

Extratos de *Casearia sylvestris* Sw., *Erythrina crista-galli* L., *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera e *Tagetes minuta* L. sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão

Gabriela Berguenmaier de Olanda¹; Ricardo Batista Job¹; Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua²

¹Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Capão do Leão, RS, Brasil.

²Embrapa Clima Temperado - Unidade Terras Baixas, Capão do Leão, RS, Brasil.

E-mail autor correspondente: nai_gimenes@hotmail.com

Artigo enviado em 13/10/2018, aceito em 25/07/2019.

Resumo: O uso de produtos naturais, à base de plantas, visando o manejo em agroecossistemas vem sendo foco de estudos, que buscam uma produção de alimentos com mínima degradação do ambiente. Dessa forma, objetivou-se avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a partir de sementes tratadas com os extratos vegetais de *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, *Tagetes minuta* L., *Erythrina crista-galli* L. e *Casearia sylvestris* Sw. As sementes foram tratadas nas concentrações de 0% (água destilada), 12,5; 25; e 50% dos extratos vegetais de *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. crista-galli* e casca e folha de *C. sylvestris*. Após, elas foram alocadas em folhas de papel Germitest (28 x 38 cm) dobradas ao meio, e cobertas com uma terceira. Confeccionou-se rolos, que foram colocados na posição vertical em copos de polipropileno, cobertos com sacos de polietileno e mantidos por 9 dias em BOD, a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Ao final, procedeu-se a contagem de sementes germinadas, plântulas anormais e sementes mortas e o comprimento de parte aérea e raiz. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 repetições de 10 sementes, composto por um fatorial 5x4 (5 extratos e 4 concentrações). A análise dos dados foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, para os dados não-paramétricos. Para os paramétricos, realizou-se a análise da variância, teste de Tukey e regressões polinomiais. Os extratos de *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. crista-galli* e *C. sylvestris*, nas concentrações de 12,5, 25 e 50%, apresentam efeito fitotóxico sobre o processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de feijão, atribuindo-lhes potencial herbicida.

Palavras-chave: Alelopatia, Plantas bioativas, Manejo de agroecossistemas.

Extracts from *Casearia sylvestris* Sw., *Erythrina crista-galli* L., *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera and *Tagetes minuta* L. on the physiological quality of bean seeds

Abstract: The use of natural products, based on plants, aiming at management in agroecosystems has been the focus of studies, which seek to produce food with minimal degradation of the environment. The objective of this study was to evaluate the germination and initial development of seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.) from seeds treated with the plant extracts of *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, *Tagetes minuta* L., *Erythrina crista-galli* L. and *Casearia sylvestris* Sw. Seeds were treated at concentrations of 0% (distilled water), 12.5; 25; and 50% of the plant extracts of *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. crista-galli*, and *C. sylvestris* bark and leaf. Afterwards, they were placed in sheets of

Germitest paper (28 x 38 cm) folded in half, and covered with a third. Rolls were placed in polypropylene cups, covered with polyethylene bags and held for 9 days in BOD at 25°C and photoperiod of 12 hours. At the end, the germinated seeds, abnormal seedlings and dead seeds were counted, and the length of shoot and root. The design was completely randomized, with 4 replicates of 10 seeds, composed of a factorial 5x4 (5 extracts and 4 concentrations). Data analysis was performed using the Kruskal-Wallis test for non-parametric data. For the parametric, the analysis of variance, Tukey test and polynomial regressions were performed. The extracts of *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. cristagalli* and *C. sylvestris*, at concentrations of 12.5, 25 and 50%, present a phytotoxic effect on the germination and early development process of bean seedlings, attributing herbicide potential.

Key words: Allelopathy, Bioactive plants, Management of agroecosystems.

Introdução

A alelopatia é a ciência que estuda qualquer processo que interfere de forma positiva ou negativa no crescimento de sistemas biológicos, principalmente em relação aos metabólitos secundários produzidos por fungos, algas, bactérias e plantas, conforme definido pela Sociedade Internacional de Alelopatia (VIEIRA et al., 2013). O seu estudo, com foco na sua utilização nos sistemas de produção agrícola tem ganhado maior atenção nos últimos anos, principalmente pelo crescente desejo de substituir os insumos químicos sintéticos, visando a redução de seus impactos (CREMONEZ et al., 2013; REIGOSA et al., 2013). Ademais, o uso da alelopatia, evidencia-se com um potencial importante na pesquisa agroecológica e na sustentabilidade dos agroecossistemas (GLIESSMAN, 2001).

