

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *BIXA ORELLANA* SOBRE SEMENTES DE
BIDENS PILOSA E *RAPHANUS SATIVUS***

Thiago Cacção Villa¹, Pedro Valério Dutra de Moraes¹, Maira Cristina Schuster Russiano¹,
Douglas Junior Bertoncelli¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Programa de pós-graduação em agroecossistemas,
campus Dois Vizinhos.

Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000, Dois Vizinhos, PR. E-mail: thiagovilla@utfpr.edu.br,
pedromoraes@utfpr.edu.br, maira.schuster@hotmail.com, douglasbertonceli@gmail.com

RESUMO: A alelopatia tornou-se uma ferramenta para o controle de plantas daninhas, pois os compostos são oriundos da própria natureza, minimizando a contaminação ambiental e não causando danos à saúde humana. O objetivo foi avaliar o potencial alelopático das sementes de *Bixa orellana* sobre a germinação e crescimento inicial de *Bidens pilosa* e *Raphanus sativus*. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado trifatorial, sendo um fator a forma de obtenção do extrato aquoso (sementes não trituradas e trituradas), o segundo fator, diferentes tempo de extração (0, 24 e 48 horas) e o terceiro fator as concentrações do extrato vegetal (0,0%; 1,25%; 2,5%; 5% e 10% p/v). As variáveis avaliadas foram germinação, tempo médio de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação, índice de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da radícula e massa seca total. Extratos aquosos de sementes de *B. orellana* não trituradas e trituradas, com tempo de extração de 24 horas, apresentaram efeitos alelopáticos negativos sob a germinação e crescimento inicial de *B. pilosa*. Extratos aquosos de sementes de *B. orellana* trituradas, com tempo de extração de 48 horas na concentração de 10% apresentaram efeitos alelopáticos negativos sob a germinação de sementes de *R. sativus*.

PALAVRAS-CHAVE: Aleloquímicos, Urucum, Plantas Daninhas, Compostos fenólicos.

ALLELOPATHIC POTENCIAL OF *BIXA ORELLANA* ON SEEDS OF *BIDENS PILOSA* AND *RAPHANUS SATIVUS*

ABSTRACT: Allelopathy has become a valuable tool for weed control, as the compounds come from nature itself, minimizing environmental contamination and causing no harm to human health. The aims was to evaluate the allelopathic potential of *Bixa orellana* seeds on the germination and initial growth of *Bidens pilosa* and *Raphanus sativus*. The treatments were arranged in a completely randomized three-factor design, with one factor being the way of obtaining the aqueous extract (uncrushed and crushed seeds), the second factor, different extraction times (0, 24 and 48 hours) and the third factor the concentrations of plant extract (0.0%; 1.25%; 2.5%; 5% and 10% w/v). The evaluated variables were germination, average germination time, germination speed, germination speed index, germination index, shoot length, shoot length radicle and total dry mass. Aqueous extracts of uncrushed and crushed *B. orellana* seeds, with an extraction time of 24 hours, showed negative allelopathic effects on the germination and initial growth of *B. pilosa*. Aqueous extracts of crushed *B. orellana* seeds, with an extraction time of 48 hours at a concentration of 10%, showed negative allelopathic effects on the germination of *R. sativus* seeds.

KEY WORDS: Allelochemicals, Annatto, Weeds, Phenolic compounds.

INTRODUÇÃO

A alelopatia pode ser compreendida como uma ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (Silva, 2018).

Grande parte dessas substâncias tem origem a partir do metabolismo secundário de plantas, ou seja, são substâncias que apresentam funções de proteção e defesa contra a ação de diferentes microrganismos, insetos e vírus, estimulando o desenvolvimento e o crescimento da planta ou inibindo a ação destes patógenos e predadores (Waller et al., 1999; Silva, 2018).

Quando esses compostos são liberados para o meio em quantidade suficiente para promover um efeito que pode ser visualizado em diversas fases da planta, como germinação, crescimento, desenvolvimento de plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microrganismos, desta forma pode se afirmar que ocorreu efeito alelopático positivo ou negativo para o organismo vizinho (Silva, 2018).

