

Potencial alelopático de seis espécies do gênero *Croton* L. na germinação de alface e tomate

Giuliane Sampaio de Souza¹, Oriel Herrera Bonilla², Bruno Edson Chaves²,
Eliseu Marlônio Pereira de Lucena² & Charles de Sousa Silva³

¹Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Av. Dr. Silas Munguba, 1700, CEP 60740-903, Campus do Itaperi, Fortaleza, Ceará. sampaio.giuliane@gmail.com.

²Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Av. Dr. Silas Munguba, 1700, CEP 60740-903, Campus do Itaperi, Fortaleza, Ceará. oriel.herrera@uece.br, brunoedch@gmail.com, eliseulucena@yahoo.com.br.

³Universidade Regional do Cariri, Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, Rua Cel. Antônio Luis, 1161, CEP 63100-000, Pimenta, Crato, Ceará. ag_charles@hotmail.com.

Recebido em 25.VI.2015

Aceito em 16.VI.2017

DOI 10.21826/2446-8231201772201

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar a fitotoxidez e o potencial alelopático dos hidrolatos de *Croton argyrophylloides* Muell. Arg., *C. blanchetianus* Baill., *C. jacobinensis* Baill., *C. nepetaefolius* Kunth., *C. sincorensis* Mart. ex Muell. Arg. e *C. zehntneri* Pax. et. Hoffm. na germinação de diásporos de alface e tomate. Realizaram-se observações diárias e medição do teste-padrão de germinação (TPG), da primeira contagem (1^a C) e índice de velocidade de germinação (IVG). A intensidade da atividade fitotóxica de cada espécie, variou em função da concentração, da espécie receptora e do fotoperíodo. *C. argyrophylloides*, *C. blanchetianus* e *C. nepetaefolius* apresentaram ação inibitória em todos os fotoperíodos. Foram observados alguns efeitos estimulantes para a *C. sincorensis* e *C. argyrophylloides*. No entanto, os resultados deste estudo fornecem indicações consistentes do potencial alelopático das espécies testadas.

Palavras-chave: fitotoxidez, hidrolato, *Euphorbiaceae*

ABSTRACT - Allelopathic potential of six species of the genus *Croton* L. in the germination of lettuce and tomato. This study aimed to evaluate the phytotoxicity and allelopathic potential of hydrolats of *Croton argyrophylloides* Muell. Arg., *C. blanchetianus* Baill., *C. jacobinensis* Baill., *C. nepetaefolius* Kunth., *C. sincorensis* Mart. ex Muell. Arg. and *C. zehntneri* Pax. et. Hoffm. in the germination of diaspores of lettuce and tomato. There were daily observations and measurement of the standard test of germination (TSG), first count (1st C) and germination speed index (GSI). The intensity of the phytotoxic activity of each species varied according to concentration, species and photoperiod. *C. argyrophylloides*, *C. blanchetianus*, and *C. nepetaefolius* were inhibited in all photoperiods. Some stimulating effects were observed for *C. sincorensis* and *C. argyrophylloides*. Nevertheless, the results of this study provide consistent indications of the allelopathic potential of tested species.

Keywords: phytotoxicity, hydrolate, *Euphorbiaceae*

INTRODUÇÃO

Croton L. (*Euphorbiaceae*) é o quarto maior gênero de angiospermas em número de espécies no Brasil. Das 316 espécies ocorrentes no território nacional, podemos encontrar na Caatinga 62 espécies (Cordeiro *et al.* 2015) conhecidas por sua utilização na medicina popular (Borba & Macedo 2006). Plantas medicinais possuem efeito alelopático sobre sementes de espécies vegetais cultivadas e invasoras (Cruz *et al.* 2000). Os estudos dos efeitos alelopáticos e a identificação das plantas que o possuem é assunto de grande importância, tanto na utilização de cultivares agrícolas capazes de inibir plantas daninhas, quanto na determinação de práticas culturais e do manejo mais adequado (Carvalho *et al.* 1996).

Embora a maioria dos estudos com produtos medicinais alternativos tenha sido realizado com óleos essenciais, outros compostos podem ainda ser utilizados, como o

hidrolato. Este é o subproduto resultante do processo de extração de óleo essencial por arraste a vapor (Lavabre 1993). Ele é rico em substâncias hidrofílicas (Lima *et al.* 2006) e retém muitas das propriedades terapêuticas da planta, sendo útil em preparados para a pele ou até para preparações de administração oral (Cunha *et al.* 2012).