O uso de produtos naturais, à base de plantas, visando o manejo de fitopatógenos, insetos e plantas espontâneas vem sendo foco de estudos (FAROOQ et al., 2013), que buscam uma produção de alimentos com mínima degradação do ambiente. No entanto, seus metabólitos secundários podem apresentar efeito fitotóxico, interferindo na germinação e desenvolvimento das

plantas (SARMENTO-BRUM et al., 2014). Esses compostos podem interferir fisiológica e bioquimicamente nas plantas, provocando mudanças na forma e estrutura celular, inibindo a divisão e alongação celular, alterando a atividade de enzimas antioxidantes, aumentando a permeabilidade de membranas celulares, alterando o conteúdo de reguladores de crescimento de plantas ou induzindo desequilíbrios em vários fito-hormônios, o que inibe o crescimento e o desenvolvimento de plantas (germinação e crescimento de plântulas), exercendo diferentes efeitos na síntese, funções, conteúdos e atividades de várias enzimas, influenciando em diferentes estágios da respiração, como transferência de elétrons nas mitocôndrias, fosforilação oxidativa, geração de CO₂ e atividade da enzima ATP, afetando a fotossíntese pela inibição ou danos à maquinaria de síntese e aceleração da decomposição de pigmentos fotossintéticos, promovendo redução da absorção e nutrientes e água, além de influenciar na síntese e metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos (CHENG; CHENG, 2015).

Entre os compostos com ações alelopáticas, destacam-se os taninos, glicosídeos cianogênicos, alcalóides, sesquiterpenos, flavonóides, ácidos fenólicos e entre outros (KING; AMBIKA,

2002). Onde enquadraram-se plantas com potencial de manejo em agroecossistemas como a espécie *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, que apresenta ação antioxidante, antiviral, antibacteriana, antimicrobiana, inseticida e herbicida, sendo que na sua composição fitoquímica há alcaloides, flavonoides e taninos (VERA et al., 2008; AHMED; KAMEL, 2013; CARVALHO et al., 2016). A espécie *Tagetes minuta* L., que possui forte potencial biocida (GAKUUBI et al., 2016) e seus principais compostos são os terpenos e flavonoides (SHAHZADI; SHAH, 2015; WANJALA; WANZALA, 2016). A espécie *Erythrina crista-galli* L., reconhecida por sua ação antibacteriana (VIVOT et al., 2012), antimalarial e antioxidante (TJAHJANDARIE et al., 2014), onde os principais constituintes são alcaloides (OZAWA et al., 2010) e flavonoides (ASHMAWY et al., 2016) e a espécie *Casearia sylvestris* Sw., com efeito antioxidante, ação alelopática, sobre fungos, insetos e antimicrobiana, sendo seus principais constituintes as cumarinas, compostos fenólicos, alcaloides, flavonoides, saponinas e taninos condensados (YAMAGUSHI et al., 2011; BENTO et al., 2013; ESPINOSA et al., 2015; RIBEIRO e VENDRAMIM, 2017).

O cultivo do feijão, além de sua importância cultural e nutricional, destaca-se pela sua relevância econômica e social no Brasil, pois a sua produção é predominante nos pequenos estabelecimentos agropecuários, nos quais baseiam-se o trabalho familiar (TARSITANO et al., 2015). Mostrando-se essencial na alimentação, garantindo a soberania alimentar das famílias, e de ser fonte geradora de renda, através da venda de seu excedente. Ademais, ele encontra-se incorporado na maioria dos sistemas de produção de base ecológica, cujas práticas centradas sobre as bases da agroecologia despertam interesse por

consumidores que buscam alimentos de melhor qualidade (MOOZ; SILVA, 2014), que também se sentem comprometidos com o aspecto social, cultural e ambiental dos sistemas de produção.

Nesse contexto, evidenciando-se a necessidade de estudos com vistas aos manejos agroecológicos, o trabalho objetivou avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas feijão a partir de sementes tratadas com os extratos vegetais de *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. crista-galli* e *C. sylvestris*.

Material e Métodos

Local da realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e de Bromatologia da Estação Experimental Terras Baixas, EMBRAPA Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão-RS/Brasil.

Materiais vegetais

As plantas foram coletadas na área da Estação Experimental Terras Baixas, EMBRAPA Clima Temperado, em Capão do Leão-RS/Brasil, nas coordenadas 31°48'58"S e 52°28'1"O, tomando-se o cuidado de realizá-las após dias sucessivos sem chuva pelo período da manhã. Da espécie *C. sylvestris* foram coletadas as cascas e folhas, da *E. crista-galli* as cascas e da *T. minuta* e *P. sagittalis* as partes aéreas, com a presença de inflorescências e folhas. Após a coleta, procedeu-se a limpeza do material para a retirada de insetos, partes doentes e senescentes. Em seguida, foram secos em temperatura ambiente, até que os mesmos se mostraram quebradiços a pressão exercida pelos dedos e acondicionados em sacos kraft até o momento do preparo dos extratos.

Preparo dos extratos

Os extratos hidroalcoólicos foram preparados na proporção 1:10, ou seja, 100 g de material vegetal seco triturado para um litro de álcool de cereais 70°GL. Os materiais permaneceram imersos no álcool por um período de 15 dias, em vidro âmbar, com duas agitações diárias. Após, procedeu-se a coagem, com auxílio de gase e a solução foi armazenada no mesmo vidro no escuro, até o momento do uso no experimento. Neste momento, extraiu-se o solvente álcool com auxílio de evaporador rotativo, com 30 RPM, 50°C e pressão negativa de 600 mm/Hg. As concentrações utilizadas nos experimentos foram 50, 25, 12,5 e 0% (testemunha).

