

Efeito fitotóxico de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) em diferentes horários de coleta

Sarah Ribeiro Alencar¹, Maria Arlene Pessoa da Silva¹, Maria Soraya Macêdo², Daiany Alves Ribeiro¹, Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos¹ & Natália Cavalcante da Costa¹

¹ Universidade Regional do Cariri, Rua Cel. Antônio Luis, 1161, CEP 63.100-000, Pimenta, Crato, Ceará, Brasil. urca@urca.br.

² Universidade Federal do Ceará, Av. da Universidade, 2853, CEP 60020-181, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, ppgern@ufc.br.

Recebido em 25.V.2015.

Aceito em 22.VII.2016.

RESUMO – Este estudo avaliou os efeitos alelopáticos de *Mangifera indica* L. (manga), sobre a germinação, desenvolvimento e índice mitótico das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface). O Extrato Aquoso Bruto (EAB) foi preparado com folhas frescas coletadas nos horários de 7h30min e 12h. O EAB (100%) foi diluído nas concentrações de 75, 50 e 25%, comparadas ao controle. O extrato provocou inibição significativa da germinação, do Índice de Velocidade de Germinação, do comprimento do caulículo e do comprimento da radícula, nos testes de 7h30min e 12h. No índice mitótico, ambos extratos acusaram efeito positivo, com aumento no número de células das plântulas de alface em divisão na medida em que aumentaram as concentrações. Os extratos testados causaram anomalias cromossômicas do tipo c-metáfase, pontes anafásicas e células com atraso de cromossomos na metáfase, evidenciando que *M. indica* é genotóxica. Assim, o extrato da espécie apresenta efeitos alelopáticos e citotóxicos significativos.

Palavras-chave: alelopatia, anomalias cromossômicas, manga

ABSTRACT – Phytotoxic effect of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) at different times of collection. This study evaluated the allelopathic effects of *Mangifera indica* L. (mango), on germination, development and mitotic index of seeds of *Lactuca sativa* L. (lettuce). The Crude Aqueous Extract (CAE) was prepared with fresh leaves collected during the 7h30min and 12h. CAE (100%) was diluted at concentrations of 75, 50 and 25% compared to control. The extract significantly inhibited germination, speed of germination index, the caulicle length and radicle length, at both 7h30min and 12h. Both extracts had a positive effect on the mitotic index of the lettuce seedling, with a dose dependent increase in the number of cells in division with increased concentrations. The tested extracts induced chromosomal abnormalities of the type c-metaphase, anaphasic bridges and laggard chromosomes in metaphase, indicating genotoxicity. Thus, the extract of species has significant allelopathic and cytotoxic effects.

Keywords: allelopathy, chromosomal abnormalities, manga

INTRODUÇÃO

Além dos metabólitos envolvidos em processos biológicos fundamentais (primários), as plantas, bactérias e fungos produzem um grande número de compostos, ditos secundários (Bell 1981). Estes diferem em termos de qualidade e quantidade de espécies para espécie, assim como diferem em quantidade de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro. Os vegetais diferem quanto à tolerância e resistência a esses metabólitos, sendo uns mais sensíveis do que outros (Ferreira & Aquila 2000). Esta sensibilidade é conhecida como alelopatia, termo criado em 1937, pelo pesquisador alemão Hans Molisch, com a reunião das palavras gregas *alléton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo), referindo-se à capacidade de proteção, prevenção da decomposição das sementes, ação na dormência, produção de gemas, influência nas relações com as demais plantas, microrganismos e insetos por meio de metabólitos secundários liberados na atmosfera ou, quase sempre, no solo (Medeiros 1990, Camargo *et al.* 2002).

Mangifera indica L. é uma espécie pertencente à família *Anacardiaceae*, originária da Índia, conhecida popularmente como mangueira, Pierozzi & Rosetto (2011) caracterizam a espécie com número cromossômico de $2n = 40$. Atualmente encontra-se difundida em muitas

regiões tropicais e subtropicais, sendo possuidora de um dos frutos mais populares no mundo (Lakshminarayana *et al.* 1983, Ross 1999). *M. indica* é uma espécie exótica e foi categorizada como invasora das florestas Ombrófila, Estacional, Estacional Semidecidual e de savanas do Brasil (Zenni & Ziller 2011), é quimicamente rica em diferentes classes de compostos fenólicos tais como ácidos e ésteres, derivados da benzofenona, flavanóis, antocianinas, heterosídeos flavonóis e heterosídeo xantônico (ex.: mangiferina) (Sellés *et al.* 2002, Berardini 2005, Abdalla *et al.* 2007, Barreto *et al.* 2008).

O potencial alelopático de *M. indica* ainda é pouco estudado, havendo a necessidade de pesquisas aprofundadas mostrando os efeitos dessa interação em nível celular. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos alelopáticos do extrato aquoso bruto de folhas de *M. indica* (manga) sobre a germinação, desenvolvimento e índice mitótico de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L. (alface).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação do Extrato Aquoso Bruto (EAB)

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Botânica Aplicada - LBA da Universidade Regional do

Cariri-URCA. As folhas frescas de um espécime cultivado de *M. indica* foram coletadas ao lado do referido laboratório em dois horários 7h30min e 12h, em período chuvoso com coordenadas geográficas 07°14'20,3"S e 39°24'56,7"W à altitude de 697m.

O material vegetal (200g) foi triturado em liquidificador industrial, com água destilada, por três minutos. Após a trituração, o material foi filtrado com auxílio de algodão e funil de vidro, o líquido resultante foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos para a obtenção do Extrato Aquoso Bruto (EAB) concentrado (100%), do qual foram feitas as diluições para 25%, 50% e 75%. O Controle constituiu-se somente de água destilada. O extrato foi caracterizado quanto ao parâmetro físico-químico pH, o qual foi ajustado para valores próximos a 6,0, conforme recomendação de Macias *et al.* (2000).

