



ATIVIDADE ALELOPÁTICA E CITOTÓXICA DO EXTRATO AQUOSO DE *Punica granatum* L. (LYTHRACEAE)

Andersson da Guarda¹, Luana Della Giustina², Vinicius Delgado da Rocha*³, Ana Aparecida Bandini Rossi⁴

Submetido 07/04/2017 – Aceito 29/06/2017 – Publicado on-line 09/07/2017

Resumo

Punica granatum popularmente conhecida como romanzeiro, é uma espécie medicinal cultivada em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade alelopática do extrato aquoso da casca do fruto de *P. granatum* sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* (alface), bem como analisar o efeito citotóxico e genotóxico do extrato sobre a divisão celular de raízes de alface. O extrato aquoso foi preparado por infusão da casca do fruto, nas concentrações 12,5; 25; 50 e 100 mg mL⁻¹, e água destilada foi utilizada como tratamento controle. O bioensaio foi constituído por quatro repetições de 50 sementes de alface distribuídas em caixas gerbox forradas com papel germitest umedecido com 10 mL da concentração de cada extrato. Foram avaliados os parâmetros percentagem de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da parte radicular e massa fresca das plântulas. Para o cálculo do índice mitótico foram analisadas 5.000 células de raízes de alface por tratamento. O extrato aquoso de *P. granatum* diminuiu significativamente a germinação das sementes de alface na concentração 100 mg mL⁻¹. O comprimento e a massa fresca das plântulas de alface, também foram afetados negativamente nas maiores concentrações do extrato. Houve inibição do índice mitótico e a presença de alterações cromossômicas, mais acentuadamente na maior concentração do extrato testado. Conclui-se que o extrato aquoso de *P. granatum* possui efeito alelopático inibitório sobre a germinação e crescimento de alface, além de efeito citotóxico e ação genotóxica.

Palavras-Chave: alface, índice mitótico, romã, tóxica

Alelopathic and cytotoxic activity of the aqueous extract of *Punica granatum* L. (Lythraceae).

Punica granatum known popularly as pomegranate, it is a medicinal species cultivated in several regions of the world, including Brazil. The objective of the present study was to evaluate the allelopathic activity of the aqueous extract of *P. granatum* fruit peel on germination and initial growth of *Lactuca sativa* (lettuce), as well as to analyze the cytotoxic and genotoxic effect of the extract on cell division of lettuce roots. The aqueous extract was prepared by infusion of the fruit peel, at concentrations 12.5; 25; 50 and 100 mg mL⁻¹ and distilled water was used as control treatment. The bioassay consisted of four repetitions of 50 lettuce seeds distributed in gerbox lined with germitest paper moistened with 10 mL of the concentration of each extract. We evaluated germination percentage, first count, germination speed index, shoot and root length and fresh mass of seedlings. To calculate the mitotic index, we analyzed 5.000 lettuce cells per treatment. The aqueous extract of *P. granatum* reduced significantly the germination of lettuce seeds at 100 mg mL⁻¹ concentration. Also the length and fresh mass of the lettuce seedlings were affected negatively by higher concentrations of the extract. There were inhibition of the mitotic index and presence of chromosomal

¹ Biólogo, Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Av. Perimetral Rogério Silva, s/n, Jardim Flamboyant, CEP 78580-000, Alta Floresta-MT, Brasil. e-mail: dasguardas@hotmail.com

² Doutoranda em Biotecnologia e Biodiversidade pela Rede Pró-Centro-Oeste, Universidade de Brasília-UNB, Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia dos Pioneiros MT-222, Km 2,5, Zona Rural, CEP: 78550-970, Sinop-MT, Brasil. email: lu_dellagiustina@hotmail.com

^{3*} Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Av. Perimetral Rogério Silva, s/n, Jardim Flamboyant, CEP 78580-000, Alta Floresta-MT, Brasil. e-mail: viniciusdelgado123@hotmail.com.

⁴ Professora, Dra^a da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Campus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Av. Perimetral Rogério Silva, s/n, Jardim Flamboyant, CEP 78580-000, Alta Floresta-MT, Brasil. e-mail: anabanrossi@unemat.br

*Autor para correspondência

alterations, which were more evident at the highest concentration of the extract tested. In conclusion the aqueous extract of *P. ranatum* showed allelopathic inhibitory effect on germination and growth of lettuce, besides cytotoxic effect and genotoxic action.