Tratamento das sementes

Inicialmente as sementes de feijão foram desinfestadas com NaCl a 1% por um período de 3 minutos, sendo em seguida enchaguadas com água destilada. Após, 40 sementes foram embebidas em 40 mL de cada concentração de cada extrato, por um período de 12 horas a temperatura de 25°C em BOD (*Biochemical oxygen demand*). Sendo que, na dose 0% a embebição ocorreu em água destilada.

Experimento em substrato de papel

Baseado na metodologia descrita por Nakagawa (1999), as sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel Germitest, de dimensões 28 x 38 cm dobradas ao meio e cobertas com uma terceira, umedecidas 2,5 vezes o peso de cada papel. Foram utilizadas 4 repetições de 10 sementes, que foram alocadas, em cada repetição, a 2 cm da base superior das folhas, com o hilo voltado para baixo, a fim de direcionar o crescimento da radícula. Em seguida, confeccionou-se os rolos, que foram colocados na posição vertical em copos de polipropileno, cobertos com sacos de

polietileno para manter a umidade para o desenvolvimento das plântulas e mantidos por um período de 9 dias em câmara de germinação do tipo BOD, a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. No nono dia, procedeu-se a contagem de sementes germinadas, plântulas anormais e sementes mortas, que foram expressas em porcentagem (%) e o comprimento de parte aérea, que foi medido pela distância entre a porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea e o comprimento da raiz primária pela distância entre a parte apical e basal, sendo esses expressos em milímetros (mm).

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por um fatorial 5x4 (5 extratos e 4 concentrações). A análise dos dados foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, método de Simes-Hochberg, para os dados não-paramétricos. Para os paramétricos, realizou-se a análise da variância, comparação de médias pelo teste de Tukey e regressões polinomiais. Em todos, o nível de significância foi a 5%.

Resultados e discussões

As variáveis germinação de sementes, plântulas anormais e sementes mortas apresentaram comportamento não-paramétrico e as variáveis comprimento de parte aérea e raiz paramétrico.

Entre as variáveis não-paramétricas, dentro do fator concentração os dados mostraram-se significativos para germinação e sementes mortas. Já, para o fator extrato a significância se deu para plântulas anormais e sementes mortas (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de hipótese (X_2^2) para as variáveis analisadas das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes concentrações dos extratos vegetais de *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, folha e casca de *Casearia sylvestris* Sw., *Erytrina crista-galli* L. e *Tagetes minuta* L.

Fatores	Geral	Germinação (%)	Anormais (%)	Mortas (%)
Extratos	X_2^2	8,4863	20,5022	20,6723
	GL	4	4	4
	$p(<0,05)$	0,0753 ^{ns}	0,0003*	0,0003*
Concentração	X_2^2	39,5595	0,8738	31,5608
	GL	3	3	3
	$p(<0,05)$	0,0000*	0,8317 ^{ns}	0,0000*

*Diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis, método de Simes-Hochberg ($p<0,05$). ^{ns}Não significativo.

O tratamento das sementes, nas diferentes concentrações dos extratos, promoveu comportamentos diferenciados no processo germinativo das sementes de feijão. As sementes tratadas com os extratos de *P. sagittalis* e casca de *C. sylvestris* apresentaram perdas no potencial germinativo a partir da concentração de 25% dos extratos, na

qual o percentual de germinação em relação à testemunha foi de 42,4 e 50%, respectivamente. Para os mesmos extratos, a utilização da concentração de 50% apresentou percentual de germinação menor que a testemunha em 37,5 e 40%, na mesma sequência (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Extratos	Concentração (%)			
	0	12,5	25	50
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	55,00 A*	45,00 A	12,50 B	17,50 B
Casca de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	55,00 A	35,00 AB	5,00 C	15,00 BC
<i>Erytrina crista-galli</i> L.	55,00 B	85,00 A	10,00 C	0,00 C
Folha de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	55,00 A	2,50 B	0,00 B	0,00 B
<i>Tagetes minuta</i> L.	55,00 A	5,00 B	15,00 B	7,50 B

*Letras maiúsculas diferem na linha pelo Teste de Kruskal-Wallis, método de Simes-Hochberg ($p<0,05$).

Poucos são os trabalhos na literatura sobre a ação alelopática de *P. sagittalis*, no entanto, Carvalho et al.

(2016), concluíram em seu estudo, que o extrato dessa espécie possui ação inibitória da fotossíntese, logo, potencial

herbicida. Já, em referência a *C. sylvestris*, De Conti et al. (2011) ao testarem extratos aquosos de diversas partes da planta, sobre sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), identificaram forte ação fitotóxica dos extratos das folhas, flores e ramos sobre a germinação, assim como sobre o índice de velocidade de emergência, sendo que os extratos da raiz e do caule não diferiram da testemunha para a germinação, mas causaram atraso nesse processo, porém em menor intensidade que nos demais extratos já mencionados.