Para estabelecer a quantidade de água a ser adicionada para produção do EAB, foi feita a relação entre o peso de matéria fresca (PMF) e o peso de matéria seca (PMS), colocando-se 100 gramas de folhas frescas em estufa para secagem, sob uma temperatura de 100°C por 24 horas. Após esse período estas folhas foram pesadas, determinado assim o peso de matéria seca (PMS). Da relação PMF/PMS foi obtido um índice que foi multiplicado pelo peso de matéria fresca (100g) correspondendo ao volume de água destilada em mL a ser adicionada (Medeiros *et al.* 1990).

Bioensaio em laboratório

Os experimentos foram conduzidos em placas de Petri, limpas, secas e estéreis, forradas com dois discos de papel filtro, onde foram dispostas as sementes de alface. Em cada placa foi adicionado 3 mL do extrato de cada concentração e o controle foi umedecido com 3mL de água destilada. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação do tipo Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de 20 sementes por placa totalizando 100 sementes por tratamento.

As variáveis analisadas ao final dos sete dias foram: número de sementes germinadas (consideradas germinadas as sementes cujas radículas atingiram 2 mm de comprimento), índice de velocidade de germinação (IVG), biometria do caulículo e da radícula e anormalidades das plântulas, seguindo o Manual de Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi avaliado a cada 24 horas, sendo determinado através do somatório da razão entre o número de sementes germinadas no dia i (n_i) e o número de dias (i) (Fernandes *et al.* 2007).

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{i} \right)$$

Onde: n_i = n° de sementes germinadas no dia i ; i = n° de dias.

Índice mitótico

Para a análise do índice mitótico seguindo metodologia de Souza *et al.* (2005) foram coletadas, no quarto dia, após a germinação das sementes, cinco radículas de cada repetição, imersas em fixador à base de três partes de etanol absoluto e uma parte de ácido acético glacial, por 24 horas e estocadas em freezer no próprio fixador até posterior análise.

Para a determinação do índice mitótico, as pontas das raízes foram preparadas através da técnica de esmagamento seguida de coloração proposta por Guerra & Souza (2002), sendo tratadas na seguinte ordem: 1) duas lavagens em água destilada de 5 minutos; 2) hidrólise em HCl 5N (ácido clorídrico cinco normal) por 20 minutos; 3) nova lavagem em água destilada por 5 minutos. As pontas das radículas foram postas em lâminas de microscopia lapidadas, esmagadas em ácido acético a 45%, cobertas com uma lamínula, congeladas em nitrogênio líquido para a remoção da lamínula, secas ao ar, coradas com Giemsa a 2% por 20 minutos e montadas em Entellan.

A contagem das células seguiu a metodologia de Pires *et al.* (2001), com modificações. Foram avaliados cinco campos por lâmina e realizada a contagem do número total de células por campo, bem como o número de células em cada fase da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase) com auxílio de microscópio óptico com aumento de 400X, sendo preparadas cinco lâminas por tratamento, sendo uma para cada repetição.

O índice mitótico foi obtido pela divisão do número de células em mitose (prófase + metáfase + anáfase + telófase) pelo número total de células observadas (interfase + mitose) e multiplicação por 100 (Pires *et al.* 2001), sendo o resultado expresso em porcentagem.

Foi realizada análise qualitativa em todas as lâminas montadas, na busca de anomalias cromossômicas tais como: pontes anafásicas e telofásicas, c-mitoses, micronúcleos, aderência cromossômica, quebras cromossômicas, perdas metafásicas, quando um cromossomo se desloca da placa metafásica, e anafásicas, as quais foram fotografadas em microscópio acoplado com câmera fotográfica.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta. As médias correspondentes ao controle foram comparadas com as médias referentes a cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos bioensaios realizados observou-se que o Extrato Aquoso Bruto das folhas frescas de *Mangifera indica* L. (manga) coletadas nos horários de 7h30min e 12h,

apresentaram ação inibitória na germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) à medida que aumentavam os níveis de concentração, sendo a inibição proporcional à concentração do extrato (Fig. 1). Nas concentrações de 75% e 100% nos dois horários observou-se uma inibição significativa na germinação de sementes de alface quando comparados aos controles, sendo que as concentrações do extrato das folhas coletadas às 12h causaram maior inibição. Desta forma, é visível que os constituintes químicos presentes no extrato apresentam alta atividade fitotóxica na germinação das sementes testadas. Resultados semelhantes foram observados por Comiotto *et al.* (2011) o extrato aquoso de *Schinus terebinthifolius* Raddi, teve efeito inibitório proporcional ao aumento da concentração reduzindo a germinação, a primeira contagem e o índice de velocidade de germinação de sementes de alface ($p \leq 0,05$).

