

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO CESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FRAÇÕES DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L.)
Moench) SOBRE A CORDA-DE-VIOLA (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell)
E CARURU-ROXO (*Amaranthus hybridus* L.)**

MATEUS LUIZ DE OLIVEIRA FREITAS

MARINGÁ – PR
2018

Mateus Luiz de Oliveira Freitas

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FRAÇÕES DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L.)
Moench) SOBRE A CORDA-DE-VIOLA (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell)
E CARURU-ROXO (*Amaranthus hybridus* L.)**

Artigo apresentado ao curso de graduação em agronomia da UniCesumar – Centro Universitário Cesumar como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenheiro Agrônomo, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Graciene de Souza Bido.

MARINGÁ – PR

2018

MATEUS LUIZ DE OLIVEIRA FREITAS

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FRAÇÕES DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L.)
Moench) SOBRE A CORDA-DE-VIOLA (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell)
E CARURU-ROXO (*Amaranthus hybridus* L.)**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Agronomia da UniCesumar – Centro Universitário Cesumar como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenheiro Agrônomo, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Graciene de Souza Bido.

Aprovado em: 08 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Graciene de Souza Bido - Unicesumar



Prof^a. Dra. Aline Maria Orbolato G. Zuliani - Unicesumar



Prof^a. Dra. Francielli Gasparotto - Unicesumar

FICHA CATALOGRÁFICA

F341p

FREITAS, Mateus Luiz de Oliveira.

Potencial alelopático de frações do sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moech) **sobre a corda-de-viola** (*Ipomea grandifolia* (dammer) **O'Donell e caruru-roxo** (*Amaranthus hybridus* L.)
Maringá-Pr.: UNICESUMAR, 2018
21p.

Artigo Apresentado no Curso de Graduação em Agronomia
Possui tabelas

Orientadora: Profa. Dra.: Graciene de Souza Bido

1. Metabolismo secundário. 2. Plantas invasoras, 3. Sorgoleona,
I. Título UNICESUMAR.

CDD 22^a. 633
NBR 12.899 – AACR2

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FRAÇÕES DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) SOBRE A CORDA-DE-VIOLA (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell) E CARURU-ROXO (*Amaranthus hybridus* L.)

Mateus Luiz de Oliveira Freitas; Graciene de Souza Bido

RESUMO

Com o aumento da demanda de alimentos, a intensificação da produção agrícola se faz necessária e com isso, intensifica-se o uso de defensivos agrícolas. Encontrar uma maneira menos ofensiva ao ambiente e à população humana pode ser possível por meio de estudos sobre o efeito alelopático de plantas invasoras. Dessa forma, esse trabalho objetivou avaliar o efeito alelopático das frações hexânica, diclorometano, butanólica e acetato de etila do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sobre o crescimento inicial das plantas invasoras corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell) e caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* L.), a fim de verificar a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da plântula, além das respectivas biomassas, fresca e seca. Os experimentos foram realizados em câmara de incubação B.O.D. a 25°C, durante sete e quatorze dias para a corda-de-viola e caruru-roxo, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições em placa de Petri. Os dados foram avaliados por análise de variância e as médias entre tratamentos comparados pelo teste Scott Knott a 5% de significância. Os resultados indicaram que o extrato do sorgo diminuiu o crescimento inicial da corda-de-viola e do caruru-roxo, principalmente nas frações diclorometano e acetato de etila, especialmente, quando comparadas à hexânica e butanólica.

Palavras-chave: Metabolismo secundário. Plantas invasoras. Sorgoleona.

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF SORGHUM FRACTIONS ON THE MORNING GLOY AND SLIM AMARANTH

ABSTRACT

As the food need increases, a constant agricultural production flow must be provide and doing so, the use of pesticides is necessary. Finding a different way that cause less damage to the ecosystem and people themselves may be reached by studies about the allelopathy effect at weeds. Therefore, this work aimed to evaluate the allelopathic action of hexane, dichloromethane, butanol and ethyl acetate fractions of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) over the initial growth of morning glory (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell) and slim amaranth (*Amaranthus hybridus* L.), which verified the percentage of germination, speed of germination, seedling length and the fresh and dry biomass. The experiments were conducted using the B.O.D. incubation chamber at 25 °C during seven and fourteen days for morning

glory and slim amaranth respectively. The experimental design was completely randomized, with five replicates in Petri dishes. The data were evaluated by the variance analysis and the average between each treatments were compared by the Scott Knott test at 5% of significance. The results indicated that the dichloromethane and ethyl acetate fractions decreased the initial growth of morning glory and slim amaranth, mostly when compared with hexane and butanol.