Ao encontro do observado por esses autores, o efeito do extrato das folhas de *C. sylvestris* mostrou-se mais intenso sobre a germinação das sementes de feijão que o da casca, pois a toxicidade se deu de forma abrupta na concentração de 12,5%, reduzindo a germinação em 52,5%, porém chegando a valores nulos nas demais (Tabela 2.). Esse efeito tóxico do extrato de folha de *C. sylvestris*, também foi demonstrado por Capobianco et al. (2009) ao testarem diferentes concentrações do extrato aquoso das folhas de *C. sylvestris* em sementes de repolho (*Brassica oleracea* cv. capitata), alface e tomate (*Lycopersicon esculentum*). Esses autores chegaram a germinações próximas a 94% para repolho e alface e 92% para tomate na concentração de 10% do extrato, mas valores de 56, 20 e 14% de germinação nas sementes de repolho, alface e tomate, respectivamente, na concentração de 100% do extrato.

Assim como para as sementes tratadas com o extrato da folha de *C. sylvestris*, as tratadas com o extrato de *T. minuta* também apresentaram perda do potencial germinativo a partir da concentração de 12,5% e chegando a 47,5% na maior concentração do extrato

(Tabela 2). Sendo, esse efeito alelopático, demonstrado por Lopes et al. (2009) sobre sementes de *Bidens subalternans* DC., *Taraxacum officinale* Hall., *Mikania cordifolia* (L.F.) Willdenow, *Stipa eriostachya* HBK e *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

As sementes tratadas com o extrato de *E. crista-galli*, na concentração de 12,5%, apresentaram 30% a mais de germinação em comparação com as tratadas na concentração 0% (testemunha). Este fato, pode estar atrelado a sua ação antibacteriana (VIVOT et al., 2012), pois sabe-se que a presença de fitopatógenos pode interferir na qualidade fisiológica das sementes e nas fases de desenvolvimento das plântulas (OLIVEIRA et al., 2013) e ou por efeitos alelopáticos positivos. No entanto, nas maiores concentrações o efeito foi altamente fitotóxico, chegando a porcentagens nulas de germinação (Tabela 2). Nesse contexto, Oliveira et al. (2012) ao testarem, em sementes de alface, os extratos de sementes, casca e flores, extraídos a partir de duas temperaturas (25 e 100°C), da espécie *Erythrina velutina* Willd., mesmo gênero em estudo, evidenciaram que todos eles promoveram efeitos negativos sobre o índice de velocidade de germinação, sendo que a germinação foi reduzida pelos extratos de sementes e a anormalidade acrescida em todos os tratamentos, com exceção dos extratos das sementes a 25°C e das flores a 100°C. Doravante, esse efeito da anormalidade, também foi observado nos resultados deste trabalho, conforme a Tabela 3, na qual o extrato de *E. crista-galli* juntamente com os extratos da casca de *C. sylvestris* e de *T. minuta* são elencados como os maiores provedores da anormalidade nas plântulas de feijão.

Tabela 3. Plântulas anormais a partir de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Extratos	Anormais (%)
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	10,63 BC*
Casca de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	22,50 A
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	26,87 A
Folha de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	5,00 C
<i>Tagetes minuta</i> L.	18,12 AB

*Letras maiúsculas diferem na coluna pelo Teste de Kruskal-Wallis, método de Simes-Hochberg ($p < 0,05$).

O percentual de sementes mortas pode ser observado subjetivamente por meio da diferença entre os percentuais de germinação e plântulas anormais, conforme demonstra as médias para cada extrato nas Tabelas 2 e 3. Na concentração de 50% de todos os

extratos, a mortalidade das sementes foi significativamente diferente da testemunha, com aumentos de 45, 32,5, 40, 70 e 45%, respectivamente, para *P. sagittalis*, casca de *C. sylvestris*, *E. crista-galli*, folha de *C. sylvestris* e *T. minuta* (Tabela 4).

Tabela 4. Mortalidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Extratos	Concentração (%)				
	0	12,5	25	50	Média
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	30 Ba*	45 Bbc	77,5 Ab	75 Ab	56,87b
Casca de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	30 Ba	37,5 Bc	70 Ab	62,5 Ac	50bc
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	30 BCa	10 Cd	32,5 Bc	70 Ab	35,62c
Folha de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	30 Ba	95 Aa	97,5 Aa	100 Aa	80,62a
<i>Tagetes minuta</i> L.	30 Ba	62,5 ABb	77,5 Ab	75 Ab	61,25b
Média	30c	50b	71a	76,5a	

*Letras maiúsculas diferem na linha e minúsculas na coluna pelo Teste de Kruskal-Wallis, método de Simes-Hochberg ($p < 0,05$).

O mesmo efeito ocorreu na concentração de 25% dos extratos, exceto para o de *E. crista-galli*, com acréscimos na mortalidade de 47,5% com o extrato de *P. sagittalis*, 40% com o de casca de *C. sylvestris*, 67,5% com o de folha de *C. sylvestris* e 47,5 com o de *T. minuta*. Já na concentração de 12,5%, o efeito foi menos intenso e o extrato que superou a testemunha foi o de folha de *C. sylvestris*, com aumento na mortalidade em 65%. Ademais, entre os extratos, a mortalidade das sementes de feijão foi superior nas tratadas com o extrato da folha de *C. sylvestris*, com variações de 23,75%, 30,62%, 45% e 19,37% em comparação com os extratos da folha de *C. sylvestris*, *P. sagittalis*,

casca de *C. sylvestris*, *E. crista-galli* e de *T. minuta*, respectivamente (Tabela 4).