A redução do índice de velocidade de germinação (IVG) nos extratos dos dois horários foi proporcional ao aumento da concentração do extrato, diferindo estatisticamente em relação ao controle (Fig. 2). Nos extratos de 7h30min e 12h houve uma redução no IVG a partir das concentrações de 25%, sendo que a partir da concentração de 50% no extrato das 12 h houve um maior retardo na velocidade de germinação quando comparado com as concentrações do extrato das 7h30min. A presença de compostos produzidos pelos vegetais pode favorecer algumas espécies, trazendo vantagens na competição por recursos locais. Silva *et al.* (2010) testaram o efeito de extratos etanólicos de *Anadenanthera macrocarpa* e *Astronium graveolens* sobre a germinação e o cálculo da germinabilidade, tempo médio e velocidade média de germinação de *Brassica chinensis* (couve-da-malásia) e *L. sativa*, comprovaram a ação alelopática desses extratos ao verificar a diminuição dos

valores de análise em todas as concentrações testadas. Um dos fatores que pode contribuir para determinado efeito atribuído à ação alelopática de um substrato é o potencial osmótico que, se elevado, pode refletir na germinação das sementes atrasando a velocidade de germinação (Ferreira & Aquila 2000). Esse atraso na germinação pode causar desvantagens para as sementes a campo por vários motivos, alguns deles são a exposição por mais tempo no ambiente em meio a fungos, condições climáticas desfavoráveis e predação, além de interferir em uma competição com plântulas em crescimento pré-estabelecido, o que causa o tamanho reduzido da planta, estresse e, principalmente, menor capacidade de competição por recursos (Jefferson & Pananchio 2005, Gatti *et al.* 2007, Oliveira *et al.* 2012b).

Em relação à biometria do caulículo, observou-se que os extratos em todas as concentrações apresentaram interferência negativa, principalmente o extrato das 12h a partir da concentração de 50%. O comprimento do caulículo foi reduzido à medida em que as concentrações aumentaram (Fig. 3). Para Burgos *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2012a) a parte aérea da plântula é afetada mesmo não estando em contato direto com os aleloquímicos, ainda que as raízes estejam comprometidas, continuam absorvendo os solutos que poderão influenciar no desenvolvimento caulinar.

Quanto ao desenvolvimento radicular, houve uma diminuição em todas as concentrações quando comparadas ao controle, o que indica uma ação negativa, estando mais acentuada nas concentrações do extrato de 12h (Fig. 4). Geralmente o crescimento do sistema radicular é um fator decisivo para o bom desenvolvimento de plântulas, Cruz-Ortega *et al.* (1998) e Ferreira & Aquila (2000) citaram que o metabolismo do sistema radicular apresenta drásticos efeitos deletérios, uma vez que é alvo primário dos aleloquímicos,

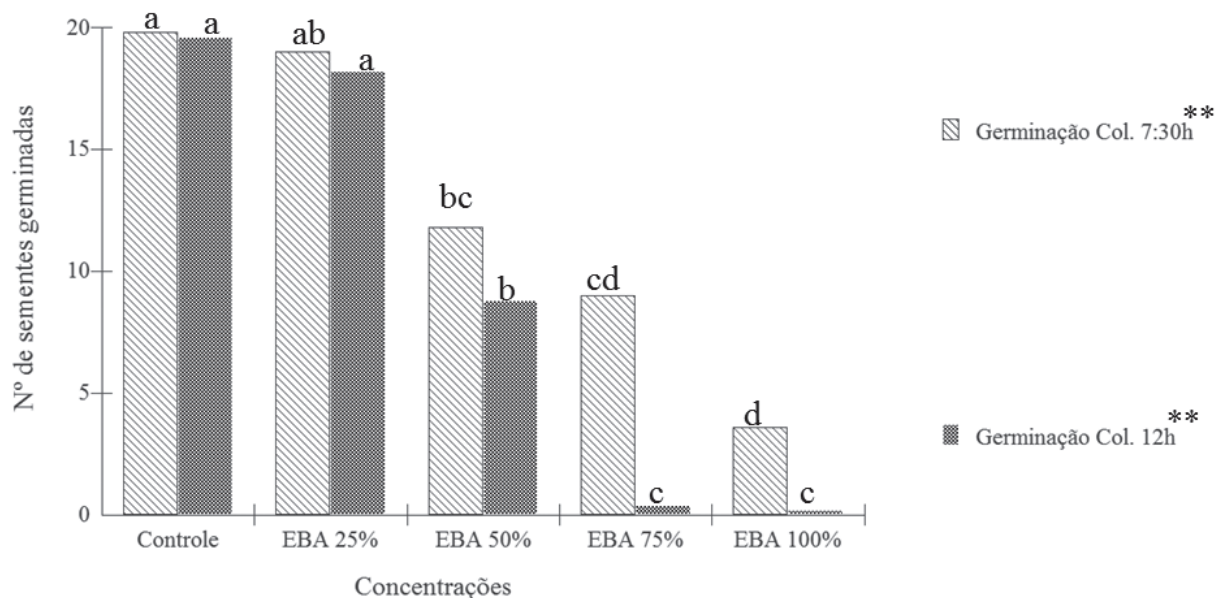


Fig. 1. Número de sementes germinadas das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso bruto de *M. indica* coletadas em dois horários.

(**): significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

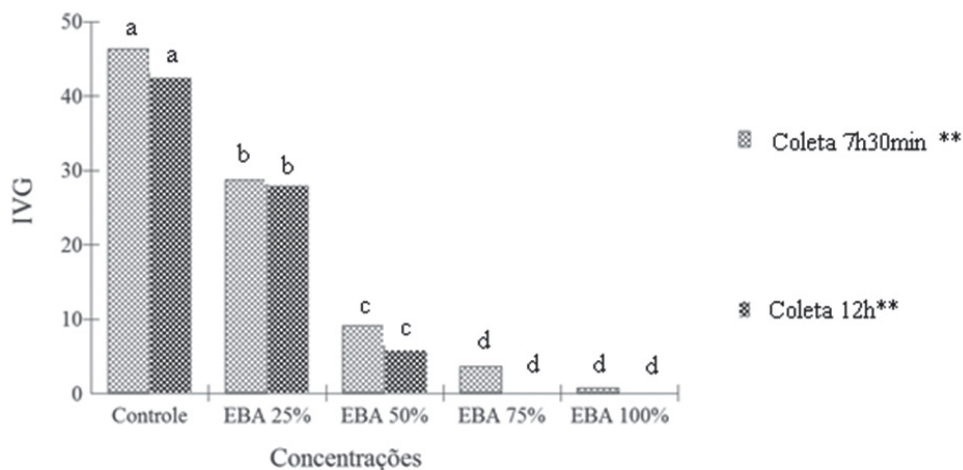


Fig. 2. Índice de velocidade de germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso bruto de *M. indica* coletadas em dois horários.

