

Alelopatia de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill.

Allelopathic of *Ziziphus joazeiro* Mart. about *Lactuca sativa* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill.

¹Kátia M. S. Parente; ¹Euclides G. Parente Filho; ²Érica V. Silva.

¹ Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE

² Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Correspondência: ericavalentim.s@gmail.com

Resumo

A pesquisa objetivou avaliar a atividade alelopática de extratos aquosos e etanólico obtidos a partir de folhas frescas e desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart. na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual Vale do Acaraú - LAFIV, Sobral, CE, no período de março/2013 a fevereiro/2014 e o material vegetal foi coletado em árvores do próprio Campus. Foram utilizados os tratamentos T1- testemunha; T2, T3 e T4- extrato aquoso (1%, 2% e 4%, respectivamente) e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Foram mensuradas as variáveis: percentual de germinação, crescimento de plântula, comprimento de radícula e peso da matéria fresca e seca. Os parâmetros germinativos de *L. sativa* L. e *L. esculentum* Mill. não foram influenciados pela aplicação de extratos aquosos de folhas frescas e desidratadas de *Z. joazeiro* Mart.. Ensaios utilizando-se extratos etanólicos, no entanto, apresentaram efeitos adversos no processo de germinação das espécies ensaiadas.

Palavras-chave: Alelopatia; *Ziziphus joazeiro*; Germinação; *Lactuca sativa* L.; *Lycopersicon esculentum* Mill.

Abstract

The research aimed to evaluate the allelopathic activity of aqueous and ethanolic extracts from fresh and dried leaves of *Ziziphus joazeiro* Mart. the germination of *Lactuca sativa* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill.. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Physiology, State University Valley Acaraú - LAFIV, Sobral, CE, between march/2013 february/2014 and the plant material was collected in trees Campus itself. Treatments T1-control, T2, T3 and T4- aqueous extract (1%, 2% and 4%, respectively) and T5- ethanolic extract at a ratio of 1:5; were used. We used a completely randomized design (CRD) and the averages compared by Tukey test

at 5% level of significance. The variables percentage of germination, seedling growth, radicle and weight of fresh and dry matter were measured. Germination parameters of *L. sativa* L. and *L. esculentum* Mill. were not affected by application of aqueous extracts of fresh and dried leaves of *Z. joazeiro* Mart. Trials using ethanol extracts, however, showed adverse effects in the process of germination of the species tested.

Key-words: Allelopathy; *Ziziphus joazeiro*; Germination; *Lactuca sativa* L.; *Lycopersicon esculentum* Mill.

Introdução

A alelopatia é um fenômeno químico no qual metabólitos secundários, produzidos por uma espécie vegetal, são liberados e interferem na germinação e/ou no desenvolvimento de outras plantas em um mesmo ambiente, proporcionando maior adaptação evolutiva (Taiz e Zeiger, 2004). Compostos químicos produzidos por plantas, através do metabolismo secundário e que participam da atividade alelopática são denominados aleloquímicos, substâncias alelopáticas ou fitotoxinas. Estas substâncias estão presentes em todos os tecidos das plantas, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes (Gatti, Perez e Lima, 2004).

De acordo com Chou (1986; 1999) este fenômeno também tem sido reconhecido como importante mecanismo ecológico, que influencia o tipo de vegetação existente num ecossistema, a dominância e a sucessão das plantas, a formação de comunidades, assim como o manejo e produtividade de culturas. Esta interação alelopática, responsável pelo estabelecimento e sobrevivência de certas espécies num determinado meio ambiente ocorre através de mecanismos de defesa das plantas, adquirido ao longo do processo de evolução de cada uma delas (Nishimura e Mizutani, 1995).

Para Gatti, Perez e Lima (2004), vários aleloquímicos exercem função defensiva e estão envolvidos na inibição e modificação dos padrões de crescimento ou

desenvolvimento das plantas. Aleloquímicos podem ser seletivos em suas ações e as plantas podem ser seletivas em suas respostas, o que dificulta o esclarecimento do modo de ação destes compostos.

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae) é uma das espécies endêmicas do bioma caatinga utilizada na medicina popular como expectorante, no tratamento de bronquites e de úlceras gástricas, na fabricação de cosméticos, xampus anticaspas e creme dental, na alimentação de animais principalmente nos períodos de seca além de apresentar importância ecológica (Matos 2000; Lorenzi e Matos 2002).

