

## Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural

OLIVEIRA, J.S.<sup>1</sup>; PEIXOTO, C.P.<sup>1</sup>; POELKING, V.G.C.<sup>1</sup>; ALMEIDA, A.T.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Av. Rui Barbosa, 710, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. \*Autor para correspondência: jamile.oliveira54@gmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de braquiária, girassol e sorgo na germinabilidade e crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.) visando o uso destes extratos como herbicida natural. O estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Foi instalado um experimento no delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram extratos de braquiária, girassol, sorgo e como controle, água destilada. Os extratos foram obtidos, utilizando 200 g de material vegetal para 1000 mL de água destilada. Os aquênios de alface foram distribuídos em caixa gerbox contendo duas folhas de papel germitest umedecidas com os tratamentos e levadas para câmara de germinação. A germinação foi acompanhada diariamente. Foram avaliados o tempo médio de germinação e, após dez dias, o crescimento inicial, medindo-se o comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento do sistema radicular (CSR). Os dados gerados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Com base nos resultados, os extratos de braquiária, girassol e sorgo não afetaram a germinação da alface, mas os de braquiária e sorgo aumentaram o tempo médio de germinação. Os extratos causaram aumento na parte aérea, diminuíram o crescimento do sistema radicular e a formação de plântulas normais. Por causarem inibição no crescimento do sistema radicular da alface, apresentam potencial para serem utilizados como herbicidas naturais.

**Palavras-chave:** alelopatia, compostos secundários, extratos vegetais, herbicidas naturais, *Lactuca sativa* L.

**ABSTRACT:** Evaluation of extracts from *Helianthus annuus*, *brizantha* and *Sorghum bicolor* with allelopathic potential for use as a natural herbicide. This study aimed to evaluate the allelopathic potential of aqueous extracts of Brachiaria, sunflower, sorghum germination and early growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.), in the attempt of employing these extracts as a natural herbicide. The study was conducted at the Laboratory of Plant Physiology of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A trial was arranged in a completely randomized design with 4 treatments and 6 replications. The treatments were extracts of Brachiaria, sunflower, sorghum, and, as a control, distilled water. The extracts were obtained by using 200 g of plant material in 1000 mL of distilled water. First, the lettuce seeds were distributed in a seedling box containing two sheets of germitest moistened paper with treatments, and then were taken to a germination chamber. The germination was daily monitored. The average germination time and the initial growth were evaluated after ten days, through the measuring of the aerial part length (APL) and the root system length (RSL). The data generated were subjected to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test.

Based on the results, the extracts of Brachiaria, sunflower and sorghum did not affect the germination of lettuce, but, on the other hand, the Brachiaria and sorghum increased the germination time. The extracts caused an increase in the aerial part and reduced the root system growth and the formation of normal seedlings. Since they caused inhibition on the growth of the lettuce root system, have also potential to be used as natural herbicides.

**Keywords:** allelopathy, secondary compounds, plant extracts, natural herbicides, *Lactuca sativa* L.

## INTRODUÇÃO

As espécies vegetais têm a capacidade de produzir por meio do seu metabolismo secundário substâncias químicas, que podem ser lançadas no meio e podem interferir no desenvolvimento de outras espécies. Estas substâncias são denominadas aleloquímicos, substâncias alelopáticas ou ainda compostos secundários (Ferreira, 2004).

E em meio à preocupação com o meio ambiente, devido ao acúmulo de produtos químicos no meio, as substâncias alelopáticas surgem como um método de controle de plantas daninhas. É uma técnica barata em comparação com as demais, não poluente e além de tudo, não requer uso de equipamentos sofisticados para seu uso.

Os estudos com a utilização de métodos alternativos de controle de plantas daninhas, em sistemas cultivados ou não, especialmente por meio da utilização de compostos secundários, produzidos por outras plantas, tornar-se-ão mais importantes quanto maior forem as limitações econômicas e ecológicas das práticas de controle convencional (Carvalho et al., 2012). Por conseguinte, a alelopatia pode vir a ser usada como uma técnica que venha a complementar os métodos convencionais de controle de plantas daninhas e até mesmo de insetos e microorganismos na agricultura. Pelo fato de ser natural, pode ser usada juntamente com outros métodos sem causar contaminações do solo e água, pois os resíduos se degradam mais rapidamente do que os resíduos sintéticos.