Key-words: Lettuce, mitotic index, pomegranate, toxic

1. Introdução

O termo alelopatia refere-se à interferência positiva ou negativa que uma planta exerce sobre outra, por meio da produção de compostos metabólitos secundários (SOUZA et al., 2007). Esses compostos são denominados de aleloquímicos e quando liberados no ambiente, estimulam ou inibem a germinação de sementes e/ou o desenvolvimento de plântulas (RODRIGUES e LOPES, 2001).

Os compostos químicos muitas vezes considerados como alelopáticos, são utilizados na medicina popular para o tratamento de doenças. A preparação e o uso apropriados desses compostos trazem muitos benefícios, porém seus efeitos genotóxicos e mutagênicos necessitam de maiores investigações (NUNES e ARAUJO, 2003). A maioria das pesquisas em alelopatia refere-se ao efeito aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta-teste, não considerando os efeitos celulares relacionados à mudanças fisiológicas e genéticas no sistema da planta (PIRES et al., 2001; IGANCI et al., 2006).

Muitas espécies de plantas consideradas como medicinais podem conter substâncias potencialmente tóxicas (RODRIGUES et al., 2011). Estudos realizados *in vitro* e *in vivo* relatam a ocorrência de efeitos citotóxicos e genotóxicos causados por plantas utilizadas na alimentação ou na medicina tradicional, como *Mentha piperita* L. (FERREIRA et al., 2014), *Aristolochia elegans* Mast. (PAULA et al., 2015), *Plectranthus barbatus* Andr. (BEZERRA et al., 2016), *Crataegus oxyacantha* L. (QUADROS et al., 2017).

A citotoxicidade e a genotoxicidade de substâncias pode ser analisada, respectivamente, por meio de alterações no processo de divisão celular sobre o organismo-teste e pela ocorrência de mutações cromossômicas, como quebras cromatídicas, pontes anafásicas, perdas de cromossomos inteiros ou formação de micronúcleos (SOUZA et al., 2005).

Para avaliar efeitos alelopáticos e citotóxicos de plantas medicinais têm sido utilizados biotestes *in vivo* com organismos vegetais, como alface (*Lactuca sativa* L.), cebola

(*Allium cepa* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.). De acordo com Ferreira e Aquila (2000) a resistência ou tolerância aos compostos aleloquímicos é mais ou menos específica, havendo espécies mais sensíveis que outras, como por exemplo, alface e tomate, por isso, tais espécies são usadas em bioteste de laboratório.

Dentre as espécies utilizadas na medicina popular, destaca-se *Punica granatum* L., conhecida popularmente como romã, romanzeiro ou romeira. É uma espécie arbustiva, pertencente à família Lythraceae, originária da Ásia, cultivada em quase todo mundo inclusive no Brasil; suas flores possuem atividade adstringente e hemostática sendo utilizadas para tratamento de diabetes *mellitus*; e a casca do fruto é utilizada contra inflamações na boca e na garganta (LORENZI e MATOS, 2002; WERKMAN et al., 2008). Seus frutos são do tipo baga globóides, apresentam propriedades medicinais e podem ser consumidos na forma de sementes fresca ou utilizados na preparação de suco (SANTOS et al., 2010; TAKATA et al., 2014). Extratos de fruto de *P. granatum* apresentam atividade antimicrobiana e antioxidante (PEREIRA et al., 2005; JARDINI et al., 2007). Dentre os fitoconstituintes presentes nas sementes, folhas, frutos e flores da espécie estão: flavonóides, antocianinas, taninos, ácido ascórbico, ácidos graxos conjugados e ácido úrsólico (LANSKY e NEWMANN, 2007).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade alelopática do extrato aquoso da casca do fruto de *P. granatum* sobre a germinação e crescimento inicial de *L. sativa* (alface), bem como analisar o efeito citotóxico e genotóxico do extrato sobre a divisão celular de raízes de alface.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular e no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia do Campus Universitário de Alta Floresta da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Para realização dos experimentos foi utilizada casca de frutos de romanzeiro, coletados

em quintais no perímetro urbano do município de Alta Floresta, Mato Grosso.