Keywords: Secondary metabolism. Sorgoleone. Weeds.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial cresce a cada dia. Somente no Brasil e nos estados, o tempo médio para o aumento dessa população é de um indivíduo a cada vinte segundos (IBGE, 2016). Dessa forma, é necessária uma demanda maior por alimentos, que será suprida pelas respostas tecnológicas e a partir do reflexo positivo da agropecuária.

A necessidade do plantio gera também outras necessidades para que seu sucesso ocorra, o que inclui para a maioria dos agricultores o uso de defensivos agrícolas, o que pode causar um desequilíbrio ecológico, principalmente quando utilizados de forma inconsequente e em excesso. Como resultado desse aumento, acarreta uma menor atenção aos riscos à saúde do consumidor, do usuário e ao meio ambiente (PINTO, 2015).

O considerável aumento no uso de agroquímicos aplicados traz uma série de transtornos e modificações para o ambiente, seja pelo contágio das comunidades de seres vivos que o compõe, ou ainda pela sua acumulação nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Como alternativa contra o uso incorreto e exacerbado de agroquímicos, são realizados estudos relacionados à ação alelopática de plantas na busca de fitotoxinas com ação herbicida ou reguladora de crescimento, visto que, esses produtos sintéticos aumentam a proliferação de plantas invasoras resistentes a algumas classes de herbicidas quando usados imprópriamente. Geralmente, as fitotoxinas são pertencentes a classe de metabólitos secundários, sendo menos prejudiciais ao ambiente quando comparados aos agroquímicos (MAGIERO et al., 2009).

Nesse sentido, é de extrema importância a realização de pesquisas nesse campo para conhecer os mecanismos de ação, produção e decomposição de compostos alelopáticos (ROSADO et al., 2009). O termo alelopatia originou-se de um estudo acerca da interferência química que uma espécie vegetal exerce sobre outra. A palavra consiste na união dos termos *allelon* e *pathos* que significam, respectivamente, mútuo e prejuízo. É sabido que os compostos alelopáticos podem agir de forma positiva, sendo favorável ao receptor, ou negativa, prejudicando algumas espécies, populações ou mesmo comunidades circunvizinhas (BRASS et

al., 2009). Ainda, a alelopatia ocorre quando uma planta, por meio de seu tecido vivo ou em decomposição, interfere no crescimento de outra planta (ZIMDAHL, 2007).

Embora a alelopatia possa ser verificada entre todos os organismos, é nas plantas que ela é mais comum e evidente. Considera-se como um dos mecanismos de defesa contra patógenos, pragas, herbívoros e outras plantas, que mesmo após sua morte, suas substâncias aleloquímicas ainda se mantêm nos seus tecidos, liberadas por volatilização, caso sejam produtos voláteis, ou por lixiviação, através de orvalho e chuva, se forem solúveis na água, sendo arrastados para o solo, em que, ao atingirem a concentração necessária, influenciam no desenvolvimento dos microorganismos e das plantas que nele se encontram (ALMEIDA, 1991). Portanto, o efeito alelopático pode ser pronunciado, tanto durante o ciclo de cultivo, como nos cultivos consecutivos (TEIXEIRA et al., 2004).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é considerado uma excelente alternativa como cultura de outono/inverno, capaz de tolerar condições de deficiência hídrica, bem como possui alta capacidade de aproveitamento da água e conversão em biomassa seca. Também se deve levar em consideração que a palha de sorgo apresenta alta relação C/N e, conseqüentemente, possui maior persistência no solo (LANDAU; SANS, 2008). Algumas pesquisas têm mostrado que o uso do sorgo pode sim afetar alelopaticamente o desenvolvimento ou germinação sobre diferentes espécies de plantas, como o amendoim bravo, corda-de-viola, capim carrapicho, e outras (CARVALHO et al., 2016; GOMES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

Pelo seu reconhecido potencial alelopático, o sorgo tem sido utilizado em sistemas de cultivo consorciado, com o intuito de diminuir o uso de herbicidas químicos. Isto só é possível devido à produção de compostos com atividade biológica, como exemplo a sorgoleona que está naturalmente presente em quantidades relevantes nos tricomas das raízes do sorgo, quando em contato com as plantas invasoras inibem seu crescimento (SANTOS et al., 2012).

A corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell) é uma planta anual reproduzida por sementes. Seu melhor desenvolvimento se faz em solos revolvidos com boa umidade, tendo essa planta o caule roliço, ramificado e com pelos brancos. As flores emergem do ponto onde as folhas se ligam ao caule/ramos, têm coloração branca, na base do tubo, e rosa, na parte superior, com centro vermelho. O fruto tem forma de cápsula e contém em média quatro sementes

(GAZZIERO et al., 2006). Além disso, a *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell é trepadeira, caracterizada por ter sua morfologia com caules e ramos volúveis que se emaranham em plantas vizinhas ou crescem sobre obstáculos (VIVIAN, 2011). Sua presença em cultivos de soja pode reduzir a produtividade da cultura significativamente, dificultando sua colheita, principalmente, quando relacionada a colheita mecânica, o que exige cuidados constantes.

O caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* L.) é uma planta anual, herbácea, ramificada, ereta, pigmentada, de cerca de 40-100 cm de altura, nativa da América Tropical, como propagação que se dá por meio de sementes. É uma planta infestante de grande importância e, relativamente, frequente no sul do país, infestando, sobretudo, solos cultivados de lavouras anuais, em geral, pomares, cafezais e terrenos baldios. Tem ampla capacidade reprodutiva, como uma única planta chega a produzir 117 mil sementes (LORENZI, 2000).

Sugerir uma melhor maneira de realizar o controle de plantas invasoras com um herbicida natural é uma forma mais econômica, ecológica e sustentável. Portanto, este estudo objetivou avaliar o potencial alelopático que o sorgo exerce especificamente sobre as invasoras corda-de-viola e o caruru-roxo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de botânica do Centro Universitário CESUMAR – UNICESUMAR, no período de junho de 2016 a setembro de 2018, utilizando câmaras de incubação tipo B.O.D. para germinação e crescimento inicial das plantas invasoras *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell (corda-de-viola) e *Amaranthus hybridus* L. (caruru-roxo), na presença ou ausência das frações diclorometano, hexânica, butanólica e acetato de etila de *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

2.1 OBTENÇÃO DAS FRAÇÕES DO SORGO

O extrato bruto e as frações de sorgo foram obtidos por partição líquido-líquido com solventes orgânicos, realizada em projeto de iniciação científica anterior

por outro acadêmico. Foram analisadas as concentrações 0, 250, 500, 750, e 1000 $\mu\text{L}/\text{mL}$, das frações diclorometano, hexânica, butanólica e acetato de etila.

2.2 MATERIAL BIOLÓGICO

As sementes de corda-de-viola e caruru-roxo foram adquiridas em empresas especializadas na produção de sementes de plantas daninhas.

2.3 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Antes de realizar a implantação e avaliação de cada experimento, a bancada, a câmara de germinação, as mãos e os materiais foram desinfetados e as sementes foram então previamente selecionadas quanto ao tamanho e à forma, para, ser mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) 2%, por 1-2 minuto, e, por fim, lavadas abundantemente com água destilada.

2.4 AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO

As frações diclorometano, hexânica, butanólica e acetato de etila em diferentes concentrações (0, 250, 500, 750, e 1000 $\mu\text{L}/\text{mL}$) foram dissolvidas em 5 mL de $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$ 50% e distribuídas em placa de Petri 29 x 9 x 2 cm, sobre duas folhas de papel para germinação. Durante 24 horas, as frações permaneceram em repouso para a completa evaporação do metanol. No controle foram adicionados apenas 5 mL $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$ 50% à placa de Petri. Foram realizadas cinco repetições de cada tratamento, onde cada repetição continha 25 sementes de corda-de-viola ou caruru-roxo distribuídas em placa de Petri.

Após a sementeira as placas de Petri, foram acondicionadas em câmara de germinação tipo B.O.D. a 25°C , com fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias para a corda de viola e quatorze dias para o caruru-roxo.

Para a avaliação da germinação das sementes, foram realizadas contagens diárias da corda de viola e do caruru-roxo durante 7 dias e 14 dias, respectivamente. A partir da sementeira, considerando germinadas as sementes que apresentaram protrusão radicular com cerca de 2 mm, conforme descrito por Hartmann et al. (2001).

2.4.1 Porcentagem de germinação (%G)

A porcentagem de germinação (%G) foi obtida pela representação da porcentagem de sementes germinadas em relação ao número total de sementes por placa sob as determinadas condições experimentais, dada por:

$$\%G = (\sum ni \cdot N^{-1}) \cdot 100$$

Onde: $\sum ni$ = número total de sementes germinadas;

N^{-1} = número de sementes dispostas para germinar.