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

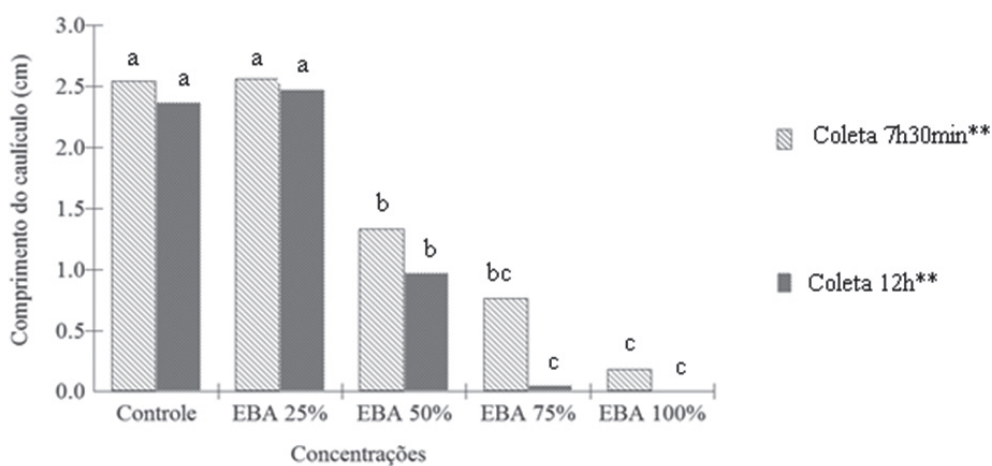


Fig. 3. Biometria dos caulículos de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso bruto de *M. indica* coletadas em dois horários. (**) significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

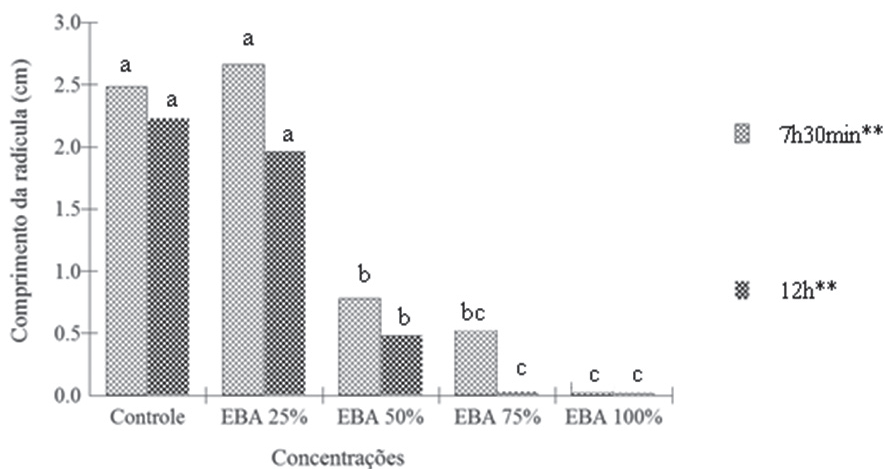


Fig. 4. Biometria das radículas de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso bruto de *M. indica* coletadas em dois horários. (**) significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

principalmente durante o desenvolvimento inicial da planta, caracterizado por um alto metabolismo e sensibilidade ao estresse ambiental, sendo a detecção de plântulas anormais um instrumento valioso para identificação de atividade alelopática, enquanto para Cândido *et al.* (2010) esses testes biométricos são importantes para constatar as alterações que as substâncias-testes podem causar nessas estruturas.

Em relação às anomalias, foram consideradas plântulas anormais aquelas que apresentavam qualquer uma das suas estruturas essenciais ausentes, deformadas, muito danificadas ou infectadas (Krzyzanowski *et al.* 1991, Brasil 2009). No controle não foi constatada a presença de anormalidades. As anomalias encontradas foram radículas necrosadas, obtidas em todas as concentrações exceto nas que não ocorreram germinação e hipocótilo retorcido ou enrolado somente no teste de 12h na concentração de 50%. As substâncias alelopáticas podem ocasionar a ocorrência de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sinais mais evidentes (Ferreira & Aquila 2000). Essas anormalidades em plântulas de alface com uso de extratos de diferentes espécies foram observadas por Alves *et al.* (2004), Gatti *et al.* (2004), Felix *et al.* (2007), Coelho *et al.* (2011), Oliveira *et al.* (2012a) e Mendes *et al.* (2013).

O extrato das folhas de *M. indica* coletadas às 7h30min causou aumento do índice mitótico na radícula das plântulas de alface submetidas ao extrato nas concentrações 25, 50 e 75%, verificando-se um efeito positivo, com pico máximo em 50% com diferença estatística entre as médias. Na concentração de 100% não houve crescimento de raízes, podendo-se inferir que o índice mitótico foi inibido na referida concentração (Fig. 5). No extrato das folhas coletados às 12h as radículas submetidas à concentração de 25% tiveram o índice mitótico aumentado em relação ao controle enquanto na concentração de 50% houve um decréscimo do referido índice. Nas concentrações de 75 e 100% não se obteve raízes suficientes, podendo-se inferir que o número de divisões celulares, quando submetidas a essas últimas concentrações, foi igual a zero. Uma explicação para este fenômeno é que a concentração do extrato está diretamente relacionada com a taxa de inibição observada para esta variável, provavelmente este

efeito é devido a existência de um composto com atividade alelopática e citotóxica comprovada, a mangiferina, que foi citada por Correia *et al.* (2006) como principal constituinte do extrato de *M. indica*.

