

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI—URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE-CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA-DQB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR

MARCOS AURÉLIO FIGUEIREDO DOS SANTOS

ALELOPATIA EM *Miconia* spp. RUIZ & PAVON (MELASTOMATACEAE JUSS.)
SOBRE A GERMINAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E MITOSE DE *Lactuca sativa* L.

CRATO-CE
2012

MARCOS AURÉLIO FIGUEIREDO DOS SANTOS

**ALELOPATIA EM *Miconia* spp. RUIZ & PAVON (MELASTOMATACEAE JUSS.)
SOBRE A GERMINAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E MITOSE DE *Lactuca sativa* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Orientadora: Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

**CRATO-CE
2012**

Santos, Marcos Aurélio Figueiredo dos.
S237a Alelopatia em *Miconia* spp. Ruiz & Pavon (Melastomataceae juss.)
sobre a germinação, desenvolvimento e mitose de *Lactuca sativa* L./ Marcos
Aurélio Figueiredo dos Santos. – Crato-CE, 2012.
116p.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA.
Orientadora: Dra. Prof. Maria Arlene Pessoa da Silva

1. Metabólitos secundários; 2. Ação alelopática, 3. Anomalias
cromossômicas. I. Título

CDD: 581

MARCOS AURÉLIO FIGUEIREDO DOS SANTOS

**ALELOPATIA EM *Miconia* spp. RUIZ & PAVON (MELASTOMATACEAE JUSS.)
SOBRE A GERMINAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E MITOSE DE *Lactuca sativa* L.**

Dissertação submetida e aprovada pela Banca Examinadora em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)

Prof.^a Dra. Cláudia Araújo Marco
Universidade Federal do Ceará - UFC
(Membro Avaliador)

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
(Membro Avaliador)

Prof. Dr. José Galberto Martins da Costa
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro Suplente)

Dedico este trabalho a meus pais (João Ferreira dos Santos e Olivanda Figueiredo dos Santos) que, embora não estejam mais aqui, tenho a certeza de que eles estão muito orgulhosos de mim. Obrigado Mamãe e Papai esse título é de vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças que me fez alcançar e toda força que me concedeu durante todo este tempo até hoje e até onde me fez chegar e por ter tornado concreto todos os meus sonhos.

A minha família, por sempre me motivar a continuar nos estudos.

A orientadora: Prof^ª. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva, pela oportunidade, paciência na minha orientação, incentivo e confiança, a mim conferidas. Suas orientações são joias preciosas no alicerce para a construção da minha carreira científica.

Ao Corpo Docente do Curso de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular por todas as contribuições que me proporcionaram para a minha formação como profissional.

A Minha turma de mestrado por todos esses momentos vividos durante o curso.

Aos amigos do Herbário Caririense Dárdano de Andrade – Lima – HCDAL (não vou citar nomes para não ser injusto) por terem me ajudado nos experimentos dessa dissertação.

A Sylvanna Maria Vilar Costa por seus conselhos, palavras de incentivo e seu humor que faz o nosso ambiente de trabalho mais alegre.

Aos coordenadores do Mestrado Dr. Waltécio de Oliveira Almeida e Dr. Allyson Pontes Pinheiro por desempenharem com maestria a direção do nosso curso de Mestrado e estarem sempre apostos para nos ajudar.

As secretárias do Curso de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular Maria Andecieli Rolim de Brito e Maria Lenira Pereira por todas as vezes que estavam presentes para resolver nossos problemas de curso e pelo belíssimo trabalho que fazem.

Ao Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais na pessoa do Professor Dr. José Galberto Martins da Costa e a toda sua equipe de alunos de iniciação científica pelas contribuições nos experimentos de prospecção fitoquímica dessa dissertação. Sem vocês parte desse trabalho não seria possível.

Ao Professor Dr. Renato Goldenberg pelas identificações e confirmações das espécies desse trabalho.

A Universidade Regional do Cariri-URCA pelo espaço cedido e por ter me acolhido como professor.

A FUNCAP pelo financiamento dessa pesquisa

E A TODOS que de alguma maneira contribuíram para realização desse trabalho.

Muito obrigado!

Ninguém pode calar dentre mim esta chama que não vai passar. É mais forte que eu, e dela não quero me afastar. Eu não posso explicar quando foi e nem quando ela veio... Mas só digo o que penso, só faço o que gosto e aquilo que creio. E se alguém não quiser entender e falar, pois que fale... Eu não vou me importar com a maldade de quem nada sabe. E se alguém interessa saber sou bem feliz assim... Muito mais do quem já falou ou vai falar de mim.