A ação alelopática, segundo Oliveira et al. (2012) pode ser observada na germinação, mas também no crescimento de plântulas. Sendo que, o desenvolvimento de plântulas mostra-se mais sensível aos aleloquímicos do que o processo de germinação (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

A determinação dos comprimentos de parte aérea e raiz das plântulas de feijão, teve o intuito de verificar, com maior veracidade, os efeitos alelopáticos dos extratos testados, cuja a análise da variância apresentou interação significativa entre os fatores extrato e concentração, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Análise da variância para as variáveis analisadas das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas com extratos vegetais de *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera, folha e casca de *Casearia sylvestris* Sw., *Erytrina crista-galli* L. e *Tagetes minuta* L.

Variáveis	Extratos			Concentração			Extrato x Concentração		
	GL	F	p<0,05	GL	F	p<0,05	GL	F	p<0,05
Comprimento de parte aérea (cm)	4	7,4738	0,0000*	3	21,7606	0,0000*	12	3,2912	0,0010*
Comprimento de raiz (cm)	4	9,4728	0,0000*	3	10,5703	0,0000*	12	3,7471	0,0003*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Dessa forma, dentro de cada concentração entre os extratos, os comprimentos de parte aérea das plântulas de feijão apresentaram comportamentos diferenciados, com exceção das concentrações 0%, que representa a testemunha e a 50%, nas quais os valores igualaram-se. Na concentração de 12,5%, a diferença entre os extratos se deu para o de *E.*

crista-galli e da folha de *C. sylvestris*, com uma variação de 7,47 cm, sendo que na concentração de 25%, a diferença foi entre os extratos de *P. sagittalis* e de folha de *C. sylvestris*, em 7,87 cm, a qual se deu devido a porcentagem de germinação ter chegado a zero com o extrato de folha de *C. sylvestris* (Tabela 6).

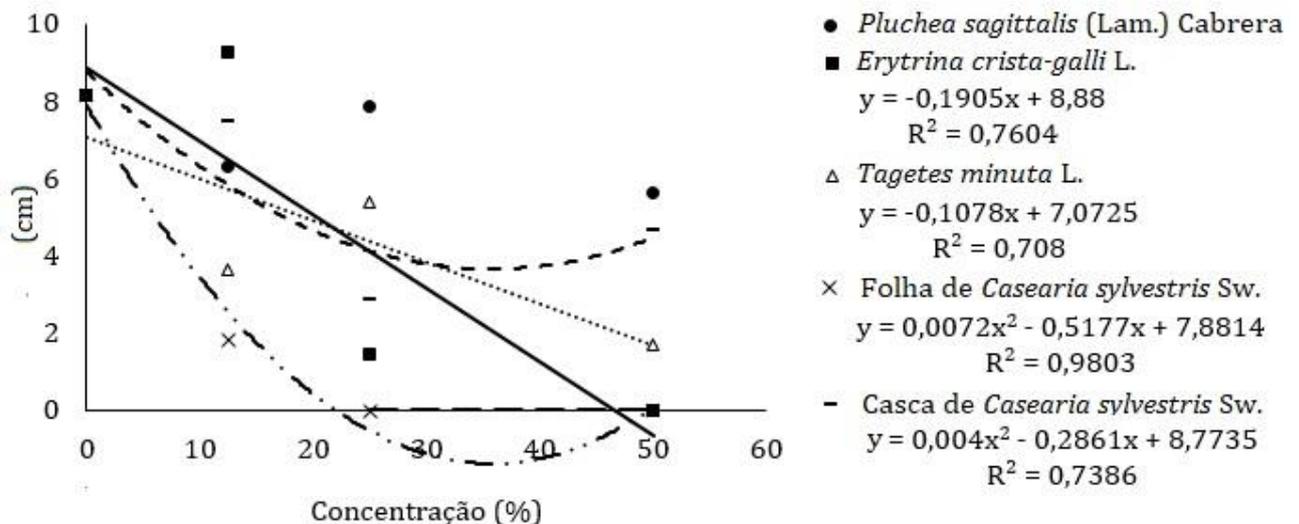
Tabela 6. Comprimento de parte aérea (cm) a partir de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Extratos	Concentração (%)			
	0	12,5	25	50
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	8,20 A*	6,32 AB	7,87 A	5,65 A
Casca de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8,20 A	7,48 AB	2,87 AB	4,67 A
<i>Erytrina crista-galli</i> L.	8,20 A	9,25 A	1,45 B	0,00 A
Folha de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8,20 A	1,82 B	0,00 B	0,00 A
<i>Tagetes minuta</i> L.	8,20 A	3,62 AB	5,37 AB	1,70 A

*Letras maiúsculas diferem na coluna pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Todos os extratos, com o aumento das concentrações, promoveram menor desenvolvimento da parte aérea das plântulas de feijão em relação as baixas concentrações. A partir disso, foram ajustados modelos polinomiais para os comprimentos de parte aérea de todos os tratamentos,

com exceção do extrato de *P. sagittalis*, em que o modelo não se mostrou significativo. Para os extratos de *E. crista-galli* e de *T. minuta*, os modelos ajustados foram lineares e para os extratos de folha e casca de *C. sylvestris* quadráticos (Figura 1).

