

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

JAQUELINE DE ARAÚJO BARBOSA

**ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

JAQUELINE DE ARAÚJO BARBOSA

**ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Neumarcio Vilanova da Costa

Coorientador: José Renato Stangarlin

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Barbosa, Jaqueline de Araújo Barbosa
ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS / Jaqueline de Araújo
Barbosa Barbosa; orientador(a), Neumarcio Vilanova
da Costa ; coorientador(a), José Renato Stangarlin
, 2018.
84 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do
Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, 2018.

1. Alelopatia. 2. Adubos Verdes. 3.
Fracionamento. I. , Neumarcio Vilanova da Costa.
II. , José Renato Stangarlin. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



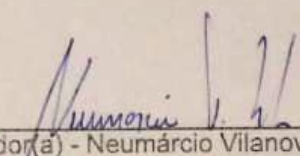
PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

JAQUELINE DE ARAÚJO BARBOSA

Alelopatia de extratos de adubos verdes no controle de plantas daninhas

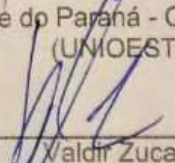
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - Neumarcio Vilanova da Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)


Odair José Kuhn

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)


Valdir Zucareli

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2018

*A todos que estiveram
próximos de mim, e fizeram.
a vida valer a pena.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual que sempre me proporcionou coragem nos momentos de dificuldade.

A minha família, que sempre me incentivou e acreditou que eu chegaria a este momento, em especial aos meus pais, Manoel Carlos Barbosa e Maria Helena de Araujo Barbosa, que me criaram da melhor maneira possível para eu me tornar quem sou hoje.

Ao meu irmão, Gabriel Henrique Barbosa, que do seu jeito inocente sempre me demonstrou o amor.

A Universidade Estadual do Oeste Paranaense, e aos Professores, que enriqueceram meu conhecimento, esclarecendo dúvidas dentro e fora de sala de aula, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa e ao Prof. Dr. José Renato Stangarlin, por todo o auxílio e paciência.

Aos integrantes dos grupos de pesquisa GEMOP e COBALFI e técnicos de laboratório, pelo auxílio nas atividades e pela amizade construída e fortalecida ao longo deste período, as quais espero que perdurem para o resto da vida.

E aos amigos de longa data, os agradeço pelos momentos de descontração e pelo apoio nos momentos de dificuldade.

Muito Obrigada!

“Feliz aquele que transfere o que sabe
e aprende o que ensina”.
(Cora Coralina)

RESUMO

BARBOSA, Jaqueline, Bióloga, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro, 2018. **Alelopatia de extratos de adubos verdes no controle de plantas daninhas**. Orientador: Neumarcio Vilanova da Costa. Coorientador: José Renato Stangarlin.

As substâncias presentes no material vegetal podem atuar na supressão de plantas daninhas pela liberação de compostos alelopáticos. Objetivou-se avaliar o efeito alelopático de extratos de *Dolichos lab lab*, *Pachyrhizus* sp. e *Sorghum bicolor*, isolados e em mistura, submetidos a diferentes modos de preparo, nas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria insularis*. O experimento foi realizado em quatro etapas, sendo, elas, a coleta do material vegetal e o preparo dos extratos aquosos; influência dos extratos aquosos na germinação e desenvolvimento inicial de *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis*, em delineamento inteiramente casualizado e fatorial 7x4+T, com quatro repetições; efeito alelopático dos extratos de adubos verdes em pós-emergência nas plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis*, em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições; germinação e desenvolvimento inicial de *B. pilosa* após a aplicação de diferentes frações dos extratos aquosos de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco e da mistura *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, em delineamento inteiramente casualizado, com 14 tratamentos e quatro repetições. Em pré-emergência, o extrato *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor* preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria reduziu a porcentagem de germinação, o comprimento do hipocótilo e o comprimento da raiz primária em 87%, 30% e 61%, respectivamente. Para *E. heterophylla*, a mistura *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado, causou a redução em 23% da porcentagem de germinação. Para *D. insularis*, o extrato *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziu a porcentagem de germinação em 83%, e o comprimento da raiz primária em 52%. Em pós-emergência, o extrato de *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp., preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziu em 21% a massa seca das raízes das plantas *B. pilosa*, e em 18% a massa seca das raízes de *D.*

insularis, contudo, estimulou em 14% a mesma variável em *E. heterophylla*. O fracionamento do extrato de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco, não afetou a porcentagem de germinação e a biomassa de *B. pilosa*, mas interferiu no comprimento do hipocótilo e no comprimento da raiz primária. As frações do extrato *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, interferiu em todas as variáveis avaliadas. Conclui-se que existe efeito alelopático de extratos de *S. bicolor*, *D. lab lab*, e *P. Pachyrhizus* sp. isolados ou em mistura, em diferentes modos de preparo, sobre a germinação e o desenvolvimento de *B. pilosa*, *E. heterophylla*, e *D. insularis*, sendo este efeito de estímulo ou de inibição, de acordo com o extrato utilizado e o modo de preparo. Ainda, que o efeito alelopático ocorre pela ação de várias substâncias de diferentes polaridades.

Palavras-chave: *Dolichos lab lab*, *Pachyrhizus* sp., *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Digitaria insularis*.

ABSTRACT

BARBOSA, Jaqueline, Biologist, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February – 2018. **Allelopathy of green manures extracts in weed control.** Advisor: Neumarcio Vilanova da Costa. Co-Advisors: José Renato Stangarlin.

The substances present in the plant material of green manures can act in the suppression of weeds by the release of allelopathic compounds. The objective of this study was to evaluate the allelopathic effect of the extracts of *Dolichos lab lab*, *Pachyrhizus* sp. and *Sorghum bicolor*, isolated and mixed, under different preparation method, in the weed species *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* and *Digitaria insularis*. The experiment was realized in four stages, the collection of the vegetal material and the preparation of the aqueous extracts; influence of aqueous extracts on germination and initial development of *B. pilosa*, *E. heterophylla* and *D. insularis*, at completely randomized design was used, with factorial 7x4+T, and four replications; the effect of the aqueous extract were evaluated in post-emergence of *B. pilosa*, *E. heterophylla* and *D. insularis*, at completely randomized design was used, with six trataments and four replications, ermination and initial development of *B. pilosa* after the application of different fractions of aqueous extracts of *D. lab lab*, with dried plant material submitted to water bath, was used a completely randomized design with 14 trataments, ad four replications. In pre-emergence, the extract *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor* with freeze-dried plant material submitted to the water bath, reduced germination percentage, hypocotyl length and root length by 87%, 30% and 61%, respectively. For the *E. heterophylla*, the mixture *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, with freeze-dried plant material, caused the reduction of germianation percentage b 23%. For *D. insularis*, the extract *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, with freeze-dried plant material submitted to the water bath, reduced the percentage of germinations in 83%, and in 52% the length of the root. In post-emergence, the *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp. With freeze-dried plant material submitted to the water bath, reduced the dry mass of roots of *B. pilosa* plants by 21%, and by 18% the dry mass of roots of *D. insularis*, however, stimulated in 14% same variable in *E. heterophylla*. The fractionation of the *D. lab lab* extract with dried plant material, did not affect the germination percentage and dry mass of *B. pilosa*, but interfered the hypocotyl and

the root. The fractionation of the *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S.bicolor*, with freeze—dried plant material submitted to the water bath, interfered in all variables. Is conclude that there is allelopathic effect of extracts of *S. bicolor*, *D. lab lab*, and *Pachyrhizus* sp. Isolated or in mixture, in different preparation method, on the germinability and development of *B. pilosa*, *E. heterophylla* and *D. insularis*, this stimulus os inhibition effect being according to the extract used and the method of preparation. Also, that the allelopathic effect happened by the action of several substances of different polarities.

Keywords: *Dolichos lab lab*, *Pachyrhizus* sp., *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Digitaria insularis*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fitotoxidade das plantas de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes	66
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântulas de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.....	32
Tabela 2 Porcentagem de germinação das sementes de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	33
Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	36
Tabela 4 - Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	37
Tabela 5 - Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	39
Tabela 6 - Biomassa seca (mg plântula ⁻¹) de plântulas de <i>Bidens pilosa</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	40
Tabela 7 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	42
Tabela 8 – Porcentagem de germinação das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	43
Tabela 9 - Índice de velocidade de germinação das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	44
Tabela 10 - Comprimento do hipocótilo (cm) das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	46

Tabela 11 - Comprimento da raiz primária (cm) das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	48
Tabela 12 - Biomassa seca (mg plântula ⁻¹) de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	49
Tabela 13 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e massa seca por plântula de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.....	51
Tabela 14 – Porcentagem de germinação das sementes de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	52
Tabela 15 - Índice de velocidade de germinação de germinação das sementes de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.....	53
Tabela 16 - Comprimento do hipocótilo (cm) das plântulas de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	56
Tabela 17 - Comprimento da raiz primária das plântulas de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.	57
Tabela 18 - Biomassa seca (mg plântulas ⁻¹) de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de <i>Pachyrhizus</i> sp., <i>S. bicolor</i> e <i>D. lab lab</i> isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.....	59
Tabela 19 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de <i>Bidens pilosa</i> , submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.	61
Tabela 20 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de <i>Euphorbia heterophylla</i> , submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.	63
Tabela 21 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de <i>Digitaria insularis</i> submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.	65
Tabela 22 - Quadrados médios da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação,	

comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária, e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab* preparado com material vegetal seco.....69

Tabela 23 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa*, submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab* preparado com material vegetal seco.....70

Tabela 24 - Quadrados médios da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária, e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab*+ *Pachyrhizus* sp. + *Sorghum bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.....74

Tabela 25 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab*+ *Pachyrhizus* sp. + *Sorghum bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.....75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	PLANTAS DANINHAS NO AMBIENTE DE CULTIVO	21
2.2	ALELOPATIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	22
2.3	EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS DO MATERIAL VEGETAL	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	COLETA DO MATERIAL VEGETAL E PREPARO DOS EXTRATOS AQUOSOS	25
3.2	INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS AQUOSOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>BIDENS PILOSA</i> , <i>EUPHORBIA HETEROPHYLLA</i> E <i>DIGITARIA INSULARIS</i>	26
3.3	EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS DE ADUBOS VERDES APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NAS PLANTAS DANINHAS <i>BIDENS PILOSA</i> , <i>EUPHORBIA HETEROPHYLLA</i> E <i>DIGITARIA INSULARIS</i>	27
3.4	GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>BIDENS PILOSA</i> APÓS A APLICAÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES DOS EXTRATOS AQUOSOS DE <i>DOLICHOS LAB LAB</i> E DA MISTURA <i>DOLICHOS LAB LAB</i> + <i>PACHYRHIZUS SP.</i> + <i>SORGHUM BICOLOR</i>	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS AQUOSOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>BIDENS PILOSA</i> , <i>EUPHORBIA HETEROPHYLLA</i> E <i>DIGITARIA INSULARIS</i>	31
4.1.1	<i>Bidens pilosa</i>	31
4.1.2	<i>Euphorbia heterophylla</i>	41

4.1.3	<i>Digitaria insularis</i>	50
4.2	EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS DE ADUBOS VERDES APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NAS PLANTAS DANINHAS <i>BIDENS PILOSA</i> , <i>EUPHORBIA HETEROPHYLLA</i> E <i>DIGITARIA INSULARIS</i>	60
4.3	GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>BIDENS PILOSA</i> APÓS A APLICAÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES DOS EXTRATOS AQUOSOS DE <i>DOLICHOS LAB LAB</i> E DA MISTURA <i>DOLICHOS LAB LAB</i> + <i>PACHYRHIZUS SP.</i> + <i>SORGHUM BICOLOR</i>	68
5	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos vem passando por diversas transformações, especialmente no que se refere ao cultivo de alimentos saudáveis e livres de defensivos. Contudo, as plantas daninhas estão dentre os principais entraves na produção de alimentos, devido ao elevado potencial competitivo com as culturas de interesse (PITELLI, 2015).

O controle de plantas daninhas no ambiente de cultivo realiza-se, no sistema convencional, de forma habitual por herbicidas. Porém, o uso de agroquímicos colabora com o surgimento de biótipos resistentes, intensifica danos ambientais, altera a microbiota do solo e prejudica a saúde humana (CARMO et al., 2013; MELLONI, 2013).

Bidens pilosa (picão-preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso) são plantas daninhas comuns na Região Oeste Paranaense, e a convivência pode limitar o desenvolvimento de culturas como o café, soja, feijão, em 40%, 41% e 60%, respectivamente (ALMEIDA et al., 2015; CARVALHO; ALVEZ, 2012; MACHADO et al., 2015).

Assim, a fim de proporcionar o controle de plantas daninhas de maneira sustentável, têm-se explorado substâncias provenientes do metabolismo secundário de plantas utilizadas na adubação verde. A técnica da adubação verde utiliza plantas que produzem grande quantidade de biomassa rica em nutrientes (NASCIMENTO et al., 2016).

As substâncias produzidas non metabolismo secundários de plantas, ao serem liberadas no ambiente, podem interferir no desenvolvimento de outras espécies vegetais, efeito que se caracteriza como alelopatia (CARVALHO et al., 2011; MONQUERO et al., 2009).

