelã, sálvia, manjerona e alecrim também reduziram a germinação das sementes da cultura comercial.

Segundo Rodrigues et al. (1999) e Rosado et al. (2009), os compostos alelopáticos são inibidores de germinação e crescimento, pois afetam a divisão celular, permeabilidade de membranas e ativação de enzimas.

Em grande parte dos trabalhos realizados com extratos verifica-se que a soja apresenta maior resistência aos efeitos alelopáticos em comparação com a alface (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010). Isso provavelmente se deve a rusticidade da semente de soja quando comparada as de alface.

Observando o (Gráfico 1), verifica-se que a FA teve grande influência sobre o índice de velocidade de germinação das sementes de alface, quando comparada ao tratamento controle, a qual mostrou efeito negativo desde a menor concentração, reduzindo o índice à medida que as

concentrações foram aumentadas. Para as sementes de soja, este parâmetro foi afetado a partir da concentração de 5%, observando-se uma diminuição acentuada quando comparada a testemunha.



**Gráfico 1-** Valores do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface e soja em relação à testemunha (água destilada).

O IVG tem se mostrado sensível aos efeitos alelopáticos, portanto, torna-se um parâmetro pertinente a ser avaliado (TUR et al., 2010; RODRIGUES et al., 2012). A velocidade de germinação em sementes é um índice que indica o vigor das sementes nos processos que envolvem a germinação nos substratos e conseqüentemente das plantas sobre o solo (BRANDELERO et al., 2015).

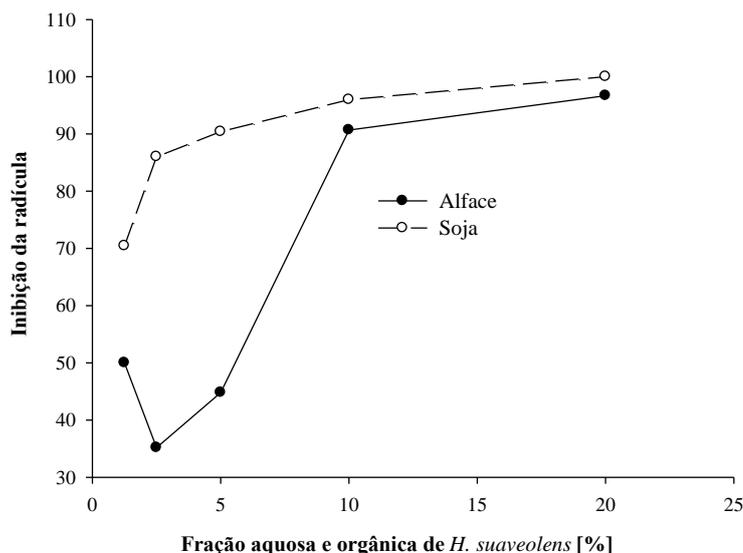
No Gráfico 2 verifica-se que a FA também interferiu negativamente no crescimento radicular das plântulas de alface em todas as concentrações e, os maiores valores de inibição de foram de 90 e 96% para as concentrações de 10% e 20%, respectivamente. Em pesquisa realizada por Rosado et al. (2009), para o comprimento das raízes houve diferença significativa para doses do extrato aquoso de *Ocimum basilicum* L. (*Lamiaceae*) em sementes de alface, onde os maiores comprimentos foram para o tratamento controle e concentração de 0,001%. Para as plântulas de soja, a FA não apresentou fitotoxicidade considerando as concentrações avaliadas.

Na célula, os extratos de plantas podem acarretar uma baixa frequência de divisão na zona meristemática apical da raiz, ocasionando a minimização do crescimento da coifa radicular e raízes (LEVIZOU et al., 2002; QUEIROZ, 2015).

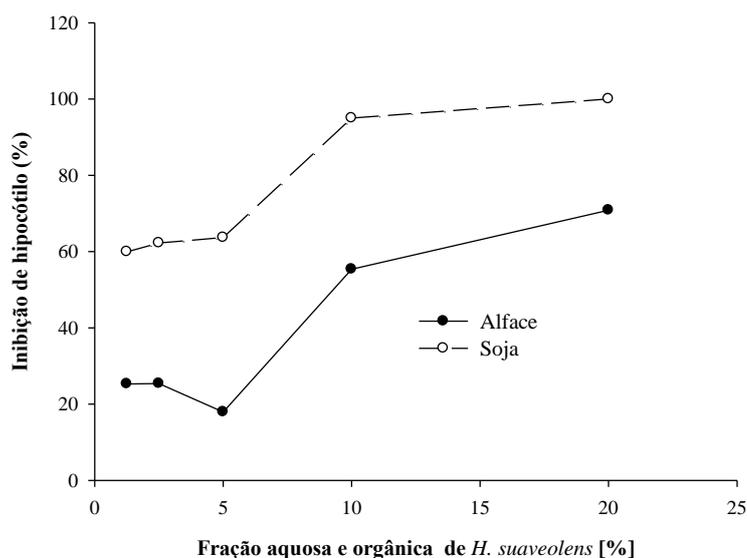
Durante o experimento com a FA, verificou-se que muitas sementes germinadas, apresentavam a radícula com coloração escura e raízes primárias praticamente ausentes. Esse fato também foi observado por Felix et al. (2007), avaliando os efeitos alelopático da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na germinação de sementes de alface e de *Raphanus sativus* L.