Os compostos alelopáticos ao longo da história foram muitas vezes utilizados como uma opção de substituição aos agroquímicos sintéticos, uma vez que os aleloquímicos podem oferecer benefícios plantas de interesse econômico, em detrimento das plantas invasoras (Waller, 1999).

Entre as diversas espécies vegetais que podem apresentar efeito alelopático negativo sobre as plantas daninhas podemos citar o urucum (*Bixa orellana* L.), o qual apresenta uma gama de quantidade de fitomoléculas, dentre elas, compostos fenólicos, os quais apresentam conhecidas atividades alelopáticas (Ferreira, 2013).

O urucum é um produto amplamente utilizado na culinária popular com a finalidade de realçar a cor de alimentos sem alterações de sabor e aroma. A utilização para fins comerciais é muito ampla, sendo empregado em formulações de bebidas, produção de queijos, na panificação e em preparo de massas, embutidos cosméticos, protetor solar, entre muitas outras (Castro et al., 2009; Ferreira, 2013; Flores et al., 2016).

O Brasil é o maior produtor de sementes de urucum do mundo, com uma produção de 13363 toneladas no ano de 2017 (IBGE, 2019). O corante em forma de pó obtido da moagem destas sementes é popularmente conhecido no Brasil como colorau ou colorífico (Garcia et al., 2012).

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial alelopático das sementes de urucum sobre a germinação e crescimento inicial de *Bidens pilosa* e *Raphanus sativus*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Engenharia de Bioprocessos e de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos.

As sementes de *B. orellana* utilizadas para o preparo dos extratos aquosos foram obtidas comercialmente de um produtor rural orgânico do Estado de Minas Gerais colhidas no mês de setembro de 2017 e as mesmas permaneceram sob refrigeração em câmara fria para evitar degradação biológica.

As sementes de *B. pilosa* (picão preto) foram coletadas em uma propriedade rural do município de Dois Vizinhos/PR e armazenadas em câmara fria para preservação e quebra de dormência. As sementes de *R. sativus* (nabo forrageiro) utilizadas, pertenciam ao banco de sementes do Grupo de Estudos em Herbologia da UTFPR-DV armazenadas em câmara fria.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado trifatorial, sendo um fator a forma de obtenção do extrato aquoso (sementes não trituradas e trituradas), o segundo fator como sendo os 3 diferentes tempo de extração (0 horas, 24 horas e 48 horas) e o terceiro fator foram 5 concentrações do extrato vegetal (10%, 5%, 2,5%, 1,25% e testemunha). Em todos os testes foram realizados 4 repetições para cada uma das concentrações.

Para a obtenção do extrato aquoso não triturado com tempo de extração 0h, foram pesadas 50 gramas de sementes *in natura* de urucum e adicionadas em 500 mL de água destilada (pH 7,1) em Erlenmeyer de vidro e agitado manualmente por 5 minutos, e posteriormente filtrado para retirada da parte sólida. A concentração final do extrato bruto foi de 10% (p/v), a partir deste foi realizada as diluições em água destilada (pH 7,1) para as concentrações de 5%, 2,5% e 1,25% (p/v), para a aplicação nas testemunhas foi utilizado apenas água destilada.

A metodologia para a obtenção dos extratos não triturado com tempo de extração 24h e 48h, foram as mesmas citadas anteriormente, com diferença apenas para o tempo de agitação em mesa agitadora com temperatura controlada. Após os tempos estipulados, os extratos brutos foram filtrados e diluídos nas mesmas concentrações citadas anteriormente.

Para a obtenção dos extratos brutos de sementes de urucum trituradas, foi pesado 50 gramas de sementes e adicionadas em 500 mL de água destilada (pH 7,2) e submetidas a trituração com auxílio de um multiprocessador manual com tempo de trituração de 2 minutos. O extrato bruto triturado (10%) com tempo 0h foi filtrado e diluído para as concentrações aplicadas nos testes (5%, 2,5% e 1,25%) e para a aplicação nas testemunhas foi utilizado apenas água destilada. Os extratos brutos triturados com tempo de lixiviação 24h e 48h foram dispostos em mesa agitadora pelo tempo estipulado e posteriormente, filtrados e diluídos nas mesmas concentrações citadas anteriormente.

