

# **II SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA**

## **REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

### **INTERFERÊNCIA ALELOPÁTICA DE SOJA SOBRE A GERMINAÇÃO DE *CARTHAMUS TINCTORIUS*<sup>1</sup>**

Andressa Caroline Neves<sup>2</sup>, Edward Seabra Júnior<sup>3</sup>, Daniel Marcos Dal Pozzo<sup>3</sup>,  
Rodolfo de Andrade Schaffner<sup>2</sup>, Fernanda Bernardo Cripa<sup>2</sup>,  
Reginaldo Ferreira Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Apresentado no 2º Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura: 30/11/2017-UNIOESTE, *Campus* Cascavel.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná - UFPR setor Palotina. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. Palotina - PR. [seabra.edward@gmail.com](mailto:seabra.edward@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, DAPRO - Departamento Acadêmico de Produção e Administração - Medianeira - PR.

<sup>4</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, PPGEA - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - Nível Mestrado, Cascavel-PR.

**Resumo:** A busca por novas alternativas para cultura temporária de safrinha é de fundamental importância. Com isso o cártamo é uma alternativa viável, ao qual apresenta grande potencial para extração de óleo, utilizado para produção de biodiesel. Em função disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência de extrato de soja, que possam ficar sobre o solo na rotação de cultura com o cártamo, avaliando a influência sobre a germinação e crescimento inicial de plantas de cártamo. O delineamento foi inteiramente casualizado constituído de 5 tratamentos com concentrações diferentes (0, 25, 50, 75 e 100%) de extrato de soja, com 4 repetições cada. Foram monitorados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação (%); massa fresca da parte aérea e parte radicular (cm); massa seca da parte aérea e parte radicular (cm), comprimento de parte aérea e parte radicular (cm) e diâmetro de caule (mm). Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados não mostraram influência negativa dos aleloquímicos presentes no extrato de soja na germinação e crescimento inicial do cártamo, podendo ser uma alternativa viável de cultura temporária de safrinha.

**Palavras-chave:** consórcio, aleloquímicos, *Glycine max*, crescimento inicial.

### Soybean allelopathic interference on the germination of *Carthamus tinctorius*

**Abstract:** The search for new alternatives for temporary off-season culture is of fundamental importance. The safflower is a viable alternative, which presents great potential for oil extraction, used for production of biodiesel. Because of this, the goal since work is to evaluate the interference of soy extract, which may be on the ground in crop rotation with the safflower, evaluating the effect on the germination and initial growth of safflower plants. The experimental design was completely randomized design composed of 5 treatments with different concentrations (0, 25, 50, 75 and 100%) of soy extract, with 4 repetitions each. The following parameters were monitored: germination percentage (%); fresh pasta from the shoot and root part (cm); dry mass of shoot and root part (cm), length of shoot and root part (cm) and stem diameter (mm). The data were subjected to analysis of variance ANOVA and average comparison performed by the Tukey test at 5% of significance. The results showed no negative influence of allelochemicals present in soy extract on the germination and growth of safflower and can be home a viable alternative temporary off-season culture.

**Key words:** consortium, allelochemicals, *Glycine max*, initial growth.

### Introdução

A oportunidade de uso de espécies como canola, crambe, nabo forrageiro e cárтamo para fomentar o sucesso do Plano Nacional do Biodiesel e garantir a demanda de óleo para a indústria, demanda pesquisas a respeito da possibilidade de cultivar estas espécies na lavoura após o cultivo da soja devido ao comportamento de possíveis aleloquímicos presentes no solo, ou ainda, aleloquímicos provenientes de culturas próximas. Neste sentido, a sucessão a estas espécies, que pode apresentar um potencial para compor um sistema de rotação, que seja ao mesmo tempo rentável e sustentável (PEDROSO, 2011).

De acordo com a nova legislação, Portaria nº 193 de 06 de outubro 2015 da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (Adapar), órgão ligado à Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento (Seab), o plantio de soja em época de safrinha foi proibido a partir da temporada 2016/2017.