A supressão de plantas daninhas pelas espécies *Sorghum bicolor* (sorgo granífero) e *Dolichos lab lab* (feijão lab lab) já foram comprovadas, e têm sido utilizadas no controle de plantas daninhas (CAMPOS et al., 2015; CHEMMA; KHALIQ, 2000; CORREA et al., 2005; MOREIRA et al., 2013). Silva et al. (2013) relatam que a mistura de substâncias de diferentes materiais vegetais, pode maximizar o efeito alelopático.

Para extrair substâncias, com efeito, alelopático, deve-se considerar que fatores como temperaturas, solvente específico, conservação, influenciam na

quantidade e efeito de substâncias existentes no material vegetal. A prática da liofilização, por exemplo, permite desidratar o material vegetal e manter as propriedades e características do produto original (MARQUES; COSTA, 2015).

Determinar novas substâncias com potencial na supressão de plantas daninhas pode originar herbicidas com outros mecanismos de ação, e inclusive, com reduzido impacto ambiental (COSTA et al., 2015). Para *Pachyrhizus* sp. (Jacatupé), apesar de haver relatos de substâncias tóxicas em seus órgãos vegetais, à exemplo da rotenona (OOTANI et al., 2013), pouco se sabe sobre a possibilidade de interferência desta espécie vegetal em plantas daninhas.

Os efeitos observados com o uso de extratos puros e fracionados servem como base para futuras investigações, pois permitem sugerir os melhores solventes que possibilitam a extração de substâncias com efeitos alelopáticos mais evidentes (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998; LESSA et al., 2017; SANTOS et al., 2011; SOUZA FILHO et al., 2010).

Desta forma, este estudo parte da hipótese de que o extrato da parte aérea de *S. bicolor*, *D. lab lab* e *Pachyrhizus* sp. submetidos a diferentes modos de preparo, possuem efeito alelopático no desenvolvimento das plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla*, e *D. insularis*.

Portanto, este trabalho objetivou avaliar o efeito alelopático de extratos de *S. bicolor*, *D. lab lab*, e *Pachyrhizus* sp., isolados e em mistura, submetidos a diferentes modos de preparo, com aplicações em pré e pós-emergência nas plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla*, e *D. insularis*. Objetivou-se ainda avaliar o efeito de frações de extratos aquosos sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *B. pilosa*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PLANTAS DANINHAS NO AMBIENTE DE CULTIVO

Os prejuízos advindos da presença de plantas daninhas em convivência com culturas de interesse são relatados por diferentes autores, e a baixa produtividade no ambiente de cultivo geralmente se relaciona a ausência, ou controle inadequado destas espécies (CARDOSO et al., 2010; CURY et al., 2013).

Quando em convivência com plantas daninhas, têm-se relatos de 10% de redução no potencial produtivo da soja, 65% de redução na produção da cultura do milho, além de prejuízos observados na cultura do feijão, que podem atingir 90% (CARDOSO et al., 2010; GANTOLI et al., 2013; SILVA; DURIGAN, 2009).

Espécies de plantas daninhas como *B. pilosa*, *D. insularis* e *E. heterophylla*, apresentam características inerentes de espécies infestantes e que as tornam mais competidoras em relação à culturas de interesse, como a abundante e longa duração de propágulos, facilidade de dispersão das sementes, rebrota, entre outros (MENDONÇA et al., 2014; PITELLI, 2015).

À exemplos, a convivência com *B. pilosa* proporciona prejuízos de 15% na cultura da mandioca e de 57% na cultura do feijão (FERREIRA et al., 2015; LAGE et al., 2017). Quando em convivência com *D. insularis*, a produtividade do milho pode reduzir em mais de 35% (GEMELLI et al., 2013).

O controle de plantas daninhas realiza-se, principalmente pelo método químico, porém, o uso intensivo de dessecantes induz a seleção de biótipos resistentes (BECKIE; REBOUD, 2009; VENCILL et al., 2012), como já foi verificado em populações de *D. insularis*, *E. heterophylla* e *B. pilosa* (BRAZ et al., 2011; CARVALHO et al., 2011; SANTOS; CURY, 2011).

Desta forma, faz-se necessário implementar medidas de controle alternativo, com a finalidade de substituir ou reduzir o uso habitual e excessivo de herbicidas no ambiente de cultivo. Como opção, extratos de espécies vegetais podem causar a supressão de plantas daninhas, e tornar-se alternativa eficaz, com reduzido impacto ambiental no controle de plantas daninhas.

2.2 ALELOPATIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O efeito alelopático pode ser tanto de estímulo quanto de inibição, e varia de acordo com a concentração, como o que foi observado por Borella et al. (2012), com estímulo no desenvolvimento inicial de plântulas de rabanete quando utilizado o extrato de *Piper mikanianum* (pariparoba) a 2%, porém, com efeito inibitório a partir da concentração de 8%.

Algumas espécies podem ainda serem influenciadas pelo efeito alelopático apenas por determinados grupos de plantas. *Phaseolus lunatus*, por exemplo, Nobre et al. (2014), observaram que foram influenciadas em até 70% pelo extrato de *Plectranthus ornatus*, entretanto, quando submetidas ao extrato de *Mimosa caesalpiniaefolia* por Ferreira et al. (2010), não foi observado interferência no desenvolvimento.

Outras espécies são influenciadas de maneira distinta por um mesmo grupo vegetal. O efeito alelopático do extrato de *Artemisia annua*, apresenta-se mais evidente nas sementes de *Lactuca sativa* com a germinação inibida desde a concentração de 50%. Porém, na mesma concentração, ainda se observa germinação de sementes de *E. heterophylla*, que são totalmente inibidas apenas na concentração de 75% (MAGIERO et al., 2009).

S. bicolor, espécie vegetal utilizada na adubação verde, da mesma forma como *D. lab lab*, possuem potencial na supressão de plantas daninhas. O efeito alelopático de extratos via pulverização de *S. bicolor* na cultura do trigo, apresenta relatos de até 54% de controle das espécies infestantes (CHEMMA; ASSIM; KHALIQ, 2000). E quando em combinação com outros extratos de adubos verdes (*Brassica campestris*, e *Helianthus annuus*), atingiu-se 50% de controle após a aplicação via foliar (ARIF et al., 2015).

Poucos são os relatos que avaliam o efeito de extratos aquosos de *D. lab lab*, na supressão de plantas daninhas, porém, da mesma forma como o *S. bicolor*, a espécie tem sido utilizada em práticas de adubação verde, à exemplo da supressão de plantas de *Cyperus rotundus* em 39% (MOREIRA et al., 2013).

As substâncias com efeito alelopático são produzidas em especial pelo metabolismo secundário de espécies vegetais, e podem atuar como método de controle de plantas daninhas, a fim de reduzir o uso excessivo de produtos químicos no ambiente de cultivo atuar como alternativa eficiente e ecológica e sustentável.

2.3 EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS DO MATERIAL VEGETAL

A capacidade de uma espécie vegetal influenciar no desenvolvimento de espécies vizinhas apenas pela liberação de substâncias provenientes do seu metabolismo secundário tem despertado o interesse para se estabelecer substâncias com efeito herbicida.

Entretanto, para obter as substâncias relacionadas ao efeito alelopático de determinado material vegetal, torna-se importante predeterminar que existam temperaturas ideais, solventes específicos, que irão possibilitar a extração mais eficaz e em maior quantidade de substâncias com maior efeito alelopático (LEÃO et al., 2016).

O extrato bruto de *Cymbopogon citratus* (capim-limão) submetido à autoclave (120 °C) por 15 min, por exemplo, reduziu em 4% a germinação de *B. pilosa*, já quando não autoclavados, a redução foi de 16% (LOUSADA et al., 2012). Já o extrato bruto de *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) preparado com água a 100 °C reduziu em 7,5% a germinação de *L. sativa*, porém, o mesmo extrato preparado a 25 °C reduziu em apenas 2,5% (SILVEIRA; MAIA; COELHO, 2012).

As substâncias produzidas pelo metabolismo secundário de espécies vegetais apresentam ainda, características químicas que contribuem para sua identificação. A solubilidade, por exemplo, está relacionada com a polaridade das ligações químicas, ou seja, em geral, compostos apolares são solúveis em solventes apolares, enquanto que compostos de alta polaridade, são solúveis em solventes polares, o que concorda com a regra: “o semelhante dissolve o semelhante” (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

O extrato etanólico de *Pouteria ramiflora* pode reduzir o comprimento da raiz primária e da parte aérea de maneira mais significativa que o extrato aquoso, o que sugere que as substâncias com efeito alelopático são extraídas de maneira mais eficaz quando se utiliza o solvente orgânico (OLIVEIRA et al., 2014).

Terpenos, substâncias produzidas no metabolismo secundário de *Calopogonium mucunoides*, não estão envolvidos da inibição da germinação de sementes de *Mimosa pudica*, *Chromolaena maximiliani* e *Cassia occidentalis*, pois de acordo com os resultados obtidos por Santos et al. (2011), apenas os extratos com caráter polar foram eficazes na inibição da germinação, sendo que terpenos, em virtude de seu caráter apolar não foram identificados.

Os trabalhos relacionados à *Pachyrhizus* spp. determinaram substâncias tóxicas em suas partes vegetais, em especial no extrato etanólico, com a presença de substâncias como a rotenona, com efeito inseticida já definido (ESTRELA-PARRA et al., 2016; LEUNER et al., 2013). Porém, pouco se sabe quanto a capacidade desta espécie em interferir no desenvolvimento de plantas daninhas, e, caso seja estabelecido, poderá auxiliar no desenvolvimento de substâncias com caráter herbicida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL E PREPARO DOS EXTRATOS AQUOSOS

O material vegetal obtido para o preparo dos extratos aquosos foi coletado em diferentes localidades. Folhas de *S. bicolor* e folhas e hastes de *D. lab lab* e *Pachyrhizus* sp., foram retiradas de toda a planta, no período anterior a floração, em áreas experimentais localizadas nas coordenadas: latitude 24°43' S, longitude 54°14' W, altitude de 260 metros; latitude 24°33' S, longitude 54°04' W, altitude média de 420 metros, respectivamente, durante todo o mês de março do ano de 2016.

Parte do material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetido a desidratação em estufa de circulação forçada a 65 °C, até obter massa constante, obtendo-se o material vegetal seco. O restante foi mantido em sacos plásticos, congelado em freezer (-20 °C) e submetido a desidratação em liofilizador (modelo Liotop L101).

O material vegetal, tanto seco quanto liofilizado, foram armazenados separadamente em sacos de papel, e mantidos em caixas de papelão, mantidos a temperatura ambiente e ao abrigo de luz e umidade.

Para cada espécie vegetal, o extrato aquoso bruto foi obtido a partir da trituração em liquidificador industrial do material vegetal seco ou liofilizado, diluídos em água destilada na proporção de 5% (grama de material vegetal para 20 mililitros de água).

O material vegetal diluído permaneceu em repouso por 24 horas sobre refrigeração (-10 °C) e após este período, as soluções foram submetidas em banho-maria a uma temperatura de 100 °C $\pm$ 3 por 15 minutos, conforme metodologia proposta por Arif et al. (2015).

Foi realizada filtração a vácuo dos extratos brutos, a fim de se obter apenas o material líquido, e que resultou nos extratos aquosos de *D. lab lab*, *S. bicolor*, e *Pachyrhizus* sp., com quatro modos de preparo: material vegetal seco; material vegetal seco submetido ao banho-maria (100 °C); material vegetal liofilizado; material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria (100 °C).

Os extratos foram preparados e utilizados logo em seguida nas avaliações em pré e pós-emergência nas plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis*.

3.2 INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS AQUOSOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* E *Digitaria insularis*

Foram realizados três experimentos, em que cada um correspondeu a uma espécie de planta daninha, *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis*. Cada experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7x4+T, com quatro repetições de 25 sementes para cada espécie. O primeiro fator correspondeu aos extratos aquosos, o segundo fator foi referente ao modo de preparo e o tratamento adicional correspondeu a testemunha.

Os tratamentos consistiram em: Testemunha (água destilada), *D. lab lab*, nos seguintes modos de preparo: preparado com material vegetal liofilizado, e com o material vegetal liofilizado e submetido ao banho-maria, com o material vegetal seco, e com material vegetal seco e submetido ao banho-maria. Os mesmos modos de preparo foram utilizados para os demais extratos, que consistiram em *Pachyrhizus* sp. *S. bicolor*, e nas misturas *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp., *D. lab lab* + *S. bicolor*, *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor* e *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*.

As sementes de *E. heterophylla* foram obtidas de empresa privada e as sementes de *B. pilosa* e *D. insularis* foram coletadas na região Oeste Paranaense. A coleta foi realizada de forma manual entre os meses de novembro e janeiro, de diversas plantas encontradas em área experimental (coordenadas 24°46'98" de latitude Sul e, 54°22'53" de longitude Oeste, e altitude de 420 m). As sementes foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e armazenadas em câmara fria até realização do experimento.

Para avaliação da germinação e desenvolvimento inicial, as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas do tipo Gerbox, com duas folhas de papel germitest previamente esterilizadas em autoclave (121 °C ± 2 / 20 min), e embebidas com cinco mililitros de sua respectiva solução.