O hidrolato de *Baccharis trimera* (Less.) DC. apresenta substâncias ativas com potencial para o controle de doenças em plantas, principalmente por sua atividade antibacteriana (Moura *et al.* 2014). O hidrolato da parte aérea de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. provocou inibição na germinação de sementes de *Stylosanthes* Sw., *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc., *Desmodium ovalifolium* Guill. & Perr., e *Lactuca sativa* L. (Ribeiro *et al.* 2012). Enquanto que hidrolatos de quatro espécies de *Croton* mostraram-se úteis contra larvas de *Aedes aegypti* (Lima *et al.* 2006).

Estes estudos oferecem excelentes oportunidades para a descoberta de novos modelos de herbicidas naturais,

que podem ser empregados em programas de biocontrole de pragas, sendo menos prejudiciais ao meio ambiente do que os herbicidas sintéticos aplicados atualmente nas culturas (Muller *et al.* 2007). Desta forma, esta pesquisa visa verificar efeitos fitotóxicos de hidrolatos de algumas espécies do gênero *Croton* na germinação de diásporos de alface e tomate em dois fotoperíodos; uma vez que para o gênero há carência de estudos relacionados a estes aspectos.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram coletadas 1.200 g (400 g na primeira coleta, 400 g na segunda coleta e 400 g na terceira coleta, as quais foram secas e misturadas antes da extração do hidrolato) de folhas verdes de plantas adultas de *Croton* L. (Quadro 1), mantidas em área experimental no Laboratório de Ecologia (LABOECO) da Universidade Estadual do Ceará, a 3°78'86"S e 38°55'43"W, em altitude de 26 m sob condições naturais do ambiente. As exsicatas estão depositadas no Herbário EAC, da Universidade Federal do Ceará.

As coletas ocorreram durante o período chuvoso, nos meses de abril, maio e junho com temperatura média de 26,9°C, 26,7°C e 26,9°C e pluviometria total de 266,9 mm, 257,1 mm e 56,0 mm, respectivamente (INMET 2014), às 09h00min da manhã. Posteriormente submetidas ao processo de arraste por vapor de água sob pressão controlada (0-0,1 atm), isto é, destilação à vácuo, por um período de uma hora a extração dos óleos essenciais das espécies estudadas (AOAC 1995). A baixa pressão permite que a destilação seja realizada a temperaturas mais baixas, minimizando a degradação dos constituintes do óleo e do hidrolato que é fase aquosa condensada, ainda rica em constituintes aromáticos. Os hidrolatos foram separados da camada de óleo e armazenados em vidro âmbar coberto com papel alumínio e mantido a 4°C ± 1 por 24 horas. Para os testes de fitotoxidez os hidrolatos foram diluídos em água destilada, obtendo-se as concentrações de 50 e 100%. Água destilada foi usada como controle (0%).

Bioensaios de germinação

Os diásporos de alface (frutos contendo uma semente) (037-Alface Crespa Grand Rapids –TBR – *Lactuca sativa* L., lote 28371A, pureza: 99,9%, marca: ISLA PAK) e sementes de tomate (265-Tomate Rasteiro Rio Grande – *Lycopersicon esculentum* Mill., lote 28398, pureza: 100,0%, marca: ISLA PAK), foram tratadas com todos os hidrolatos

de *Croton* spp. nas concentrações supracitadas, além do controle (água destilada).

A verificação do potencial alelopático dos hidrolatos, nas diversas concentrações, foi realizada por avaliação do teste-padrão de germinação (TPG), da primeira contagem (1ª C) e do índice de velocidade de germinação (IVG) dos diásporos de alface e sementes de tomate.

Para o teste-padrão de germinação da alface e do tomate, foram testadas três concentrações (0, 50 e 100% de hidrolato) com quatro repetições de 50 sementes cada, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009). Para cada repetição, 50 sementes foram colocadas em placas de Petri (9 cm de diâmetro), tendo como substrato duas folhas de papel-filtro, umedecidas com 3 mL da solução de cada concentração distribuídos pela placa. Em seguida, essas placas foram levadas para câmaras de germinação (tipo B.O.D.), com fotoperíodos distintos, objetivando avaliar o efeito da luz no potencial alelopático, uma de 12 horas de luz e outra de 14 h de luz, a 25°C, e a percentagem de germinação avaliada diariamente durante seis dias. A cada dois dias as placas foram umedecidas com 2 mL de água destilada para evitar o ressecamento (Ferreira & Aquila 2000). Considerou-se germinadas as sementes que apresentarem protrusão radicular acima de 2 mm ou o seu tamanho ser no mínimo 50% do tamanho da semente. A primeira avaliação foi efetuada aos um e dois dias após semeadura (DAS), respectivamente para alface e tomate, e a avaliação final aos seis DAS. A fórmula utilizada para o cálculo da percentagem de germinação foi a descrita por Labouriau & Valadares (1976): $G_{(plântulas\ dia)} = (N/A) \times 100$; Onde: N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

A 1ª C foi determinada avaliando-se a percentagem de plântulas normais, obtidas por ocasião da primeira contagem (1 DAS para alface e 2 DAS para tomate) do TPG. Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais por lote.