2.4.2 Índice de velocidade de germinação (IVG)

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido utilizando a equação proposta por Ferreira e Borghetti (2004):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots Gn/Nn$$

Onde: G = número de sementes;

N = número de dias após a semeadura.

2.5 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL

O crescimento inicial das plantas invasoras foi verificado a partir do comprimento da plântula, bem como das respectivas biomassas fresca e seca.

2.5.1 Comprimento da plântula

O comprimento das plântulas foi determinado pela extremidade da raiz principal até seu ápice caulinar, medido com o auxílio de régua milimetrada. Foram medidas somente as plântulas com capacidade de desenvolvimento (BRASIL, 2009).

2.5.2 Biomassa da plântula

Posteriormente, foi obtida a massa fresca das plântulas corda-de-viola e caruru-roxo, por meio da pesagem em balança analítica. Em seguida, as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa para secagem até peso constante a 60°C, para obtenção da massa seca (BORELLA; PASTORINI, 2009).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições de cada tratamento. Os dados foram avaliados por análise de variância e as médias entre tratamentos comparados pelo teste Scott Knott a 5% de significância (SCOTT; KNOTT, 1974). Os dados foram transformados em escala logarítmica. Utilizou-se o software SISVAR da Universidade Federal de Lavras - UFLA (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como consta na tabela 1, os resultados indicaram que a fração diclorometano de sorgo inibiu, significativamente, todas as variáveis analisadas, notando-se efeitos mais expressivos nas maiores concentrações analisadas (750 e 1000 ppm) sobre as plântulas de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell). A fração hexânica não demonstrou diferença significativa em nenhuma das análises sobre a planta invasora.

Tabela 1: Efeitos das frações diclorometano e hexânica de sorgo em diferentes concentrações (250; 500, 750 e 1000 ppm), sobre o crescimento (comprimento, biomassa fresca e biomassa seca) e germinação (%G e IVG) de *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell. Experimentos controle estão indicados como água + met.

TRATAMENTO (ppm)	COMPRIMENTO (cm)	BIOMASSA FRESCA (g)	BIOMASSA SECA (g)	% GERMINAÇÃO (%)	IVG
H2O + MET	6,3572 ± 0,2624Aa	0,702 ± 0,0642Aa	0,049 ± 0,0016Aa	82,40 ± 1,4509Ba	19,58 ± 0,446Aa
DIC 250	3,9597 ± 0,1816B	0,701 ± 0,0650A	0,050 ± 0,0020A	88,00 ± 1,2650A	17,26 ± 0,974A
DIC 500	3,4775 ± 0,3061B	0,580 ± 0,0254A	0,042 ± 0,0027A	86,40 ± 3,2497A	15,19 ± 0,703B
DIC 750	2,7120 ± 0,2152C	0,337 ± 0,0230B	0,030 ± 0,0030B	76,80 ± 1,9600B	11,02 ± 0,977B
DIC 1000	2,6764 ± 0,2128C	0,467 ± 0,0320B	0,031 ± 0,0030B	80,00 ± 2,5300B	11,18 ± 0,917C
HEX 250	5,5280 ± 0,5135a	0,758 ± 0,0780a	0,045 ± 0,0040a	88,80 ± 1,4970a	21,62 ± 0,695a
HEX 500	6,6955 ± 0,4629a	0,816 ± 0,0632a	0,049 ± 0,0030a	83,20 ± 1,4970a	19,47 ± 0,519a
HEX 750	6,6250 ± 0,3120a	0,866 ± 0,0730a	0,050 ± 0,0040a	83,20 ± 4,9640a	18,23 ± 1,755a
HEX 1000	6,2108 ± 0,4122a	0,786 ± 0,0780a	0,049 ± 0,0030a	85,60 ± 4,1180a	18,49 ± 0,610a

Letras maiúsculas e minúsculas representam respectivamente a fração diclorometano e a hexânica. Resultados estatisticamente distintos foram representados por letras diferentes de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de significância. Os dados estão representados como média ± erro padrão da média (EPM).

O efeito alelopático negativo da fração diclorometano sobre o comprimento das plântulas de corda-de-viola foi verificado em todas as concentrações de comprimento analisadas, e, observou-se redução de até 57,9% (1000 ppm) quando comparado ao experimento controle (água + metanol).

As substâncias alelopáticas são capazes de inibir a germinação e o crescimento, visto que interferem na divisão celular, permeabilidade das membranas, ativação de enzimas e produção de hormônios nas plantas (RODRIGUES et al., 1992). Os compostos alelopáticos podem constituir uma forma de comunicação, por permitir que as plantas se distingam entre os organismos que lhe são prejudiciais ou mesmo benéficos (ALMEIDA et al., 1997).