As sementes de *B. pilosa* e *R. sativus* foram dispostas em um arranjo de 6x6 (totalizando 36 sementes por repetição) em caixas de germinação com tampa (Gerbox), limpas com álcool 70%, contendo duas folhas de papel tipo mata borrão previamente autoclavadas como substrato de germinação, e uma folha de papel filtro (previamente autoclavadas) na tampa, para não ocorrer o gotejamento desigual da umidade condensada.

O volume de extrato utilizado para umedecer os papéis mata borrão, foi utilizado a proporção de duas vezes e meia o peso do papel utilizado como substrato, que para todas as repetições foi adotado o valor de 13,5 mL de extrato aquoso de cada diluição e água destilada para a testemunha (Brasil, 2009).

Após a implantação do experimento, as caixas Gerbox foram acondicionadas em estufa BOD com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e com luminosidade alternando entre 12 horas de luz e 12 horas escuro (Brasil, 2009).

As avaliações foram realizadas diariamente por um período de 7 dias, iniciando no dia seguinte a semeadura, sendo considerada como semente germinada aquela que apresentou 2 mm ou mais de emergência de plântula.

As variáveis analisadas foram: Porcentagem de germinação (G), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de germinação (IG), seguindo as normas descritas na RAS (Regras para Análises de Sementes) (Brasil, 2009).

No final do sétimo dia, foram retiradas de cada repetição 15 plântulas para a realização das medições do comprimento da parte aérea (CPA) e do comprimento da radícula (CR) utilizando paquímetro digital. Para o parâmetro de massa seca total (MST), todas as plântulas de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel pardo devidamente identificados e colocadas em estufa de secagem com temperatura de 60°C pelo período de 72 horas e após o

período determinado, os dados de MST foram obtidos utilizando balança analítica com precisão de 0,0001 g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa R (Bhering, 2017), e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Bidens pilosa

Os extratos aquosos das sementes de *B. orellana* triturados e não trituradas, não apresentaram interação estatística entre os fatores testados (tempo, extração e concentração) para as sementes de *B. pilosa*.

As diferentes concentrações do extrato aquoso das sementes de *Bixa orellana* não trituradas com 0h de extração, não apresentaram efeitos alelopáticos significativos sobre a G, VG, IG, TMG, IVG, MS, CR e CPA de sementes de *B. pilosa*, conforme apresentado na tabela 01.

Tabela 01 - Porcentagem de germinação (G), Velocidade de germinação (VG), Índice de germinação (IG), Tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG), Massa seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de *Bidens pilosa*, sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* não trituradas com tempo de extração de 0, 24 e 48 horas