As sementes foram mantidas em câmara de germinação a 25 °C ± 3, e fotoperíodo de 12 horas luz, com monitoramento diário da germinação a partir do dia seguinte à semeadura, por sete dias. Avaliações regulares foram realizadas até o último dia de avaliação. Considerou-se germinada, as sementes que apresentaram emissão da raiz primária (FERREIRA; BORGHETHI, 2004; LIMA; MORAES, 2008).

A porcentagem de germinação foi obtida pelo número total de sementes

germinadas ao final do experimento e o índice de velocidade de germinação (IVG) foi pela fórmula proposta por Maguire (1962), onde $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, e, IVG = índice de velocidade de germinação; G = número de sementes germinadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem e n = número de dias.

O comprimento do hipocótilo e da raiz primária foi realizado ao primeiro dia de contagem e mantidas em intervalos de quatro dias até o último dia de contagem (BRASIL, 2009), sendo de 14 dias para *Digitaria* spp. e de 16 dias para *E. heterophylla*. Para *B. pilosa*, por não constar na Regra de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), estabeleceu-se o primeiro dia de avaliação ao quarto dia, com o surgimento de plântulas normais e o último dia de avaliação como 21 dias, em que se observou estabilização da germinação. Considerou-se plântulas normais as que apresentaram hipocótilo e raiz primária desenvolvidos, de acordo com o estabelecido na RAS.

O comprimento do hipocótilo e da raiz primária foi estabelecido com auxílio de régua milimetrada, e a média obtida com a soma dos valores ao final do experimento. Em cada avaliação, as plântulas foram transferidas para sacos de papel e submetidas a estufa de circulação forçada até obter massa constante a fim de se estabelecer a biomassa seca por plântula.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelos testes de Tukey e de Dunnet, a 1% e 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico GENES (CRUZ, 2008).

3.3 EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS DE ADUBOS VERDES APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NAS PLANTAS DANINHAS *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria insularis*

Foram escolhidos cinco tratamentos a partir dos resultados obtidos na avaliação da germinação e desenvolvimento inicial das plantas de *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis*.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, que consistiram nos extratos aquosos, e seis repetições. Foram aplicadas em pós-emergência os extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor* preparado com material vegetal liofilizado, *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado

com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp., preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco. Os extratos foram preparados de acordo com a metodologia exposta no item 3.1.

As sementes de *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *D. insularis* foram semeadas em bandejas de polietileno de 200 células, e mantidas em casa de vegetação por aproximadamente 15 dias, em seguida, foi realizada o transplante para vasos de 2,5 litros, contendo solo LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, sendo mantidas quatro plantas por vaso.

Decorridos 10 dias do transplante, foi realizada a primeira aplicação dos tratamentos com auxílio de pulverizador costal, pressurizado a CO₂ e munido com uma barra de bico único com ponta modelo cônico vazio, e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹ utilizando-se a pressão de 2,2 kgf cm⁻².

Foram realizadas três aplicações, em intervalos de sete dias, e no momento da aplicação (final da tarde), foram determinadas as condições de temperatura e umidade relativa do ar por meio de termo higrômetro (Cienlab, modelo Max-min Thermo Hygro) e velocidade do vento por meio de anemômetro (Kestrel, modelo Max 3-Sec, Average Wind Speed).

Avaliação visual foi realizada aos 7, 14 e 21 dias após a primeira aplicação (DAA), sendo atribuídas notas percentuais de controle, que variaram de 0% (ausência de controle) e 100% (morte da planta), de acordo com metodologia proposta pela Sociedade Brasileira de Plantas Daninhas (SBPD, 1995).

Ao final de 26 dias, as plantas foram avaliadas quanto a altura da parte aérea (cm), comprimento do sistema radicular (cm) mensurados com régua milimetrada, a área foliar (cm²), obtido com área meter (Modelo LICOR® 3100C), além de matéria seca da parte aérea (g) e matéria seca do sistema radicular (g), obtidos com balança analítica após o material ser submetido a estufa de circulação forçada (65 °C) até obter massa constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos comparadas pelo teste Tukey a 1% e 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.4 GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Bidens pilosa* APÓS A APLICAÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES DOS EXTRATOS AQUOSOS DE *Dolichos lab lab* E DA MISTURA *Dolichos lab lab* +*Pachyrhizus* sp.+*Sorghum bicolor*

A partir dos resultados obtidos com a aplicação em pós-emergência dos extratos aquosos de adubos verdes, e considerando a fitotoxidade, realizou-se o fracionamento dos extratos aquosos de *D. lab lab* preparado com material vegetal seco e *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, a fim de se observar o efeito de frações com diferentes polaridades na germinação e desenvolvimento inicial de *B. pilosa*.

Os extratos aquosos foram preparados conforme metodologia descrita no item 3.1 e submetido a estufa de circulação forçada de ar (50 °C) a fim de evaporar o solvente inorgânico e obter apenas o material residual. O material residual foi diluído inicialmente em hexano e submetido a coluna cromatográfica de vidro de 20 centímetros de comprimento e 2 centímetros de diâmetro de sílica em gel 70-230 mesh. No topo da coluna foram colocados areia e algodão para evitar o contato direto da solução com a sílica em gel.

Obtida a primeira fração, utilizou-se um gradiente de solventes de polaridades crescentes: hexano; benzeno, clorofórmio e metanol. Cada fração coletada foi submetida a estufa de ar forçado (50 °C) para completa volatilização do solvente e diluídas em água destilada para o teste de germinação nas sementes de *B. pilosa*.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição compreendeu 25 sementes, acondicionadas em caixas plásticas do tipo Gerbox com duas folhas de papel germitest previamente esterilizadas em autoclave (121 °C $\pm$ 2 / 20 min), e embebidas com cinco mililitros de cada fração, isolada e em mistura, mais a testemunha.

Os tratamentos consistiram em: Testemunha (água destilada), Fração Hexano, Fração Benzeno, Fração Clorofórmio, Fração Metanol, e nas misturas Fração Hexano+Benzeno, Fração Hexano+Metanol, Fração Hexano+Clorofórmio, Fração Benzeno+Clorofórmio, Fração Benzeno+Metanol, Fração Cloroformio+Metanol, Fração Hexano+Benzeno+Clorofórmio, Fração Hexano+Benzeno+Metanol, Fração Benzeno+Cloroformio+Metanol, Fração

Hexano+Benzeno+Cloroformio+Metanol.

As sementes foram mantidas em câmara de germinação a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ e fotoperíodo de 12 horas luz, com monitoramento diário da germinação a partir do dia seguinte à semeadura, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram a emissão da raiz primária (FERREIRA; BORGHETHI, 2004; LIMA; MORAES, 2008).

A partir do quarto dia de avaliação, sendo observada a presença de plântulas normais, deu-se início a mensuração do comprimento do hipocótilo e da raiz primária das plântulas com auxílio de régua milimetrada, em intervalos de quatro dias até o final de 21 dias.

As plântulas mensuradas em cada avaliação foram transferidas para sacos de papel e submetidas a estufa de circulação forçada ($65\text{ }^{\circ}\text{C}$) até obter massa constante para obtenção da biomassa seca por plântula. Ao final do experimento, foram obtidas as médias do comprimento do hipocótilo e da raiz primária.

A porcentagem de germinação foi obtida pelo número total de sementes germinadas ao final do experimento e o índice de velocidade de germinação pela fórmula proposta por Maguire (1962), onde $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, e, IVG = índice de velocidade de germinação; G = número de sementes germinadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem e n = número de dias.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 1% e 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS AQUOSOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* E *Digitaria insularis*

4.1.1 *Bidens pilosa*

A porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, o comprimento do hipocótilo e da raiz primária e a biomassa seca das plântulas de *B. pilosa* foram influenciados pelos extratos aquosos de adubos verdes, com interação estatística entre os extratos vegetais e o modo de preparo dos extratos aquosos (Tabela 1).

O comprimento do hipocótilo não apresentou diferença estatística em relação a testemunha (água), em oposição as demais variáveis, que diferiram do tratamento controle. Quando diferentes, os extratos aquosos reduziram as variáveis avaliadas, o que resultou em efeito alelopático negativo sobre a espécie *B. pilosa*.

Para cada espécie vegetal utilizada no preparo dos extratos aquosos, existe um modo de preparo, que altera a sua ação. A mistura de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, quando preparada com o material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziu em 68% a porcentagem de germinação das sementes de *B. pilosa*, em relação ao mesmo extrato preparado na ausência de altas temperaturas. O uso de altas temperaturas pode ter permitido extração mais eficaz de substâncias com possível efeito alelopático (Tabela 2).

Em contrapartida, temperaturas muito altas podem causar alterações nas substâncias com efeito alelopático. A mistura de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor* preparada com material vegetal seco, por exemplo, reduziu em 51% a porcentagem de germinação de *B. pilosa* em relação ao mesmo extrato submetido a altas temperaturas. Porém, a mistura não diferiu quando utilizado o material vegetal liofilizado no mesmo modo de preparo (ausência do banho-maria).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântulas de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Fatores de variação	GL	Porcentagem de Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento do hipocótilo (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
Tratamentos	28	633,61**	153,39**	0,34**	0,70**	0,03**
Extratos (E)	6	643,33**	99,66**	0,24ns	1,10**	0,05**
Preparo (P)	3	1562,81**	87,97**	0,79**	0,82**	0,02**
¹ (GL) QM. E x P	-	(11) 589,14**	(8) 281,17**	(18) 0,32*	(18) 0,52**	(18) 0,02**
² (GLRes.Aj.) QM	-	(36) 39,90	(24) 8,09	(87) 0,16	(87) 0,11	(87) 0,00
Fatorial x Testemunha	1	2712,14**	1183,78**	0,01ns	1,24**	0,04**
Resíduo	87	16,51	2,23	0,16	0,11	0,00
CV (%)	-	21,60	48,80	15,45	21,42	17,31

* e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

¹Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GL) da interação entre os extratos (E) e o preparo (P).

²Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GL) da interação entre o fatorial e a Testemunha.

Tabela 2 Porcentagem de germinação das sementes de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha	56 α			
<i>Dolichos lab lab</i>	23 Bb	13 Cc	15 Ec	32 BCa
<i>Pachyrhizus</i> sp.	14 Cc	15 Cc	39 Bb	47 Aaα
<i>Sorghum bicolor</i>	33 Aa	31 ABa	26 CDa	30 BCa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	28 ABb	25 Bb	29 Cb	52 Aaα
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	36 Aa	37 Aa	34 BCab	27 Cb
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	22 BCb	7 Cc	18 DEb	37 Ba
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	23 Bb	25 Bb	52 Acaα	49 Aaα

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Quando as sementes foram submetidas a mistura *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, com o material vegetal liofilizado, independente do modo de preparo, o extrato causou redução de 55% e 59% na porcentagem de germinação, na ausência e na presença de altas temperaturas, respectivamente, em relação a testemunha. Os extratos preparados com material vegetal seco não diferiram do tratamento controle.

Neste caso, o modo de desidratação influenciou na atividade alelopática do extrato *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, de forma que, quando submetido a estufa de circulação forçada, as substâncias com efeito alelopático podem ter sido degradadas ou evaporadas durante o processo.

O método de liofilização, permite desidratar e manter as características do material original. De acordo com Marques e Costa (2015), o processo de liofilização causa a perda de água, mas mantém as propriedades e características do produto original após a reidratação.

Ainda, há momentos em que o efeito alelopático não se pronuncia sobre a germinação, e sim sobre o índice de velocidade de germinação, á exemplo do constatado por Braine et al. (2011), em que, variações no índice foi percebida até 192h de avaliação, depois deste período, os tratamentos não apresentaram diferença. O que justifica a importância em se realizar avaliações diárias.

Os extratos aquosos diferiram da testemunha para o índice de velocidade de germinação, em especial, *D. lab lab* preparado com material vegetal seco e submetido a banho-maria, com índice de velocidade de germinação 94% menor do que as sementes submetidas ao tratamento controle. Neste modo de preparo, o extrato diferiu de forma estatística quando utilizado em combinação com outros extratos, assim, maior efeito alelopático ocorreu quando o extrato foi utilizados isolado do que em mistura (Tabela 3).

Souza e Zampar (2016) concordam que a influencia de extratos aquosos nos tempos iniciais da germinação retarda o tempo de germinação da espécie. O atraso no início do processo de germinação de plantas daninhas pode favorecer a cultura de interesse, pois reduz a matocompetição, e ao longo do tempo, pode alterar o banco de sementes do ambiente de cultivo.

Quando preparadas com material vegetal liofilizado e submetidas a banho-maria, a mistura *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor* reduziu o comprimento do hipocótilo entre 26% e 36% em relação aos demais preparos, mesmo sem diferença do extrato

em que se utilizou a mistura tripla (*D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*), em que a variação entre os modos de preparo variou entre 10% e 25% de redução no comprimento do hipocótilo (Tabela 4).

Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha	23,334 α			
<i>Dolichos lab lab</i>	0,51 Bb	3,99 BCa	3,27 Cab	1,47 Dab
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,67 Bb	0,69 Cb	4,31 Ca	4,75 CDa
<i>Sorghum bicolor</i>	13,56 Aa	4,21 Bb	4,05 Cb	4,67 CDb
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	0,52 Bc	1,40 BCc	5,39 Cb	18,22 Ac
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	14,43 Aa	13,73 Aa	2,19 Cc	6,17 Cb
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	2,35 Bb	4,00 Bb	8,83 Ba	10,37 Ba
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,19 Bc	1,50 BCc	17,07 Aa	10,68 Bb

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			¹ 2,57	
<i>Dolichos lab lab</i>	2,85 Aa	2,41 Aba	2,31 Aa	2,40 Aa
<i>Pachyrhizus</i> sp.	2,67 Aa	2,60 Aba	2,91 Aa	2,67 Aa
<i>Sorghum bicolor</i>	2,77 Aa	2,40 Aba	2,67 Aa	2,52 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	2,76 Aa	2,35 Aba	2,26 Aa	3,01 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	3,25 Aa	2,84 Aab	2,66 Aab	2,47 Ab
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	2,43 Aa	1,79 Bb	2,82 Aa	2,78 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	2,76 Aa	2,30 ABb	3,08 Aa	2,54 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. ¹Não significativo para o teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

O hipocótilo apresenta-se como a estrutura que não está em contato direto com o extrato aquosos, o que minimiza os efeitos deste órgão aos tratamentos. Borella et al. (2009), também observaram que o comprimento do hipocótilo apresenta-se menos influenciado por extratos aquosos do que as demais variáveis.

Já o comprimento da raiz primária das sementes de *B. pilosa* foi reduzido em até 56% quando utilizado o extrato *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, em relação a mistura *D. lab lab*+ *Pachyrhizus* sp., no mesmo modo de preparo. A interação do extrato de *Pachyrhizus* sp. com *S. bicolor* foi mais favorável do que com *D. lab lab*, neste modo de preparo (Tabela 5).

Além de diferir estatisticamente em relação a testemunha, com 67% de redução no comprimento da raiz primária, a mistura *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, diferiu do modo de preparo em que utilizou o material vegetal liofilizado, porém, na ausência de altas temperaturas.

Sem o desenvolvimento adequado da raiz primária no início do desenvolvimento, todo o crescimento subsequente torna-se comprometido, e ao tornar esta planta menos agressiva no ambiente de cultivo, favorece a cultura de interesse (SOUZA, ZAMBAR, 2016).

A mistura de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziu em 60% a biomassa seca em relação a testemunha. A variável também foi reduzida em até 64% em relação aos demais extratos, sem diferença do extrato de *D. lab lab* e *D. lab lab*+ *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, no mesmo modo de preparo (Tabela 6).

A maior biomassa esta associada em geral, ao maior vigor de sementes (HOFS et al., 2004). As sementes com redução de biomassa possivelmente apresentaram menor vigor, o que prejudica a germinação e desenvolvimento da espécie.

Tabela 5 - Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha	2,14 α			
<i>Dolichos lab lab</i>	0,83 Ba	1,02 BCa	0,97 Ba	1,17 Ca
<i>Pachyrhizus</i> sp.	1,76 Aαα	1,61 ABαα	1,58 ABαα	1,58 BCαα
<i>Sorghum bicolor</i>	1,53 Abαα	1,42 ABCa	1,88 Aαα	1,38 BCa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	1,58 Aαα	1,88 Aαα	1,74 Aαα	2,01 Baα
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	1,48 Abαα	1,87 Aαα	1,54 ABαα	1,88 BCαα
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	1,53 ABbα	0,82 Cc	1,39 ABbc	2,86 Aαα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	1,74 Aabα	1,19 ABCb	1,88 ABαα	1,74 BCabα

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6 - Biomassa seca (mg plântula⁻¹) de plântulas de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			0,43 α	
<i>Dolichos lab lab</i>	0,22 Ba	0,23 CDa	0,23 Ba	0,23 Ba
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,27 Bb	0,39 ABaα	0,31 Babα	0,31 Babα
<i>Sorghum bicolor</i>	0,29 Ba	0,30 BCa	0,27 Ba	0,30 Ba
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	0,30 Bb	0,47 Aaα	0,29 Bb	0,44 Aaα
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	0,43 Aaα	0,39 ABabα	0,29 Bb	0,44 Aaα
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,25 Bb	0,17 Db	0,25 Bb	0,44 Aaα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,33 ABbα	0,24 CDb	0,45 Aaα	0,34 ABbα

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

4.1.2 *Euphorbia heterophylla*

Exceto pela variável comprimento do hipocótilo, observou-se diferença estatística entre os extratos aquosos, com interação entre os fatores para as demais variáveis avaliadas. Porém, em relação a testemunha, o comprimento do hipocótilo diferiu de maneira estatística (Tabela 7).

A porcentagem de germinação foi a única variável que não apresentou diferença significativa em relação a testemunha. Já os extratos aquosos, a mistura *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp., preparada com material vegetal liofilizado submetido a banho-maria causou redução de 46% e 15% na porcentagem de germinação, em relação aos seus respectivos extratos utilizados de maneira isolada (Tabela 8).

Entretanto, para *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp., quando preparada com material seco e submetida a banho-maria, a redução na porcentagem de germinação foi 20% menor do que quando utilizado o mesmo extrato, com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria. A interação entre substâncias do material vegetal maximiza o efeito de supressão, pois quando isoladas, não diferiram da testemunha.

Na Tabela 9, são apresentadas as médias para o índice de velocidade de germinação. Todos os extratos aquosos diferiram da testemunha no índice de velocidade de germinação. Como relatado por Silva et al. (2015), o efeito alelopático pode alterar o índice de velocidade de germinação, e não ter efeitos na germinação final da espécie.

O atraso na germinação torna-se evidente pelo reduzido índice de velocidade de germinação, entretanto, para as sementes de *E. heterophylla*, o extrato de *S. bicolor* preparado com material vegetal liofilizado e com material vegetal seco submetido a banho-maria, estimulou o índice de velocidade de germinação, em relação a testemunha e aos demais modos de preparo (Tabela 9).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Fatores de variação	GL	Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento do hipocótilo (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
Tratamentos	28	242,81**	20,03**	2,90**	4,57**	1,09**
Extratos (E)	6	163,75**	35,80**	2,51ns	3,15**	0,94ns
Preparo (P)	3	232,20**	26,39**	1,91 ns	2,03**	0,24ns
¹ (GL) QM E x P	-	(14) 365,46**	(18) 14,39**	(13) 4,19ns	(18) 4,34**	(14)1,54*
² (GLRes.Aj.) QM	-	(47) 17,02	(87) 0,34	(42) 2,21	(87) 0,35	(48) 0,74
Fatorial X Testemunha	1	3,20ns	7,92**	6,11*	24,90**	2,42*
Resíduo	87	9,20	0,34	1,06	0,35	0,41
CV (%)	-	7,91	4,66	26,18	13,21	19,55

* e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

¹Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GL) da interação entre os extratos (E) e o preparo (P).

²Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GL) da interação entre o fatorial e a Testemunha.

Tabela 8 – Porcentagem de germinação das sementes de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			¹ 51	
<i>Dolichos lab lab</i>	43 Ad	66 Aa	51 Cc	58 Ab
<i>Pachyrhizus</i> sp.	50 Bbc	52 Bab	45 Dc	57 Aa
<i>Sorghum bicolor</i>	50 Bb	61 Aa	61 Aa	60 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	58 Aa	45 CDb	60 ABa	36 Bc
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	41 Cc	49 BCb	52 Cb	60 Aa
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	39 Cb	43 CDb	56 ABCa	58 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	58 Aa	41 Db	53 BCa	54 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. ¹Não significativo para o teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Índice de velocidade de germinação das sementes de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			13,98 α	
<i>Dolichos lab lab</i>	10,37 CDc	12,49 Bb	11,26 Cc	14,65 AB α
<i>Pachyrhizus</i> sp.	13,84 Ba α	13,86 Aa α	11,27 Cb	14,07 Ba α
<i>Sorghum bicolor</i>	15,74 Aa	14,16 Ab α	14,51 Ab α	15,73 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	9,16 DEc	11,19 Cb	14,27 Aba α	8,36 Cc
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	13,02 Bb α	13,42 ABab α	14,13 Aba α	13,94 Bab α
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	8,93 Eb	8,66 Db	14,10 ABa α	14,30 Ba α
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	10,46 Cb	8,72 Dc	13,15 Ba α	13,65 Ba α

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

O índice de velocidade de germinação está relacionado a quantidade total de sementes germinadas no período avaliado. Segundo Alves et al. (2011), o baixo índice de velocidade de germinação ocorre devido a reduzida germinação. Contudo, o extrato de *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp., preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, estimulou a porcentagem de germinação, mas reduziu o índice de velocidade de germinação.

Neste caso, sementes germinaram após o período de avaliação do índice de velocidade de germinação, o que pode estar relacionado a capacidade de dispersão temporal, característica de plantas daninhas. Para Lousada et al. (2012) as diferentes respostas na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação podem indicar a presença de diferentes compostos que agem de maneira específica conforme as características das espécies.

Apesar de não haver diferença entre os extratos aquosos, todos diferiram da testemunha, e influenciaram no comprimento do hipocótilo. A mistura *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado, reduziu o comprimento do hipocótilo em 44%, já quando preparado com o material vegetal seco, a redução foi de apenas 6% (Tabela 10).

O extrato de *Pachyrhizus* sp. reduziu o comprimento do hipocótilo em relação a testemunha, apenas quando preparado com material vegetal liofilizado, com 25% de redução. Já o extrato *S. bicolor*, causou redução de 19% da mesma variável quando preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

Tabela 10 - Comprimento do hipocótilo (cm) das sementes de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha	6,93 α			
<i>Dolichos lab lab</i>	5,65α	7,02α	4,49	5,61α
<i>Pachyrhizus</i> sp.	5,21α	6,07α	6,84α	6,53α
<i>Sorghum bicolor</i>	6,20α	5,60α	6,51α	6,13α
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	5,01α	5,49α	5,92α	4,25
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	5,48α	6,33α	4,96α	5,77α
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	3,88	4,21	6,49α	6,14α
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	5,87α	4,57	6,08α	6,52α

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

O comprimento da raiz primária foi inibido por todos os extratos utilizados, com diferença em relação a testemunha. O extrato de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal seco, causou redução de 62% no comprimento da raiz primária em relação a testemunha (Tabela 11).

Todos os extratos aquosos diferiram em relação a testemunha para a biomassa seca de *E. heterophylla*. O extrato aquoso de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, diferiu em 33% dos seus respectivos extratos utilizados de maneira isolada. Desta forma, a combinação entre do material vegetal, neste modo de preparo, maximizou o efeito na redução da biomassa das plântulas (Tabela 12).

Tabela 11 - Comprimento da raiz primária (cm) das sementes de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal		Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
	Material vegetal Liofilizado	Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)		
Testemunha			7,01 α	
<i>Dolichos lab lab</i>	4,00 Ba	4,75 ABa	2,83 Cb	4,07 BCa
<i>Pachyrhizus</i> sp.	3,92 Bbc	4,81 ABab	3,70 BCc	5,80 Aαα
<i>Sorghum bicolor</i>	4,51 ABb	5,97 Aαα	5,87 Aαα	3,07 Cc
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	5,38 Aa	2,73 Db	4,55 Ba	4,87 ABa
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	5,14 ABab	5,79 Aαα	4,47 Bb	4,78 ABab
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	5,10 Aba	3,07 CDb	2,60 Cb	4,76 ABa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	4,18 ABb	4,25 BCb	4,62 ABab	5,61 Aαα

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 12 - Biomassa seca (mg plântula⁻¹) de *Euphorbia heterophylla* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal		Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
	Material vegetal Liofilizado	Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)		
Testemunha			5,21	
<i>Dolichos lab lab</i>	3,88 Abα	5,25 Aαα	3,57 Ab	4,65 Aabα
<i>Pachyrhizus</i> sp.	3,72 Aa	4,73 Aαα	4,44 Aαα	4,78 Aαα
<i>Sorghum bicolor</i>	5,02 Aabα	5,18 Aαα	4,89 Aabα	3,89 Abα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	4,59 Aαα	3,95 Abαα	4,68 Aαα	4,33 Aαα
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	4,53 Aαα	5,03 Aαα	3,99 Aαα	4,48 Aαα
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	3,67 Aab	3,33 Bb	4,65 Aαα	4,14 Aabα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	4,63 Aαα	4,10 ABαα	4,56 Aαα	4,85 Aαα

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

4.1.3 *Digitaria insularis*

Os parâmetros relacionados a germinação e ao desenvolvimento inicial de *D. insularis*, apresentaram interação estatística para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula. Para a variável comprimento do hipocótilo, apenas os extratos vegetais apresentaram diferença significativa (Tabela 13).

O comprimento do hipocótilo não diferiu em relação a testemunha, da mesma forma que a biomassa seca das plântulas. Já as demais variáveis, apresentaram diferença estatística em relação ao tratamento controle.

A porcentagem de germinação das sementes de *D. insularis* foi menor quando submetidas aos extratos aquosos *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp., e *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparados com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, com 83% de redução da porcentagem de germinação em relação a testemunha, com diferença estatística, porém, dentre os demais extratos, não diferiu da mistura tripla (*D. lab lab*+ *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*) (Tabela 14).