A alelopatia é uma área de pesquisa que propõe o uso de substâncias vegetais como alternativa aos herbicidas sintéticos. Estas substâncias com atividade alelopática podem ser usadas diretamente para a formulação de herbicidas naturais ou até mesmo alteradas a fim de melhorar sua ação biológica como, por exemplo, interferência nos processos de germinação de sementes, no crescimento e desenvolvimento de plântulas (Dousseau et al. 2008).

A alelopatia pode interferir na sucessão vegetal primária e secundária, na estrutura e composição de comunidades vegetais, na dinâmica entre diferentes formações, bem como na dominância de certas espécies vegetais (Maraschin-Silva & Aquila, 2006). Devido à grande importância da alelopatia em ecossistemas naturais ou manejados, alguns estudos já foram desenvolvidos a respeito do tema, sendo que a maioria dos trabalhos envolve espécies de interesse econômico, pois os compostos alelopáticos podem, também, interferir no crescimento das culturas agrícolas, alterando a densidade populacional e o desenvolvimento das plantas (Souza et al., 2006).

No manejo de espécies cultivadas, a infestação com plantas daninhas, tem sido um

grande problema, porque estas competem com a cultura de interesse causando perdas na produção. Estudos têm buscado o controle de algumas espécies daninhas usando a alelopatia (Mauli et al., 2009).

Com o conhecimento do potencial alelopático das espécies de interesse agrícola, fica mais fácil escolher as espécies vegetais para compor os sistemas cultivados e melhor manejar as espécies daninhas, no sentido de controlar as mesmas. Pode ser vantajoso, pois envolverá um menor custo e melhor aproveitamento da aérea.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de braquiária, girassol e sorgo na germinabilidade e crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.) visando o uso destes extratos como herbicida natural.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas – Bahia, no período de março a dezembro de 2012.

Foi instalado um experimento no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos: extrato aquoso da parte aérea de braquiária, girassol e sorgo, sendo o controle (água destilada), com seis repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de seis plantas por caixa gerbox.

As sementes utilizadas foram de Alface (*Lactuca sativa* cv. Grand Rapids), Girassol (*Helianthus annuus* L.) híbrido simples Hélio 250 (Grão Negro), Braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e o Sorgo (*Sorghum bicolor* L.), adquiridas no comércio local, exceto a de girassol que foi uma doação da Empresa Heliagro.

Houve uma etapa prévia para multiplicação das plantas de braquiária, girassol e sorgo em casa de vegetação para confecção do extrato aquoso da parte aérea, devido a facilidade para obtenção dos extratos dessa parte da planta. Em casa de vegetação, foram semeadas em vasos de capacidade de 5,0 kg, em uma mistura de solo, areia e adubo orgânico.

Os extratos aquosos das espécies doadoras foram obtidos da seguinte forma: a partir da trituração de 200 g de material fresco da parte aérea de cada espécie em 1000 mL de água destilada, adaptado de Corsato et al. (2010). A utilização do extrato aquoso foi preferida em relação a outros tipos de extrato, devido à utilização da água como solvente, esta é

um solvente natural, sendo o único que aparece na natureza e participa nas reações que ocorrem tanto nos sistemas naturais quanto cultivados.

Após a obtenção dos extratos, estes foram filtrados e coletados num bquer, sendo, posteriormente, determinado o pH, aferindo-se com um peagâmetro (Digimed modelo DM 22). A leitura foi realizada em seis repetições e posteriormente calculou-se a média.

As sementes de alface foram colocadas para germinar, sobre duas folhas de papel germitest umedecidas com os extratos, na proporção de três vezes o peso do papel seco e o controle com água destilada, em caixas gerbox (Brasil, 2009). Foi utilizado um germinador tipo BOD Modelo EL 222, com temperatura constante de 25°C, com 11 horas de luz. As sementes de alface foram utilizadas no teste de alelopatia, porque esta é uma espécie que apresenta grande sensibilidade aos aleloquímicos sendo utilizada como planta teste para estudos de alelopatia (Ferreira & Aquila, 2000).

Durante todo o período de experimentação foi realizada a irrigação com água destilada, para manutenção da umidade das caixas, quando necessário (Silva et al., 2009).

Agerminação foi acompanhada diariamente, considerando como critério de germinação a emissão de 2 mm da radícula, para obtenção do número de sementes germinadas da espécie alvo (alface) (Ferreira & Aquila, 2000). Foi determinado o tempo médio de germinação segundo o método proposto por Ranal & Santana (2006). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado registrando-se diariamente o número de sementes germinadas (Maguire, 1962).