Com isso, a busca por novas alternativas para cultura temporária de safrinha é de fundamental importância. Diante disso, o cárтamo é uma alternativa viável, ao qual apresenta grande potencial para extração de óleo, utilizado para produção de biodiesel, e melhorando a renda do produtor, contribuindo também para o estabelecimento de rotação de cultura com a soja e milho semeado no verão.

A cultura de cártamo (*Carthamus tinctorius*), também conhecido como açafrão bastardo é pertencente à família das Asteraceae, que possui brácteas incólucras externas verdes e receptáculo floral com escamas densas. É de origem asiática, sendo utilizada desde a antiguidade para tingimento de tecidos, ao qual se é extraído um corante vermelho.

O cártamo é uma oleaginosa, de ciclo outono/inverno anual, de aproximadamente 140 dias e possui um alto valor agregado, devido a versatilidade de propriedades (ABUD et al., 2010). Por ser de originaria de desertos, é uma cultura rustica, com alta resistência a secas e adapta-se a baixas umidades relativas do ar. Permitindo ser utilizadas em sistemas de consorcio, rotação ou plantio direto, sendo com espécies de verão ou inverno (INTA, 2008; RURAL, 2013; BONAMIGO, et al., 2013).

As sementes de cártamo apresentam um teor de óleo entre 30 e 45% são de excelente qualidade tanto para consumo humano como para uso industrial, a torta das sementes possui cerca de 40% de proteína e é muito usada na alimentação de ruminantes (PEDROSO, 2011).

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil é uma planta herbácea, incluída na classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Leguminosae. É uma planta com grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo como no reprodutivo. Há grande diversidade de ciclo. De modo geral, os cultivares brasileiros têm ciclos entre 100 e 160 dias. A estatura ideal está entre 60 a 110 cm, o que, em lavouras comerciais, pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento. As sementes de soja apresentam teor de óleo de cerca de 18% (CISOJA, 2015; EMBRAPA SOJA, 2015).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Na safra 2014/2015, a cultura ocupou uma área de 31,57 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,07 milhões de toneladas (EMBRAPA SOJA, 2015).

A alelopatia é um mecanismo ao quais algumas plantas, algas, bactérias ou fungos interferem em organismos próximos, comprometendo de forma benéfica ou maléfica o desenvolvimento das mesmas, e ainda, o sistema biológico. Tais comprometimentos ocorrem devido à liberação de substâncias químicas (aleloquímicos) provenientes do metabolismo secundário. Muitas vezes, estes aleloquímico tipicamente interferem no crescimento das plantas, mas também podem resultar na estimulação de crescimento (IAS, 2015; BONAMIGO et al., 2013).

Esses aleloquímicos podem ser liberados no meio ambiente por: volatilização, lixiviação; exsudação radicular e decomposição de resíduos vegetais. Quando essa liberação está associada a decomposição de resíduos vegetais, pode ocorrer pela lixiviação de substâncias presentes nos resíduos, pelo rompimento de tecidos ou células durante o processo de

decomposição, ou ainda pela produção de substâncias que os próprios microrganismos responsáveis pela decomposição geram. Em alguns casos os aleloquímicos decorrentes da decomposição são mais tóxicos do que o produto original (PIRES e OLIVEIRA, 2011).

Na atualidade a alelopatia tem sido objeto de vários estudos e pesquisas, como em: Silva et al. (2011), que avaliou o potencial alelopático na camelina e o efeito em plântulas de soja e picão-preto; Lousada et al. (2012), analisou a bioatividade de extrato de capim-limão sobre a germinação e crescimento inicial de picão-preto e alface; Carvalho et al. (2012), verificou o efeito alelopático de espécies utilizadas como plantas de cobertura sobre a cultura do feijoeiro comum; Oliveira et al. (2012), avaliou o potencial alelopático de diversos órgãos de jucá (*Caesalpinea ferrea*) sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de alface.