Para o preparo do extrato, 200 g de material vegetal foi colocado em um béquer, em seguida adicionou-se água destilada fervente (100 °C), posteriormente o recipiente foi fechado e deixado em repouso por 30 minutos. Após este período, a solução foi filtrada em papel filtro. O extrato foi obtido na concentração de 100 mg mL⁻¹, a partir da qual foram realizadas diluições para 12,5, 25 e 50 mg mL⁻¹. Os tratamentos utilizados foram estabelecidos com base na concentração 12,5 mg mL⁻¹, que é considerada usual, sendo comumente utilizada pela população. Como tratamento controle utilizou-se água destilada.

Os ensaios de germinação e crescimento foram realizados com sementes de alface, (cv. Itapuã 401 Isla), adquiridas em comércio local. As sementes foram distribuídas em caixas gerbox (11,0x11,0x3,5cm) forradas com papel germitest previamente umedecido com 10 mL da concentração do extrato, equivalente a 2,5 vezes a massa do papel substrato. Os experimentos foram acondicionados em câmara de germinação do tipo B.O.D com temperatura controlada de 25°C ±2°C (conforme as recomendações do fabricante para cv. Itapuã 401 Isla), sob fotoperíodo de 16/8 horas luz/escuro, por sete dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações) e quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, totalizando assim 20 unidades experimentais (caixas gerbox).

Foram avaliados os parâmetros propostos por De Conti e Franco (2011), sendo calculada a primeira contagem da germinação aos quatro dias, e a percentagem de germinação aos sete dias após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram realizadas contagens diárias das sementes germinadas, para a obtenção do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), utilizando a fórmula descrita por Maguire (1962). Considerou-se germinadas as sementes que apresentaram radícula com no mínimo 50% do tamanho da semente (FERREIRA e ÁQUILA, 2000). Para avaliar o crescimento foi mensurado o comprimento da parte radicular e da parte aérea das plântulas, com auxílio de um paquímetro digital. A massa fresca das plântulas foi aferida, utilizando balança de precisão.

Para análise do índice mitótico, as radículas foram coletadas aos quatro dias do experimento, e fixadas em solução de Carnoy (3:1, etanol: ácido

acético) por 24 horas e posteriormente conservadas em álcool 70% em freezer. Para preparação das lâminas foi utilizada a técnica de esmagamento descrita por Guerra e Souza (2002). As radículas foram hidrolisadas em HCl 5N por 10 minutos em temperatura ambiente, lavadas em água destilada e posteriormente coradas com orceína acética a 2%. Para cada tratamento foram confeccionadas 10 lâminas, e analisadas pela técnica de varredura em microscópio óptico a uma magnitude de 400x. Foram contabilizadas 500 células por lâmina, totalizando 5.000 células por tratamento. Foram observadas as células em interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase para determinação do índice mitótico (IM), bem como a ocorrência de alterações cromossômicas, como presença de pontes, cromossomos retardatários, cromossomos isolados, entre outros. O índice mitótico (IM) foi obtido através da seguinte equação: $IM = (m/T) \times 100$ (m= número de células em mitose; T = número total de células) (PIRES et al., 2001)

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar 5.6.

3. Resultados e Discussão

O extrato aquoso de *P. granatum* provocou alterações significativas na germinação das sementes de alface. O extrato concentrado causou um retardo na percentagem de germinação, se diferindo estatisticamente do controle e das concentrações 12,5, 25 e 50 mg mL⁻¹ (Tabela 1). Para o IVG foi observado que o extrato de *P. granatum* ocasionou uma inibição, sendo a concentração 100 mg mL⁻¹ a que apresentou menor valor de IVG. Porém, na variável primeira contagem não houve efeito significativo.

O comprimento e a massa fresca das plântulas de alface foram afetados pelo extrato aquoso de *P. granatum*. As médias das concentrações 50 e 100 mg mL⁻¹ foram significativas (p<0,05) em relação ao controle, sendo registrada na concentração 100 mg mL⁻¹ uma drástica redução do comprimento da parte aérea e radicular, e da massa fresca (Tabela 2).