Lactuca sativa L. é a espécie mais utilizada nos bioensaios para verificar a atividade alelopática por possuir uma germinação rápida, aproximadamente 24h, crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos das soluções (Rice, 1984). Entretanto, Ferreira (2004) afirma que a presença de compostos osmoticamente ativos no extrato podem mascarar o seu efeito alelopático.

A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é uma característica espécie-específica, existindo aquelas mais sensíveis, além de *Lactuca sativa* L., como por exemplo, *Lycopersicon esculentum* Miller e *Cucumis sativus* L., consideradas plantas indicadoras ou bioindicadoras de atividade alelopática. Para que seja indicada como planta teste, a espécie deve apresentar germinação rápida e uniforme, e um grau de sensibilidade que permita

expressar os resultados sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas (Gabor e Veatch, 1981; Ferreira e Áquila, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade alelopática de extratos aquosos e etanólicos obtidos a partir de folhas frescas e desidratadas de *Z. joazeiro* Mart. na germinação de *L. sativa* L. e *L. esculentum* Mill.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual Vale do Acaraú - LAFIV, Sobral, CE, no período de março/2013 a fevereiro/2014. As folhas frescas foram coletadas em árvores do Campus da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Após a coleta, foram selecionadas apenas aquelas que não se mostraram danificadas, tanto por efeitos climáticos, herbivorismo ou por atuação de algum agente patogênico: fungos e/ou demais artrópodes.

Foram utilizados os seguintes tratamentos: T1- testemunha; T2, T3 e T4- extrato aquoso (1%, 2% e 4%, respectivamente) e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5.

Para a preparação do Extrato Bruto Aquoso (EBA), as folhas foram secas em ambiente de laboratório por 72 horas, com temperatura média de 30 °C. Em seguida, foram submetidas ao turbilhamento em liquidificador doméstico. Imediatamente foram filtradas em peneira e realizadas as diluições. As folhas frescas foram utilizadas *in natura* passando apenas pelo tratamento de higiene minucioso e adequado.

Para o extrato etanólico (EE), as folhas foram trituradas manualmente, com as mãos calçadas em luva, postas em álcool etílico a 80% na proporção de 1:5 e acondicionadas em refrigerador por 24h. O

delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Foram mensuradas as seguintes variáveis: percentual de germinação, crescimento de plântula, comprimento de radícula e peso da matéria fresca e seca.

Para o experimento utilizou-se também a Câmara de Germinação, tipo B.O.D. e para a obtenção da matéria seca foi utilizada estufa a 105°C por 24 horas.

Resultados e Discussões

A germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. não foi afetada por nenhuma das concentrações ensaiadas de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. exceto quando se utilizou extrato etanólico (T5) (**TABELA 01** e **FIGURA 01**). Na verdade não temos resultados científicos para comparar com aqueles obtidos em nossos bioensaios, pois em consultas bibliográficas realizadas pelos autores encontramos os resultados de Coelho e colaboradores (2011) que comentam que a germinação das sementes de alface foi afetada pelas concentrações de 75 e 100% do extrato de sementes de juazeiro, enquanto as concentrações inferiores ou iguais a 50% proporcionaram a mesma percentagem de germinação e índice de velocidade de germinação que a testemunha. Assim, não temos como comparar resultados obtidos com extratos vegetais, mais precisamente folhas com extratos oriundos de sementes, apesar de tratar-se de partes vegetais de *Ziziphus joazeiro* Mart..

Também foi encontrado que embora não tenham afetado a percentagem de germinação (concentrações \leq 50%), estas concentrações do extrato causaram alta percentagem de plântulas anormais, cerca de 30%, evidenciando que os extratos de sementes de juazeiro têm efeito alelopático na germinação de sementes de alface.

Anormalidades em plântulas de alface também foram observadas por Felix e colaboradores (2007) com o uso de extratos aquosos de *Amburana cearensis* L.

(Fr.All.) A.C. Smith e por Gatti, Perez e Lima (2004) com os extratos aquosos de diferentes partes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze.