No bioensaio realizado com a FO, resultados diferentes foram observados para a soja, onde, a partir da concentração de 1,25% constataram-se inibições de 70%, chegando a 96 e 100% nas concentrações de 10% e 20%, respectivamente (Gráfico 2).

Para inibição de hipocótilo, todas as concentrações da FA mostraram efeito negativo para as plântulas de alface. A menor concentração proporcionou uma inibição de aproximadamente 25% e, na concentração mais alta este valor elevou-se para 70% (Gráfico 3). Já para soja maior inibição foi de 63% e ocorreu apenas com a utilização da concentração mais alta. Também avaliando a fitotoxicidade de *H. suaveolens* em diferentes espécies, Islam & Kato-Noguchi (2013) verificaram que, do mesmo modo como no presente trabalho o desenvolvimento de raízes foi mais afetado que o de hipocótilo. Isso provavelmente se deve ao fato de a raiz ter um maior contato com os aleloquímicos presentes nos extratos.



**Gráfico 2.** Valores inibitórios de radícula das plântulas de alface e soja frente às frações aquosa e orgânica, respectivamente de *H. suaveolens* em relação à testemunha (água destilada).



**Gráfico 3-** Valores inibitórios de hipocótilo das plântulas de alface e soja frente às frações aquosa e orgânica, respectivamente de *H. suaveolens* em relação à testemunha (água destilada).

No bioensaio com FO, os resultados mostraram que o desenvolvimento de hipocótilo das plântulas de soja foi afetado desde a menor concentração (Gráfico 3). Nesta, os valores inibitórios atingiram aproximadamente 60% com o uso da menor concentração e para as concentrações de 10% e 20% chegou-se a inibição de 95% e 100%, respectivamente. O alongamento da parte aérea, assim como o das raízes, está vinculado à divisões celulares, formação do câmbio e dos vasos xilemáticos e estas estruturas são dependentes da partição de nutrientes pela plântula (HOFFMANN et al., 2007; LIMA et al., 2011). Dessa forma podemos pressupor que o extrato age de forma direta ou indireta em alguma dessas

estruturas citadas. Para as plântulas de alface a maior inibição (70%) ocorreu na concentração de 20%.

Durante o experimento com a FO, notou-se que as plantas pertencentes aos tratamentos de 10% e 20% alguns dias após a germinação, apresentavam raízes com coloração escura, ou seja, já estavam inativas, este fato, também pode ter sido um dos motivos para que não ocorresse desenvolvimento de hipocótilo. De acordo com Islam & Kato-Noguchi (2013), os compostos químicos podem produzir diferentes e simultâneos efeitos nos processos celulares que podem ser responsáveis pelo crescimento reduzido de plântulas das espécies de plantas de teste. Mas as

particularidades do mecanismo bioquímico pelo qual os aleloquímicos exercem um efeito tóxico no crescimento de qualquer espécie de planta ainda não são bem conhecidos (ZHOU E YU, 2006; ISLAM & KATO-NOGUUCHI 2013).

Segundo Ferreira (2004) e Silva (2015), a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento de plântulas, pois o fenômeno é discreto germinando ou não.

Para o parâmetro de biomassa fresca (BF) de plântulas de alface observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para a maior concentração da FA, as demais não diferiram estatisticamente. Os dados para as plântulas de soja são semelhantes, onde a maior concentração proporcionou a menor média de BF, diferindo assim das demais (Tabela 2).

**Tabela 2.** Dados de biomassa fresca (BF) em gramas de plântulas de alface e soja frente às frações aquosa e orgânica de *H. suaveolens* em relação à testemunha.

Fração Aquosa (FA)			Fração Orgânica (FO)
	Alface	Soja	Soja
[%]	BF	BF	BF
0,00	0,022 b	0,947 c	0,890 cd
1,25	0,017 b	0,717 ab	0,820 bcd
2,50	0,025 b	0,784 bc	0,770 bc
5,00	0,021 b	0,806 bc	0,680 ab
10,00	0,022 b	0,860 bc	0,590 a
20,00	0,007 a	0,572 a	**
C.V	25,07	14,98	10,96

\*\*Parâmetro não analisado. Coeficiente de variação (C.V). As médias seguidas de uma mesma letra não variam estatisticamente pelo teste de Fisher a 5% de probabilidade.