Estes resultados são similares aos descritos por Borella et al. (2009), Gusman et al. (2012) e

Zórtea et al. (2015), que observaram redução do comprimento da parte aérea e da parte radicular de plântulas submetidas a extratos aquosos provenientes de espécies medicinais.

Tabela 1 - Primeira contagem (PC), porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *P. granatum*. CE: concentração do extrato.

CE (mg mL ⁻¹)	PC	PG	IVG
Controle	97,0 a	98,0 a	41,37 a
12,5	96,5 a	98,5 a	33,66 ab
25	97,0 a	99,5 a	31,77 b
50	95,5 a	96,0 ab	35,30 ab
100	91,5 a	92,0 b	29,80 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da parte radicular (CPR) e massa fresca (MF) das plântulas de alface germinadas sob diferentes concentrações do extrato aquoso de *P. granatum*. CE: concentração do extrato.

CE (mg mL ⁻¹)	CPA (cm)	CPR (cm)	MF (mg)
Controle	24,04 ab	11,12 a	9,68 ab
12,5	28,19 a	10,97 ab	11,93 a
25	20,30 abc	6,84 bc	7,60 bc
50	17,03 bc	5,12 cd	6,05 c
100	12,36 c	1,95 d	4,97 c

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observou-se que o extrato de *P. granatum* causou maior alteração no crescimento das plântulas do que no processo de germinação. Isso indica que a estrutura da plântula foi mais sensível aos compostos fitotóxicos presentes na casca do fruto de romanzeiro. Giotto et al. (2007), relatam que dentre os parâmetros analisados em estudos alelopátia, o crescimento das plântulas é mais sensível quando comparado ao teste de germinação, corroborando assim com os resultados encontrados.

Mairesse et al. (2007), analisaram a bioatividade de extratos vegetais de espécies medicinais como pata-de-vaca, fava, sálvia-da-gripe, romanzeiro entre outras. Para romanzeiro, os autores utilizaram o extrato aquoso da folha, o qual apresentou efeitos drásticos sobre a porcentagem de sobrevivência de plântulas de alface. Tais resultados reforçam a ação alelopática

de *P. granatum* sobre o crescimento de plântulas alface, como evidenciado neste estudo.

Através dos resultados obtidos da análise do ciclo celular de alface, notou-se que todas as concentrações causaram uma redução do índice mitótico, em comparação ao tratamento controle, indicando assim um efeito citotóxico da espécie *P. granatum* sobre as células meristemáticas de *L. sativa* (Figura 1).

Em consonância com estes resultados, estudos desenvolvidos por Oliveira et al. (2010), demonstraram que extratos de fruto e folha de romanzeiro possuem atividade citotóxica em células K-562 e células do Tumor Ascítico de Ehrlich (TAE).

Na concentração 100 mg mL⁻¹ houve um maior efeito citotóxico, ocorrendo uma drástica diminuição do índice mitótico, em comparação às demais concentrações. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2015), ao analisarem o efeito citotóxico de extrato aquoso de *Momordica charantia* L. sobre radículas de *A. cepa*, onde verificaram uma acentuada redução do índice mitótico na concentração mais alta do extrato (80 mg mL⁻¹).

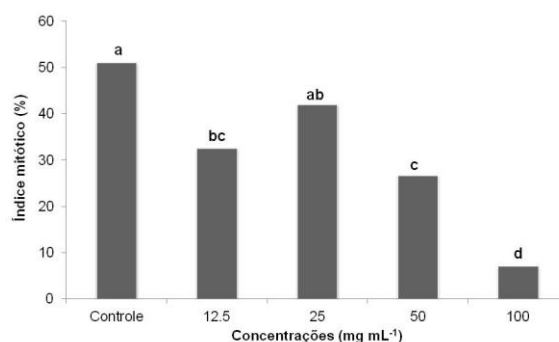


Figura 1 - Índice Mitótico em células meristemáticas de raízes de alface expostas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *P. granatum*. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à frequência das fases da mitose, observou-se que as médias das concentrações do extrato de *P. granatum* se diferiram estatisticamente entre si (Tabela 03). Quanto à frequência de prófases, o tratamento controle apresentou a maior porcentagem (46,01%), enquanto a concentração de 100 mg mL⁻¹ apresentou 5,03%. Tanto para fase de metáfase quanto para fase de anáfase a concentração que apresentou maior porcentagem foi a de 25 mg mL⁻¹, sendo 2,58% para metáfase e

1,89% para anáfase. Na fase de telófase o controle apresentou 2,17%, já a concentração de 100 mg mL⁻¹ apresentou 0,02% (Tabela 3).