Maysa Monjardim

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Áreas de ocorrência das espécies de Melastomataceae no mundo com os países de maior número de espécies.....22
- Figura 2** - Distribuição geográfica do gênero *Miconia* no Brasil mostrando o número de espécies por estado.....32
- Figura 3** - Aspecto geral de *Miconia albicans* (SW.) Triana, mostrando os tricomas aracnoides e os frutos imaturos. Estrada do Barreiro Novo, Crato-CE, 2011.....34
- Figura 4** - Ramo frutificado de *Miconia alborufescens* Naudin. em ambiente de mata úmida. Estrada Crato –Exu, Crato –CE, 2011. 35
- Figura 5** - Aspecto geral de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. mostrando as margens das folhas ciliadas e os botões florais. Sítio Belmonte, Crato–CE, 2011..... 37
- Figura 6** - Fruto e folhas de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana em área de cerrado. Sítio Melo, Barbalha – CE, 2011..... 37
- Figura 7** - Botões florais de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin em ambiente de cerrado. Sítio Barreiro Grande, Crato–CE, 2011..... 38
- Figura 8** - Aspecto geral de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. em ambiente de mata úmida, mostrando o ápice da folha acuminado a caudado. Riacho do Meio, Barbalha- CE, 2011..... 39
- Figura 9** - Aspecto *in natura* do ramo florífero de *Miconia stenostachya* DC. Sítio Melo, Barbalha-CE, 2011. 40
- Figura 10** - Prováveis rotas de síntese dos principais produtos químicos alelopáticos. 44
- Figura 11** - Principais áreas de uma célula vegetal onde os aleloquímicos podem atuar e esses efeitos resultam na inibição do crescimento da planta.....50

- Figura 12** - Células meristemáticas de alface fotografadas no aumento de 400X. A. Células normais, onde as setas apontam para diferentes fases da divisão celular. B. Células alteradas, notando o pouco número de divisões celulares. 57
- Figura 13** - Número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do EBA das folhas de *Miconia* spp.....59
- Figura 14** - Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. submetidas as diversas concentrações dos extratos aquosos brutos de *Miconia* spp.....61
- Figura 15** - Comprimento médio dos caulículos de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso bruto de *Miconia* spp..62
- Figura 16**- Comprimento médio das radículas de alface sobre o efeito das diferentes concentrações dos extratos aquosos brutos de *Miconia* spp.63
- Figura 17** - Número de radículas de alface necrosadas sobre o efeito das diferentes concentrações dos Extratos Aquosos Brutos de *Miconia* spp.....65
- Figura 18** - Células portadoras de anomalias cromossômicas quando expostas a diferentes concentrações do EBA de *Miconia alborufescens* Naudin. **A.** Célula em metáfase apresentado perda cromossômica no extrato a 25%. **B e C.** Célula interfásica e telofásica respectivamente portadoras de micronúcleos encontradas na concentração de 50%; **D.** Célula binucleada na concentração de 75%; **E.** Núcleo anômalo na concentração de 75%; **F, G, H e I.** Perda de cromossomos na anáfase, ponte anafásica, quebra cromossômica e rompimento do fuso mitótico, respectivamente, na concentração 100%.....69
- Figura 19** - Células de alface portadoras de anomalias cromossômicas quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. **A.** Célula metafásica apresentado quebra de cromossomo na concentração de 25%; **B.** Perda cromossômica em célula anafásica; **C.** Célula em C-metáfase. **D.** anáfase

multipolar; **E.** Célula em metáfase com aderência cromossômica; **F.** Atraso na metáfase na concentração de 50%; **G.** Micronúcleos periféricos; **H.** Metáfase rompida concentração de 100%..... 70

Figura 20 - Células de alface sob o efeito do extrato aquoso bruto de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. **A.** Célula com aderência cromossômica; **B.** Atraso de cromossomo na metáfase (**A** e **B** concentração de 25%); **C.** Célula telofásica com a presença de um micronúcleo; **D.** Separação precoce de cromátides; (**C** e **D** concentração de 50%); **E.** Quebra de cromossomos; **F.** Célula em C-metáfase (**E** e **F** extrato a 75%); **G.** Interfase com micronúcleo; **H.** Pontes anafásicas (**G** e **H** concentração de 100%). 70