**Figura 1.** Comprimento de parte aérea de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a partir de sementes tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

O extrato de *E. crista-galli* apresentou o maior efeito de dose sobre o comprimento de parte aérea das

plântulas de feijão em comparação com o extrato de *T. minuta*, pois ao aumentar-se a concentração do extrato

em 1% foi observado, conforme o modelo ajustado, inibição em torno de 2 cm no comprimento, o qual chegou a inibição total na concentração de 46,4% do extrato. Para o extrato de *T. minuta*, nessa mesma variação de dose, a inibição no comprimento de parte aérea foi ao redor de 1cm, não havendo crescimento na concentração de 66% do extrato. Já, para a folha e casca de *C. sylvestris*, os pontos de menor crescimento da parte aérea foram evidenciados nas concentrações de 22% do extrato da folha de *C. sylvestris*, com a inibição total do crescimento, e aproximadamente com 35% do extrato

da casca, quando o comprimento foi de 3,7 cm (Figura 1).

O comprimento radicular das plântulas de feijão, tratadas nas diferentes concentrações dos extratos, apresentaram, dentro de cada concentração, comportamentos parecidos com os observados para o comprimento de parte aérea. No entanto, na maior concentração, os extratos de *P. sagittalis* e de casca de *C. sylvestris* foram os que menos interferiram nos comprimentos de raiz (Tabela7).

Tabela 7. Comprimento de raiz (cm) a partir de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Extratos	Concentração (%)			
	0	12,5	25	50
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	4,50 A	5,2 AB	5,77 A	4,80 A
Casca de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4,50 A	3,86 AB	2,1 AB	3,11 AB
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	4,50 A	7,60 A	1,52 AB	0,00 B
Folha de <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4,50 A	0,75 C	0,00 B	0,00 B
<i>Tagetes minuta</i> L.	4,50 A	2,50 BC	3,25 AB	0,58 B

*Letras maiúsculas diferem na coluna pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Os comprimentos radiculares, das plântulas de feijão, também se mostraram afetados com o aumento das concentrações dos extratos. Dessa forma, os modelos matemáticos foram ajustados para os extratos de *E. crista-galli*, *T. minuta* e folha de *C. sylvestris*,

sendo que os demais não foram significativos. Para o extrato de *T. minuta*, o modelo ajustado foi o linear e para os outros dois o quadrático (Figura 2).

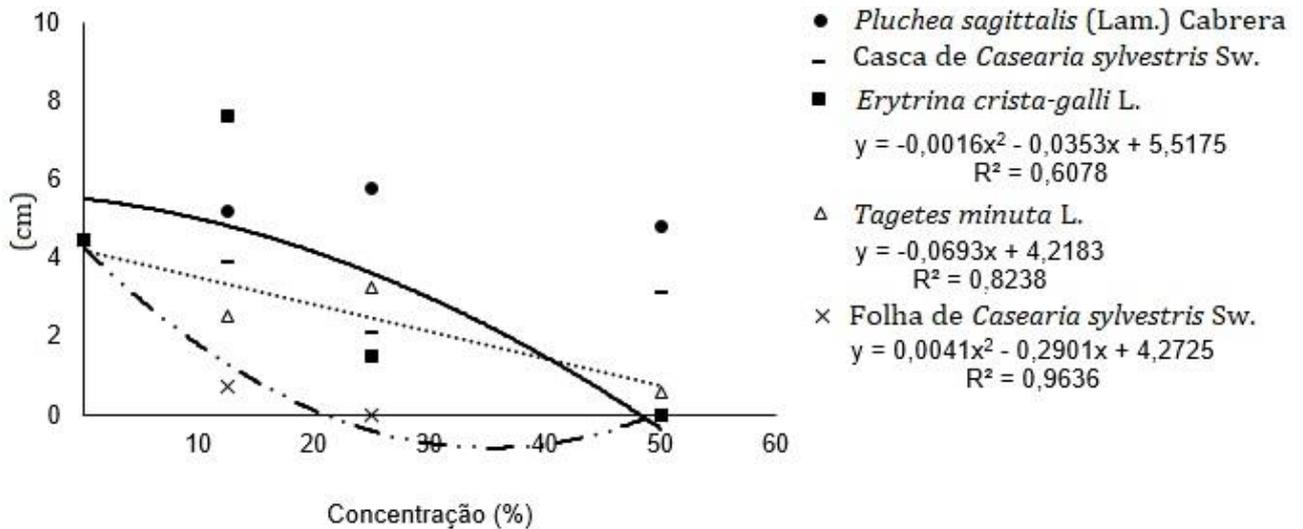


Figura 2. Comprimento de raiz de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a partir de sementes tratadas pelo método de embebição com diferentes extratos vegetais.