Tabela 3 - Frequência das diferentes fases da mitose em células meristemáticas de raízes de alface desenvolvidas sob diferentes concentrações do extrato aquoso de *P. granatum*. CE: concentração do extrato

CE (mg mL ⁻¹)	% de células nas fases			
	Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase
Controle	46,01 a	1,54 b	1,18 c	2,17 a
12,5	28,37 c	1,38 c	1,69 b	0,96 b
25	35,33 b	2,58 a	1,89 a	0,74 c
50	22,98 d	1,11 d	0,86 d	0,04 d
100	5,03 e	0,91 e	0,55 e	0,02 e

Média seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em todas as concentrações do extrato aquoso da casca do fruto de romanzeiro foi encontrada a presença de alterações cromossômicas, tais como: prófases com cromossomos isolados, metáfases irregulares, metáfases com cromossomos isolados, interfases com micronúcleo, anáfases com cromossomos isolados, pontes anafásicas e presença de células binucleadas e trinucleadas (Figura 2).

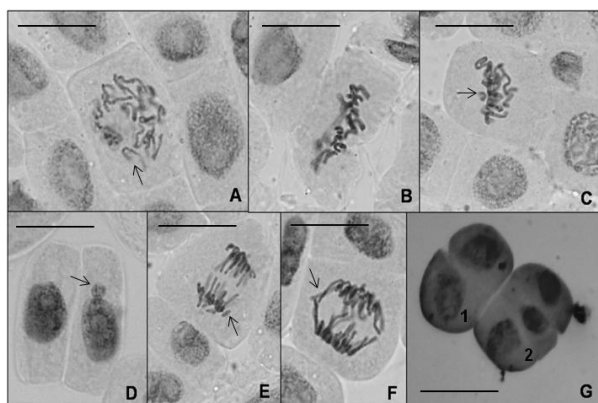


Figura 2 - Células de alface submetidas á diferentes concentrações do extrato aquoso de *P. granatum*. A) Prófase com cromossomo isolado; B) Metáfase irregular; C) Metáfase com cromossomo isolado; D) Interfase com micronúcleo; E) Anáfase com cromossomo isolado; F) Ponte anafásica. G) Célula binucleada (1) e Célula trinucleada (2). Barra = 5 µm

Pastori et al. (2015), obtiveram resultados similares ao deste trabalho, no qual observaram que concentrações de infusão de *Polygonum punctatum* Elliott provocaram alterações cromossômicas em células de *A. cepa*. As concentrações de extrato aquoso de *Psidium*

cattleianum Sabine, também induziram a formação de irregularidades em células de alface (HISTER et al., 2016).

As metáfases irregulares e com cromossomos isolados encontradas nas concentrações do extrato de *P. granatum* são possivelmente decorrentes de uma malformação ou parcial inativação do fuso mitótico, o que impede a organização dos cromossomos na placa equatorial (MARCANO et al., 2004). As anáfases com cromossomos isolados e com pontes observadas neste estudo podem ser consequências da ocorrência de falhas na formação das fibras do fuso, na placa equatorial, na divisão do centrômero ou na movimentação das cromátides-irmãs (COSTA et al., 2015).

Segundo Tur et al. (2010), compostos aleloquímicos podem interferir na síntese de DNA e RNA nas plantas. Também, Meneguetti et al. (2014), ao estudarem a ação citotóxica e mutagênica do extrato aquoso de *Maytenus guyanensis* Klotzsch Ex Reissek., sugerem que compostos bioativos com atividades alelopáticas podem ser os principais responsáveis por pequenos danos no material genético. Assim, a presença de alterações cromossômicas nas células de alface expostas ás concentrações do extrato testado, indica uma ação genotóxica que pode ser decorrente do efeito de compostos alelopáticos presentes no extrato aquoso de romanzeiro.