Com a utilização da FO observou-se que a maior concentração inibiu o desenvolvimento vegetativo das sementes de soja e dessa forma, as menores médias foram obtidas com as concentrações de 5% e 10%, onde, a última demonstrou diferença significativa em relação às demais. Este parâmetro não pôde ser avaliado para as sementes de alface utilizando-se a FO, pois não ocorreu desenvolvimento vegetativo em nenhuma das concentrações utilizadas (Tabela 2).

De acordo com alguns autores, os efeitos dos aleloquímicos nos distintos processos fisiológicos de uma planta são dependentes da concentração, onde se percebem ativações em baixas concentrações e inibições em altas concentrações (HAGEMANN et al., 2010). E, aparentemente, o uso de mais de uma espécie possibilita melhor dimensionamento das reais potencialidades alelopáticas das espécies doadoras, pois, uma das espécies receptoras pode ser sensível, outra medianamente sensível e outra de baixa sensibilidade (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

E também muitos processos biológicos podem estar diretamente associados com a solubilidade das substâncias orgânicas, visto que essas podem ser apolares ou fracamente polares e, conseqüentemente, lipossolúveis, ou se apresentar polares, o que as tornam altamente solúveis na fase aquosa (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

A polaridade dos solventes na obtenção de extratos e frações pode refletir o potencial

alelopático das espécies doadoras, particularmente quando se sabe que os compostos fenólicos possuem alta atividade alelopática e são de alta polaridade, por outro lado, muitos dos aleloquímicos de baixa polaridade apresentam alta atividade alelopática, como os monoterpenos, monoterpenos oxigenados, diterpenos e outros (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

Contudo, os resultados obtidos em relação à fitotoxicidade das frações FO e FA não permitiram fazer uma correlação entre a questão das diferenças de polaridade das duas frações, bem como em relação aos metabólitos secundários evidenciados na FO.

### Conclusões

A partir dessa pesquisa foi possível concluir que os extratos obtidos a partir das folhas de *H. suaveolens* promovem efeitos inibitórios sobre a germinação, índice de velocidade de germinação, crescimento de plântulas e produção de biomassa, nas espécies receptoras.

A espécie *L. sativa* mostrou-se mais sensível aos efeitos alelopáticos.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão pelo suporte de infraestrutura e a FAPEMA pelo suporte financeiro.