Tempo de extração (Horas)	Conc. do extrato (%)	G (%)	VG	IG	TMG (dias)	IVG	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
0	0	85,4 ^{ns}	10,00 ^{ns}	101,2 ^{ns}	3,3 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,0499 ^{ns}	33,38 ^{ns}	26,50 ^{ns}
	1,25	85,4	9,63	103,1	3,5	0,29	0,0400	35,37	22,17
	2,5	79,1	8,66	94,2	3,5	0,28	0,0444	29,83	24,94
	5	86,1	9,90	100,2	3,4	0,30	0,0416	34,80	26,69
	10	74,9	8,22	90,2	3,5	0,29	0,0324	38,19	24,22
	CV	8,7	14,9	13,7	11,2	11,1	6,4	8,4	14,1
24	0	87,4 ^a	8,42 ^a	125,3 ^a	4,0 ^{ns}	0,24 ^a	0,0499 ^a	30,60 ^a	25,83 ^a
	1,25	65,2 ^b	5,65 ^b	98,4 ^a	4,4	0,22 ^a	0,0294 ^b	18,16 ^b	20,22 ^b
	2,5	58,3 ^b	4,69 ^b	89,5 ^a	4,7	0,21 ^b	0,0239 ^b	17,66 ^b	19,16 ^b
	5	67,3 ^b	5,52 ^b	112,0 ^a	4,5	0,22 ^a	0,0251 ^b	16,31 ^b	17,27 ^c
	10	46,5 ^b	3,57 ^c	76,9 ^b	5,0	0,20 ^b	0,0192 ^c	10,71 ^c	13,43 ^c
	CV	19,5	17,9	23,8	8,1	8,2	6,6	8,4	14,1
48	0	84,0 ^{ns}	9,87 ^{ns}	101,2 ^{ns}	3,3 ^{ns}	0,30 ^a	0,0489 ^{ns}	32,20 ^{ns}	25,34 ^{ns}
	1,25	83,3	9,37	97,4	3,5	0,29 ^a	0,0502	33,38	23,36
	2,5	85,4	8,95	111,5	3,6	0,27 ^b	0,0470	31,33	24,75
	5	93,0	9,17	125,1	3,8	0,26 ^b	0,0479	32,17	24,62
	10	83,3	7,78	116,8	3,9	0,25 ^b	0,0480	32,91	24,90
	CV	6,3	10,0	13,7	11,2	11,1	6,1	9,0	10,4

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. ^{ns} não significativos. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação

A porcentagem da germinação do lote de sementes de *B. pilosa* utilizados nos ensaios deste trabalho seguem as médias propostas por Adegas & Voll (2003), e Souza et al. (2016),

que apresentam valores entre 80 e 90% em condições de temperatura e intensidade luminosa padronizada pela RAS (2009).

É possível observar que o tempo 0 de extração não foi suficiente para extrair os compostos aleloquímicos presentes nas sementes de *B. orellana*, pois esse extrato vegetal não apresentou efeito significativo na germinação e crescimento inicial das plântulas de *B. pilosa*.

Por outro lado, o extrato aquoso de sementes não trituradas de *B. orellana* submetidos a 24 h de extração, apresentaram efeito alelopático sobre a germinação e o crescimento inicial das plântulas de *B. pilosa*. A porcentagem de germinação apresentou uma redução de aproximadamente 47% na maior concentração do extrato vegetal

Na variável VG, todas as concentrações testadas apresentam redução nos valores, com maior efeito para a concentração de 10% do extrato vegetal com redução de aproximadamente 58%. O IG também apresentou maior efeito na concentração de 10% do extrato vegetal com redução de aproximadamente 39%.

Esse atraso na germinação das sementes de *B. pilosa*, ocasionado pela ação alelopática do extrato aquoso de *B. orellana* é importante para que a cultura de interesse consiga germinar antes, e com isso, apresentar vantagem na competição com a espécie invasora.

A MS, CR e CPA, também apresentaram reduções quando aplicado as diferentes concentrações do extrato aquoso de sementes de *B. orellana* não trituradas e submetidas a tempo de extração de 24h, com maior efeito verificado na concentração de 10%.

Avaliando a composição química de extratos de semente de *B. orellana* Santos et al. (2022), observaram a presença de compostos fenólicos, flavonoides e alcaloides. Acredita-se que a redução na germinação e crescimento inicial das plântulas de *B. pilosa* pela aplicação do extrato de sementes de *B. orellana*, esteja relacionado a presença deste composto fenólicos.

Segundo Mazzafera (2003), os aleloquímicos são na sua maioria, oriundos do metabolismo secundário das plantas, principalmente compostos fenólicos, indo desde fenóis simples a taninos de estrutura complexa.

Bertoncelli (2015), relacionou a modificação no processo de germinação pelos extratos vegetais, à presença de compostos fenólicos, os quais causam inibição da síntese de ácido giberélico e ou atividade da enzima α -amilase, afetando a germinação das sementes, por interferirem no sistema enzimático hidrolítico e de mobilização de reservas da semente.