Em função disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência de extrato de soja, que possam ficar sobre o solo na rotação de cultura com o cártamo, avaliando a influência sobre a germinação e crescimento inicial de plantas de cártamo.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Palotina/PR. O solo utilizado foi coletado em uma propriedade rural na cidade de Palotina/PR, retirado de um perfil de solo classificado como Solo de Tipo 3, sendo de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Para obtenção do extrato das folhas de soja, foram utilizados 200g do material em 800 mL de água, triturados em liquidificador e filtrado com auxílio de uma peneira de 1 $\mu$ m, o extrato foi acondicionado em frascos âmbar na geladeira até a aplicação. As folhas de soja (*Glycine max*) foram coletadas em uma plantação localizada na UFPR – setor Palotina/PR. As sementes de cártamo (*C. trinctorius L.*), genótipo IMA-2232, foram cedidas pela UNIOESTE. O cártamo foi semeado em abril de 2016, sendo colocadas 10 sementes por vaso, com profundidade de  $\pm$  2cm. Após a semeadura foi realizado aplicação do extrato (em diferentes concentrações), sendo realizada aplicação do extrato uma vez por semana, com duração do experimento de 31 dias.

O experimento foi um delineamento completamente casualizado, constituído de 5 tratamentos com concentrações de extrato de soja (0, 25, 50, 75 e 100%), com quatro repetições cada, totalizando 20 vasos de 8 litros.

A avaliação do efeito alelopático de extrato de soja na cultura de cártamo, foi realizado após 31 dias do plantio, e foram monitorados os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação (%); massa fresca da parte aérea e parte radicular (g); massa seca da parte aérea e

parte radicular (g), comprimento de parte aérea e parte radicular (mm) e diâmetro de caule (mm). Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A porcentagem de germinação foi determinada pela Equação 1.

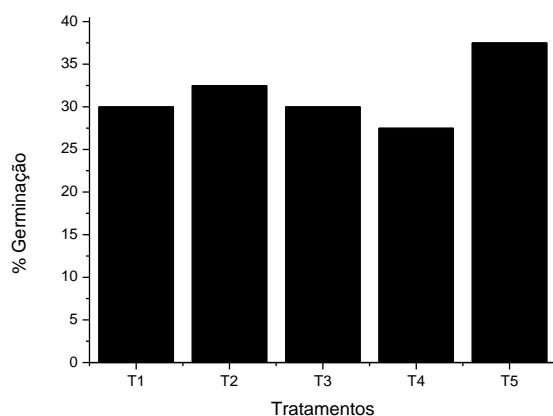
$$G (\%) = \frac{\text{nº de sementes germinadas}}{\text{total de sementes}} \times 100 \quad (1)$$

## Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentadas as porcentagens de germinação, onde o tratamento T5 (100% de extrato) foi o que apresentou maior taxa de germinação, com 37,5%. É possível perceber que uma maior concentração de extrato aumentou na porcentagem de germinação, não ocorrendo inibição alelopática. Porém ao realizar a análise de variância (ANOVA) foi possível perceber que não houve diferença estatística entre os tratamentos, podendo-se isto ser comprovado pelo p-valor, que foi superior a 0,05, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise de variância (ANOVA) da porcentagem de germinação.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	280	4	70	1,5	<b>0,2520</b>	3,06
Dentro dos grupos	700	15	46,67			
Total	980	19				



**Figura 1.** Porcentagem de sementes germinadas nos diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75, 100%).

Para o comprimento de parte aérea o tratamento que teve maior valor foi o T4, com 54,13 mm e para comprimento de parte radicular o tratamento T5, com 72,71 mm, conforme demonstrado na Figura 2. Os menores valores obtidos de parte aérea e parte radicular foi do T3.