Figura 21 - Índice mitótico médio das células de alface na presença do EBA de *Miconia albicans*..... 71

Figura 22 - Células portadoras de anomalias cromossômicas quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia albicans* (SW.) Triana. **A.** aderência cromossômica na concentração de 25%; **B** e **C.** Perda de cromossomos na metáfase extrato a 25%; **D.** Atraso cromossômico na metáfase EBA 50%; **E.** Pontes anafásicas na concentração de 50%; **F, G** e **H.** Perda de cromossomo, desorganização da metáfase, e C-metáfase, respectivamente, presentes na concentração de 100%.....72

Figura 23 - Índice mitótico médio das células de alface na presença do EBA de *Miconia ibaguensis*.....73

Figura 24 - Anomalias observadas nas células de alface sob a influência do extrato aquoso bruto de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana. **A.** Célula em metáfase com os cromossomos aderidos; **B.** célula trinucleada (**A** e **B** concentração de 50%); **C.** Ponte anafásica; **D** e **E.** Ponte telofásica (**C, D** e **E** concentração de 75%); **F.** atraso cromossômico na metáfase; **G.** Quebra de cromossomo (**F** e **G** concentração de 100%).....73

- Figura 25** - Índice mitótico médio das células de alface na presença do EBA de *Miconia lingustroides*. 74
- Figura 26** - Alterações cromossômicas observadas nas células meristemáticas radiculares de alface quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin. **A.** Prófase com cromossômo perdido na concentração de 25%; **B.** Célula com aderência cromossômica no extrato a 50%; **C.** Metáfase com perda de material genético (micronúcleo); **D.** Célula em metáfase com perda de vários cromossômos; **E.** Formação de pontes anafásicas; **F.** Pontes telofásicas (**C** a **F** concentração de 75%); **G.** Células portadoras de micronúcleos; **H.** Metáfase rompida (**G** e **H** extrato a 100%).. 75
- Figura 27** - Índice mitótico médio das células de alface na presença do EBA de *Miconia stenotachya*.....76
- Figura 28** - Alterações nucleares produzidas pelo extrato aquoso bruto de *Miconia stenotachya* DC. **A.** Célula micronucleada. **B.** Formação de pontes anafásicas (**A** e **B** concentração de 25%); **C.** Broto nuclear na concentração de 50%; **D.** Célula em C-metáfase com total espalhamento de cromossômos; **E.** Metáfase com perda de cromossômo (**D** e **E** concentração de 75%); **F.** Anáfase com encurtamento de cromossômos; **G.** Quebra de cromossomos; **H.** Rompimento da metáfase com perda de cromossomo (**F**, **G** e **H** concentração de 100%).....76
- Figura 29** – Número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do EI das folhas de *Miconia* spp.....77
- Figura 30** – Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. submetidas às diversas concentrações do EI de *Miconia* spp.....78
- Figura 31** – Comprimento médio dos caulículos de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.....79
- Figura 32** – Comprimento médio das radículas de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.....80

- Figura 33** – Número de radículas de plântulas de alface necrosadas sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.....81
- Figura 34** – Índice mitótico médio das células de alface na presença do extrato por infusão de *Miconia albicans*.....83
- Figura 35** - Anomalias cromossômicas observadas nas células meristemáticas de alface quando submetidas ao extrato por infusão de *Miconia albicans* (SW.) Triana. **A.** Metáfase apresentado perda de cromossomos na concentração de 25%; **B.** Ponte anafásica extrato a 25%; **C.** Atraso de cromossomo na metáfase concentração de 100%.83
- Figura 36** - Índice mitótico médio das células de alface submetidas ao extrato por infusão de *Miconia lingustroides*.....84
- Figura 37** - Células portadoras de anomalias cromossômicas causadas pelo extrato de infusão de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin. **A.** Formação de pontes anafásicas (concentração de 25%); **B.** Célula com cromossomos aderidos; **C.** Ponte telofásica (**B** e **C** 50% de concentração); **D.** Célula em metáfase com aderência e perda de cromossomos na concentração de 75%.....84
- Figura 38** - Efeito do extrato de infusão de *Miconia alborufescens* Naudin. sobre as células meristemáticas de alface. **A, B, C, D e E.** Célula binucleada, quebra de cromossomo, perda cromossômica na metáfase, encurtamento de cromossomos e pontes anafásicas respectivamente no extrato a 25%; **F.** Célula telofásica apresentando um micronúcleo; **G.** Aderência cromossômica; **H.** Célula apresentando um micronúcleo.....87
- Figura 39** - Células da ponta da raiz de alface quando crescidas sob o extrato por infusão de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. **A.** Metáfase apresentado perda de cromossomo; **B.** Célula anafásica com pontes cromossômicas e micronúcleo; **C.** Célula polinucleada (**A, B** e **C** extrato na concentração de 25%); **D.** Rompimento da metáfase na concentração de 50%; **E.** Célula em anáfase apresentando quebra