4. Conclusão

O extrato aquoso da casca do fruto de *P. granatum* apresentou efeito alelopático inibitório sobre a germinação e crescimento de alface. Sobre as células meristemáticas de raízes de *L. sativa*, as concentrações do extrato de romanzeiro apresentaram efeito citotóxico e genotóxico, havendo redução do índice mitótico e presença de alterações cromossômicas, portanto recomenda-se o uso cuidadoso desta espécie por parte da população.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.



Referências

- BEZERRA, C.M.; DINELLY, C.M.N.; OLIVEIRA, M.A.S. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do infuso de malva-santa *Plectranthus barbatus* (LAMIACEAE) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.13, n.4, p.220-228, 2016.
- 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**, v.7, n.3, p.260-265, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398p.
- DE CONTI, D.; FRANCO, E.T.H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.17, n.2, p.193-203, 2011.
- COSTA, A.C.; DOMINGUES, G.; DÜSMAN, E.; ALMEIDA, I.V.; VICENTINI, V.E.P. Citotoxicidade das águas do Rio do Peixe (São Paulo-Brasil), em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Bioscience Journal**, v.31, n.1, p.248-258, 2015.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.175-204, 2000.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- FERREIRA, D.T.; MONTEIRO, E.C.; DUARTE, J.A.S.; ROSSI, A.A.B. Citotoxicidade do extrato aquoso de *Mentha piperita* sobre o índice mitótico em *Licopersicum esculentum* M. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n.3, p. 1-4, 2014.
- GIOTTO, A.C.; OLIVEIRA, S.C.C.; SILVA, J.G.P. Efeito alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg. (Myrtaceae) na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.600-602, 2007.
- GUERRA, M.; SOUZA, M.J. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 131p.
- GUSMAN, G.S.; VIEIRA, L.R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Biotemas**, v.25, n.4, p.37-48, 2012. DOI: 10.5007/2175-7925.2012v25n4p37.
- HISTER, C.A.L.; TRAPP, K.C.; TEDESCO, S.B. Potencial alelopático e antiproliferativo de extratos aquosos das folhas de *Psidium cattleianum* Sabine sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v.14, n.2, 2016.
- 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**, v.73, n.1, p.79-82, 2006.
- JARDINI, F.A.; PINTO, J.R.; MENDONÇA, R.M.Z.; MANCINI, D.A.P.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante do extrato hidroalcoólico da romã (*Punica granatum*, L.) sobre células da linhagem Caco-2. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.80-83, 2007.
- LANSKY, E.P.; NEWMAN, R.A. *Punica granatum* (Pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. **Journal of ethnopharmacology**, v.109, n.2, p.177-206, 2007.
- LORENZI, H., MATOS, F.J.A. **Plantas Mediciniais no Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination in selecting and evaluating for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.1, n.1, p.176-177, 1962.
- MAIRESSE, L.A.S.; COSTA, E.C.; FARIAS, J.R.; FIORIN, A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**, v.14, n.2, p.1-12, 2007.
- MARCANO, L.; CARRUYO, I.; DEL CAMPO, A.; MONTIEL, X. Cytotoxicity and mode of action of maleic hydrazide in root tips of *Allium cepa* L. **Environmental Research**, v.94, n.2, p.221-226, 2004. DOI: 10.1016/S0013-9351(03)00121-X
- MENEGUETTI, D.U.O.; LIMA, R.A.; SILVA, J.B.; SILVA, R.P.; PAGOTTO, R.C.; FACUNDO, V.A. Análise citotóxica e mutagênica do extrato aquoso de *Maytenus guyanensis* Klotzsch Ex Reissek (Celastraceae) chichuá (xixuá) amazônico. **Ciência e Natura**, v.36, n.3, p.301-309, 2014. DOI: 10.5902/2179460X13343.
- NUNES, A.P.M.; ARAUJO, A.C. Ausência de genotoxicidade de esteviosídeo em *E. coli*. In: SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE



JANEIRO, 10, 2003, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2003. p.15

OLIVEIRA, L.P.; PINHEIRO, R.C.; VIEIRA, M.S.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F.; VALADARES, M.C. Atividade citotóxica e antiangiogênica de *Punica granatum* L., Punicaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.2, p.201-207, 2010.