Ferrarese et al. (2000), observaram que os compostos fenólicos induzem o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo consequência a modificação da permeabilidade da

membrana e a formação de lignina, reduzindo o crescimento radicular. Ainda, segundo Marcos Filho (2005), os compostos fenólicos podem interferir na difusão de gases na célula vegetal, em especial do oxigênio, reduzindo a atividade do metabolismo celular, resultando em um menor crescimento da planta.

Por outro lado, as diferentes concentrações do extrato aquoso de sementes de *B. orellana* não trituradas e submetidas a 48 de extração, não apresentaram efeito significativo sobre a germinação e crescimento inicial das plântulas de *B. pilosa*.

Acredita-se que essa ausência de efeito alelopático no maior tempo de extração, esteja relacionado a fotodegradação dos compostos aleloquímicos presentes nas sementes de *B. orellana*, pois segundo Garcia et al. (2012), alguns aleloquímicos presentes no tegumento das sementes de *B. orellana* podem sofrer degradação quando expostos a luz ou a altas temperaturas (Garcia et al., 2012). No caso deste trabalho, a longa exposição a luz (48 horas) pode ter sido o fator que afetou a ação aleloquímica dos compostos presentes as sementes de *B. orellana*.

Quantos aos extratos obtidos pela trituração das sementes *B. orellana* e posteriormente submetida ao tempo zero de extração, observou-se que as diferentes concentrações testadas, não apresentaram efeito alelopático significativo para todas as variáveis analisadas (Tabela 02).

Tabela 02 - Porcentagem de germinação (G), Velocidade de germinação (VG), Índice de germinação (IG), Tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG), Massa seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de *Bidens pilosa*, sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana*, trituradas, com tempo de extração de 0, 24 e 48 horas

Tempo de extração (horas)	Conc. do extrato (%)	G (%)	VG	IG	TMG (dias)	IVG	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
0	0	85,4 ^{ns}	10,00 ^{ns}	101,2 ^{ns}	3,3 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,0457 ^{ns}	31,66 ^{ns}	26,50 ^{ns}
	1,25	84,0	9,00	104,1	3,6	0,27	0,0424	30,71	26,70
	2,5	85,4	9,18	108,8	3,6	0,27	0,0431	30,33	27,70
	5	75,0	7,66	98,4	3,8	0,26	0,0445	30,31	28,13
	10	79,1	8,97	96,8	3,4	0,28	0,0402	28,58	26,83
	CV	9,1	12,6	12,7	7,8	7,1	8,4	7,3	7,1
24	0	87,5 a	8,42 a	125,3 a	4,0 a	0,24 a	0,0376 a	23,83 a	26,60 a
	1,25	58,3 b	4,59 b	95,6 b	4,9 b	0,20 b	0,0322 a	20,22 b	16,310 b
	2,5	53,4 b	4,56 b	85,8 b	4,7 a	0,21 b	0,0298 b	17,27 c	17,66 b
	5	62,5 b	4,72 b	104,1 a	5,0 b	0,19 b	0,0319 a	19,16 b	18,16 b
	10	47,9 c	4,24 b	67,2 b	4,4 a	0,22 a	0,0221b	13,43 c	10,71 c
	CV	19,5	20,7	19,7	8,0	8,5	10,5	14,1	8,4
48	0	88,2 a	9,87 a	106,8 a	3,4 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,0412 ^{ns}	28,45 ^{ns}	25,44 ^{ns}
	1,25	82,6 a	9,75 a	91,4 a	3,2	0,30	0,0430	29,05	26,01
	2,5	76,4 b	8,69 b	89,3 b	3,3	0,30	0,0410	28,12	26,70
	5	77,7 b	8,69 b	93,5 a	3,4	0,29	0,0399	27,89	23,80
	10	70,8 b	7,59 b	84,9 b	3,5	0,28	0,0415	28,88	24,75
	CV	8,7	14,9	13,7	11,2	11,1	6,8	7,3	8,2

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. ^{ns} não significativos. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

Para o ensaio realizado com o extrato triturado das sementes de *B. orellana* que o tempo de extração foi de 24 horas, foram verificados efeitos alelopáticos em todas as variáveis analisadas. A germinação das sementes apresentou redução em todas as concentrações, com efeito, mais significativo para a concentração de 10% do extrato vegetal, com redução de aproximadamente 45% da germinação das sementes de *B. pilosa*.