Em relação a atividade do extrato coletado as 7h30min infere-se efeito estimulatório nas concentrações de 25%, 50% e 75%, mostrando atividade inibitória apenas na concentração de 100%, embora esses valores não sejam estatisticamente significativos. É sabido que a concentração de aleloquímicos no extrato é dependente de fatores externos, tais como a temperatura e luminosidade, sendo assim no horário de 7h30min a temperatura e a luminosidade eram mais baixas, logo a concentração da substância ativa do extrato pode ter sido afetada. Efeitos estimulatórios sobre a divisão celular da espécie-teste também foram observados por Maculan *et al.* (2007), onde o extrato de infusão de *Eryngium eburneum* Decne. (*Apiaceae*) causou um aumento no índice de divisão celular nas concentrações de 10mg mL⁻¹ e 15mg mL⁻¹. Assim, a detecção de substâncias alelopáticas potencialmente citotóxicas pode ter efeito relacionado, à inibição ou ao estímulo do crescimento, sendo importante para o conhecimento do impacto que essas substâncias causam (Borges *et al.* 2011).

No extrato das folhas coletadas às 7h30min, foram observadas as seguintes anomalias cromossômicas: aderência cromossômica com micronúcleo, pontes anafásicas, C-metáfase, broto celular ou micronúcleo periférico, perda cromossômica com aderência na metáfase e ponte telofásica na concentração de 25%; anáfase multipolar com pontes anafásicas, perda de vários cromossomos na metáfase, ponte anafásica, metáfase com aderência e perda cromossômica, metáfase desorganizada com aderência cromossômica, metáfase com atraso cromossômico, anáfase e interfase com micronúcleo e pro-metáfase com perda cromossômica na concentração de 50%; ponte anafásica, separação precoce das cromátides, anáfase multipolar e quebra do fuso acromático na concentração de 75% (Fig. 6). Com relação ao extrato das folhas coletadas às 12h, foram encontradas pontes anafásicas, células com micronúcleo, anáfase multipolar, metáfase com aderência cromossômica e células binucleadas na concentração de

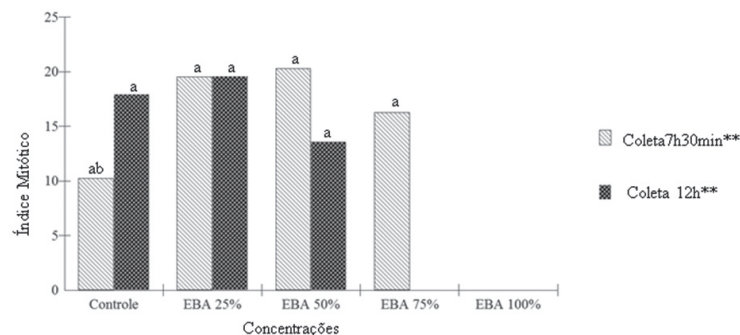
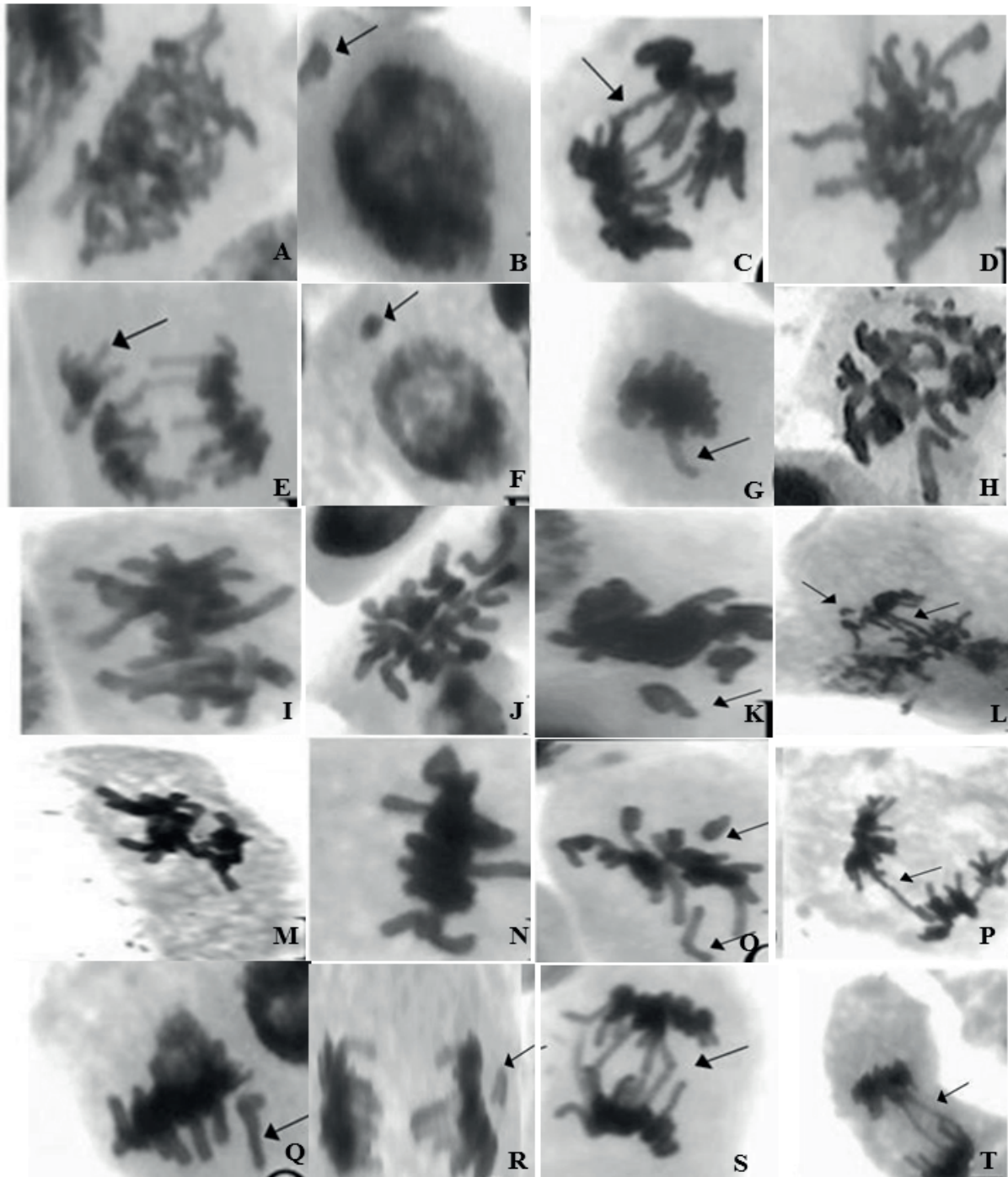