PASTORI, T.; KUHN, A.W.; TEDESCO, M.; HOFFMANN, C.E.; NEVES, L.A.S.; CANTO-DOROW, T.S.; TEDESCO, S.B. Ação genotóxica e antiproliferativa de *Polygonum punctatum* Elliott (Polygonaceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n. 2, p.186-194, 2015. DOI: 10.1590/1983-084X/13_023.

PAULA, R.P.; BUENO, S.S.S.; SCHMITT, K.F.M, TIAGO, A.V.; ROSSI, A.A.B. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de citotoxicidade e genotoxicidade em *Aristolochia elegans* Mast. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.1749-1756, 2015.

PEREIRA, J.V.; PEREIRA, M.S.V.; HIGINO, J.S.; SAMPAIO, F.C.; ALVES, P.M.; ARAUJO, C.R.F. Estudos com o extrato da *Punica granatum* Linn.(romã): efeito antimicrobiano in vitro e avaliação clínica de um dentifrício sobre microrganismos do biofilme dental. **Revista Odonto Ciência**, v.20, n.49, p.262-269, 2005.

PIRES, N.M.; SOUZA, I.R.P.; PRATES, H.T.; FARIA, T.C.L.; PEREIRA-FILHO, I.A.; MAGALHÃES, P.C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p. 55-65, 2001.

QUADROS, A.P.O.; MAZZEO, D.E.C.; MARIN-MORALES, M.A.; PERAZZO, F.F.; ROSA, P.C.P.; MAISTRO, E.L. Fruit extract of the medicinal plant *Crataegus oxyacantha* exerts genotoxic and mutagenic effects in cultured cells. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, p.1-10, 2017. DOI: 10.1080/15287394.2016.1272517

RODRIGUES, F.C.M.P.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, p.130-136, 2001.

RODRIGUES, H.G.; MEIRELES, C.G.; LIMA, J.T.S.; TOLEDO, G.P.; CARDOSO, J.L.; GOMES, S.L. Efeito embriotóxico, teratogênico e abortivo de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.3, p.359-366, 2011.

SANTOS, E.H.B.; BATISTA, F.P.R.; PEREIRA, L.M.; CAMPOS, L.M.A.; CASTRO, M.S.; AZEVEDO, L.C. Composição físico-química dos frutos de romã (*Punica granatum* L.). In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 5, 2010, Maceió. **Anais**. Maceió, 2010.

SILVA, G.R.; ROCHA, V.D.; TIAGO, P.V.; BISPO, R.B.; ROSSI, A.A.B. Utilização e citotoxicidade do Melão-de-São-Caetano. **Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3, p.1-5, 2015.

SOUZA, C.S.M.; SILVA, W.L.P.; GUERRA, A.M.N.M.; CARDOSO, M.C.R.; TORRES, S.B. Alelopátia do extrato aquoso de folhas de Aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, v.2, n.2, p.96-100, 2007.

SOUZA, S.A.M.; CATTELAN, L.V.; VARGAS, D.P.; PIANA, C.F.B.; BOBROWSKI, V.L.; ROCHA, B.H.G. Atividade alelopática e citotóxica do extrato aquoso de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss). **Publicatio UEPG Ciências Biológicas e Saúde**, v.11, n.3, p.7-14, 2005.

TAKATA, W.; SILVA, E.G.; CORSATO, J.M.; FERREIRA, G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p.254-260, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-269/13.

TUR, C.M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopátia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. **Biotemas**, v.23, n.2, p.13-22, 2010.

WERKMAN, C.; GRANATO, D.C.; KERBAUY, W.D.; SAMPAIO, F.C.; BRANDÃO, A.A.H.; RODE, S.M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L.(romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.3, p.104-111, 2008.

ZORTÉA, K.E.M.; FREITAS JUNIOR, E.; SIMÃO, S.S.; SIMIONI, P.F.; ROSSI, A.A.B. Extratos de alecrim são alelopáticos à germinação de *Eruca sativa* L.? **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22, p.3710-3718, 2015.