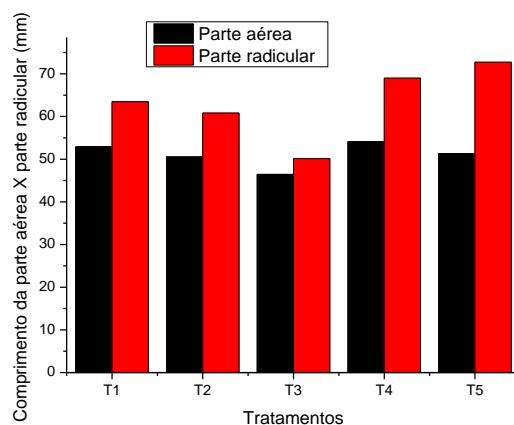
Na análise de variância do comprimento aéreo e radicular, ambos os p-valor foram maiores que 0,05 (Tabela 2 e 3), com isso não houve diferença estatística entre os tratamentos.

**Tabela 2** Análise de Variância (ANOVA) do comprimento da parte aérea.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2814996	4	703748,9	1,026614	<b>0,425399</b>	3,055568
Dentro dos grupos	10282572	15	685504,8			
Total	13097567	19				

**Tabela 3** Análise de Variância (ANOVA) do comprimento da parte radicular.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1286,498	4	321,6245	2,058829	<b>0,137354</b>	3,055568
Dentro dos grupos	2343,258	15	156,2172			
Total	3629,756	19				



**Figura 2.** Comprimento de parte aérea e parte radicular nos diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75, 100%).

Na Figura 3 esta representados os valores de massa fresca e massa seca da parte aérea. Onde o tratamento T5 foi o que apresentou maiores valores, de 1,5627g para massa fresca e 0,1267 de massa seca. E o menor valor de massa fresca e seca foi do T3.

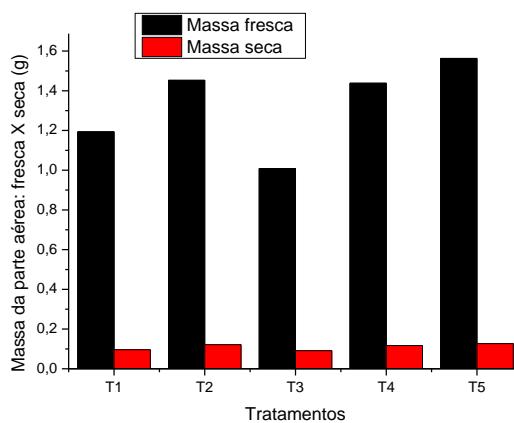
Ao realizar a análise de variância é possível indicar que não houve diferença estatística na massa fresca e massa seca da parte aérea. Conforme dados do p-valor das Tabela 5 e 6, que foram superiores que 0,05.

**Tabela 4.** Análise de Variância (ANOVA) da massa fresca da parte aérea.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1,363827	4	0,340957	1,113923	<b>0,386389</b>	3,055568
Dentro dos grupos	4,591296	15	0,306086			
Total	5,955123	19				

**Tabela 5.** Análise de Variância (ANOVA) da massa seca da parte aérea.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,004015	4	0,001004	0,69882	<b>0,604611</b>	3,055568
Dentro dos grupos	0,021544	15	0,001436			
Total	0,025559	19				

**Figura 3.** Massa da parte aérea: massa fresca e massa seca nos diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75, 100%).

Para a parte radicular o tratamento T5 foi o que apresentou maiores valores tanto na massa fresca quanto em massa seca, com valores respectivamente 0,4106 g e 0,0874 g (Figura 4).

Em relação ao p-valor, este foi menor que 0,05 (Tabela 6 e 7), comprovando que as médias dos tratamentos são estatisticamente diferentes, sendo então realizado o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância.