## Referências

- BRANDELERO, EM., FABIAN, AJ., ADAMI, PF., MODOLO, AJ., BAESSO, MM. Ação alelopática de diferentes partes morfológicas da *Mucuna Preta* (*Stizolobium aterrimum*, *Piper* & *Tracy*) na emergência de plantas hortícolas. *Revista Inova Ciência & Tecnologia* 1: 23-29, 2015.
- BRASIL – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Regras para análise de sementes. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 365 p, 2009. [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf).
- FELIX, RAZ., ONO, EO., SILVA, CP., RODRIGUES, JD., PIERI, C. Efeitos Alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanus sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências* 5: 138-140, 2007.
- FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 323 p 2004.
- FERREIRA, A.G. Interferência: competição e alelopatia. In: A.G. Ferreira; F. Borghetti (eds.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed Editora. Porto Alegre, p. 251-262, 2004.
- FUJII Y., HIRADATE S. *Allelopathy: new concepts & methodology*. Enfield: Science Publishers, 382 p 2007.
- HABERMANN, E., IMATOMI, M., PEREIRA, VC., PONTES, FC., GUALTIERI. Atividade fitotóxica de cascas do caule e folhas de *Blepharocalyx salicifolius* (Myrtaceae) sobre espécies infestantes. *Acta Biológica Colombiana* 20: 153-162, 2015.
- HAGEMANN, TR., BENIN, G., LEMES, C., MARCHESE, JA., MARTIN, TN., PAGLIOSA, ES., BECHE, E. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. *Revista Bragantia* 69: 509-18, 2010.
- HARTMANN, KCD., FORTES, AMT., CASSOL, FDR., VALMORBIDA, R., MENDONÇA, LC. Atividade alelopática de espécies invasoras sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de arbórea nativa. *Revista Floresta* 47: 229 - 235, 2017.
- HOFFMANN, CEF., NEVES, LA., BASTOS, CF., WALLAU, GL. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 6: 11-21, 2007.
- INDERJIT, DAKSHINI, K. M. M. On laboratory bioassays in allelopathy. *The Botanical Review*, New York, v. 6, n. 1, p. 28-44, 1995.
- ISLAM, A., KATO-NOGUCHI, H. Plant growth inhibitory activity of medicinal plant *Hyptis suaveolens*: could allelopathy be a cause?. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25: 692-701, 2013.
- JESUS, NZT., FALCÃO, HS., LIMA, GRM., CALDAS FILHO, MRD., SALES, IRP., GOMES, IF., SANTOS, S., TAVARES, JF., BARBOSA-FILHO, JM., BATISTA, LM. *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (*Lamiaceae*), a medicinal plant protects the stomach against several gastric ulcer models. *Journal of Ethnopharmacology* 150: 982–988, 2013.
- LEVIZOU, E., KARAGEORGOU, P., PSARAS, GK., MANETAS, Y. Inhibitory effects of water soluble leaf leachates from *Dittrichia viscosa* on lettuce root growth, statocyte development and graviperception. *Flora Journal* 197: 152-157, 2002.
- LIMA, CP., CUNICO, MM., MIGUEL, OG., MIGUEL, MD. Efeito dos extratos de duas plantas medicinais do gênero *Bidens* sobre o crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. *Revista de Ciências Farmacêutica Básica e Aplicada* 32: 83-87, 2011.
- MACÍAS, FA., CASTELLANO, D., MOLINILLO, JMG. Search for a standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 48: 2512-2521, 2000.
- MARTINS, CR., LOPES, WA., ANDRADE, JB de. Solubilidade das substâncias orgânicas. *Revista Química Nova* 36: 1248-1255, 2013.
- NOVAIS, DB., SOUTO, JS., SOUTO, PC., LEONARDO, FAP., BARROSO, RF. Efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas e raízes de *Luetzelburgia auriculata* L. sobre a germinação da alface. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido* 13: 247-254, 2017.
- OLIVEIRA, AKM., PEREIRA, KCL., MULLER, JAI., MATIAS, R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. *Revista Horticultura Brasileira*, 32: 41-47, 2014.
- PEREIRA, L. C. O. Caracterização química de óleos essenciais de quatro espécies da família Lamiaceae: *Hyptis suaveolens* (L.) Poit, *Hyptis pectinata* (L.) Poit, *Hyptis martiusii* Benth. e *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer. 56 p. (TCC de graduação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.
- PIRES, N. M., OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.

- H. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. Curitiba: Ompipax. 2011. <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-livro.pdf>.
- QUEIROZ, R. L. Alelopatia de manjerição e uso do preparado homeopático *Nux vomica* em alface. 78 f. (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.
- RICE E.L. Allelopathy. 2. ed. New York: Academic Press, 422 p. 1984.
- RODRIGUES, AC., ARTIOLI, FA., POLO, M., BARBOSA, LCA., BEIJO, LA. 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 Mediciniais 14: 487-493, 2012.
- RODRIGUES, L. R. A., RODRIGUES, T.J.D., REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras. Guaíba: FUNEP/Jaboticabal, 18p.1999.
- ROSADO, LDS., RODRIGUES, HCA., PINTO, JEBP., CUSTÓDIO, TN., PINTO, LBB., BERTOLUCCI, SKV. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjerição “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 11: 422-428, 2009.
- SILVA, EV., PARENTE, KMS., FILHO, EGP. Alelopatia de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill.. Revista Fitos Eletrônica 9: 79-86, 2015.
- SILVA, LR., CRUZ-SILVA, CTA., BARROS, NAT., OLIVETTI, MMC. Alelopatia de espécies da família *Lamiaceae* sobre o desenvolvimento de alface. Revista Cultivando o Saber 8: 59 - 73, 2015.
- SILVA, PSS da. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. Revista Biotemas 25: 65-74, 2012.
- SOUZA FILHO, APS., GUILHON, GMSP., SANTOS, LS. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. Revista Planta Daninha 28: 689-697, 2010.
- THOMFORD, NE., DZOBO, K., ADU, F., CHIRIKURE, S., WONKAM, A., DANDARA, C. Bush mint (*Hyptis suaveolens*) and spreading hogweed (*Boerhavia diffusa*) medicinal plant extracts differentially affect activities of CYP1A2, CYP2D6 and CYP3A4 enzymes. Journal of Ethnopharmacology 211: 58–69, 2018.
- TUR, CM., BORELA, J., PASTORINI, LH. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. Revista Biotemas 23: 13-22, 2010.
- ZENG, R. S., MALLIK, A. U., LUO S. Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. New York: Springer Verlag, 426p. 2010.
- ZHOU, Y. H., YU, J. Q. Allelochemicals and photosynthesis, In: REIGOSA, M. J., PEDROL, N., GONZALEZ, L. (Eds.). Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications. Springer, The Netherlands, p. 127–139, 2006.