TABELA 01 - Parâmetros avaliativos de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L.. Sobral, CE, 2013. (Legenda: %G - percentual de germinação; LR - comprimento de radícula; CP - crescimento de plântula; PMF - peso da matéria fresca; PMS – peso da matéria seca; T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

	% G	LR	CP	PMF	PMS
T1	95 A	2,15 A	0,66 AB	0,14 B	0,04 BC
T2	80 A	1,66 A	0,16 B	0,1 BC	0,04 BC
T3	95 A	2,38 A	0,62 AB	0,11 BC	0,07 AB
T4	78 A	3,13 A	0,95 A	0,28 A	0,1 A
T5	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 C	0,00 C

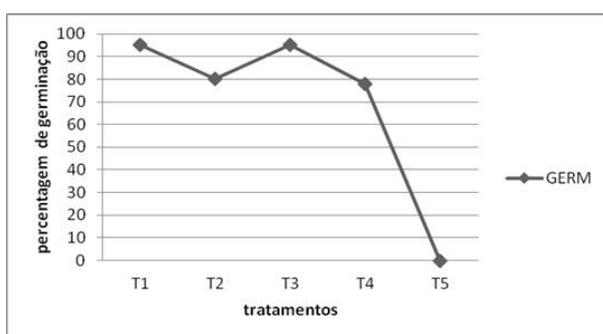


FIGURA 01 - Percentual de germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. sob efeito de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. em diferentes diluições. Sobral, CE, 2013. (Legenda: T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

Muitas vezes, o efeito alelopático não se dá pela germinabilidade, mas sobre a velocidade de germinação ou sobre outro parâmetro do processo (Ferreira e Borghetti, 2005). A afirmativa concorda com os dados encontrados em experimentos com folhas desidratadas (**TABELA 02 e FIGURA 02**).

O potencial alelopático de compostos secundários pode ser pesquisado por meio tanto de extratos aquosos e/ou alcoólicos derivados de plantas cultivadas e/ou medicinais. Trabalhos nesse sentido apontam que houve atividade alelopática e citotóxica dos extratos aquosos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.) sobre sementes de alface

(Souza et al., 2005). O extrato metanólico das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. apresentou ação inibitória em diferentes concentrações sobre a germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq., com valores de inibição variando de 50 até 75% (Moreira, Souza e Terrones, 2009).

Observou-se que parâmetros como crescimento de plântula e pesos das matérias fresca e seca foram afetados pelos tratamentos investigados. Miró, Ferreira e Aquila (1998) também verificaram que os possíveis aleloquímicos presentes em frutos maduros de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. causaram o efeito similar em sementes de alface, além de

reduzir a altura da planta, comprimento do primeiro entrenó, massa seca da parte aérea e da raiz,

comprimento das folhas, número de raízes adventícias e comprimento da raiz primária.

TABELA 02 - Parâmetros avaliativos de extratos de folhas desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L.. Sobral, CE, 2013. (Legenda: %G - percentual de germinação; LR - comprimento de radícula; CP - crescimento de plântula; PMF - peso da matéria fresca; PMS – peso da matéria seca; T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

	% G	LR	CP	PMF	PMS
T1	95 A	3,24 A	1,09 A	0,24 A	0,09 A
T2	57 A	2,69 A	1,08 A	0,18 AB	0,07 A
T3	52 A	1,77 A	0,57 B	0,15 AB	0,08 A
T4	78 A	2,29 A	0,66 AB	0,12 B	0,06 A
T5	0,00 B	0,00 B	0,00 C	0,00 C	0,00 B

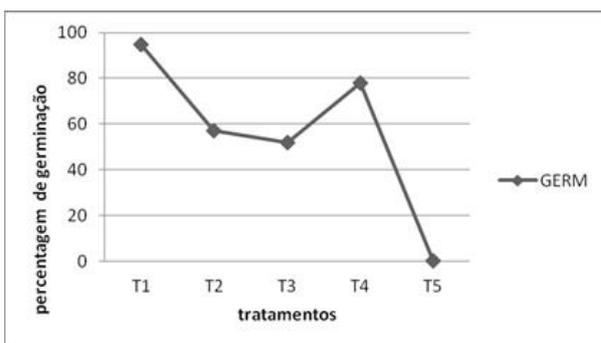


FIGURA 02 - Percentual de germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. sob efeito de extratos de folhas desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart. em diferentes diluições. Sobral, CE, 2013. (Legenda: T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