Corroborando com o observado no comprimento da parte aérea, o efeito de dose sobre o comprimento radicular mostrou-se mais intenso com o extrato de folha de *C. sylvestris*, pois o máximo efeito inibitório ocorreu na concentração de 21% do extrato, com o qual não houve crescimento algum (Figura 2). Segundo De Conti et al. (2011), a espécie *C. sylvestris* mostra-se mais sensível aos efeitos alelopáticos no órgão radicular do que na parte aérea. Ademais, Yamagushi et al. (2011), observaram que concentrações a partir de 50 ou 70% de extrato aquoso de *C. sylvestris* ocasionaram reduções no comprimento radicular, além de anormalidades, como a presença de raízes espessas, aumento do número de pelos absorventes, ou ausência dos mesmos e atrofiamento, principalmente em brócolis (*Brassica oleracea*), rabanete (*Raphanus sativus* L.), tomate e alface. Sendo, importante ressaltar, que essas anormalidades também foram observadas em todas as concentrações dos extratos utilizadas neste trabalho.

O extrato de *E. crista-galli*, promoveu menor sensibilidade ao crescimento radicular em comparação com o extrato de folha de *C. sylvestris*, pois o ponto de mínimo crescimento foi

na concentração de 48,5% do extrato (Figura 2). Nesse contexto, Oliveira et al. (2013) evidenciou inibição de 2,29 cm no comprimento radicular de alface ao utilizar a concentração de 25% do extrato aquoso de *E. velutina*, mesmo gênero em estudo, além de 1,46 cm no comprimento de parte aérea, sendo que nas concentrações de 50, 75 e 100% as plântulas não foram mensuradas devido à alta anormalidade. Que também se mostraram acentuadas neste trabalho (Tabela 3).

Já, o extrato de *T. minuta* foi menos intenso quanto a dose, pois para inibir o crescimento radicular em 1cm se fez necessário o aumento de 2% da concentração do extrato, atingindo mínima inibição na concentração de 61% do extrato (Figura 2). Ao encontro dessa ação inibitória, Medeiros et al. (2013) também observaram a inibição do comprimento da radícula de plântulas de alface tratadas na concentração de 30% do extrato aquoso de *T. minuta* em 2,47 cm em comparação com a testemunha, assim como o aumento da anormalidade das plântulas, também corroborando com os resultados já discutidos neste estudo anteriormente (Tabela 3).

Ademais, com base nos resultados obtidos no trabalho, evidencia-se que as plantas bioativas apresentam efeitos alelopáticos, que podem vir a promover efeitos fitotóxicos sobre plantas cultivadas, o que enfatiza a grande necessidade de estudos nessa área, pois, segundo Oliveira et al. (2013), as substâncias alelopáticas ao serem liberadas no ambiente, podem vir a limitar o crescimento e o estabelecimento de outras espécies, interferindo, logo, na sucessão ecológica, no estabelecimento de sistemas agroflorestais e no manejo de plantas espontâneas.

Conclusões

Os extratos de *P. sagittalis*, *T. minuta*, *E. crista-galli* e *C. sylvestris*, nas concentrações de 12,5, 25 e 50%, apresentam efeito fitotóxico sobre o processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de feijão, atribuindo-lhes potencial herbicida.

Referências

- AHEMD, S.A.; KAMEL, E.M. Phenolic constituents and biological activity of the *genus Pluchea*. **Der Pharma Chemica**, v. 5, n. 5, p. 109-114, 2013.
- ASHMAWY, N.S.; ASHOUR, M.L.; WINK, M.; EL-SHAZLY, M.; CHANG, F.; SWILAM, N.; ABDEL-NAIM, A.B.; AYOUB, N. Polyphenols from *Erythrina crista-galli*: structures, molecular docking and phytoestrogenic activity. **Molecules**, v.21, n.726, p.1-14, 2016.
- BENTO, T.S.; TORRES, L.M.B.; FIALHO, M.B.; BONONI, V.L.R. Growth inhibition and antioxidative response of wood decay fungi exposed to plant extracts of *Casearia species*. **Letters in Applied Microbiology**, v.58, n.1, p.79-86, 2013.
- CARVALHO, A.C.; SALVADOR, J.P.; PEREIRA, T.M.; FERREIRA, P.H.A.; LIRA, J.C.S, VEIGA, T.A.M. Fluorescence of chlorophyll a for discovering inhibitors of photosynthesis in plant extracts. **American Journal of Plant Sciences**, v.7, n.11, p.1545-1554, 2016.
- CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v.6, p.1-16, 2015.
- CREMONEZ, F.E.; CREMONEZ, P.A.; CAMARGO, M.P.; FEIDEN, A. Principais plantas com potencial alelopático encontradas nos sistemas agrícolas brasileiros. **Acta Iguazu**, v.2, Suplemento, p.70-88, 2013.
- ESPINOSA, J.; MEDEIROS, L.F.; SOUZA, A.; GÜNTZEL, A.R.C.; RÜCKER, B.; CASALI, E.A.; ETHUR E.M.; WINK, M.R.; TORRES, I.L.S. Ethanolic extract of *Casearia sylvestris* Sw exhibits in vitro antioxidant and antimicrobial activities and in vivo hypolipidemic effect in rats. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.2, p.305-315, 2015.
- FAROOQ, M.; BAJWA, A.A.; CHEEMA, S.A.; CHEEMA, Z.A. Application of allelopathy in crop production. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.15, p.1367-1378, 2013.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, Edição especial, p.175-204, 2000.
- GAKUUBI, M.M., WANZALA, W., WAGACHA, J.M., DOSSAJI, S.F. Bioactive properties of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oils: A review.