Após sete dias da semeadura da espécie alvo (alface), foram avaliados o comprimento da parte aérea, comprimento do sistema radicular, ambos com auxílio de uma régua graduada em milímetros; a massa seca total foi determinada utilizando uma estufa de circulação de ar para secagem do material vegetal e uma balança de

precisão (0,001 g) para determinação da massa. A partir desses dados foi determinado o percentual de inibição da parte aérea e do sistema radicular (Chung et al., 2001). Foi avaliada também a normalidade das plântulas (Brasil, 2009), observando a plântula como um todo, as que apresentavam deformidades ou necrose na parte aérea e no sistema radicular, não eram classificadas com plântulas normais.

Os dados gerados foram submetidos ao teste de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilks a 5% de significância, após a determinação da normalidade os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F da ANOVA. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Procedeu-se também a correlação de Pearson entre as variáveis, exceto o percentual de germinação. Para os dados em porcentagem foi realizada uma transformação angular, Arco seno  $\sqrt{x/100}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da aferição do pH dos extratos, nenhum dos valores encontrados se constituiu problema para a germinação dos aquênios e ao crescimento inicial da alface. Os valores de pH dos extratos de braquiária, girassol e sorgo foram: 5,62; 6,50 e 6,01, respectivamente. Com isto, pode-se atribuir qualquer alteração nas variáveis analisadas a efeitos alelopáticos dos extratos vegetais em estudo, pois os valores aferidos do pH, não estão dentro de valores extremos, que poderiam interferir na germinação dos aquênios de alface (Gatti et al., 2007; Silveira et al., 2011).

No resumo da análise de variância (ANOVA), verifica-se que houve diferença significativa pelo teste F para as variáveis tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR) e porcentagem de plântulas normais (PN %) indicando que houve efeito dos extratos vegetais sobre as variáveis analisadas (Tabela 1).

**TABELA 1.** Resumo da ANOVA para as variáveis, TMG, CPA, CSR e PN de *Lactuca sativa* L. submetida aos tratamentos com extrato, Cruz das Almas-BA, 2013

| FV          | GL | TMG    | CPA    | CSR    | PN (%) |
|-------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Tratamentos | 3  | 6,41** | 0,69** | 5,19** | 0,87** |
| Resíduo     | 20 | 0,01   | 0,08   | 0,26   | 0,14   |
| MG          |    | 1,12   | 1,64   | 2,27   | 0,98   |
| CV (%)      |    | 9,33   | 17,78  | 22,34  | 39,27  |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

Legenda: FV = Fonte de variação; MG= Média geral; CV (%) = Coeficiente de variação; TMG = Tempo médio de germinação (dias); CPA = Comprimento da parte aérea (cm); CSR = Comprimento do sistema radicular (cm) e PN (%) = Plântulas normais.

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) pelo teste F da ANAVA, devido a isso não foi aplicado o teste de comparação de médias e os dados não foram apresentados. Porém ocorreu diferença altamente significativa para a variável tempo médio de germinação (TMG) (Tabela 2).

Os extratos aumentaram o tempo médio de germinação dos aquênios de alface em relação ao tratamento controle, sendo que os extratos de braquiária e sorgo não diferiram e foram os mais agressivos para o tempo médio de germinação, porém os extratos de sorgo e girassol não diferiram do tratamento controle (Tabela 2).

Esses extratos vegetais, sendo usados como substâncias com potencial herbicida, eles poderiam aumentar o tempo médio de germinação das plantas daninhas, de modo a elevar o tempo médio requerido para elas se estabelecerem em campo e assim, elas demoram para se estabelecerem e, conseqüentemente reduzindo a interferência destas na cultura de interesse econômico, pois a cultura teria mais tempo para se estabelecer em campo, livre das plantas daninhas ou plantas consideradas invasoras.

Para o comprimento da parte aérea o extrato de sorgo não diferiu do tratamento controle nem dos demais extratos utilizados, mas o uso dos extratos provocou um aumento no comprimento da parte aérea da alface, o que pode ser atribuída à interferência alelopática, que acontece tanto na forma positiva quanto negativa (Rice, 1984). Além disto, os extratos podem ter fornecido nutrientes para as plântulas e esta ação nutritiva pode ter sobressaído à ação negativa na parte aérea (Carvalho et al., 2012). Uma alternativa para causar

a redução da parte aérea das espécies alvo, seria aumentar a concentração dos extratos.