Fig. 5. Índice mitótico das células de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do do extrato aquoso bruto de *M. indica* coletadas em dois horários.

(**) significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

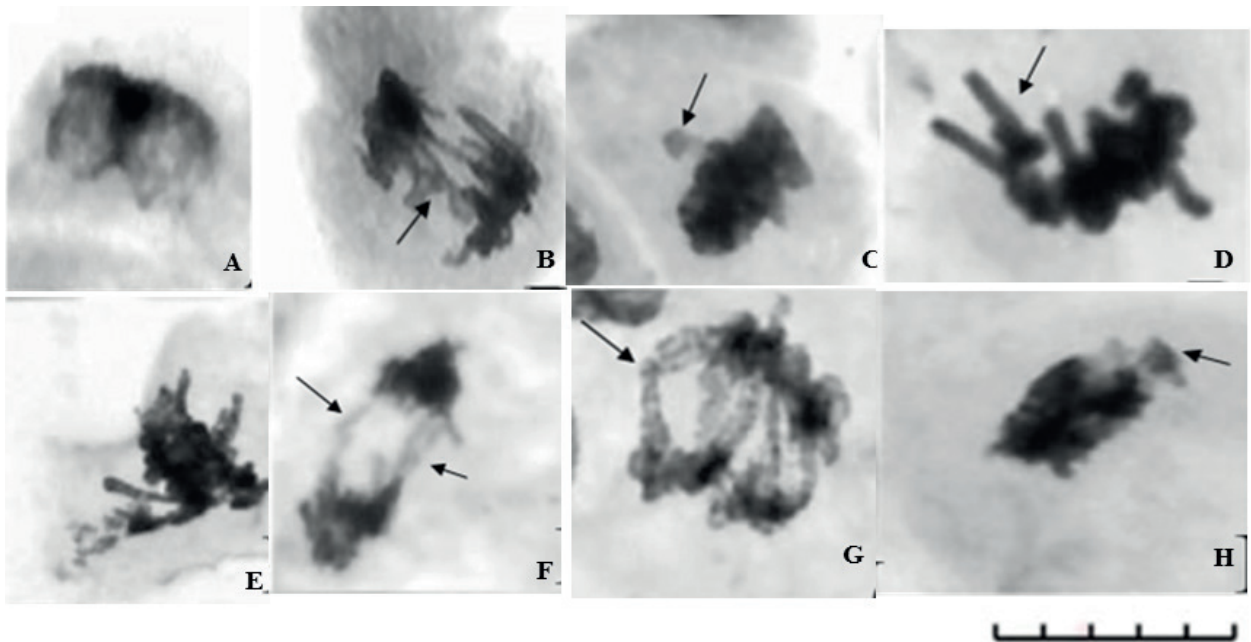


Figs. 6 A-T. Anomalias cromossômicas observadas nas diversas concentrações do extrato aquoso bruto de manga com folhas coletadas às 7h30min. **A.** Separação precoce de cromátides; **B.** Célula interfásica com um micronúcleo; **C.** Pontes anafásicas; **D.** Pró-metáfase com perda de cromossomos; **E.** Anáfase multipolar; **F.** Célula interfásica com perda de material genético; **G.** Perda cromossômica; **H.** Quebra do fuso acromático; **I.** Anáfase com desorganização dos cromossomos; **J.** Célula em C-metáfase; **K.** Perda cromossômica e aderência; **L.** Ponte anafásica e quebras de cromossomos; **M.** Metáfase desorganizada com aderência cromossômica; **N.** Metáfase com atraso cromossômico; **O.** Perda de vários cromossomos na metáfase; **P.** Anáfase multipolar com ponte anafásica; **Q.** Metáfase com atraso cromossômico; **R.** Anáfase com micronúcleo; **S.** Pontes anafásicas; **T.** Ponte telofásica. Barra = 1 μ m