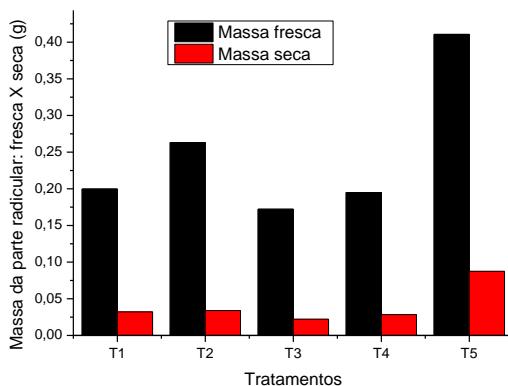
**Tabela 6.** Análise de Variância (ANOVA) da massa fresca da parte aérea

ANOVA
-------

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,146122	4	0,03653	7,669252	<b>0,001425</b>	3,055568
Dentro dos grupos	0,071448	15	0,004763			
Total	0,21757	19				

**Tabela 7.** Análise de Variância (ANOVA) da massa seca da parte aérea

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,011054	4	0,002764	17,88025	<b>0,000014</b>	3,055568
Dentro dos grupos	0,002318	15	0,000155			
Total	0,013373	19				

**Figura 4.** Massa da parte radicular: massa fresca e massa seca nos diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75, 100%).

Para massa fresca da parte radicular, o teste de Tukey mostra que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 são estatisticamente iguais, assim como os tratamento T2 e T5, sendo estatisticamente diferente os tratamentos T5 dos tratamentos T1, T3 e T4 (Tabela 8).

**Tabela 8.** Teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância para massa fresca da parte radicular

Tratamento	Média
T1	0.21125 <b>B</b>
T2	0.26305 <b>AB</b>
T3	0.17220 <b>B</b>
T4	0.19503 <b>B</b>
T5	0.41058 <b>A</b>

Na massa seca da parte radicular, é possível verificar no teste de Tukey que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 são estatisticamente iguais, sendo somente o T5 estatisticamente diferentes dos demais tratamentos (Tabela 9).

**Tabela 9.** Teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância para massa seca da parte radicular.

Tratamento	Média
T1	0.03448 <b>B</b>
T2	0.03388 <b>B</b>
T3	0.02208 <b>B</b>
T4	0.02838 <b>B</b>
T5	0.08740 <b>A</b>

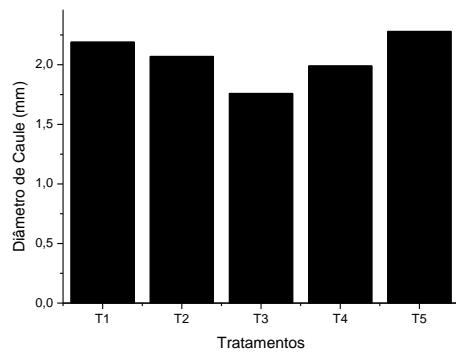
Com isso, o tratamento T5 (100% de extrato) apresentou efeito alelopático na parte radicular, aumentando a massa fresca e seca das raízes de cártamo. No trabalho de Singh (1998), ele analisou os efeitos da adubação nitrogenada, verificando que houve um aumento significativo no acúmulo de matéria seca por planta de cártamo. Segundo Andreotti *et al.* (2001) quanto maior a produção de massa seca maior é a produtividade.

Abbasieh *et al.* (2013), comparou diferentes doses de potássio na cultura de cártamo, verificando que uma maior dose de potássio aumenta a produção de matéria seca, tal dado também é contatado no trabalho de Abbadi, Gerendas e Sattelmacher (2008). Com isso pode-se correlacionar que o extrato de soja incrementou na matéria seca da parte radicular em plantas de cártamo, indicando concentração considerada de potássio.

Quando comparado o diâmetro de caule dos diferentes tratamentos, o maior valor obtido foi do T5 com 2,28 mm e menos valor para o T3 com 1,76 (Figura 5). Ao realizar a análise de variância (ANOVA) foi possível perceber que não houve diferença estatística entre os tratamentos, podendo ser comprovado pelo p-Valor, que foi superior a 0,05, indicando médias estatisticamente iguais (Tabela 10).