O cálculo do IVG foi realizado de acordo com Vieira & Carvalho (1994): $IVG_{(plântulas\ dia)} = \frac{\hat{a}_1}{N_1} + \frac{\hat{a}_2}{N_2} + \dots + \frac{\hat{a}_n}{N_n}$; Onde: \hat{a} = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, terceira e nas contagens subsequentes, até a última; N = número de dias da semeadura da primeira, segunda, terceira e nas contagens subsequentes, até a última.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três concentrações e quatro repetições

Quadro 1. Espécies de *Croton* avaliadas no presente estudo com seus respectivos nomes populares.

Nome científico	Nome popular	Nº de exsicata	Herbário
<i>Croton argyrophylloides</i> Muell. Arg.	Marmeleiro prateado	46719	EAC
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro preto	46720	EAC
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Velame de orelha	46715	EAC
<i>Croton nepetaefolius</i> Kunth.	Marmeleiro sabiá	46718	EAC
<i>Croton sincorensis</i> Mart. ex Muell.Arg.	Marmeleiro branco	46716	EAC
<i>Croton zehntneri</i> Pax. et. Hoffm.	Canela de cunhã	46721	EAC

de 50 sementes cada. Os dados foram submetidos a teste de normalidade Shapiro - Wilk, análise de variância e os valores médios comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa BioEstat 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeira contagem do teste-padrão de germinação (1ª C)

A germinação dos diásporos de alface teve início antes de 24 h em todas as concentrações. Para primeira contagem do teste-padrão de germinação (1ª C) no fotoperíodo de 12 h de luz foi observado efeito inibitório apenas nos hidrolatos de *C. argyrophyloides*, *C. blanchetianus*, *C. nepetaefolius* e *C. zehntneri*. O *C. nepetaefolius* foi a espécie que apresentou o maior efeito inibitório para 1ª C, seguido por *C. argyrophyloides* (Tab. 1).

No fotoperíodo de 14 h de luz foi observado efeito inibitório para 1ª C apenas nos hidrolatos de *C. argyrophyloides*, *C. blanchetianus*, *C. jacobinensis* e *C. nepetaefolius*. O *C. nepetaefolius* foi a espécie que apresentou o maior efeito inibitório em 24 h e o *C. jacobinensis* com menor efeito. O *C. sincorensis* foi a única espécie que apresentou efeito estimulante (Tab. 2). Cruz *et al.* (2000) afirmam que a alelopatia não tem efeito somente de inibição, mas também pode estimular a germinação, portanto, as espécies supracitadas possuem potencial alelopático.

Os componentes majoritários das espécies estudadas são monoterpenos e sesquiterpenos como α -pineno, β -pineno, canfeno, cânfora, espatulenol, 1,8-cineol, metileugenol, α -copaeno, E-anetol, anisaldeído, formiato de anisila (Morais *et al.* 2006), β -felantreno, trans- β -guaieno, E-cariofileno, cis- β -guaieno (Bertini *et al.* 2005) e linalol

(Angélico *et al.* 2011), podendo ser responsáveis pelo potencial alelopático inibitório, pois de acordo com a literatura são fitotóxicos os seguintes compostos: α -pineno, β -pineno e canfeno (Almeida 1988; Nishida *et al.* 2005); cânfora, 1,8-cineol (Nishida *et al.* 2005); e linalol (Singh *et al.* 2002). Extratos voláteis de óleos essenciais de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn.), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), capim-citronela (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) e alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) possuem monoterpenos como compostos majoritários o que já foi relacionado à sua fitotoxidez e potencial alelopático (Alves *et al.* 2004).

A fitotoxidez dos hidrolatos foi mais intensa no fotoperíodo de 12 h de luz, pois apesar de tanto no fotoperíodo de 12 h como no de 14 h de luz, quatro espécies terem inibido a germinação de alface, os valores da 1ª C no fotoperíodo de 12 h de luz são menores. Tendo em vista que a germinação da cultivar de alface estudada não é fotossensível, este resultado sugere que a maior exposição do hidrolato à luz, aumentou a sua degradação. Dentre as espécies estudadas em ambos fotoperíodos, para 1ª C a de poder inibitório mais eficiente foi o *C. nepetaefolius* na concentração de 100% de hidrolato.