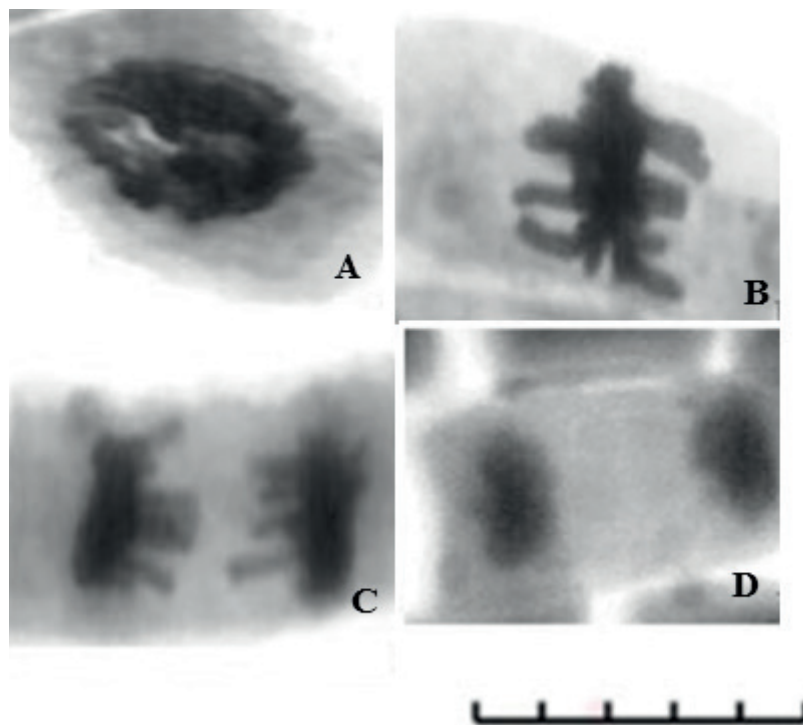
25%; metáfase com aderência, micronúcleo e pontes anafásicas na concentração de 50% (Fig. 7). No tratamento controle, de ambos os experimentos, não foram observadas anomalias cromossômicas (Fig. 8).

Esses dados sugerem efeito genotóxico do extrato de *M. indica*. Os estudos acerca desses efeitos nos extratos

aquosos dessa espécie justificam-se por apresentar atividade antiviral, antimicrobiana e antiinflamatória (Correia *et al.* 2008), dessa forma faz-se importante conhecê-los a fim de otimizar sua utilização como medicamento. Os testes alelopáticos podem auxiliar na ampliação dos conhecimentos sobre substâncias que podem ser utilizadas



Figs. 7 A-H. Alterações cromossômicas observadas nas diversas concentrações do extrato aquoso bruto de manga preparado com folhas coletadas às 12h. A. Célula binucleada; B. Pontes anafásicas; C. Célula portadora de micronúcleo; D, E. Metáfase com aderência e perdas cromossômicas; F. Ponte telofásica; G. Anáfase multipolar com pontes anafásicas; H. Célula com micronúcleo. Barra = 1 µm



Figs. 8 A-D. Divisões celulares do controle nos experimentos 7h30min e 12h. A. Prófase; B. Metáfase; C. Anáfase; D. Telófase. Barra = 1 µm

na agricultura e que possuem potencial farmacológico.

Pela alteração no processo de divisão celular e pela ocorrência de mutações cromossômicas, tais como quebra de cromátides, pontes anafásicas, deleção cromossômica ou formação de micronúcleos, é possível detectar uma possível atividade citotóxica e genotóxica (Souza *et al.* 2005).

Em uma análise geral, o extrato das folhas coletadas às 12h demonstrou efeito mais pronunciado em relação ao extrato das folhas coletadas às 7h30min, mesmo com resultados próximos, em alguns momentos apresentando uma elevada atividade fitotóxica na germinação da semente testada, no retardo mais acentuado da germinação, no

comprimento do caulículo e radícula. Os valores observados foram muito baixos, evidenciando que a atividade dos metabólitos secundários presentes no extrato aquoso de *M. indica* é afetada não só pela concentração dessas substâncias, mas também por fatores ambientais, como a intensidade da luz e a temperatura (Gobbo-Neto & Lopes 2007). O extrato obtido de folhas de *M. indica* apresenta atividade citotóxica sobre a divisão de células meristemáticas de alface em decorrência da redução do número de células em mitose e do aparecimento de anomalias cromossômicas.