**Tabela 10.** Análise de Variância (ANOVA) do diâmetro de caule.

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,642601	4	0,16065	2,373517	<b>0,098759</b>	3,055568
Dentro dos grupos	1,015266	15	0,067684			
Total	1,657867	19				



**Figura 5.** Diâmetro de caule nos diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75, 100%).

### Conclusões

Em relação as variáveis analisadas, a maioria não apresentou diferença estatística, não apresentando efeito alelopático das doses aplicadas em relação ao tratamento controle. Todavia houve diferença estatisticamente em relação a massa fresca e massa seca da parte radicular, onde foi observada influência estimulante.

Com isso pode-se concluir que a cultura de cártamo pode ser utilizada como uma alternativa temporária em épocas de safrinha, onde as diferentes concentrações de extrato de soja não interferiu negativamente na germinação e crescimento inicial de plantas de cártamo

### Referências

- ABBADI, J.; GERENDAS, J.; SATTELMACHER, B. Effects of potassium supply on growth and yield of safflower as compared to sunflower. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 171, p.272-280, 2008.
- ABBASIEH, S. K.; SHIRANI RAD, A. H.; DELKHOSH, B.; MOHAMADI, G. N. Effect of different potassium levels and different humidity conditions, in the use of zeolite and disuse zeolite in safflower. **Annals of Biological Research, Coden**, v.8, n.4, p.56-60, 2013.
- ABUD, H. F., GONÇALVES, N. R., REIS, R. D. G. E., GALLÃO, M. I., & INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR. Disponível em <http://www.adapar.pr.gov.br/>. Acesso em 13 de maio de 2016 às 17h49min.
- Agência Embrapa de Informação Tecnologica – AGEITEC. Disponível em [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html). Acesso em 13 de maio de 2016 às 14h45min.

ANDREOTTI M.; RODRIGUES, J. D.; CRUSCIOL C. A. C.; SOUZA, E. C. A.; BÜLL, L. T. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agricola**, v.58, p.145-150, 2001.

BONAMIGO, T., FORTES, A. M. T., PINTO, T. T., GOMES, F. M., DA SILVA, J., & BUTURI, C. V. Interferência alelopática de folhas de cártamo sobre espécies oleaginosas. **Biotemas**, 26(2), 1-8, 2013.

BORTOLINI, M. F., & FORTES, A. M. T. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max L. Merrill*). Semina: Ciências Agrárias, 26(1), 5-10, 2005.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; FONSCECA, G.; ANDRADE, L.; VALACI, F.; OLIVEIRA, D. P. Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 86-93, 2012.

Centro de Inteligência da Soja – CISoja. Disponível em [http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos\\_botanicos](http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos_botanicos). Acesso em 13 de maio de 2016 às 14h19min.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Soja – EMBRAPA SOJA. Disponível em <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em 14 de maio de 2016 às 17h55min.

IAS – INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY. Constitution and Bylaws. Disponível em <http://allelopathy-society.osupytheas.fr/about/>. Acesso em 13 de maio de 2016 às 15h39min.

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.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1397-1403, 2012.

PEDROSO, F. F. DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO DE CULTURAS COM ESPÉCIES OLEAGINOSAS. **Dissertação** apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Grandes Dourados. Dourados/MS. 2011.

PIRES, N. M. & OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. Biologia e manejo de plantas daninhas; Curitiba: **Omnipax**, cap. 5, pgs 95 – 124. 2011.

Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento – SEAB. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/>. Acesso em 13 de maio de 2016 às 16h51min.

SILVA, J.; FORTES, A. M.T.; GOMES, F. M.; PINTO, T. T.; BONAMIGO, T.; BOIAGO, N. P. Alelopatia de *Camelina sativa* Boiss. (Brassicaceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa* (L.) e *Glycine max* (L.) Merr. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 17-24, 2011.

SINGH, R. Response of safflower (*Carthamus tinctorius L.*) to nitrogen, potassium and sulphur fertilization. 1998. 92 p. Thesis (Doctor of philosophy in agronomy). **Chaudhary Charan Singh University**, 1998.