American Journal of Essential Oils and Natural Products, v.4, n.2, p.27-36, 2016.

GLIESSMAN, S.R. **Plantas e fatores ambientais: fatores bióticos**. In: GLIESSMAN, S.R. (Ed.) *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2001. 299p- 326p.

KING, S.R.; AMBIKA, R. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). **Allelopathy Journal**, v.9, n.1, p.35-41, 2002.

LÓPEZ, M.L.; BONZANI, N.E.; ZYGADLO, J.A. Allelopathic potential of *Tagetes minuta* terpenes by a chemical, anatomical and phytotoxic approach. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.36, n.12, p.882-890, 2009.

MEDEIROS, C.H.; SIGNORINI, C.B.; SCHIEDECK, G. Alelopatia do extrato aquoso e óleo essencial de *Tagetes minuta* L. (Chinchilho) na germinação de sementes de alface. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-4, 2013.

MOOZ, E.D.; SILVA, M.V. Cenário mundial e nacional da produção de alimentos orgânicos. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.39, n.1, p.99-112, 2014.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas**. In: KRZYZANOUSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: Editora ABRATES, 1999. 1p-24p.

OLIVEIRA, A.K.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; DIÓGENES, F.E.P.; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na

germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.3, p.480-483, 2012.

OLIVEIRA, A.K.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; DIÓGENES, F.E.P.; MEDEIROS FILHO, S. Potencial alelopático do extrato aquoso de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.252-257, 2013.

OLIVEIRA, V.A.; MARTINS, L.P.; GONÇALVES, R.C.; BENÍCIO, L.P.F.; COSTA, D.L.; LUDWIG, J. Use of seed treatment with fungicide in control of *Colletotrichum truncatum* and physiological quality of soybean seeds *Glycine max*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.2, p.98-106, 2013.

OZAWA, M.; KAWAMATA, S.; ETOH, T.; HAYASHI, M.; KOMIYAMA, K.; KISHIDA, A.; KURODA, C.; OHSAKI, A. Structures of new erythrinan alkaloids and nitric oxide production inhibitors from *Erythrina crista-galli*. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v.58, n.8, p.1119-1122, 2010.

REIGOSA, M.; GOMES, A.S.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.4, p.629-646. 2013.

RIBEIRO, L.P.; VENDRAMIM, J.D. Effects of organic plant extracts on behavior of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) adults. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.92, n.2, p. 186-197, 2017.

SARMENTO-BRUM, R.B.C.; CASTRO, H.G.; GAMA, F.R.; CARDON, C.H.; SANTOS, G.R. Phytotoxicity of essential oils in watermelon, bean and rice plants. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n. 2, p. 101-109, 2014.

- SHAHZADI, I., SHAH, M.M. Acylated flavonol glycosides from *T. minuta* with antibacterial activity. **Frontiers in Pharmacology**, v.6, p.1-10, 2015.
- TARSITANO, M.A.A.; SANT'ANA, A.L.; TARSITANO, R.A. **Aspectos sociais e econômicos da produção de feijão**. In: ALF, O.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P.; FERRARI, S. (Ed.). Aspectos gerais da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu: Editora FEPAF, 2015, p.15-27.
- TJAHJANDARIE, T.S.; PUDJIASTUTI, P., SAPUTRI, R.D.; TANJUNG, M. Antimalarial and antioxidant activity of phenolic compounds isolated from *Erythrina crista-galli* L. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v.6, n.4, p.786-790, 2014.
- VERA, N.; MISICO, R.; SIERRA, M.G.; ASAKAWA, Y. Eudesmanes from *Pluchea sagittalis*. Their antifeedant activity on *Spodoptera frugiperda*. **Phytochemistry**, v.69, n.8, p.1689-1694, 2008.
- VIEIRA, J.F.; VIEIRA, J.F.; SOARES, V.N.; AMARANTE, L. **Alelopatia e seus efeitos na germinação e no crescimento de plantas**. In: SCHUSCH, L.O.B.; VIEIRA, J.F.; RUFINO, C.A.; ABREU JÚNIOR, J.S. (Ed.). Sementes: produção, qualidade e inovações tecnológicas. Pelotas: Editora UFPEL, 2013. 321p-344p.
- VIVOT, E.P.; SÁNCHEZ, C.; CACIK, F.; SEQUIN, C. Actividad antibacteriana en plantas medicinales de la flora de Entre Ríos (Argentina). **Ciencia, Docencia y Tecnología**, v.23, n.45, p.165-185, 2012.
- WANJALA, W.C.; WANZALA, W. 2016. *Tagetes (Tagetes minuta)* oils. In: PREEDY, V.R. (ed.). **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. Academic Press, p.791-802, 2016.
- YAMAGUSHI, M.Q.; GUSMAN, G.S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1361-1374, 2011.