REFERÊNCIAS

- Abdalla, A.E.M., Darwish, S.M., Ayada, E.H.E. & El-Hamahmy, R.M. 2007. Egyptian mango by-product I. Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chemistry* 103: 1134-1140.
- Alves, M.C.S., Medeiros Filho, S., Innecco, R & Torres, S.B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(11):1083-1086.
- Barreto, J.C., Trevisan, M.T.S., Hull, W.E., Erben, G., Brito, E.S., Pfundstein, B., Würtele, G., Spiegelhalter, B. & Owen, R.W. 2008. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(14): 5599-5610.
- Bell, E.A.1981. The physiological role(s) of secondary (natural) products. *In Secondary Plant Products*(E. E. Conn, ed). Academic Press 1-19.
- Berardini, N., Fezer, R., Conrad, J., Beifuss, U., Carle, R. & Schieber, A. 2005. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins and pectin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:1563-1570.
- Borges, C.S., Cuchiara, C.C., Silva, S.D.A. & Bobrowski, V.L.2011. Efeitos citotóxicos e alelopáticos de extratos aquosos de *Ricinus communis* utilizando diferentes bioindicadores. *Tecnologia & Ciência Agropecuária* 5(3):15-20.
- Brasil. Ministério da Agricultura. 2009. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da agricultura, Brasília, 188p.
- Burgos, N.R., Talbert, R.E., Kim, K.S. & Kuk, Y.I.2004. Growth Inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye. *Journal of Chemical Ecology* 30(3): 671-690.
- Camargo, P.R., Castro, Sena, J.O.A. & Kluge, R.A. 2002. Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 255p.
- Cândido, A.C.S., Schmidt, V., Laura, V.A., Faccenda, O., Hess, S.C., Simonatto, E. & Peres, M.T.L.P. 2010. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (*Fabaceae*, *Caesalpinioideae*): bioensaios em laboratório. *Acta Botânica Brasílica* 24(1): 235-242.
- 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* 29(1):108-111.
- Comiotto, A., Moraes, D.M & Lopes, N.F. 2011. Potencial alelopático de extratos aquosos de aroeira sobre germinação e crescimento de plântulas de alface, *Scientia Agraria Paranaensis* 10(3): 23-31.
- Correia, S.J., David, J.M., Silva, E.P., David, J.P., Lopes, L.M.X. & Guedes, M.L.S. 2008. Flavonóides, norisoprenóides e outros terpenos das folhas de *Tapirira guianensis*. *Química Nova* 31(8):2056 - 2059.
- Correia, S.J., David, J.P. & David, J.M. 2006. Metabólitos secundários de espécies de *Anacardiaceae*. *Química Nova* 29(6):1287-1300.
- Cruz-Ortega, R., Anaya, A.L., Hernández, B.E. & Laguna, G. 1998. Effects of allelochemical stress produced by *Sicyos deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* and *Cucurbita ficifolia*. *Journal of Chemical Ecology* 24: 2039-2057.
- 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* 5:138-140.
- Fernandes, L.A.V., Miranda, D.L.C. & Sanquetta, C.R. 2007. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. *Revista Acadêmica de Curitiba* 5(2): 139-146.
- Ferreira, A.G. & Aquila, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 175-204.
- Gatti, A.B., Perez, S.C.J.G.A. & Ferreira, A.G.2007. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 174-176.
- Gatti, A.B., Perez, S.C.J.G & 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* 1(3):459-472.
- Guerra, M.J. & Souza M. 2002. Como Observar os Cromossomos: Um Guia de Técnicas em Citogenética Vegetal, Animal e Humana. Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 130p.
- Gobbo-Neto, L. & Lopes, N. P. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 30(2):374-381.
- Jefferson, L.V. & Pennachio, M. 2005. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. *Journal of Arid Environments* 55:75-285.
- Krzyzanowski, F.C., França Neto, J.P. & Henning, A.A. 1991. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Informativo Abrates* 1(2):42-47.
- Lakshminarayana, G., Chandrasekhara, R.T. & Ramalingaswamy, P.A. 1983. Varietal Variations in content, characteristics and composition of mango seeds and fat. *Journal of the American Oil Chemists Society* 60:88-89.
- Macias, F.A., Castellano, D., Molinillo, J.M.G.2000. Search for a standard phytotoxic bioassay for allelochemical. Selection of standard target species. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 48(66):2512-2521.
- Maculan, K., Kleinowski, A., Cuchiara, C.C., Borges, C.S. & Bobrowski, V.L. 2007. Efeito do extrato aquoso de *Eryngium eburneum* Decne. (*Apiaceae*) sobre aquênios de alface. *Revista Brasileira de Biociências* 5:1080-1082.
- Medeiros, A.R.M. 1990. Alelopatia: importância e suas aplicações. *Horti Sul* 1(3):27-32.
- Medeiros, A.R.M., Castro, L.A.S. & Lucchesi, A.A. 1990. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. *An. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 17:1-10.
- Mendes, C.E., Casarin, F., Sperandio, S.L., Moura, N.F. & Denardin, R.B.N. 2013. Avaliação do potencial fitotóxico de *Persea venosa* Nees & Mart. (*Lauraceae*) sobre sementes e plântulas de diferentes espécies cultivadas. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 15(3):337-346.
- Oliveira, A.K., Coelho, M.F.B., Sandra, S.S.M. & Diógenes, F.E.P. 2012a. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. *Revista Ciência Rural* 42(8):1397-1403.
- Oliveira, S.C.C., Galtieri, S.C.J., Domínguez, F.A.M, Molinillo, J.M.G. & Montoya, R.V. 2012b. Estudo fitoquímico de *Solanum lycocarpum* St. Hil (*Solanaceae*) e sua aplicação na alelopatia. *Acta Botanica Brasílica* 26(3):607-618.
- Pires, N.M., Souza, I.R P., Prates, H.T., Faria, T.C.L., Pereira Filho, I. A. & Magalhães, P.C. 2001. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13(1):55-65.
- Pierozzi, N.I. & Rossetto, C.J. 2011. Chromosome characterization of two varieties of *Mangifera indica* L. *Revista Brasileira de Fruticultura*, volume especial: 546-551.
- Ross, I.A. 1999. Chemical constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses. *In Medicinal Plants of the world*, Humana Press, Totowa, New Jersey 3:197-205.
- Sellés, A.J.N., Castro, H.T.V., Agüero-Agüero, J., González-González, J., Nadeo, F., Simone, F. & Rastrelli, L. 2002. Isolation and quantitative analysis of phenolic antioxidants, free sugars, and polyols from mango (*Mangifera indica* L.) stem bark aqueous decoction used in Cuba as nutritional supplement. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(4): 762-76.

- Silva, R.M.G., Saraiva, T.S., Silva, R.B., Gonçalves, L.A. & Silva, L.P. 2010. Potencial alelopático de extrato etanólico de *Anadenanthera macrocarpa* e *Astronium graveolens*. Bioscience Journal 26(4):632-637.
- Souza, S.A.M., Stein, V.C., Cattelan, L.V., Bobrowski, V.L. & Rocha, B.H.G. 2005. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. Revista de Biologia e Ciências da Terra 5(1):1-8.
- Zenni, R. D. & Ziller, S.R. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. Revista Brasileira de Botânica 34(3):431-446.