A germinação das sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. também não foi afetada por nenhuma das concentrações ensaiadas de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. exceto quando se utilizou extrato etanólico (T5) (**TABELA 03 E FIGURA 03**). Aparentemente, as concentrações testadas de substâncias alelopáticas, solúveis em água, presentes nos extratos aquosos está abaixo daquela concentração exigida para reduzir, de forma progressiva a germinação de sementes de tomate. Os dados obtidos por Bedin e colaboradores (2006) em relação aos efeitos alelopáticos de extratos de *Eucalyptus citriodora* L. na germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. revelaram que os

extratos aquosos ensaiados obtidos de folhas frescas e desta espécie, estatisticamente não influenciaram no percentual de germinação de sementes de tomate. Vale ressaltar que não há aqui a intenção de utilizar estes resultados para efeitos de comparação pois facilmente pode-se verificar que os autores não utilizaram extratos etanólicos como fizemos em nossos ensaios e que as plantas são de espécies diferentes. Pretendemos, portanto, informar que outra espécie já foi estudada cientificamente sob este aspecto, mas nossa espécie alvo por enquanto encontra-se pouco estudada, sendo alguns poucos bioensaios realizados em nosso Laboratório de pesquisa.

TABELA 03 - Parâmetros avaliativos de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre a germinação de *Lycopersicon esculentum* Mill.. Sobral, CE, 2013. (Legenda: %G - percentual de germinação; LR - comprimento de radícula; CP - crescimento de plântula; PMF - peso da matéria fresca; PMS – peso da matéria seca; T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

	% G	LR	CP	PMF	PMS
T1	47 A	1.68 BC	0.27 A	0,09 AB	0.08 B
T2	65 A	2.24 ABC	1.15 A	0,10 AB	0.08 B
T3	59 A	4.26 AB	0.79 A	0,09 AB	0.05 B
T4	63 A	4.97 A	0.93 A	0,13 A	0.39 A
T5	0 B	0 C	0 A	0 B	0 B

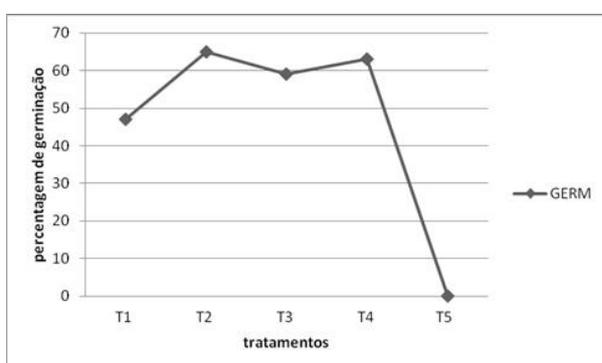


FIGURA 03 - Percentual de germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. sob efeito de extratos de folhas frescas de *Ziziphus joazeiro* Mart. em diferentes diluições. Sobral, CE, 2013. (Legenda: T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

Observando os resultados obtidos na **TABELA 04** e na **FIGURA 04**, constatamos que houve uma grande variabilidade de diferenças estatisticamente significativas e comportamentos semelhantes para as variáveis percentual de germinação, comprimento de radícula e peso da matéria fresca. O parâmetro peso da matéria seca não diferiu em nenhuma das concentrações experimentadas, enquanto que o crescimento de plântula apresentou similaridade para a testemunha, extrato aquoso a 1 e 4%. O tempo de

crescimento das plantas *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill. obedeceu aquele estabelecido nas Regras para Análise de Sementes, 07 e 14 dias (Brasil, 2009). É provável que este fato possa explicar a obtenção da grande variação estatística relativa aos parâmetros mencionados anteriormente. Segundo Ferreira (2004), a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento de plântulas, pois o fenômeno é discreto germinando ou não.

TABELA 04 - Parâmetros avaliativos de extratos de folhas desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre a germinação de *Lycopersicon esculentum* Mill.. Sobral, CE, 2013. (Legenda: %G - percentual de germinação; LR - comprimento de radícula; CP - crescimento de plântula; PMF - peso da matéria fresca; PMS – peso da matéria seca; T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

	% G	LR	CP	PMF	PMS
T1	54 AB	4.50 AB	1.26 A	0.09 AB	0.06 A
T2	79 A	6.14 A	1.53 A	0.13 A	0.07 ^a
T3	62 A	4.56 A	0.99 AB	0.13 A	0.06 A
T4	79 A	5.57 A	1.59 A	0.17 A	0.03 A
T5	0 B	0 B	0 B	0 B	0 A