Para as sementes de tomate, em todos os ensaios, a germinação do controle teve início entre 48 e 72 horas. Nos bioensaios com fotoperíodo de 12 h de luz foi observado na 1ª C efeito fitotóxico para os hidrolatos de todas as espécies estudadas nas concentrações de 50 e 100% de hidrolato. *C. nepetaefolius* foi a espécie que apresentou a maior fitotoxidez inibindo completamente a germinação de tomate em ambas as concentrações testadas (Tab. 3).

No fotoperíodo de 14 h de luz, para a 1ª C foi observado efeito fitotóxico em todas as espécies de *Croton* utilizadas nas sementes de tomate. Os *C. argyrophyloides*, *C.*

Tabela 1. Efeito fitotóxico dos hidrolatos de *Croton* ssp. na germinação de alface com fotoperíodo de 12 h de luz. Média \pm desvio padrão. 0%: controle 3 mL de água destilada; 50%: 1,5 mL de hidrolato diluído em 1,5 mL de água destilada; 100%: 3mL de hidrolato. 1ª C: primeira contagem do teste-padrão de germinação. TPG: Teste-padrão de germinação. IVG: Índice de velocidade de germinação. Médias seguidas por letras iguais na coluna, dentro de cada espécie, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Concentração (%)	1ª C (%)	TPG (%)	IVG
	0	75 \pm 2,31 a	93,5 \pm 4,43 a	41,9 \pm 3,21 a
<i>C. argyrophyloides</i>	50	36,5 \pm 7,72 b	94,5 \pm 5,74 a	31,10 \pm 2,83 b
	100	3,5 \pm 3,42 c	92 \pm 2,31 a	22,21 \pm 2,12 c
	0	51 \pm 23,44 a	88 \pm 8,16 a	33,6 \pm 6,4 a
<i>C. blanchetianus</i>	50	49 \pm 10,89 a	94,5 \pm 3,42 a	34,37 \pm 3,21 a
	100	3 \pm 3,83 b	91,5 \pm 3,42 a	21,08 \pm 2,77 b
	0	83,5 \pm 9,15a	95 \pm 3,46 a	44,28 \pm 2,88 a
<i>C. jacobinensis</i>	50	77,5 \pm 5,26 a	94 \pm 4,32 a	42,52 \pm 2,24 a
	100	72 \pm 18,76 a	93,5 \pm 3,79 a	40,5 \pm 5,75 a
	0	65 \pm 6,63 a	90 \pm 5,89 a	38,12 \pm 2,96 a
<i>C. nepetaefolius</i>	50	11 \pm 9,02 b	90 \pm 2,31 a	24,14 \pm 1,81 b
	100	2,5 \pm 3 b	91,5 \pm 4,12 a	21,50 \pm 1,36 b
	0	84,5 \pm 6,61 a	93 \pm 5,29 a	44,87 \pm 2,22 a
<i>C. sincorensis</i>	50	84,5 \pm 6,62 a	96,5 \pm 5,51 a	44,71 \pm 2,4 a
	100	88 \pm 7,48 a	95,5 \pm 1,91 a	45,56 \pm 2,6 a
	0	62 \pm 5,16 a	93 \pm 4,76 a	38,13 \pm 1,79 a
<i>C. zehntneri</i>	50	45 \pm 17,17 a	95,5 \pm 1,91 a	34,57 \pm 5,03 a
	100	24,5 \pm 10,75 b	92 \pm 2,83 a	28,48 \pm 1,86 b

Tabela 2. Efeito fitotóxico dos hidrolatos de *Croton* ssp. na germinação de alface com fotoperíodo de 14 h de luz. Média \pm desvio padrão. 0%: controle 3 mL de água destilada; 50%: 1,5 mL de hidrolato diluído em 1,5 mL de água destilada; 100%: 3mL de hidrolato. 1ª C: primeira contagem do teste-padrão de germinação. TPG: Teste-padrão de germinação. IVG: Índice de velocidade de germinação. Médias seguidas por letras iguais na coluna, dentro de cada espécie, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Concentração (%)	1ª C (%)	TPG (%)	IVG
<i>C. argyrophyloides</i>	0	42 \pm 9,38 a	87 \pm 5,29 a	31,8 \pm 6,07 a
	50	52 \pm 11,78 a	94 \pm 5,41 b	35,12 \pm 3,29 b
	100	22 \pm 4,9 b	95,5 \pm 1,91 b	28,16 \pm 1,64 a
<i>C. blanchetianus</i>	0	76 \pm 6 a	92 \pm 4,32 a	41,29 \pm 1,74 a
	50	67,5 \pm 8,85 a	91,5 \pm 3,42 a	36,77 \pm 6,19 a
	100	19 \pm 11,24 b	93 \pm 3,46 a	27,24 \pm 4,24 b
<i>C. jacobinensis</i>	0	85 \pm 5,29 a	95,5 \pm 1,91 a	44,92 \pm 1,85 a
	50	85 \pm 7,75 ab	95,5 \pm 2,52 a	44,72 \pm 2,93 a
	100	74,5 \pm 11 b	95,5 \pm 3,41 a	41,75 \pm 3,52 a
<i>C. nepetaefolius</i>	0	76,5 \pm 6,19 a	95 \pm 4,76 a	42,38 \pm 2,41 a
	50	51,5 \pm 5 b	91,5 \pm 2,52 a	34,86 \pm 3,57 b
	100	3,5 \pm 3 c	81,5 \pm 5,97 b	19,73 \pm 1,67 c
<i>C. sincorensis</i>	0	66,5 \pm 11,24 a	91,5 \pm 3 a	38,54 \pm 3,71 a
	50	85,5 \pm 4,43 b	95,5 \pm 1,91 a	44,84 \pm 1,41 b
	100	85 \pm 7,75 b	94 \pm 3,27 a	44,34 \pm 2,81 b
<i>C. zehntneri</i>	0	75 \pm 12,49 a	92,5 \pm 5 a	41,24 \pm 4,62 a
	50	70 \pm 9,38 a	94 \pm 5,66 a	40,51 \pm 3,57 a
	100	62,5 \pm 7,97 a	94 \pm 4,9 a	38,34 \pm 2,88 a