Os resultados encontrados por Carvalho et al. (2012) trabalhando com extrato de *Sorghum bicolor*, corroboram os dados do presente estudo, no qual observaram que, extratos de sorgo não causaram efeito danoso na germinação nem no IVG das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Resultados similares já foram reportados na literatura (Correia et al., 2005; Silva et al., 2009).

A porcentagem de sementes germinadas é um parâmetro na maioria das vezes, menos sensível aos aleloquímicos, considerado um fenômeno discreto, pois a semente germina ou não germina. Por isso, muitas vezes o efeito pode ser observado sobre outro parâmetro do processo germinativo, como o encontrado neste estudo, sobre as alterações no tempo médio de germinação (Ferreira & Aquila, 2000; Ferreira, 2004).

Diferindo do presente estudo, Corsato et al. (2010) observaram que extratos aquosos de girassol sobre picão-preto, causou redução de 100% na germinação. Os resultados da presente pesquisa podem ser explicados devido às diferenças na quantidade e nos tipos de aleloquímicos produzidos entre cada variedade de girassol (Kruse et al., 2000). A não observação de redução da germinação da alface, também pode ser atribuída às diferenças entre espécies alvo, cada espécie ao ser submetida a um tipo de aleloquímico se comporta de forma específica (Silva et al., 2009).

Os extratos utilizados apresentaram resultados semelhantes aos observados por Cândido et al. (2010) com o uso de herbicidas, no qual foi verificado que em eudicotiledôneas o herbicida glifosato agiu aumentando o tempo de germinação dos aquênios de alface, na concentração de  $10^{-2}$  M, e também não afetando a porcentagem de

**TABELA 2.** Médias do comprimento da parte aérea (CPA), do sistema radicular (CSR) e da porcentagem de plântulas normais (PN) de *Lactuca sativa* L. submetida aos tratamentos com extratos, Cruz das Almas-BA, 2013

| Tratamentos           | TMG (dias) | CPA (cm) | CSR (cm) | PN (%)  |
|-----------------------|------------|----------|----------|---------|
| Controle              | 1,00 b     | 1,18 b   | 3,63 a   | 1,26 a  |
| Extrato de braquiária | 1,26 a     | 1,89 a   | 2,01 b   | 0,98 ab |
| Extrato de girassol   | 1,08 b     | 1,91 a   | 1,91 b   | 1,23 a  |
| Extrato de sorgo      | 1,14 ab    | 1,59 ab  | 1,53 b   | 0,44 b  |
| CV (%)                | 9,33       | 17,78    | 22,36    | 13,44   |

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

germinação.

Os extratos vegetais utilizados causaram redução no crescimento do sistema radicular e não diferiram entre si. Já para a formação de plântulas normais, de todos os extratos usados no estudo, o extrato de sorgo foi o que causou maior redução na formação de plântulas normais. O crescimento radicular é a característica mais estudada em investigações do potencial alelopático das espécies vegetais, pois é um parâmetro muito sensível do desenvolvimento vegetal e a alopatia revela seus efeitos inibitórios (Ferreira & Aquila, 2000).

Quando o comprimento e desenvolvimento do sistema radicular de uma planta são afetados, isso pode comprometer todo o seu ciclo de vida, pois a planta depende de um bom desenvolvimento do sistema radicular para sua fixação ao solo e principalmente para absorção de água e nutrientes. Sugere-se um efeito mais acentuado sobre as raízes, por ser a primeira estrutura a aparecer após a germinação, as raízes ficam expostas aos efeitos dos aleloquímicos (Chung et al., 2001).

Os efeitos secundários dos aleloquímicos são observados nas fases de crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas que, por sua vez, são conseqüências dos efeitos primários que ocorrem sobre o metabolismo das plantas (Pedrol et al., 2006, Ranal & Santana, 2006). Neste estudo, foi possível observar alterações nas plântulas submetidas às substâncias alelopáticas, que possivelmente resultaram de efeitos na permeabilidade da membrana, transcrição e tradução do DNA, funcionamento dos mensageiros secundários, da respiração, por seqüestro de oxigênio, mudança na conformação de enzimas, ou ainda, da combinação de todos estes fatores (Ferreira, 2004).

Quanto à porcentagem de estimulação da parte aérea, todos os extratos utilizados causaram um aumento no comprimento da parte aérea em comparação com o tratamento controle, exceto para o extrato de sorgo, que proporcionou aumento, mas não diferiu do controle nem dos demais tratamentos. Porém para o sistema radicular houve inibição de crescimento em todos os extratos utilizados.