A VG apresentou efeito negativo em todas as concentrações do extrato vegetal testadas, com redução de aproximadamente 50% na concentração de 10% do extrato vegetal. Para as variáveis IVG e TMG, o efeito mais significativo foi observado na concentração de 5%, com redução de aproximadamente 21% para IVG, e aumento de aproximadamente 25 % no TMG.

Para os parâmetros MS, CR e CPA observou-se um efeito negativo das diferentes concentrações dos extratos, com maior efeito na concentração de 10%, observando redução aproximada de 41%, 44% e 60% respectivamente. A redução no desenvolvimento inicial das plântulas.

O efeito alelopático do extrato de sementes de *B. orellana* trituradas, submetido a 48 h de extração foi observado apenas para os parâmetros G, VG e IG, com redução de aproximadamente 20%, 23% e 20% respectivamente, na concentração de 10% do extrato vegetal.

Nos parâmetros relacionados ao crescimento inicial das plântulas de *B. pilosa* (MS, CR e CPA), não foram observadas diferenças significativas para nenhuma concentração aplicada.

Raphanus sativus

No ensaio utilizando sementes de *R. sativus*, os extratos aquosos das sementes de *B. orellana* trituradas e não trituradas, não apresentaram interação estatística significativa entre os fatores testados.

A utilização de extrato aquoso de sementes de *B. orellana* não trituradas, submetidos ao tempo de extração de 0 e 48 horas, não apresentaram efeito significativo sobre as variáveis analisadas (Tabela 3). Por outro lado, o extrato obtido com o tempo de extração de 24 horas apresentou redução nos valores de IG, TMG e IVG apenas na concentração de 10%. As demais variáveis analisadas também não apresentaram efeito significativo das diferentes concentrações do extrato.

Tabela 3 - Porcentagem de germinação (G), Velocidade de germinação (VG), Índice de germinação (IG), Tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG), Massa seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* (urucum) não trituradas com tempo de extração de 0, 24 e 48 horas

Tempo de extração (horas)	Conc. do extrato (%)	G (%)	VG	IG	TMG (dias)	IVG (dia ⁻¹)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
0	0	64.5 ^{ns}	9.70 ^{ns}	59.5 ^{ns}	2.3 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.4985 ^{ns}	71.14 ^{ns}	43.08 ^{ns}
	1,25	76.3	12.89	60.1	2.2	0.43	0.4877	71.94	45.05
	2,5	70.8	12.12	55.5	2.2	0.45	0.4801	70.22	44.03
	5	64.5	10.41	52.3	2.7	0.38	0.4850	71.18	44.19
	10	77.7	13.03	57.5	2.3	0.42	0.4901	70.40	44.05
	CV	22.0	24.6	22.7	18.2	11.9	16.9	21.2	17.0
24	0	79.8 ^{ns}	13.06 ^{ns}	66.5 a	2.4 a	0.42 a	0.4718 ^{ns}	72,40 ^{ns}	41,70 ^{ns}
	1,25	68.7	10.98	58.2 a	2.6 a	0.39 a	0.4802	70,99	40,73
	2,5	60.4	9.42	55.6 a	2.7 a	0.36 a	0.4705	71,04	41,00
	5	68.7	10.03	62.7 a	2.8 a	0.35 a	0.4835	72,22	42,05
	10	67.7	9.10	50.4 b	3.4 b	0.29 b	0.4799	71,90	71,25
	CV	15.8	19.6	18.6	11.7	11.2	18.5	19.1	15.2
48	0	86.1 ^{ns}	14.56 ^{ns}	69.0 ^{ns}	2.2 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.4840 ^{ns}	74.85 ^{ns}	48.30 ^{ns}
	1,25	81.9	12.93	72.5	2.4	0.40	0.4932	73.49	46.14
	2,5	73.6	15.51	73.5	2.8	0.35	0.4785	72.56	48.98
	5	76.3	11.51	71.0	2.6	0.37	0.4704	70.02	45.51
	10	79.8	11.05	80.1	2.9	0.34	0.4728	71.92	47.44
	CV	9.0	14.4	8.3	8.2	7.6	12.4	16.7	11.5

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. ^{ns} não significativos. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação

Em relação ao extrato obtido de sementes trituradas, com tempo de extração de 0 horas e 24 horas, não foi possível observar efeito alelopático significativo sobre o processo de germinação e crescimento inicial de sementes de *R. sativus* (Tabela 4).