Tabela 3. Efeito fitotóxico dos hidrolatos de *Croton* ssp. na germinação de tomate com fotoperíodo de 12 h de luz. Média \pm desvio padrão. 0%: controle 3 mL de água destilada; 50%: 1,5 mL de hidrolato diluído em 1,5 mL de água destilada; 100%: 3mL de hidrolato. 1ª C: primeira contagem do teste-padrão de germinação. TPG: Teste-padrão de germinação. IVG: Índice de velocidade de germinação. Médias seguidas por letras iguais na coluna, dentro de cada espécie, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Concentração (%)	1ª C (%)	TPG (%)	IVG
<i>C. argyrophyloides</i>	0	53 \pm 19,76 a	88,5 \pm 9,98 a	10,13 \pm 1,58 a
	50	17,5 \pm 9,71 b	94 \pm 2,83 a	9,61 \pm 0,4 a
	100	4,5 \pm 5,26 b	83 \pm 9,45 a	7,67 \pm 0,98 b
<i>C. blanchetianus</i>	0	41,5 \pm 16,52 a	97 \pm 1,15 a	10,76 \pm 0,51 a
	50	1 \pm 2 b	69 \pm 14,09 b	5,96 \pm 1,35 b
	100	1 \pm 2 b	66 \pm 12,75 b	5,7 \pm 1,16 b
<i>C. jacobinensis</i>	0	70,5 \pm 5,74 a	95,5 \pm 2,52 a	14,42 \pm 0,68 a
	50	15 \pm 4,16 b	90,5 \pm 5,26 a	11,25 \pm 0,9 b
	100	1 \pm 1,15 c	82 \pm 5,89 b	8,47 \pm 0,79 c
<i>C. nepetaefolius</i>	0	30,5 \pm 7,19 a	97 \pm 3,83 a	10,35 \pm 0,55 a
	50	0b	3 \pm 3,83 b	0,25 \pm 0,32 b
	100	0b	0 b	0 b
<i>C. sincorensis</i>	0	90,5 \pm 4,43 a	99 \pm 1,15 a	16,77 \pm 0,38 a
	50	47,5 \pm 6,4 b	94 \pm 3,65 b	13,05 \pm 0,33 b
	100	12 \pm 5,16 c	85,5 \pm 4,43 c	9,8 \pm 1,08 c
<i>C. zehntneri</i>	0	75,5 \pm 10,5 a	98,5 \pm 1,9 a	15,68 \pm 0,95 a
	50	2 \pm 2,82 b	95 \pm 1,1 b	11,50 \pm 0,27 b
	100	3 \pm 3,83 b	96 \pm 2,8 ab	11,56 \pm 0,66 b

blanchetianus, *C. nepetaefolius* e *C. zehntneri* inibiram a germinação nas concentrações de 50 e 100% em relação ao controle. O *C. jacobinensis* e o *C. sincorensis* obtiveram essa mesma inibição apenas na concentração de 100%. Para 1ª C, o *C. nepetaefolius* foi a espécie que apresentou o maior potencial inibitório, com as concentrações de 50 e 100%, tendo 0% de germinação (Tab. 4).

Para 1ª C, a ação fitotóxica nas sementes de tomate foi eficiente, pois todos os hidrolatos apresentaram fitotoxidez, portanto, a semente de tomate é sensível a estes. Os resultados sugerem que o poder inibitório dos

hidrolatos foi mais eficiente no fotoperíodo de 12 h de luz, pois retardou a germinação, resultando nos menores valores da 1ª C.