Em relação as biomassas, seca e fresca, ambas foram reduzidas nas concentrações de 750 e 1000ppm da fração diclorometano. A concentração de 750ppm apresentou resultados mais expressivos, diminuindo 51,96% a biomassa fresca e 39,09% a biomassa seca.

Considerando a germinação, a fração diclorometano do sorgo aumentou a porcentagem de germinação (% G) nas concentrações de 250 e 500 ppm, com estímulos de 6,8% e 4,85%, respectivamente. Quanto ao índice de velocidade de

germinação (IVG), verificou-se redução em concentrações superiores a 500 ppm, sendo que na maior concentração (1000 ppm) foi observada inibição de 42,88%.

O sorgo é um importante cereal que pode ser utilizado no controle de plantas invasoras. Isto é possível devido à capacidade que tem de produzir substâncias localizadas nos tricomas de suas raízes. Essa mistura de substâncias lipídicas, associadas a enzimas especializadas, são conhecidas como sorgoleona e são capazes de se manterem presentes no solo por longos períodos de tempo. A sorgoleona é um composto alelopático comprovado e é capaz de realizar a inibição do desenvolvimento de certas plantas, por atuarem, principalmente, na inibição da via fotossintética (SANTOS et al., 2012).

Barbosa et al (1998) também verificaram um efeito alelopático da sorgoleona advindo de exsudados radiculares de plântulas de sorgo, capazes de inibir o crescimento, além de diminuir a porcentagem de matéria seca e área foliar da alface.

A tabela 2 ilustra os dados referentes as frações de acetato de etila e butanólica de sorgo, considerando plântulas de *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell.

Tabela 2: Efeitos das frações acetato de etila e butanólica de sorgo em diferentes concentrações (250; 500, 750 e 1000 ppm), sobre o crescimento (comprimento, biomassa fresca e biomassa seca) e germinação (%G e IVG) de *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell. Experimentos controle estão indicados como água + met.

TRATAMENTO (ppm)	COMPRIMENTO (cm)	BIOMASSA FRESCA (g)	BIOMASSA SECA (g)	% GERMINAÇÃO (%)	IVG
H2O + MET	7,8511 ± 0,4904Aa	1,052 ± 0,0693Aa	0,046 ± 0,0032Ab	85,33 ± 4,8075Aa	21,42 ± 0,939Aa
ACET 250	5,4116 ± 0,2040A	1,086 ± 0,0392A	0,060 ± 0,0023A	88,80 ± 0,8002A	20,12 ± 0,361A
ACET 500	5,0696 ± 0,1445B	1,102 ± 0,0450A	0,054 ± 0,0004A	82,40 ± 2,0397A	15,42 ± 0,546B
ACET 750	4,8260 ± 0,1635B	1,107 ± 0,0550A	0,059 ± 0,0030A	83,20 ± 1,4970A	15,43 ± 0,135B
ACET 1000	4,5095 ± 0,1979B	0,851 ± 0,0532B	0,052 ± 0,0022A	76,80 ± 3,6660A	14,56 ± 0,364B
BUT 250	6,9077 ± 0,3366b	1,270 ± 0,1082a	0,057 ± 0,0041a	88,00 ± 4,1954a	22,44 ± 0,649a
BUT 500	7,5924 ± 0,0770a	1,201 ± 0,1100a	0,056 ± 0,0017a	82,40 ± 3,7096a	19,73 ± 0,433a
BUT 750	7,7340 ± 0,0958a	1,134 ± 0,1122a	0,063 ± 0,0041a	74,40 ± 6,4000a	17,84 ± 1,739b
BUT 1000	6,2307 ± 0,2868b	0,948 ± 0,0187a	0,049 ± 0,0027b	75,20 ± 3,4410a	16,50 ± 0,382b

Letras maiúsculas e minúsculas representam respectivamente a fração acetato de etila e butanólica. Resultados estatisticamente distintos foram representados por letras diferentes de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de significância. Os dados estão representados como média ± erro padrão da média (EPM).

Verificou-se que a fração acetato de etila reduziu o comprimento das plântulas em concentrações a partir de 500 ppm, enquanto que a fração butanólica diminuiu o tamanho das plântulas nas concentrações de 250 e 1000ppm. As maiores reduções foram observadas a 1000 ppm em ambas frações, diminuindo 42,56% e 20,64%, analisando as frações acetato de etila e butanólica, respectivamente.