Lessa et al. (2017), ao utilizarem o extrato de *Plectranthus barbatus* submetido a infusão, observaram redução na porcentagem de germinação em 86% de sementes de *Amaranthus deflexus*. Já na ausência de infusão, a redução foi de 66% em relação à testemunha.

A mistura *D. lab lab*+*Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparada com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziu a porcentagem de germinação e até 82% em relação aos demais modos de preparo. Os resultados apontam que as condições de preparo são fatores de influência nos efeitos alelopáticos de uma mesma espécie vegetal.

Os extratos que diferiram da testemunha para o índice de velocidade de germinação, causaram estímulo nesta variável, conforme apresentado na Tabela 15. O estímulo pode ser devido a alterações celulares que induzem ao aumento no índice mitótico (IGANCI et al. 2006). Santos et al. (2017), ao verificarem os efeitos alelopáticos do extrato de *Miconia albicans*, observaram aumento significativo no índice mitótico das células de alface a partir da concentração de 25%, com ocorrência de anomalias cromossômicas.

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e massa seca por plântula de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Fatores de variação	GL	Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento do hipocótilo (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
Tratamentos	28	443,26**	1,90**	0,05*	0,31**	0,02**
Extratos (E)	6	292,35**	1,04**	0,11**	0,72**	0,03**
Preparo (P)	3	751,46**	1,29**	0,07ns	0,31**	0,01ns
¹ (GI) QM E x P	-	(12) 695,23**	(14) 2,96**	(18) 0,04ns	(12) 0,29**	(11) 0,03**
² (GLRes,Aj.) QM	-	(39) 10,34	(47) 0,11	(87) 0,03	(38) 0,02	(35) 0,01
Fatorial x Testemunha	1	59,88**	1,39**	0,01ns	0,08**	0,01ns
Resíduo	87	4,63	0,06	0,03	0,01	0,03
CV (%)	-	16,02	32,42	18,70	25,20	35,47

* e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

¹Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GI) da interação entre os extratos (E) e o preparo (P).

²Valores dentro do parênteses correspondem ao Grau de Liberdade (GI) da interação entre o fatorial e a Testemunha.

Tabela 14 – Porcentagem de germinação das sementes de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			24α	
<i>Dolichos lab lab</i>	9 Dc	29 Aa	18 Db	12 CDc
<i>Pachyrhizus</i> sp.	22 Bbα	25 Aabα	27 BCaα	23 Bbα
<i>Sorghum bicolor</i>	32 Aa	9 Bd	25 BCbα	16 Cc
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	15 Cb	4 Cc	38 Aa	37 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	17 Cc	28 Aaα	23 Cbα	8 DEd
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	8 Db	4 Cb	30 Ba	7 Eb
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	17 Cc	7 BCd	28Bbα	40 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 15 - Índice de velocidade de germinação de sementes de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha	0,45 α			
<i>Dolichos lab lab</i>	0,14 Dcα	1,67 Aa	1,06 Bb	0,38 Bcα
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,29 CDcα	0,21 Dcα	1,14 Bb	1,79 Aa
<i>Sorghum bicolor</i>	1,50 Aa	0,57 CDbα	0,89 Bbα	0,43 Bbα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	0,74 BCcα	0,14 Ddα	3,31 Aa	1,67 Ab
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	1,16 Aba	1,20 Aba	0,92 Baα	0,36 Bbα
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	1,50 Aab	1,63 Aba	1,10 Bb	0,44 Bcα
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	1,01 ABb	1,09 BCb	1,13 Bb	1,88 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

O comprimento do hipocótilo não diferiu da testemunha quando em contato com os extratos aquosos, como também não houve diferença entre os modos de preparo dos extratos aquosos em relação a esta variável. O extrato de *D. lab lab* reduziu o comprimento do hipocótilo em 31% em relação ao extrato de *Pachyrhizus* sp., que diferiram entre si.

Já o comprimento da raiz primária foi influenciado de forma mais significativa pelos extratos aquosos, com diferença estatística em relação a testemunha. A mistura *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*+*D. lab lab* e *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, quando preparados com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, reduziram o comprimento da raiz primária em relação a testemunha em 40% e 52%, respectivamente (Tabela 17).

Também foi observado o estímulo do comprimento da raiz primária, principalmente quando as plântulas foram submetidas ao extrato de *S. bicolor*, em que, quando preparado com o material vegetal liofilizado, o comprimento da raiz primária foi 56% maior do que a testemunha.

Quando combinado com os demais extratos aquosos, o extrato de *S. bicolor* preparado com o material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, diferiu de forma estatística. A mistura *D. lab lab* + *S. bicolor* reduziu o comprimento da raiz em 40% em relação ao extrato em que se utilizou *S. bicolor* de forma isolada, e quando utilizada a mistura com as três espécies (*D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*), a redução nesta variável chegou a ser de 68%.

Na condição de material vegetal liofilizado, a associação das substâncias presentes nestas espécies, proporciona resultados de supressão mais favoráveis em comparação a *S. bicolor* utilizado de forma isolada. O mesmo não ocorreu quando utilizado o material vegetal seco, em que o efeito observado foi de estímulo pelos extratos em mistura em relação ao extrato de *S. bicolor* isolado.

Borella et al. (2009) observaram que o extrato aquoso preparado com as folhas frescas de *Persea americana*, reduziu 78% do comprimento radicular, já as folhas secas, reduziram a mesma variável em 99%. TUR et al. (2012) também observaram resultados mais eficazes quando utilizaram folhas secas. Porém, os autores comentam a necessidade de maior quantidade de folhas secas para compor a mesma quantidade do extrato concentrado de folhas frescas.

A liofilização apresenta-se como processo de desidratação do material vegetal sem que ocorra a perda das substâncias presentes no material, com isso, a

quantidade para compor o extrato bruto se torna similar, já que não existe a presença de água nas folhas. *Dolichos lab lab*, por exemplo, a relação entre massa fresca e seca observada por Cavalcante et al. (2015) foi 80% menor após a desidratação em estufa.

Tabela 16 - Comprimento do hipocótilo (cm) das plântulas de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo				Média**
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)	
Testemunha			¹ 0,45		
<i>Dolichos lab lab</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,84 B
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,74	0,90	0,70	1,06	1,10 A
<i>Sorghum bicolor</i>	1,14	1,06	1,15	1,07	0,96 AB
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	1,00	0,87	0,87	1,11	1,03 AB
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	0,98	0,90	1,21	1,04	0,94 AB
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	1,03	0,76	1,02	0,96	0,95 AB
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,94	0,95	0,95	0,98	1,04 AB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. ¹Não significativo para o teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

Tabela 17 - Comprimento da raiz primária das plântulas de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			0,50 α	
<i>Dolichos lab lab</i>	0,74Ba	0,78 ABa	0,46 Db α	0,50 Db α
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,40 Cb α	0,40 Cb α	0,58 CDb α	0,86 Ba
<i>Sorghum bicolor</i>	1,14 Ab	0,93 Ac	0,64 BCDd α	1,57 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	0,37 Ca α	0,40 Ca α	0,52 CDa α	0,53 Da α
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	0,78 Ca	0,66 Ba α	0,83 ABa	0,83 BCa
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,33 Cb α	0,24 Cb α	0,73 ABCa	0,61 CDa α
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,48 Bbca	0,30 Cc α	0,96 Aa	0,57 Db α

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra alfa não diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade de erro.

Apesar das diferenças observadas durante o desenvolvimento inicial, não foi observado redução da biomassa com diferença estatística em relação a testemunha. No modo de preparo com material vegetal liofilizado, o extrato de *S. bicolor* diferiu de forma estatística quando misturado com *Pachyrhizus* sp., em que a mistura resultou em 43% de redução em relação a *S.bicolor* isolado (Tabela 18).

Quando utilizado o material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, os extratos aquosos não diferiram estatisticamente. Assim, altas temperaturas podem ter influenciado na ação das substâncias existentes no material vegetal, que inclusive não diferiram da testemunha.

Carvalho et al. (2011) também utilizaram a mistura de extratos de adubos verdes para verificar os efeitos alelopáticos em sementes de *L. sativa*, e de maneira similar, não foi observado predominância nos tratamentos, sejam as misturas ou as espécies vegetais utilizadas de forma isolada.

Desde que constatada a atividade alelopática de espécies vegetais, o acúmulo de folhas no ambiente de cultivo pode impedir o estabelecimento espécies vizinhas, assim como relatado por Silveira; Maia e Coelho (2012). Além disso, reduzir a densidade populacional de plantas daninhas, inibindo a germinação ou apenas induzir atraso no início da germinação, pode levar a alterações no banco de sementes.

Tabela 18 - Biomassa seca (mg plântulas⁻¹) de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de *Pachyrhizus* sp., *S. bicolor* e *D. lab lab* isolados e em mistura, em diferentes modos de preparo.

Tratamento	Modos de Preparo			
	Material vegetal Liofilizado	Material vegetal Liofilizado submetido a banho-maria (100 °C)	Material Vegetal Seco	Material vegetal Seco submetido a banho-maria (100 °C)
Testemunha			¹ 0,23	
<i>Dolichos lab lab</i>	0,25 Ba	0,23 Aa	0,24 BCa	0,15 Ba
<i>Pachyrhizus</i> sp.	0,29 ABab	0,26 Ab	0,26 BCb	0,40 Aa
<i>Sorghum bicolor</i>	0,39 Aab	0,25 Ac	0,30 BCbc	0,43 Aa
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp.	0,25 Bb	0,29 Ab	0,45 Aa	0,21 Bb
<i>D. lab lab</i> + <i>S. bicolor</i>	0,30 ABa	0,24 Aa	0,31 BCa	0,26 Ba
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,22 Ba	0,25 Aa	0,17 Ca	0,23 Ba
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i>	0,27 ABa	0,24 Aa	0,33 ABa	0,24 Ba

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. ¹Não significativo para o teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

4.2 EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS DE ADUBOS VERDES APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NAS PLANTAS DANINHAS *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria insularis*

A partir dos resultados obtidos na germinação e desenvolvimento inicial das plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria insularis*, aplicou-se os extratos em pós-emergência. A aplicação resultou em efeito significativo nas variáveis, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total, como pode ser observado na Tabela 19.

O efeito dos extratos aquosos foi tanto de inibição quanto de estímulo. A aplicação dos extratos *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, e *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp., preparados com material vegetal liofilizado e submetidos a banho-maria, causaram estímulo de 48,9% e 55,5%, respectivamente, na área foliar de *B. pilosa*, com diferença estatística em relação a testemunha (Tabela 20).

Para o extrato *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, além do estímulo na área foliar, foi observado aumento de 23% na massa seca da parte aérea, 11% na massa seca da raiz, e consequentemente, em 21% na massa seca total de *B. pilosa*. Apesar do estímulo, apenas a massa seca da raiz diferiu estatisticamente em relação a testemunha e em relação aos demais extratos aquosos.

De maneira similar, o extrato de *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp., preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, apesar de ter causado estímulo na área foliar, reduziu a massa seca da raiz em 21% em relação a testemunha, com diferença estatística. Já para o extrato de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco, causou redução de 18% na área foliar, tendo efeito inibitório. O extrato causou ainda redução na massa seca da raiz de *B. pilosa* em 7%, porém, com diferença estatística em relação a testemunha.

Entretanto, o extrato de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco, estimulou em 54% o desenvolvimento da parte aérea, o que causou aumento de 36% na massa seca total, com diferença estatística em relação a aplicação de água.

Tabela 19 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de *Bidens pilosa*, submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.

Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Comprimento da raiz (cm)	Área foliar (cm ²)	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa seca total (g)
Testemunha	39,58	32,14	245,90 c	2,15 bc	0,88 b	3,04 bc
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado	42,80	32,21	235,51 c	2,05 c	0,79 c	2,85 c
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	41,14	31,16	239,22 c	1,93 c	0,87 b	2,80 c
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	42,44	29,75	382,47 a	2,24 bc	0,69 d	2,93 c
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – Material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	43,92	34,32	366,29 a	2,64 b	0,98 a	3,68 ab
<i>Dolichos lab lab</i> – material vegetal seco	39,46	33,50	290,27 b	3,32 a	0,82 c	4,14 a
Tratamentos	19,65ns	15,90ns	26152,91**	1,61**	0,05**	1,78**
Erro	18,88	12,39	253,36	0,11	0,00	0,15
Média geral	41,56	32,18	293,27	2,39	0,84	3,24
CV (%)	10,46	10,94	5,43	13,71	3,59	11,94

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. * e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

Os trabalhos relacionados a alelopatia geralmente se restringem a avaliações laboratoriais, estando a literatura insuficiente de trabalhos que realizaram aplicações de extratos vegetais em pós-emergência de plantas daninhas. Porém, Arif et al. (2015), ao utilizarem os extratos de *Sorghum* sp., *Brassica* sp, e *Helianthus* sp., no manejo de ervas daninhas a campo, observaram redução da densidade populacional de plantas daninhas em até 59%.

Cheema; Assim; Khaliq (2000), ao avaliarem a aplicação de extrato de *S. bicolor* e comparar com a espécie incorporada ao solo no controle de plantas daninhas, observaram que quando incorporado, *S. bicolor* controlou as plantas daninha em níveis de até 50%, e quando aplicado o extrato de maneira sequencial, a redução foi equivalente ao manejo incorporado, com 49% de controle.