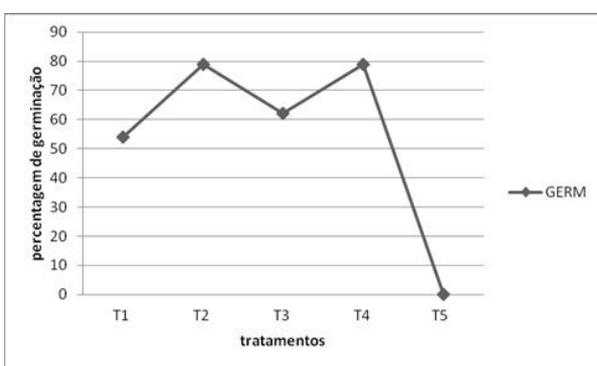


FIGURA 04 - Percentual de germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum* Mill. sob efeito de extratos de folhas desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart. em diferentes diluições. Sobral, CE, 2013. (Legenda: T1 - testemunha; T2 - extrato aquoso a 1%; T3 - extrato aquoso a 2%; T4 – extrato aquoso a 4% e T5- extrato etanólico na proporção de 1:5).

Conclusões

Os parâmetros germinativos de *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicum esculentum* Mill. não foram influenciados pela aplicação de extratos aquosos de folhas frescas e desidratadas de *Ziziphus joazeiro* Mart., especificamente nas concentrações de 1, 2 e 4%. Bioensaios utilizando extratos etanólicos, no entanto, revelaram ausência de germinação das espécies nas condições ensaiadas, ou seja, sem a existência de um tratamento utilizando-se apenas etanol e água nas mesmas concentrações testadas na presente pesquisa.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação Cearense de Apoio ao desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)

pelo suporte financeiro e aos demais integrantes do Laboratório de Fisiologia Vegetal (LAFIV) pelo auxílio prestado durante a execução dos experimentos.

Referências

- BEDIN, C.; MENDES, L.B.; TRECENTE, V. C.; SILVA, J.M.S. 2006 - Efeito Alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicum esculentum* M.). *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, ano V. n. 10.
- BRASIL. 2009 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399p.

- CHOU, C.H. 1986 - *The role of allelopathy in subtropical agroecosystems of Taiwan*. In: A.R. PUTNAN; C.S. TANG. *The science of allelopathy*. p.57-73. John Wiley and Sons. New York.
- CHOU, C.H. 1999 - Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Science*, v.18, n.5, p.609-636.
- COELHO M.F.B.; MAIA S.S.S.; OLIVEIRA A.K.; DIÓGENES F.E.P. 2011 - Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. *Horticultura Brasileira*, v. 29, p. 108-111.
- FELIX, R.A.Z.; ONO, E.O.; SILVA C.P.; RODRIGUES J.D.; PIERI, C. 2007 - Efeitos alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 138-140.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. 2000 - Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.12, p.175-204.
- FERREIRA, A.G. 2004 - *Interferência: competição e alelopatia*. In: A.G. Ferreira; F. Borghetti (eds.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed Editora. Porto Alegre.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. 2005 - *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, 323p. Porto Alegre
- GABOR, W.E.; VEATCH, C. 1981 - Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyron repens*) rhizomes. *Weed Science*, v.29, p.155-159.
- GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A; LIMA, M.I.S. 2004 - Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botânica Brasílica*, v. 18, p. 459-472.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2002 - *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum. 512p.
- MATOS, F.J.A. 2000 - *Plantas medicinais. Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil*. 2. ed. 346p. UFC. Fortaleza.
- MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v.33 p. 1261-1270.
- MOREIRA, P.F.S.D.; SOUZA, D.R.; TERRONES, M.G.H. 2009. Avaliação do potencial alelopático do extrato metanólico obtido das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi) na inibição do desenvolvimento da raiz em sementes de *Panicum maximum*. *Bioscience Journal* v.24, p. 74-79.
- NISHIMURA, H.; MIZUTANI, J. 1995 - *Identification of allelochemicals in Eucalyptus citriodora and Polygonum sachalinense*. In: INDERJIT; K.M.M. DAKSHINI; F.A. EINHELLIG (eds.). *Allelopathy - Organisms, Processes and Applications*. p.74-85. DC: American Chemical Society. Washington.
- RICE, E.L. 1984 - *Allelopathy*. NewYork: Academic Press. 422 p.
- SOUZA, S.A.M.; CATTELAN, L.V.; VARGAS, D.P.; PIANA, C.F.B.; BOBROWSKI, V.L.; ROCHA, B.H.G. 2005 - Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. *Publicatio UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa Ciências Biológicas da Saúde*, v. 11, p. 29-38.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004 - *Fisiologia vegetal*. 3.ed. 719 p. Artmed. Porto Alegre.