A massa fresca apresentou inibição (19,12%) somente na fração de acetato de etila em 1000ppm. Já em relação a massa seca, constatou-se influência positiva da fração butanólica, com estímulo, principalmente, a 750ppm, aumentando 36,07% em relação ao controle.

Grande parte das pesquisas relacionadas a alelopatia tem por interesse avaliar apenas o efeito exercido pelo aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta-teste, desconsiderando os eventos celulares relacionados às mudanças fisiológicas no sistema da planta, ou mesmo em seus efeitos no crescimento de plantas daninhas (PIRES et al., 2001).

O mal desenvolvimento e certas características da radícula podem ser considerados como fatores que indicam a susceptibilidade da planta a efeitos alelopáticos (SOUZA FILHO; DUARTE, 2007).

Outros autores como Navas et al (2018) e Pires et al (2001) também constataram a partir de estudos, certa inibição de compostos alelopáticos sobre o comprimento de plantas daninhas.

Em relação a germinação, não houveram diferenças estatísticas da porcentagem de germinação, contudo verificou-se redução do índice de velocidade de germinação de *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell em ambas frações, registradas maiores inibições a 1000ppm, considerando as reduções de 32,04% e 22,97% nas frações acetato de etila e butanólica, respectivamente.

Ferreira e Áquila (2000) afirmam que alterações no padrão de germinação podem ser resultados de efeitos que incidem na conformação de enzimas e de receptores, permeabilidade de membranas, transcrição e tradução do DNA, respiração, no sequestro de oxigênio, funcionamento dos mensageiros secundários ou, ainda, pela combinação dos fatores citados.

Ferreira et al (2008) também verificaram a inibição do índice de velocidade de germinação utilizando compostos alelopáticos do *Eragrostis plana* Nees sobre certas gramíneas, similar a pesquisa de Gomes et al (2018), cuja germinação e o IVG de espécies foram afetadas, incluindo a corda-de-viola por extratos com sorgoleone.

Na tabela 3, verifica-se que a fração hexânica não alterou o crescimento (comprimento e biomassa fresca) das plântulas de caruru-roxo. Os dados referentes a biomassa seca, assim como nas demais frações analisadas, não foram apresentados por não terem sido detectados na balança, considerando o reduzido tamanho da espécie.

Tabela 3: Efeito da fração hexânica de sorgo em diferentes concentrações (250; 500 ppm), sobre o crescimento (comprimento e biomassa fresca) e germinação (%G e IVG) de *Amaranthus hybridus* L. Experimentos controle estão indicados como água + met.

TRATAMENTO (ppm)	COMPRIMENTO (cm)	BIOMASSA FRESCA (g)	% GERMINAÇÃO (%)	IVG
H2O + MET	0,7486 ± 0,0696a	0,0246 ± 0,0022a	40,80 ± 2,9395a	4,197 ± 0,238a
HEX 250	0,6992 ± 0,0488a	0,0481 ± 0,0055a	29,33 ± 1,3334b	2,690 ± 0,369b
HEX 500	0,6292 ± 0,0426a	0,0199 ± 0,0024a	24,00 ± 2,3095b	1,893 ± 0,260b
HEX 750	-	-	-	-
HEX 1000	-	-	-	-

Letras diferentes indicam resultados estatisticamente distintos de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de significância. Os dados estão representados como média ± EPM.

A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram inibidos nas concentrações de 250 e 500ppm. A concentração de 500 ppm apresentou resultados mais expressivos, promovendo reduções de 41,18% na %G e 54,9% no IVG.

Foram realizados também experimentos com as frações diclorometano e acetato de etila com *Amaranthus hybridus* L. Entretanto, essas frações inibiram drasticamente a germinação e desenvolvimento inicial desta planta, impossibilitando a verificação dos parâmetros propostos neste trabalho. O mesmo aconteceu com as maiores concentrações (750 e 1000 ppm) da fração hexânica.

Desta maneira, há evidências de que a fração diclorometano e acetato de etila extraem aleloquímicos do sorgo, que promovem um alto efeito bioherbicida. Todavia, é necessário ainda maiores estudos e análises destas frações, bem como testes em campo. O mesmo ocorre em altas concentrações da fração hexânica, apresentando efeito fitotóxico sobre *Amaranthus hybridus* L. É preciso investigar os

parâmetros como o potencial osmótico, atividades enzimáticas e peroxidação lipídica para elucidar o mecanismo de ação.