C. sincorensis demonstrou fitotoxidez na 1ª C somente em sementes de tomate e ação estimulante apenas para alface. Desta forma, é possível que os constituintes voláteis presentes neste hidrolato não sejam fitotóxicos para essa espécie receptora. Porém foram fitotóxicos para tomate. Estudos semelhantes feitos por Alves *et al.* (2004) demonstraram que o óleo de *Pilocarpus microphyllus* Stapf. ex. Wardleworth (jaborandi) possui efeito alelopático

Tabela 4. Efeito fitotóxico dos hidrolatos de *Croton* ssp. na germinação de tomate com fotoperíodo de 14 h de luz. Média \pm desvio padrão. 0%: controle 3 mL de água destilada; 50%: 1,5 mL de hidrolato diluído em 1,5 mL de água destilada; 100%: 3mL de hidrolato. 1ª C: primeira contagem do teste-padrão de germinação. TPG: Teste-padrão de germinação. IVG: Índice de velocidade de germinação. Médias seguidas por letras iguais na coluna, dentro de cada espécie, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Concentração (%)	1ª C (%)	TPG (%)	IVG
<i>C. argyrophylloides</i>	0	68,5 \pm 13,8 a	91 \pm 15,36 a	14,55 \pm 1,47 a
	50	10 \pm 2,83 b	95,5 \pm 2,52 a	12,27 \pm 0,37 a
	100	1 \pm 1,15 c	98 \pm 2,83 a	11,67 \pm 0,67 a
<i>C. blanchetianus</i>	0	26 \pm 10,58 a	92 \pm 9,38 a	12,52 \pm 1,5 a
	50	0 b	95,5 \pm 3,42 a	11,53 \pm 0,62 a
	100	1,5 \pm 1,91 ab	97 \pm 2 a	11,35 \pm 0,25 a
<i>C. jacobinensis</i>	0	91 \pm 2,58 a	97 \pm 2,58 a	16,36 \pm 0,52 a
	50	83 \pm 15,36 a	97,5 \pm 3,79 a	15,58 \pm 1,1 ab
	100	55 \pm 5,29 b	95,5 \pm 5,26 a	14,28 \pm 0,19 b
<i>C. nepetaefolius</i>	0	65 \pm 10,52 a	95 \pm 2,58 a	14,58 \pm 0,52 a
	50	0 b	78 \pm 11,66 ab	5,84 \pm 3,48 ab
	100	0 b	4,5 \pm 4,12 b	0,38 \pm 0,34 b
<i>C. sincorensis</i>	0	82,5 \pm 5 a	95 \pm 4,76 a	16,75 \pm 1,44 a
	50	76,5 \pm 7,72 a	97 \pm 1,15 a	15,29 \pm 0,37 b
	100	59,5 \pm 5,51 b	94,5 \pm 3,41 a	14,03 \pm 0,65 b
<i>C. zehntneri</i>	0	88 \pm 5,89 a	97,5 \pm 1,91 a	16,03 \pm 0,28 a
	50	64 \pm 10,46 b	97 \pm 1,15 a	14,73 \pm 0,4 ab
	100	22 \pm 2,83 c	95,5 \pm 1,91 a	13,33 \pm 1,08 b

benéfico, pois estimula o crescimento da radícula e não provoca inibição da germinação de alface. Mazzafera (2003) estudou extratos de *S. aromaticum* que apresentaram ação alelopática mais evidente em sementes de tomate que em diásporos de alface, indicando uma sensibilidade maior da semente de tomate. Por outro lado, Lima & Morais (2008) encontraram uma maior sensibilidade à inibição na alface do que no tomate provocada por extrato de folhas de *Ipomoea fistulosa* Mart. ex Choisy.

Teste-padrão de germinação (TPG)

Os diásporos de alface postos para germinar em 12 h de luz não apresentaram diferença estatística quanto ao teste-padrão de germinação (TPG) (Tab. 1). Por outro lado, no fotoperíodo de 14 h de luz os resultados dos TPGs apresentaram diferença estatística no *C. nepetaefolius* demonstrando seu efeito fitotóxico e no *C. argyrophylloides* que proporcionou uma maior porcentagem de germinação, demonstrando o seu efeito estimulante (Tab. 2). Em trabalho realizado com *Croton urucurana* Baill., também foi verificado efeito fitotóxico na germinação de alface, sendo observada inibição no crescimento de alface em 100%, em comparação ao controle, quando submetidas ao óleo volátil do caule de *C. urucurana* (Simionatto *et al.* 2009).