Os extratos utilizados foram agressivos, inibindo o crescimento do sistema radicular, o que indica que todos podem agir sobre o processo de divisão e expansão celular da raiz. Estes resultados corroboram os resultados obtidos por Correia et al. (2005), os quais relataram que extratos aquosos de sorgo inibiram o desenvolvimento radicular de soja.

Plantas de soja, por exemplo, apresentam dificuldade para se desenvolver quando cultivadas em sucessão a plantas de sorgo, as quais apresentam efeito negativo para estabelecimento das plantas de soja (Olibone et al., 2006). A dificuldade na sucessão das plantas é atribuída aos compostos alelopáticos liberados pela decomposição da palha do sorgo, como tanino, alguns ácidos orgânicos e graxos, entre outros. Foi observado que as palhas de sorgo na superfície do solo afetaram negativamente o crescimento da soja (Olibone et al., 2006).

Para as variáveis, índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação (G%), houve correlação linear positiva e altamente significativa pelo teste t (Tabela 3), indicando que quando a variável porcentagem de germinação aumenta o índice de velocidade de germinação também aumenta.

As variáveis IVG e TMG apresentaram uma correlação linear altamente significativa e negativa pelo teste t. Estes resultados demonstram que quando o tempo médio de germinação aumenta, a velocidade de germinação decresce e o contrário também é verdadeiro. Não houve correlação significativa para o comprimento da raiz e parte aérea significativa pelo teste t, estas são variáveis afetadas pela ação de aleloquímicos, mas não apresentam uma relação linear, assim como, para as variáveis G% e TMG. Estes resultados de correlação comprovam a dependência entre as variáveis ligadas à germinabilidade das sementes e que as mesmas não apresentam nenhuma correlação com as variáveis ligadas ao crescimento das plântulas.

## CONCLUSÕES

Os extratos de braquiária, girassol e sorgo não afetam a porcentagem de germinação mas causam inibição no crescimento do sistema radicular

**TABELA 3.** Matriz de correlação linear de Pearson entre as variáveis avaliadas, Cruz das Almas-BA, 2013

| VARIÁVEIS | TMG   | IVG     | CPA   | CSR   |
|-----------|-------|---------|-------|-------|
| G%        | -0,42 | 0,82**  | 0,01  | 0,22  |
| TMG       |       | -0,82** | 0,39  | -0,39 |
| IVG       |       |         | -0,19 | 0,32  |
| CPA       |       |         |       | -0,49 |

\*\* Significativo a 1 % pelo teste t.

Legenda: G% = porcentagem de germinação; TMG = Tempo médio de germinação (dias); IVG = índice de velocidade de germinação; CPA = Comprimento da parte aérea (cm); CSR = Comprimento do sistema radicular (cm).

da alface. O extrato de braquiária aumenta o tempo médio de germinação da alface, que apresenta correlação alta com o índice de velocidade de germinação.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 1.ed. MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CÂNDIDO, A. C. S. et al. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. **Acta botânica brasileira**, v.24, n.1, p.242-235, 2010.
- CARVALHO, W.P. et al. Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista brasileira de Biociências**, v. 10, n.1, p.93-86, 2012.
- CORREIA, N.M. et al. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.503-498, 2005.
- CORSATO, J.M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.360-353, 2010.
- CHUNG, I.M. et al. Assesment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-gall*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v.20, n.10, p.928-921, 2001.
- DOUSSEAU, S. et al. Germinação de sementes de Tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.443-438, 2008.
- FERREIRA, A.G. 2004. Interferência: competição e alelopatia, Em: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.262-251.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, Edição Especial, p.204-175, 2000.
- GATTI, A.B. et al. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.176-174, 2007.
- KRUSE, M.; STRANDBERG, M.; STRANDBERG, B. 2000. **Ecological effects of allelopathic plants**: 1.ed. Silkeborg, A review, 2000, 66P.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.177-176, 1962.
- MAULI, M.M. et al. Alelopatia de Leucena sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.62-55, 2009.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.555-547, 2006.
- OLIBONE, D. et al. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.261-255, 2006.
- PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M.J. Allelopathy and abiotic stress. Em: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds.). **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Dordrecht: Springer, 2006. p.209-171.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed., New York, Academic Press, 1984, 422P.
- RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination Process? **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.1, p.11 -1, de 2006.
- SILVA, H.L. et al. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.663-655, 2009.
- SILVEIRA, P.F. et al. Atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, n.2, p.106-101, 2011.
- SOUZA, L.S. et al. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.668-668, 2006.