A fração butanólica promoveu um aumento significativo no comprimento de *Amaranthus hybridus* L. na concentração de 1000ppm, com aumento de 33,53% em relação ao controle, como mostrado na tabela 4.

Tabela 4: Efeito da fração butanólica de sorgo em diferentes concentrações (250; 500, 750 e 1000 ppm), sobre o crescimento (comprimento e biomassa fresca) e germinação (%G e IVG) de *Amaranthus hybridus* L. Experimentos controle estão indicados como água + met.

TRATAMENTO (ppm)	COMPRIMENTO (cm)	BIOMASSA FRESCA (g)	% GERMINAÇÃO (%)	IVG
H2O + MET	0,7777 ± 0,0326b	0,0426 ± 0,0006a	58,40 ± 3,4872a	4,1360 ± 0,182a
BUT 250	0,7685 ± 0,0523b	0,0230 ± 0,0017b	66,67 ± 5,8120a	4,1961 ± 0,342a
BUT 500	0,8531 ± 0,0463b	0,0270 ± 0,0013a	61,60 ± 4,1184a	4,2920 ± 0,148a
BUT 750	0,8293 ± 0,0670b	0,0369 ± 0,0012a	55,20 ± 3,4410a	4,4210 ± 0,165a
BUT 1000	1,0385 ± 0,0494a	0,0345 ± 0,0009a	45,60 ± 3,2500a	2,9620 ± 0,117b

Letras diferentes indicam resultados estatisticamente distintos de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de significância. Os dados estão representados como média ± EPM.

Em contrapartida, a biomassa fresca foi inibida nas concentrações 250 e 500ppm, chegando a reduzir em 250 ppm, 46,01% em relação ao controle. Não verificou diferenças na porcentagem de germinação de *Amaranthus hybridus* L. quando as sementes foram submetidas a fração butanólica. O índice de velocidade de germinação foi inibido somente na concentração de 1000ppm, com redução de 28,38% quando comparado ao controle.

A germinação é uma sequência de eventos fisiológicos que pode ser influenciada por fatores externos e internos às sementes, em que cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais a fim de otimizar a porcentagem, uniformidade e a velocidade de germinação. A velocidade de germinação é afetada, principalmente, pelos fatores externos (ambientais), controláveis e manipuláveis, podendo sofrer mudanças devido a compostos presentes no substrato (NASSIF et al., 2017).

Identificar os aleloquímicos pode gerar descobertas de substâncias naturais com características inibitórias, pois alguns herbicidas podem causar a morte celular e induzir ao estresse oxidativo (SILVA et al., 2016). Cabe ressaltar que grande parte

dos resultados adquiridos em laboratório para alelopatia, podem acabar não confirmados em condições naturais, tendo em vista que a ocorrência simultânea de fatores bióticos e abióticos pode interferir nos resultados finais (TUR et al., 2010).

Pesquisas feitas a campo por Trezzi e Vidal (2004) mostraram que a palhada do sorgo quando incrementada na cobertura do solo reduziu, linearmente, as infestações de *B. plantaginea*, *S. rhombifolia* e totais de plantas daninhas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os resultados indicaram que as frações diclorometano e acetato de etila apresentaram efeito alelopático negativo sobre a corda-de-viola e caruru-roxo, o que mostra que nessas frações foram isolados compostos capazes de inibir o crescimento inicial dessas plantas invasoras, caracterizando-se, portanto, como um bioherbicida.

A fração butanólica não apresentou efeitos inibitórios sobre as espécies estudadas, enquanto que a fração hexânica não demonstrou efeitos significativos sobre a corda-de-viola, entretanto, apresentou efeitos alelopáticos expressivos sobre o caruru-roxo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. R. P.; LUCCHESI, A. A.; ABBADO, M. R. Efeito alelopático de espécies de brachiárias Griseb, sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais. II. Avaliações em casa de vegetação. **Boletim de Indústria Animal**, v.54, p.45-54, 1997.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-223, fev. 1991.
- BARBOSA, T. M. L.; FERREIRA, F. A.; SOUZA, I. F.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D. Caracterização química e efeitos alelopáticos de exsudatos radiculares de plân tulas de sorgo sobre alface. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 153-162, 1998.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 67-75, 2009.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, 398p. *Brasileira Botânica*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 183-188, 2009.
- BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsa-murta sobre a germinação de picão preto e caruru. Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Goiânia, v. 5, n. 8, 2009.
- CARVALHO, W. P.; TEIXEIRA, L. G. V.; NETO, D. O. A.; MOREIRA, J. M. S.; CUNHA, C. E. Alelopátia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 60-69, abril./jun. 2016.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. alelopátia: uma área emergente da ecofisiologia. **R. Bras.Fisiol.Veg.**, v.12, p.175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (ORGS). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artme. p. 323, 2004.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas *Bootstrap*. **Ciênc. agrotec.** Lavras vol.38, n.2, p. 109-112. 2014
- FERREIRA, N. R.; MEDEIROS R. B.; SOARES, G. L. G. Potencial alelopático do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na germinação de sementes de gramíneas perenes estivais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 043-050, 2008.
- GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja. **Londrina: Embrapa Soja**, Londrina. 2006. 115p.