As sementes de tomate postas para germinar em 12 h de luz apresentaram diferença estatística quanto ao TPG, com exceção do *C. argyrophylloides*. A espécie *C. nepetaefolius* foi a que apresentou o mais duradouro potencial inibitório, com a concentração de 100%, tendo 0% de germinação até mesmo após 144 h (Tab. 3). Já no fotoperíodo de 14 h de luz apenas o *C. nepetaefolius* apresentou diferença estatística. A espécie *C. nepetaefolius* apresentou o maior e mais duradouro potencial inibitório, com a concentração

de 100% germinando apenas após 144 h, com 4,5 \pm 4,12% de germinação (Tab. 4).

A ausência de diferença estatística nos TPGs de alface no fotoperíodo de 12 h de luz é explicado por Ferreira & Aquila (2000), ao afirmarem que muitas vezes, o que se observa são efeitos significativos de extratos sobre o tempo médio e entropia de germinação, no entanto, nenhuma diferença é observada na germinabilidade total.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

Em diásporos de alface o índice de velocidade de germinação (IVG) em 12 h de luz apresentou fitotoxidez em *C. argyrophylloides*, *C. blanchetianus*, *C. nepetaefolius* e *C. zehntneri*. Os hidrolatos de *C. argyrophylloides* e *C. nepetaefolius* apresentaram diferença estatística nas concentrações de 50 e 100%, já os *C. blanchetianus* e *C. zehntneri* apresentaram apenas na concentração de 100% (Tab. 1). No fotoperíodo 14 h de luz as espécies *C. argyrophylloides*, *C. blanchetianus*, *C. nepetaefolius* e *C. sincorensis* apresentaram diferença estatística. Porém, os *C. blanchetianus* e *C. nepetaefolius* apresentaram fitotoxidez com seus IVGs inferiores ao controle, enquanto o *C. argyrophylloides* e *C. sincorensis* apresentam uma atividade estimulante com seu IVG superior ao controle (Tab. 2).

Em sementes de tomate o IVG em 12 h de luz apresentou diferença estatística em todas as espécies, demonstrando a fitotoxidez de todos os hidrolatos. O *C. nepetaefolius* possui a maior fitotoxidez, enquanto o *C. zehntneri* possui a menor fitotoxidez, ambos apresentando os menores IVGs nas concentrações de 50 e 100% (Tab. 3). No fotoperíodo 14 h de luz o IVG apenas em *C. argyrophylloides* e *C. blanchetianus* não apresentaram diferença estatística, todas as outras espécies apresentaram fitotoxidez. Os resultados sugerem que o *C. nepetaefolius* possui a maior fitotoxidez,

apresentando o menor IVG na concentração de 100% (Tab. 4).

Os monoterpenos e sesquiterpenos presentes nas espécies de *Croton* (Morais *et al.* 2006) provocam fitotoxicidade para o IVG de tomate semelhantes ao do estudo de Rosado (2009) com extrato aquoso de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), que também tem compostos monoterpenos e sesquiterpenos tais como: 1,8-cineol, linalol, α -terpineol, geraniol, acetato de geranila, α -trans-bergamoteno, γ -cadineno e epi- α -cadinol; sendo o monoterpeno linalol, também presente no *Croton*, o composto majoritário (78,35%), portanto, o possível responsável pelos efeitos fitotóxicos.

A mais alta fitotoxicidade do *C. nepetaefolius* pode estar relacionada a produção do metil-eugenol, um dos constituintes de seu óleo essencial que pode estar presente no seu hidrolato (Morais *et al.* 2006). Semelhante as folhas de *Syzygium aromaticum*, que são fontes naturais de derivados do eugenol, e apresentam fitotoxicidade no extrato alcoólico (Mazzafera 2003).

Todos os hidrolatos demonstraram algum grau de fitotoxicidade, inibindo a germinação de alface e de tomate. As ações inibitórias dos hidrolatos de *Croton* foram mais eficientes no fotoperíodo de 12 h de luz e na concentração 100%.