Para as plantas de *E. heterophylla*, a análise de variância demonstra diferença estatística para as variáveis altura das plantas, comprimento da raiz, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, e massa seca total (Tabela 21). Da mesma forma como para a aplicação em pós-emergência nas plantas de *B. pilosa*, os resultados obtidos com *E. heterophylla* também variaram de inibição a estímulo.

O extrato de *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado submetido a banho-maria, proporcionou redução na massa seca da parte aérea, da raiz e na massa seca total das plantas em 28%, 33% e 31%, respectivamente em relação a testemunha, com diferença estatística (Tabela 22).

Tabela 20 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de *Euphorbia heterophylla*, submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.

Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Comprimento da raiz (cm)	Área foliar (cm ²)	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa seca total (g)
Testemunha	22,01 bc	22,59 c	72,74 c	1,30 b	0,63 a	1,95 b
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado	23,37 abc	27,19 ab	81,23 bc	1,44 b	0,72 a	2,15 ab
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	21,72 c	25,39 bc	47,48 d	1,02 c	0,44 b	1,46 c
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	26,24 a	29,19 a	109,64 a	1,63 a	0,72 a	2,35 a
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – Material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	20,24 c	24,65 bc	76,93 bc	0,93 c	0,42 b	1,35 c
<i>Dolichos lab lab</i> – material vegetal seco	25,08 ab	29,22 a	92,09 b	1,30 b	0,45 b	1,92 b
Tratamentos	30,09**	41,94**	2575,17**	0,41**	0,12**	0,91**
Erro	3,20	4,34	85,46	0,00	0,00	0,02
Média geral	23,11	26,37	80,02	1,27	0,56	1,86
CV (%)	7,74	7,90	11,55	6,96	9,32	7,93

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. * e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

Entretanto, o extrato de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco, causou estímulo na altura das plantas em relação aos extratos de *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria. Em relação a testemunha, o extrato causou redução de 29% no comprimento da raiz.

Este resultado está relacionado a redução na massa seca da raiz, que foi de 29% em relação a testemunha, porém, sem diferença estatística dos extratos de *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria e *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

O maior efeito nas plântulas de *E. heterophylla* foi observado com a aplicação do extrato de *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, que causaram redução de 35% a área foliar, com diferença estatística entre os demais tratamentos.

As substâncias presentes nos extratos aquosos podem agir como reguladores de crescimento, interferindo em rotas metabólicas, ou na produção de clorofila, tendo efeitos na captação de energia luminosa, e alterando o crescimento, multiplicação e manutenção de células (CARMO et al., 2007; STEFFEN et al., 2010),

A aplicação em pós-emergência nas plantas de *D. insularis*, proporcionou diferenças significativas em todas as variáveis biométricas avaliadas, que compreenderam altura das plantas, comprimento da raiz, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, e massa seca total (Tabela 23).

As aplicações do extrato de *P. Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, causou redução de 41% na área foliar, 28% na massa seca da raiz, 37%, na massa seca da parte aérea e 33,3% na massa seca total em relação a testemunha, com diferença estatística (Tabela 24).

Quando utilizado o extrato *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor* preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, observou-se resultados de inibição. Entretanto, o mesmo extrato, preparado na ausência de banho-maria, causou estímulo de todas as variáveis avaliadas. Possivelmente, o uso de altas temperaturas permitiu maior extração das substâncias com efeito alelopático negativo.

Tabela 21 - Valores médios para altura das plantas, comprimento da raiz primária, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total de *Digitaria insularis* submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes em diferentes modos de preparado, isolados e em mistura em pós-emergência.

Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Comprimento da raiz (cm)	Área foliar (cm ²)	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa seca total (g)
Testemunha	36,76 bc	26,06 ab	100,68 ab	1,09 bc	0,71 b	1,80 c
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado	45,82 ab	28,29 a	108,17 a	1,47 a	0,84 a	2,32 a
<i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	48,77 a	24,66 b	59,36 d	0,69 d	0,51 d	1,20 e
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. – material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	41,31 abc	26,97 ab	81,75 c	0,79 cd	0,58 cd	1,37 de
<i>D. lab lab</i> + <i>Pachyrhizus</i> sp. + <i>S. bicolor</i> – Material vegetal liofilizado submetido a banho-maria	39,35 bc	28,39 a	106,87 a	1,21 ab	0,84 a	2,05 b
<i>Dolichos lab lab</i> – material vegetal seco	45,47 ab	25,05 ab	92,53 b	0,88 cd	0,61 c	1,49 d
Tratamentos	122,97**	15,23**	2072,97**	0,50**	0,12**	1,10**
Erro	24,05	3,69	22,17	0,03	0,00	0,02
Média geral	42,91	26,57	91,56	1,02	0,68	1,71
CV (%)	11,43	7,23	5,14	16,84	7,68	7,65

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. * e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

Os extratos aquosos de adubos verdes influenciaram na fisiologia da planta. Pires et al. (2001), ao avaliarem o extrato de *Leucaena leucocephala* em pós-emergências, também observaram redução no crescimento das plantas e deformação do limbo foliar *B. pilosa*.

Khaliq et al. (2012) avaliaram a ação tóxica de extratos aquosos de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) nos atributos morfológicos e bioquímicos de cavalo beldroega, e observaram redução de 67% na massa seca das raízes. Não foi observado efeito alelopático de estímulo nas variáveis avaliadas pelos autores, porém, a extrato utilizado foi mais concentrado que neste trabalho, e pode ter influenciado nos resultados.

A Figura 1 apresenta a fitotoxidade causada pelos extratos aplicados em pós-emergência aos 7, 14 e 21 dias de avaliação. Aos sete dias após a primeira aplicação, se observou o maior índice de fitotoxidade, principalmente quando utilizado o extrato *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco, com fitotoxidade superior a 20%.

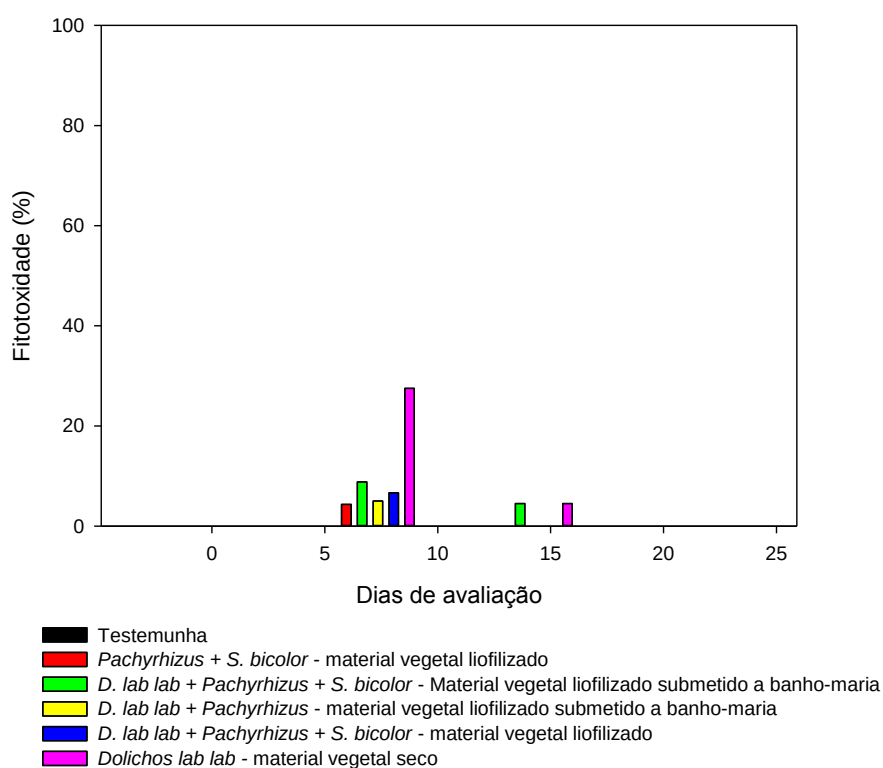


Figura 1 - Fitotoxidade das plantas de *Bidens pilosa* submetidas aos extratos aquosos de adubos verdes

Para Braz et al. (2011), os maiores níveis de controle ocorrem quando o manejo é realizado nos estádios precoces de desenvolvimento, observaram efeito fitotóxico sobre a espécie *B. pilosa* apenas na primeira avaliação, sendo este efeito ausente aos 28 dias após a aplicação, semelhante ao ocorrido neste trabalho, que aos 21 dias de avaliação, a fitotoxidade regrediu, para todos os extratos aquosos utilizados.

A substância sorgolene está presente em plantas de *S. bicolor*, e segundo Dayan et al. (2009), inibe a fotossíntese em plantas jovens, o que pode explicar o fato das misturas em que estavam presentes a espécie de sorgo, aplicados em pós emergência, apresentaram fitotoxidade na primeira semana.

Khaliq et al. (2012) também observaram efeito fitotóxico após a aplicação de extratos aquosos de trigo na planta daninha *Portulaca oleracea*. Segundo os autores, a fitotoxicidade observada pode ser atribuída a fitotoxina individual presente no extrato aquoso ou ao seu efeito devido a combinação com demais substâncias presentes no material vegetal.

4.3 GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Bidens pilosa* APÓS A APLICAÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES DOS EXTRATOS AQUOSOS DE *Dolichos lab lab* E DA MISTURA *Dolichos lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *Sorghum bicolor*

Baseado na presença de fitotoxidade nas plantas de *B. pilosa*, realizou-se o fracionamento dos extratos aquosos de *Dolichos lab lab*, preparado com material vegetal seco e de *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

A porcentagem de germinação e a biomassa seca das plântulas de *B. pilosa* não foram influenciadas pelas frações do extrato aquoso de *D. lab lab*. Porém, houve diferença significativa para as variáveis índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo e comprimento da raiz primária (Tabela 25).

O agrupamento formado pelas frações de hexano, benzeno, Hexano+Benzeno, Fração Hexano + Metanol Hexano + Clorofórmio, Hexano + Benzeno + Metanol, Benzeno + Clorofórmio + Metanol, Hexano + Benzeno + Clorofórmio + Metanol, promoveu atraso na germinação das sementes de *B. pilosa*, com média de 24% de redução no índice de velocidade germinação em relação ao agrupamento formado pela testemunha e pelas frações Clorofórmio, Metanol, Benzeno + Clorofórmio, Benzeno + Metanol.

O índice de velocidade de germinação está geralmente associado ao vigor das sementes, e sementes com menor vigor não necessariamente tem sua germinação inibida, mas apresentam atraso para o início deste processo. Silva et al. (2015), observaram que não houve efeito na porcentagem de germinação de *E. heterophylla*, porém, foi observado atraso da germinação após aplicação de extratos de *Salvia officinalis*, de forma semelhante ao obtido neste trabalho.

Tabela 22 - Quadrados médios da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária, e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab* preparado com material vegetal seco.

Fatores de variação	Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento do hipocótilo (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
TRAT	408,33ns	41,20 *	0,17 **	0,89 **	0,07ns
Erro	225,54	19,96	0,06	0,08	0,04
Média geral	63,06	18,92	2,21	0,95	0,76
CV (%)	23,85	23,61	11,51	31,46	26,18

* e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{NS} não significativo.

Tabela 23 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa*, submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab* preparado com material vegetal seco.

Tratamentos	Germinação (%)	Índice de Velocidade Germinação	Comprimento do Hipocótilo (cm)	Comprimento da Raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
Testemunha	78,00	22,13 A	2,33 A	0,71 C	0,68
Fração Hexano	50,66	17,60 B	2,23 A	1,00 C	0,79
Fração Benzeno	54,66	16,83 B	2,34 A	0,79 C	0,91
Fração Clorofórmio	61,33	25,23 A	2,23 A	1,41 B	0,84
Fração Metanol	68,00	20,61 A	2,54 A	2,20 A	0,99
Fração Hexano+Benzeno	64,00	17,06 B	2,22 A	0,56 C	0,65
Fração Hexano + Metanol	76,00	19,30 B	2,05 B	0,77 C	0,62
Fração Hexano + Clorofórmio	56,00	16,91 B	1,96 B	0,75 C	0,67
Fração Benzeno + Clorofórmio	72,00	23,74 A	2,46 A	1,40 B	0,93
Fração Benzeno + Metanol	57,33	21,28 A	2,32 A	1,49 B	0,93
Fração Clorofórmio + Metanol	61,33	12,74 B	2,44 A	0,55 C	0,76
Fração Hexano + Benzeno + Clorofórmio	66,66	17,90 B	2,25 A	0,73 C	0,64
Fração Hexano + Benzeno + Metanol	64,00	18,40 B	1,90 B	0,65 C	0,62
Fração Benzeno + Clorofórmio + Metanol	74,66	16,05 B	1,91 B	0,58 C	0,61
Fração Hexano + Benzeno + Clorofórmio + Metanol	41,33	18,02 B	2,01 B	0,61 C	0,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O comprimento do hipocótilo das plântulas de *B. pilosa* apresentou redução quando as sementes foram submetidas as frações que comporam o agrupamento contendo as misturas Hexano + Metanol, Hexano + Clorofórmio, Hexano + Benzeno + Metanol, Benzeno + Clorofórmio + Metanol, Hexano + Benzeno + Clorofórmio + Metanol, que diferiram em média de 16% em relação ao agrupamento contendo a testemunha e as frações Hexano, Benzeno, Clorofórmio, Metanol, Hexano+Benzeno, Benzeno+Clorofórmio, Benzeno+Metanol, Clorofórmio+Metanol, Hexano+Benzeno+Clorofórmio+Metanol.