GOMES, D. S.; BEVILAQUA, N. C.; SILVA, F. B.; MONQUERO, P. A. Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotalária e sorgo. **Rev. Bras. De Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 206-213, set. 2014.

GOMES, T. C.; KARAM, D.; MARINHO, C. G. S.; MARTINS, B. A. B.; SIMONE, M. L. F.; OKUMURA, F. Ação de extratos de sorgo na germinação de sementes de milho, alface e corda-de-viola (*ipomoea* sp.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.1, p. 168-176, 2018.

HARTMANN, T. H.; KESTER, D. E.; DAVIES, J. R. F. T.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New York: Prentice Hall, p.880, 2001.

IBGE, **População**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao>>. Acesso em 01 de maio de 2016.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo do sorgo**. 2008. Disponível em:
<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/clima.htm>. Acesso em: 09 de abril de 2016.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 642 p., 2000.

MAGIERO, E. C.; ASSMANN, J. M.; MARCHESI, J. A.; CAPELIN, D.; PALADINI M.V.; TREZZI, M.M. Efeito alelopático de *Artemisia annua* L. na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.). **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v.11, n.3, 2009.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. Disponível em:
<<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>> Acesso em 30 ago. 2017.

NAVAS, R.; MONTEIRO, R.; MEDEIROS, L. S.; PEREIRA, M. R. R. Efeito alelopático de *Chloroleucon tortum* sobre *Lactuca sativa* e *Bidens pilosa*. In: ANAIS DO VI CLAA, X CBA E V SEMDF 07, 2018, Brasília – DF. **Anais Eletrônicos**. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1387>. Acesso em 29 de out. de 2018.

OLIVEIRA, J. S.; PEIXOTO, C. P.; POELKING, V. G. C.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Rev. bras. plantas med**, v. 17, n. 3, Botucatu, p. 379-384, jul./set. 2015.

PINTO, G. M. F. Os Pesticidas, Seus Riscos e Movimento no Meio Ambiente. **Revista Eletrônica FACP**, n. 8, jul. 2015.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; FILHO, I. A. P; OLIVEIRA, R. S. Jr.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 61-65, jan./mar. 2001.

- PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T.; FARIA, T. C. L.; FILHO, I. A. P.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, Sete Lagoas, vol.13, n.1 p. 55-65, 2001.
- RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 18 p, 1992.
- ROSADO, L. D. S.; RODRIGUES, H. C. A.; PINTO, J. E. B. P.; CUSTÓDIO, T. N.; PINTO, L. B. B.; BERTOLUCCI, S. K. V. 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 Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.422-428, 2009
- SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, C. R. C.; SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arq. instituto Biologia**, São Paulo, v.79, n.1, p.135-144, 2012.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**. v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SILVA, C.B.; OLIVEIRA, M.; DIAS, J.F.; ZANIN, S.M.W.; SANTOS, G.O.; CÂNDIDO, A.C.S.; PERES, M.T.L.P.; SIMIONATTO, E.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D. Atividade alelopática dos lixiviados de *Asemeia extraaxillaris* (Polygalaceae) sobre o crescimento de *Ipomoea cordifolia*. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, p. 215-222, 2016.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUARTE, M. L. R. Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 227-230, 2007.
- TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência Agrotecnologica**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.
- TREZZI, M. M.; VIDAL, R.A. Potencial de Utilização de Cobertura Vegetal de Sorgo e Milheto na Supressão de Plantas Daninhas em Condição de Campo: II - Efeitos da Cobertura Morta. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.1, p.1-10, 2004
- TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 13, 2010.
- VIVIAN, R. A. A importância das plantas daninhas na agricultura. **Jornal Dia de Campo**, mai. 2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=05/05/2011&id=24187&secao=Artigos%20Especiais>> acesso em 01 de maio de 2016.

ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of Weed Science**. 3. ed. Fort Collins: 2007.