Por outro lado o extrato obtido sobre o tempo de extração de 48 horas apresentou efeito alelopático sobre as variáveis, G e VG, as demais variáveis também não apresentaram efeito significativo.

A aplicação das concentrações 5% e 10% apresentaram redução da porcentagem de germinação de aproximadamente 4% e 8% respectivamente. Por outro lado a VG apresentou redução apenas na concentração de 10%, com redução de aproximadamente 14% (Tabela 4).

Santos et al. (2022), avaliando o efeito alelopático de diferentes formas de obtenção de extrato vegetal das sementes de *B. orellana*, observou que extrato aquoso não demonstrou efeito alelopático sobre a germinação das sementes de *Zea mays* e *Glycine Max*, por outro lado, o extrato etanólico na concentração 10%, apresentou redução da germinação das sementes de *Z. mays* e *G. Max*. Segundo os mesmos autores, a água não consegue ser um bom solvente extrator quanto o etanol, na extração dos possíveis aleloquímicos presentes nas sementes de *B. orellana*.

Tabela 4 - Porcentagem de germinação (G), Velocidade de germinação (VG), Índice de germinação (IG), Tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG), Massa seca (MS), Comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de *Raphanus sativus* sob efeito de extratos aquosos de sementes de *Bixa orellana* trituradas, com tempo de extração de 0, 24 e 48 horas.

Tempo de extração (horas)	Conc. do extrato (%)	G (%)	VG	IG	TMG (dias)	IVG (dia ⁻¹)	MS (g)	CR (mm)	CPA (mm)
0	0	86.1 ^{ns}	14.56 ^{ns}	69.0 ^{ns}	2.2 a	0.43 a	0.4598 ^{ns}	65.41 ^{ns}	41.00 ^{ns}
	1,25	92.3	16.27	68.7	2.0 b	0.48 b	0.4761	67.57	42.21
	2,5	88.1	15.12	66.6	2.2 a	0.45 a	0.4709	66.80	42.99
	5	88.8	14.97	69.1	2.2 a	0.44 a	0.4801	67.02	45.15
	10	90.2	15.30	69.8	2.2 a	0.44 a	0.4790	65.30	42.31
	CV	6.4	7.0	8.4	4.3	4.2	15.9	19.1	16.7
24	0	86.1 ^{ns}	14.56 ^{ns}	69.0 ^{ns}	2.2 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.3911 ^{ns}	68.85 ^{ns}	51.00 ^{ns}
	1,25	83.3	13.08	71.6	2.5	0.39	0.3854	66.49	50.14
	2,5	87.5	14.70	68.4	2.3	0.41	0.3887	67.56	49.41
	5	80.5	13.22	68.1	2.4	0.40	0.3965	67.05	53.56
	10	74.3	11.16	68.2	2.6	0.43	0.3902	66.92	51.50
	CV	11.4	12.4	13.1	6.4	6.1	14.7	10.4	16.5
48	0	86.1 a	14.56 a	69.0 ^{ns}	2.2 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.3650 ^{ns}	69.58 ^{ns}	52.45 ^{ns}
	1,25	90.9 a	15.27 a	74.7	2.2	0.43	0.3752	68.99	51.10
	2,5	86.1 a	14.49 a	69.0	2.2	0.43	0.4002	70.07	50.77
	5	82.6 b	14.00 a	65.5	2.2	0.44	0.3820	69.11	52.96
	10	79.1 b	12.54 b	69.3	2.4	0.40	0.3970	70.97	52.66
	CV	6.1	6.6	8.3	5.3	5.4	10.9	11.7	15.5

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. ^{ns} não significativos. Foi aplicado o Teste de Schott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação

Bertoncelli (2015), afirma que o etanol tem a capacidade de extrair um número maior de substâncias dos tecidos vegetais do que a água, em especial os compostos fenólicos, devido o etanol apresentar uma extremidade apolar, sendo muitas vezes considerado bipolar, já a água é uma substância polar.