A interação entre pode estar relacionadas ao efeito alelopático mais evidentes das misturas, do que quando utilizadas de forma isolada, de forma que, como pôde ser observado, as frações isoladas não diferiram do tratamento controle.

O agrupamento contendo as frações Hexano, Benzeno, e as misturas Hexano+Benzeno e Hexano+Benzeno+Clorofórmio, não influenciaram estatisticamente no comprimento do hipocótilo em relação a testemunha, o que permite considerar que não apenas a presença de substâncias com diferentes polaridades são responsáveis pelo efeito alelopático, mas a interação entre elas.

Em relação ao comprimento da raiz primária, quando as sementes foram submetidas à fração metanol, e às frações compostas pelo agrupamento, Clorofórmio, Benzeno+Clorofórmio, e Benzeno+Metanol, estimularam em média de 68% e 51%, respectivamente, o comprimento da variável, em relação ao agrupamento contendo a testemunha, e as frações Hexano+Benzeno, Hexano+Metanol, Hexano+Clorofórmio, Clorofórmio+Metanol, Hexano+Benzeno+Clorofórmio, Hexano+Benzeno+Metanol, Benzeno+Clorofórmio+Metanol, Hexano+Benzeno+Clorofórmio+Metanol.

As substâncias presentes nas frações podem ter estimulado o desenvolvimento por meio de alterações em rotas metabólicas ou alterações na divisão celular, como relatado po Santos et al. (2017). Para Souza Filho et al. (2010) existem inúmeras possibilidades quando há interação de substâncias.

Al-Snafi (2017) relatam a presença terpenoides, entre outras substâncias, após análise fitoquímica de *D. lab lab*. Terpenos são substâncias de caráter apolar (SANTOS et al., 2011), e possivelmente se encontram presentes na fração metanol do extrato de *D. lab lab*, que quando avaliado de maneira isolada, causou estímulo no comprimento da raiz primária de *B. pilosa*. Entretanto, quando associada as frações de maior polaridade, os resultados que foram estatisticamente iguais a

testemunha.

Khaliq et al. (2012), ao observarem a relação entre os fenóis solúveis totais e o teor total de clorofila em plantas de cavalo beldroega tratado com extratos de palha de trigo, observaram redução no teor de clorofila de forma proporcional ao aumento de fenóis. Conforme o que foi relatado por Carmo et al. (2007), reduzir o teor de clorofila interfere na captação de energia luminosa, o que tem ação inibitória sobre o metabolismo das plantas, como crescimento, multiplicação e manutenção de células.

Para o extrato aquoso de *D. lab lab* + *P. Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, a análise de variância apresentada na Tabela 27, indica diferença estatística para todas as variáveis.

Na Tabela 28, observa-se que a porcentagem de germinação foi mais afetada pelo agrupamento contendo as frações Clorofórmio, Metanol e pela mistura Hexano + Benzeno + Metanol, que causaram média de 47% de redução em relação ao agrupamento da testemunha, composta pelas frações Hexano, Hexano+Benzeno, Hexano+Metanol, Hexano+Clorofórmio, Benzeno+Clorofórmio, Benzeno+Metanol, Clorofórmio+Metanol e Hexano+Benzeno+Clorofórmio+Metanol.

As substâncias presentes nos extratos aquosos podem afetar a atividade de enzimas. Suda et al. (2003) relatam que a atividades de endo- β -mananase e β -manosidase são mais elevadas na pré-emergência e podem estar envolvidas no processo de germinação. Já Castagnara et al. (2012) observaram redução da enzima peroxidase após a aplicação de extratos aquosos de aveia, feijão gandu, azévem e braquiária em sementes de pepino.

Para o índice de velocidade de germinação, destacou-se o agrupamento composto pelas frações Clorofórmio, Metanol, e as misturas Hexano+Benzeno+Clorofórmio, Hexano+Benzeno+Metanol, Benzeno+Clorofórmio+Metanol, Hexano+Benzeno+Clorofórmio+Metanol, que reduziu em 40% o índice de velocidade de germinação em relação ao agrupamento compostos pela testemunha, e pelas frações Hexano, Benzeno, Clorofórmio, Hexano+Benzeno, Hexano+Metanol, Hexano+Clorofórmio, Benzeno+Metanol e Clorofórmio+Metanol.

Quanto ao comprimento do hipocótilo, destacou-se o agrupamento composto pelas frações Benzeno, Metanol, Benzeno+Clorofórmio, Benzeno+Etanol,

Clorofórmio+Metanol e Hexano+Benzeno+Metanol, com média de 31% de redução nesta variável em relação ao agrupamento composto pela testemunha e pelas frações Hexano+Benzeno, Hexano+Metanol, Hexano+Clorofórmio, Benzeno+Clorofórmio, Benzeno+Metanol, e Hexano+Benzeno+Metanol.

A raiz primária foi estimulada quando as sementes foram submetidas as frações compostas pelo agrupamento Metanol, Clorofórmio+Metanol, Hexano+Benzeno+Metanol, Benzeno+Clorofórmio+Metanol e Hexano+Benzeno+Clorofórmio+Metanol com média de 43% de estímulo em relação ao agrupamento contendo a testemunha, e as frações Hexano, Benzeno, Clorofórmio, Hexano+Benzeno, Hexano+Metanol, Hexano+Clorofórmio, Benzeno+Clorofórmio e Hexano+Benzeno+Metanol.

Mas também houve efeito de supressão da raiz primária, proporcionado pela mistura das frações Benzeno + Metanol, que inibiram o desenvolvimento da raiz primária em 97%. Quando isoladas, a fração Benzeno permaneceu no mesmo agrupamento da testemunha, já a fração Metanol, permaneceu no grupo em que causou estímulo desta variável. Assim, a interação destas frações proporcionou efeito potencializado de supressão da raiz primária.

A biomassa seca por plântula de *B. pilosa* foi reduzida quando se utilizou a fração benzeno e a mistura das frações Benzeno + Metanol, com média de 61% de redução na biomassa, com diferença do agrupamento composto pela testemunha e pelas frações hexano+benzeno, hexano+metanol, hexano+clorofórmio e clorofórmio+metanol, benzeno+clorofórmio+metanol, hexano+benzeno+clorofórmio+metanol.

Determinar substâncias com potencial de supressão de plantas daninhas, além de possibilitar o uso de extratos vegetais como medida alternativa de controle pode resultar no desenvolvimento de novos herbicidas com outros mecanismos de ação, como o que foi obtido com o que ocorreu com mesotriona, herbicida derivado de estudos realizados com a planta *Callistemon citrinus* (MITCHELL et al., 2001).

Tabela 24 - Quadrados médios da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária, e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab*+ *Pachyrhizus* sp. + *Sorghum bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

Fatores de variação	Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento do hipocótilo (cm)	Comprimento da raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg. plântula ⁻¹)
TRAT	1006,44 **	104,43 **	0,41 **	0,40 **	0,11 **
Erro	110,12	10,10	0,06	0,04	0,03
Média geral	62,26	17,53	12,21	0,73	0,56
CV (%)	16,85	18,13	1,94	26,39	26,73
* e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. NS não significativo					

Tabela 25 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz primária e biomassa seca por plântula de *Bidens pilosa* submetidas a frações do extrato aquoso de *Dolichos lab lab*+ *Pachyrhizus* sp. + *Sorghum bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

Tratamentos	Germinação (%)	Índice de Velocidade Germinação	Comprimento do Hipocótilo (cm)	Comprimento da Raiz primária (cm)	Biomassa seca (mg plântula ⁻¹)
Testemunha	78,00 A	22,14 B	2,33 A	0,71 B	0,68 A
Fração Hexano	70,75 A	19,77 B	1,97 B	0,52 B	0,48 B
Fração Benzeno	56,00 B	18,29 B	1,65 C	0,67 B	0,28 C
Fração Clorofórmio	44,00 C	11,54 C	1,88 B	0,56 B	0,47 B
Fração Metanol	33,25 C	9,50 C	1,52 C	1,17 A	0,55 B
Fração Hexano+Benzeno	64,00 A	21,13 B	2,14 A	0,67 B	0,79 A
Fração Hexano + Metanol	73,25 A	18,23 B	2,22 A	0,68 B	0,70 A
Fração Hexano + Clorofórmio	85,25 A	21,84 B	2,48 A	0,58 B	0,70 A
Fração Benzeno + Clorofórmio	74,75 A	26,86 A	1,43 C	0,63 B	0,46 B
Fração Benzeno + Metanol	66,75 A	21,81 B	1,66 C	0,02 C	0,25 C
Fração Clorofórmio + Metanol	81,25 A	20,05 B	1,92 B	1,01 A	0,60 A
Fração Hexano + Benzeno + Clorofórmio	52,00 B	11,88 C	1,81 B	0,87 A	0,51 B
Fração Hexano + Benzeno + Metanol	38,75 C	11,75 C	1,68 C	0,56 B	0,49 B
Fração Benzeno + Clorofórmio + Metanol	50,75 B	12,39 C	2,36 A	1,08 A	0,71 A
Fração Hexano + Benzeno + Clorofórmio + Metanol	65,25 A	15,77 C	1,99 B	1,31 A	0,74 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A espécie vegetal *Pachyrhizus* sp. apresenta, dentre outras, a molécula específica rotenona, e já se tem relatos sobre a toxicidade desta substância às plantas (LAUTIE et al., 2013, OOTANI et al., 2013). A espécie apresentou resultados satisfatórios de efeito alelopático negativo nos ensaios realizados, tanto quando utilizada de maneira isolada, como em mistura.

Por ser de característica apolar (MARANGONI; BOLZAN, LIVIA, 2014), quando avaliado a mistura *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp.+*S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, em sua fração metanólica, que permite a extração de compostos apolares, pode ser existente a presença de rotenona. Da mesma forma como a presença da substância sorgolene em plantas de *S. bicolor*, também de característica apolar (DAYAN et al., 2009).

Desta forma, tendo em vista que as frações de características polares (Hexano, Benzeno e Clorofórmio) apresentaram efeito alelopático menor que a fração Metanol, possivelmente a presença destas moléculas esteja relacionada ao efeito alelopático.

Leuner et al. (2013) também observaram efeito fitotóxico do extrato metanólico de *Pachyrhizus* sp., porém, em células cancerígenas. Entretanto, considerando os resultados obtidos, o extrato metanólico apresenta-se ideal para estudos das substâncias presentes nas espécies vegetais *S. bicolor* e *Pachyrhizus* sp.

Porém, ressalta-se que como observado nas avaliações com as frações de diferentes polaridades, o efeito alelopático não é oriundo de uma substância específica, mas de várias substâncias que atuam de maneira conjunta.

5 CONCLUSÕES

Existe efeito alelopático dos extratos de *S. bicolor*, *D. lab lab*, e *Pachyrhizus* sp. isolados ou em mistura, sobre a germinação e desenvolvimento das plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla*, e *D. insularis*.

O efeito alelopático dos extratos de *S. bicolor*, *D. lab lab*, e *Pachyrhizus* sp., isolados ou em mistura, pode ser tanto de estímulo quanto de inibição, sendo o efeito dependente do modo de preparo dos extratos aquosos e da espécie alvo.

A germinação e o desenvolvimento inicial das plantas daninhas *B. pilosa*, *E. heterophylla*, e *D. insularis* foram afetadas de maneira mais significativa pela mistura *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, principalmente quando preparada com material vegetal liofilizado e submetida a banho-maria.

Em aplicações em pós-emergência, para *B. pilosa*, destacou-se o extrato preparado com a mistura de *D. lab lab* + *Pachyrhizus* sp., preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria. Já para *E. heterophylla* e *D. insularis*, destacou-se extrato preparado com a mistura de *Pachyrhizus* sp. + *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria.