Os dados sugerem que o hidrolato de *C. nepetaefolius* possui a fitotoxicidade mais alta dentre as espécies do estudo, e os hidrolatos de *C. sincorensis* e *C. argyrophyloides* apresentaram efeito estimulante.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.S. 1988. A alelopatia e as plantas. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina. 60p.
- Alves, M.C.S., Medeiros-Filho, S., Innecco, R. & Torres, S.B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39(11):1083-1086.
- Angélico, E.C., Costa, J.G.M., Rodrigues, O.G., Lima, E.Q. & Medeiros, R.S. 2011. Revista de Biologia e Farmácia 5(2): 44-49.
- Bertini, L.M., Pereira, A.F., Oliveira, C.L.L. de, Menezes, E.A., Morais, S.M. de, Cunha, F.A. & Cavalcanti, E.S.B. 2005. Perfil de sensibilidade de bactérias frente a óleos essenciais de algumas plantas do Nordeste do Brasil. Infarma 17(3/4): 80-83.
- Borba, A.M. & Macedo, M. 2006. Plantas medicinais usadas para a saúde bucal pela comunidade do bairro Santa Cruz, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. Acta Botanica Brasílica 20(4):771-782.
- Brasil. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. 399 p.
- Carvalho, G.J., Andrade, L.A.B., Gomide, M. & Figueiredo, P.A.M. 1996. Potencialidades alelopáticas de folhas verdes mais ponteiro de cana-de-açúcar em diferentes concentrações de matéria seca, na germinação de sementes de alface. Ciências 5(2): 19-24.
- Cordeiro, I., Secco, R., Carneiro-Torres, D.S., Lima, L.R. de, Caruzo, M.B.R., Berry, P., Riina, R., Silva, O.L.M., Silva, M.J. & Sodrê, R.C. 2015. *Cróton*. In Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17497>. Acessado em 03.02.2015.
- Cruz, M.E.S., Nozaki, M.H. & Batista, M.A. 2000. Plantas Medicinais: Plantas medicinais e alelopatia. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento 15: 28-34.
- Cunha, A.P., Nogueira, M.T. & Roque, O.R. 2012. Plantas aromáticas e óleos essenciais: composição e aplicações. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 678 p.
- Ferreira, G.A. & Aquila, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 12: 175-204.
- Instituto Nacional de Meteorologia. INMET. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acessado em 01.07.2014.
- Labouriau, L.G. & Valadares, M.E.B. 1976. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. Anais da Academia Brasileira de Ciências 48(2): 263-284.
- Lavabre, M. 1993. Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais. Record, Rio de Janeiro. 172 p.
- Lima, J.D. & Morais, W.S. 2008. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. Acta Scientiarum. Agronomy 30(3): 409-413.
- Lima, M.G.A., Maia, I.C.C., Souza, B.D., Morais S.M. & Freitas, S.M. 2006. Effect of stalk and leaf extracts from Euphorbiaceae species on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 48(4): 211-214.
- Mazzafera, P. 2003. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. Revista Brasileira de Botânica 26(2): 231-238.
- Morais, S.M., Catunda-Junior, F.E.A., Silva, A.R.A. & Martins-Neto, J.S. 2006. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do nordeste do Brasil. Química Nova 29(5): 907-910.
- Moura, G.S., Franzener, G., Stangarlin, J.R. & Schwan-Estrada, K.R.F. 2014. Atividade antimicrobiana e indutora de fitoalexinas do hidrolato de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) DC.]. Revista Brasileira de Plantas Medicinais 16(2): 309-315.
- Müller, C., Chagas, F.F., Peres, M.T.L.P., Hess, S.C., Faccenda, O. & Daloso, D.M. 2007. Potencial Fitotóxico de Algumas Espécies Gleicheniaceae sobre *Allium cepa* L. Revista Brasileira de Biociências 5(2): 45-47.
- Nishida, N., Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C. & Sakai, A. 2005. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. Journal of Chemical Ecology 31(5): 1187-1203.
- Ribeiro, R.C., de Carvalho, M.G., Lopes, H.M., Rossiello, R.O.P. & Barbieri Junior, É. 2012. Allelopathic activity of the hydrolate and water decoction of *Brachiaria humidicola* (Rendle) plant parts on the germination of four tropical leguminous species. International Scholarly Research Notices, p. 1-6.
- Rosado, L.D.S., Rodrigues, H.C.A., Pinto, J.E.B.P., Custódio, T.N., Pinto, L.B.B. & Bertolucci, S.K.V. 2009. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjeriço "Maria Bonita" na germinação de alface, tomate e melissa. Revista Brasileira de Plantas Medicinais 11(4): 422-428.
- Simionatto, E., Bonani, V.F., Peres, M.T., Hess, S.C., Candido, A.C., Diraimo, D.L., Poppi, N.R., Matos, M.F.C., Santos, E.C.S., Oguma, P.M. & de Carvalho, J.E. 2009. Bioactivity and chemical composition of the essential oils of *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). Journal of Essential Oil Bearing Plants 12(3): 250-261.
- Singh, H.P., Batish, D.R., Kaur, S., Ramezani, H. & Kohli, R.K. 2002. Comparative phytotoxicity of four monoterpenes against *Cassia occidentalis*. Annals of Applied Biology 141(2): 111-116.
- Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. 1994. Teste de vigor em sementes. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 164 p.