Taiz e Zeiger (2013), relatam que os compostos fenólicos vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos, sendo alguns solúveis apenas em solventes orgânicos, outros são solúveis em água e outros que são praticamente insolúveis.

CONCLUSÕES

Extratos aquosos de sementes de *B. orellana* não trituradas e trituradas, com tempo de extração de 24 horas, apresentaram efeitos alelopáticos negativos sob a germinação e crescimento inicial de *B. pilosa*.

Extratos aquosos de sementes de *B. orellana* trituradas, com tempo de extração de 48 horas na concentração de 10% apresentaram efeitos alelopáticos negativos sob a germinação de sementes de *R. sativus*

Para estudos futuros recomendam-se testar outras formas de extração dos compostos aleloquímicos presentes nas sementes de *B. orellana*.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.S., VOLL, E. Embebição e germinação de sementes de picão preto (*Bidens pilosa*). **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.21-25, 2003.
- BERTONCELLI, D. J. (2015). **Atividade alelopática de espécies de trevo sobre sementes de milho, milho e picão preto**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 112p. 2015. Dissertação de Mestrado.
- BHERING, L.L. RBIO: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regra de análise de sementes**. Brasília: Departamento de Produção Vegetal, 2009. 399p.
- CASTRO C. B. DE; MARTINS, C. DA S.; FALESI, I. C.; NAZARÉ, R. F. R. DE; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L.; MAUES, M. M. **A cultura do urucum**. Embrapa Amazônia Oriental. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF :Embrapa Informação Tecnológica, 2009.61 p.
- FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N.E.; FERRARES FILHO, E. M. L. L. Ferulic acid uptake by soybean root in nutriente culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.22, p.121-124, 2000.
- FERREIRA, R. L. Métodos **para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2013. 131p. Tese de Doutorado.
- FLORES, D. M.; URIZAR, G. U.; COLOROSSO, R. C.; GARCÍA, S. C.; MENDOZA, J. D. V. Antibacterial activity of *Bixa orellana* L. (achiote) against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. **Asian Pac J Trop Biomed**, n. 6 v. 5, p. 400–403, 2016.
- GARCIA, C. E. R.; BOLOGNESI, V. J.; DIAS, J. D. F. G.; MIGUEL, O. G.; COSTA, C. K.. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) Como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1510-1517, 2012.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 05 jan. 2019.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495 p.
- MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**, V.26, n.2, p.231-238, 2003.

SANTOS, R. DE SOUZA.; MENEZES FILHO, A. C. P.; BATISTA-VENTURA, H. R. F.; DE SOUZA CASTRO, C. F.; VENTURA, M. V. A. Prospecção fitoquímica, teor de bixina e atividade alelopática de extratos de *Bixa orellana* L. **Brazilian Journal of Science**, v.1, n.12, p. 96-107. 2022.

SILVA, E. R. D. **Alelopatia: um possível fator relevante em comunidades vegetais campestres e um caminho alternativo no manejo de plantas daninhas**. Universidade Federal do Rio Grande do SUL. 192p. 2018. Tese de Doutorado

FERREIRA, M. C., SOUZA; J. R. P. D.; FARIA, T. D. J. Efeito de extratos vegetais na germinação de sementes de alface e picão-preto. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v.10, n.5, p.35-39, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; Tradução: DIVAN JUNIOR et al., 5o ed., Porto Alegre: Artmed, p.918, 2013.

WALLER, G. R.; FEUG, M. C.; FUJII, Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions. **CRC Press**, Boca Raton, p.75-98, 1999.