As frações do extrato aquosos de *D. lab lab*, preparado com material vegetal seco e da mistura *D. lab lab*+ *Pachyrhizus* sp.+ *S. bicolor*, preparado com material vegetal liofilizado e submetido a banho-maria, demonstram que o efeito alelopático não ocorre devido a uma substância, mas da interação entre elas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. O.; MATOS, C. C.; SILVA, D. V.; BRAGA, R. R.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 6, p. 524-530, 2015. doi: 10.1590/0034-737X201562060003.
- AL-SNAFI, A. E. The pharmacology and medical importance of *Dolichos lablab* (Lablab purpureus)- A review. **IOSR Journal Of Pharmacy**, Novi Sad, v. 7, n. 2, p. 22-30, fev. 2017. doi: 10.9790/3013-0702012230.
- ALVES, L.L.; OLIVEIRA, P.V.A.; FRANÇA, S.C.; ALVES, P.L.C.; PEREIRA, P.S. Atividade alelopática de extratos aquosos de plantas medicinais na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.3, p.328-336, 2011.
- ARIF. M.; CHEEMA, Z. A.; KHALIQ, A.; HASSAN, A. Organic Weed Management in Wheat through Allelopathy. **International journal of agriculture & biology**, Novi Sad, v. 17, n. 1, p. 127-134, 2015.
- BECKIE, H. J.; REBOUD, X. Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. **Weed Technology**, Washington, v. 23, n. 3, p. 363-370, 2009.
- BORELLA, J.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T.; AMARANTE, L.; MORAES, D. M.; VILLELA, F. A. Respostas na germinação e no crescimento inicial de rabanete sob ação de extrato aquoso de *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.26, n. 2, p.415-420, 2012.
- BORELLA, J.; WANDSCHEER, A. C. D.; BONATTI, L. C.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 260-265, 2009.
- BRAINE, J. W.; AGUIAR, A. C.; BEDNARZUK, M. H.; WACHOWICZ, M. Germinação de sementes de alface na presença de acículas de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 32, n. 33, p. 67-72, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/Assessoria de Comunicação Social. 399 p.
- BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTATIN, J.; DAN, H. A.; NETO, A. M. O.; SANTOS, G.; CONSTATIN, A. C.; TAKANO, H. K. Herbicidas alternativos no controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores de ALS na cultura do algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 10, n.2, p.74-85, 2011.
- CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M.; COLLIER, L. S.; SELEGUINI, A. Plantas de cobertura do solo em área de videira rústica cultivada no cerrado goiano. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.58, n.2, p. 184-191, 2015. doi: 10.4322/rca.1793.

CARDOSO, G. D.; ALVEZ, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CARMO, D. A.; CARMO, A. P. B.; PIRES, J. M. B.; OLIVEIRA, J. L. M. Comportamento ambiental e toxicidade dos herbicidas atrazina e simazina. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, n.1, p. 133-143, 2013. doi: 10.4136/ambi-agua.1073.

CARMO, F.M.S., BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CARVALHO, L. B.; ALVEZ, P. L. C. A.; Physiological measurements of coffee young plants coexisting with sourgrass. **Communications in Plant Sciences**, Jaboticabal, v. 2, n. 1, p. 5-8, 2012.

CARVALHO, L. B.; CRUZ-HIPOLITO, H.; GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; ALVES, P. L. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; PRADO, R. Detection of Sourgrass (*Digitaria insularis*) Biotypes Resistant to Glyphosate in Brazil. **Weed Science**, Washington, v. 59, n. 2, p. 171-176, 2011.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ABBADE NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 1-11, 2011.

CASTAGNARA, D. D.; MAINERZ, C. C.; MULLER, S. F.; SCHMIDT, M. A. H.; PORTZ, T. M.; OBICI, L. V.; GUIMARÃES, V. F.; Efeito alelopático de aveia, feijão, guandu, azévem e braquiária na germinação de sementes e atividade enzimática do pepino. **Ensaios e Ciência: Ciências Bioógicas, Agrárias e da Saúde**, Londrina, v. 2, n.1, p.5-8, 2012.

CAVALCANTE, V. S.; BARBOZA, J. T. V.; COSTA, L. C.; SANTOS, V. R.; SANTOS, M. J. N. Produção de adubos verdes e a utilização dos resíduos no cultivo da cebolinha. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 24-31, 2015.

CECHINEL FILHO, V. C.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 1, p.99-105, 1998.

CHEMMA, Z. A.; ASIM, M.; KHALIQ, A. Sorghum Allelopathy for Weed Control in Cotton (*Gossypium arboreum* L.). **International journal of agriculture & biology**, Novi Sad, v. 2, n. 1, p. 37-40, 2000.

CHEMMA, Z. A.; KHALIQ, A. Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Pakistan, v.79, s.n, p. 105-112, 2000.

CORREIA, N. M. C.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.498-503, 2005.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2008. 442 p.

CURY, J. P.; SANTOS, J. B.; SILVA, E. B.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F. P.; VALADÃO SILVA, D.; BYRRO, E. C. M. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 79-88, 2013.

DAYAN, F. E.; HOWELL, J.; WEIDENHAMER, J. D. Dynamic root exudation of sorgoleone and its in planta mechanism of action. **Journal of Experimental Botany**, Novi Sad, v. 60, n. 7, p. 2107-2117, 2009.

ESTRELA-PARRA, E. A.; VERJAN, J. C. G.; CÉSPEDES, C. L.; ALARCON, J.; CANO-SANTANA, Z.; REYES-GARCIA, A.; CERBÓN-CERVANTES, M. A.; REYES-CHILPA, R. Volatile organic compounds from *Pachyrhizus* sp. ferrugineus and *Pachyrhizus* sp. (Fabaceae) leaves. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v.15, n. 3, p. 175 – 181, 2016.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, 2004, 233p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: **Sistemas de análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2011.

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. C.; BRAGA, R. R.; MELO, C. A. D.; SILVA, D. V.; BARBOSA, E. A.; SANTOS. Crescimento inicial de mandioca 'IAC-12' em convivência com picão-preto e braquiária. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 3/4, p. 424-432, 2015.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 41, n. 3, p. 463-467, 2010.

GANTOLI, G.; AYALA, V. R.; GERHARDS, R. Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn. **Weed Technology**, Washington, v. 27, n.1, p.63-71, 2013.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J., BRAZ, G. B. P.; CAMPOS JUMES, T. M.; GHENO, E. A.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M. Strategies to control of sourgrass (*Digitaria insularis*) glyphosate resistant in the out-of-season corn crop. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 162-170, 2013.

HOFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004

IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L.; HEIDEN, G.; STEIN, V. C.; ROCHA, B. H. G. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n.1, p.79-82, 2006.

KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; ASLAM, F.; MUSHTAQ, M. N.; KHAN, M. B. Toxic action of aqueous wheat straw extract on horse purslane. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 269-278, 2012.

LAGE, P.; JÚNIOR, A. S.; GUSTAVO, E. A. F.; PEREIRA, A. M. P.; SILVA, E. B. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 61-68, 2017.

LAUTIÉ, E.; ROZET, E.; HUBERT, P.; VANDELAER, N.; BILLARD, F.; ZUMFELDE, T.; GRÜNEBERG, W. J.; QUETIN-LECLERCQ, J. Fast method for the simultaneous quantification of toxic polyphenols applied to the selection of genotypes of yam bean (*Pachyrhizus* sp.) seeds. **Talanata**, Seattle, v. 117, s.n, p. 94-101, 2013.

LEÃO, M. F. M.; DUARTE, J. A.; SCHIMITT, E. G.; QUINTANA, L. D.; ZAMBRANO, L. A. B.; ROCHA, M. B.; ZURAVSKI, L.; OLIVEIRA, L. F. S.; MACHADO, M. M. avaliação da eficiência de extração dos polifenóis de amostras de chá através de métodos domésticos. **Eletronic Journal of Pharmacy**, Goiania, v. 13, n. 2, p. 82-88, 2016.

LESSA, B. F. T.; SILVA, M. L. S. S.; BARRETO, J. H. B.; OLIVEIRA, A. B. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de *Amburana cearensis* e *Plectranthus barbatus* na germinação de *Amaranthus deflexus*. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 40, n. 1, p. 79-86, 2017.

LEUNER, O.; HAVLIK, J.; BUDESINSKY, M.; VRKOSLAV, V.; CHU, J.; BRADSHAW, T. D.; HUMMELOVA, J.; MIKSATKOVA, P.; LAPCIK, O.; VALTEROVA, I.; KOKOSKA, L. Cytotoxic Constituents of *Pachyrhizus* sp. *Pachyrhizus* sp. from Peruvian Amazon. **Natural Product Communications**, Westerville, v. 8, n. 10, 2013.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 409-413, 2008.

LOUSADA, L. L.; LEMOS, G. C. S.; FREITAS, S. P.; DAHER, R. F.; ESTEVES, B. S. Bioatividade de extratos hidroalcoólicos de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Sobre picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.14, n.2, p.282-286, 2012.

MACHADO, A. B.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; PATEL, F.; CIESLIK, L. F.; DEBASTIANI, F. Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois

períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 41-48, 2015.

MAGIERO, E. C.; ASMANN, J. M.; MARCHESE, 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.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Paulínia, v. 11, n. 3, p. 317-324, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Novi Sad, v. 2, n. 1, p.176-177, 1962.

MARANGONI, A.; BOLZAN, A.; LIVIA, M. A. Extração de rotenona com fluido em estado supercrítico de *Derris elliptica* e *Tephrosia candida* em escala industrial. In: COBEQ: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20, 2014, Florianópolis. **Anais do COBEQ**. Florianópolis, 2014.

MARQUES, E. C.; COSTA, S. R. R. Estudo da liofilização pela engenharia de produto no processamento industrial de alimentos. **Acta Tecnológica**, Maranhão, v. 10, n. 1, p. 44-52, 2015.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

MELLONI, R.; BELLEZE, G.; PINTO, A. M. S.; DIAS, L. B. P.; SILVE, E. M.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; ALCÂNTARA, E. N. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. p. 66-75, 2013.

MENDONÇA, G. S.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; COSTA, N. V. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* ((L.) Fedde). **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 45, n. 4, p. 823-832, 2014.

MITCHELL, G.; BARTLETT, D. W.; FRASER, T. E. M.; HAWKES, T. R.; HOLT, D. C.; TOWNSON, J. K.; WICHERT, R. A. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. **Pest Management Science**, London, v. 57, p. 120-128, 2011.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.1, p. 85-95, 2009.

MOREIRA, G. M.; OLIVEIRA, R. M.; BARRELLA, T. P.; FONTANÉTTI, A.; SANTOS, R. H. S.; FERREIRA, F.A. Fitossociologia de plantas daninhas do cafezal consorciado com leguminosas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 329-340, 2013.

NASCIMENTO, M. R.; JAEGGI, M. E. P. C.; SALUCI, J. C. G.; GUIDNELLE, R. B.; PEREIRA, I. M.; ZACARIAS, A. J.; RODRIGUES, R. R.; SILVA, S. F.; SOUZA, M. N. Efeito da adubação verde na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Univap**, São

Paulo, v. 22, n. 40, p. 698, 2016.

NOBRE, D. A. C.; MENDES, R. B.; PORTO, B. B. A.; AZEVEDO, D. M. Q.; BRANDÃO JUNIOR, D. S. Bioatividade de extratos aquosos de plantas medicinais em sementes de feijão-fava. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n. 2, p. 467-472, 2014. doi: 10.1590/1983-084X/13_021.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREIRA, K. C. L.; MULLER, J. A. I.; MATIAS, R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2014.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B.; CAJAZEIRA, J. P. Use of Essential Oils in Agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, n. 2, p. 162-174, 2013.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; FILHO, I. A. P.; OLIVEIRA Jr, R. S.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática da leucina. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n.1, p.61-65, 2001.

PITELLI, R. A. O termo Planta-Daninha. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 1-2, 2015.

SANTOS, F.; SILVA, M. A. P.; CARLITO, A.; BEZERRA, J. W. A.; ALENCAR, S. R.; BARBOSA, E. A. Atividades biológicas de *Miconia* spp. Ruiz & Pavon (*Melastoma taceae* Juss.). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 1, p. 157-170, 2017.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 29, número especial p. 1159-1171, 2011.

SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O.; SOUZA FILHO, A. P. S. Potencial alelopático e identificação de compostos secundários em extratos de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) utilizando eletroforese capilar. **Eclética química**, Araraquara, v. 36, n. 2, p. 51-68, 2011.

SILVA, A. L. K.; SILVA, K. G.; PAULERT, R.; ZONETTI, P. C.; ALBRECHT, L. P. Germinação e crescimento inicial de plântulas de *Euphorbia heterophylla* L. E *Glycine max* L. Merrill na presença de extratos foliares de *Salvia officinalis* L. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.8, n.2, p. 291-301, 2015. doi: 10.17765/2176-9168.2015v8n2p291-301.

SILVA, E. A. S.; LÔBO, L. T.; SILVA, G. A.; SOUZA FILHO, A. P.; SILVA, M. N.; ARRUDA, A. C.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S.; ARRUDA, M. S. P. Flavonoids from leaves of *Derris urucu*: assessment of potential effects on seed germination and development of weeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 85, n.3, p.881-889, 2013.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – cultivar caiapó. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 373-379, 2009.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 472-477, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBPCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBPD, 1995. 42 p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA, E.; ZAMPAR, R. Potencial alelopático de espécies vegetais exóticas do parque estadual lago azul, Campo Mourão-PR. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 11, n. 2, p. 61-70, 2016.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Efeito estimulante do óleo essencial de eucalipto na germinação e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SUDA, C. N. K.; BUCKERIDGE, M. S.; GIOGINI, J. F. Cell wall hydrolases in the seeds of *Euphorbia heterophylla* L. during germination and early seedling development. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 15, n. 3, p.135-143, 2003.

TUR, C. M.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Efeito alelopático de extratos aquosos foliares de *Lonchocarpus campestris* na germinação e no crescimento inicial de picão-preto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 277-281, out./dez., 2012. doi: 10.4322/rca.2012.076.

VENCILL, W. K.; NICHOLS, R. L.; WEBSTER, T. M.; SOTERES, J. K.; MALLORY-SMITH, C.; BURGOS, N. R.; JOHNSON, W. G.; MCCLELLAND, M. R. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, Washington, v. 60, n. 2, p. 2-30, 2012.