cromossômica; **F.** Célula telofásica com micronúcleo; **G.** Aderência cromossômica com perda de material genético (**E, F e G** concentração de 75%); **H.** Formação de pontes cromossômicas na anáfase na concentração de 100%.....88

Figura 40 - Células meristemáticas de alface submetidas ao extrato por infusão de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana. **A.** Célula interfásica apresentando um micronúcleo; **B.** Metáfase com perda cromossômica; **C.** Célula metafásica com quebras cromossômicas (**A, B e C** concentração de 25%); **D.** Metáfase com quebra do fuso acromático na concentração de 50%; **E.** Célula binucleada presente no extrato a 75% de concentração; **F.** Célula em C-metáfase; **G.** Formação de pontes anafásicas; **H.** Metáfase com cromossomos fora do plano equatorial.....89

Figura 41 – Células portadoras de anomalias cromossômicas causadas pelo extrato por infusão em diversas concentrações de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. **A.** Micronúcleo periférico em interfase celular na concentração de 25%; **B.** Célula em metáfase com mal pareamento de cromossomos, aderência e perda cromossômicas; **C.** Pontes anafásicas (**B e C** concentração de 50%); **D.** Metáfase fora da placa equatorial na concentração de 75%.....89

Figura 42 – Alterações cromossômicas produzidas pelo extrato por infusão de *Miconia stenostachya* DC. **A.** Célula em metáfase com aderência cromossômica; **B.** Célula micronucleada; **C.** célula em anáfase apresentando pontes anafásicas e quebras de cromossomos (**A, B e C** extrato a 25%); **D.** célula em apoptose; **E.** micronúcleo (**D e E** concentração de 50%); **F.** Célula metafásica com aderência e perda de cromossomo; **G.** Célula em C-metáfase; **H.** Pontes anafásicas (**F, G e H** concentração de 100%).....90

Figura 43 – Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia albicans* (SW.) Triana. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.....111

- Figura 44** – Aspecto das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia alborufescens* Naudin. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.....111
- Figura 45** — Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão..... 111
- Figura 46** – Plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão..... 112
- Figura 47** – Aspectos morfológicos das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.....112
- Figura 48** – Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão..... 112
- Figura 49** – Aspectos morfológicos das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia stenostachya* DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.....113

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.....25
- Tabela 2.** Espécies de *Miconia* utilizadas no presente trabalho com os respectivos locais de coleta, coletor e número de registro.....53
- Tabela 3.** Valores de pH para as concentrações dos extratos aquosos brutos das folhas de *Miconia* spp.....67
- Tabela 4.** Análise de variância do índice mitótico (IM) das células meristemáticas de alface submetidas a diferentes concentrações do EBA de *Miconia* spp. *Miconia albicans* (*M. alb.*); *Miconia alborufescens* (*M. albor.*); *Miconia ciliata* (*M. cil.*); *Miconia ibaguensis* (*M. ibag.*); *Miconia lingustroides* (*M. ling.*); *Miconia minutiflora* (*M. minut.*); *Miconia stenostachya* (*M. sten.*).....68
- Tabela 5.** Valores de pH para as concentrações dos extratos aquosos por infusão das folhas de *Miconia* spp.....82
- Tabela 6** - Análise de variância do índice mitótico (IM) das células meristemáticas de alface submetidas a diferentes concentrações do extrato por infusão de *Miconia* spp. *Miconia albicans* (*M. alb.*); *Miconia alborufescens* (*M. albor.*); *Miconia ciliata* (*M. cil.*); *Miconia ibaguensis* (*M. ibag.*); *Miconia lingustroides* (*M. ling.*); *Miconia minutiflora*(*M. minut.*); *Miconia stenostachya* (*M. sten.*).....86
- Tabela 7** - Classes de metabólitos secundários encontrados nos extratos etanólicos das espécies do gênero *Miconia*.....92

RESUMO

Substâncias produzidas por determinadas espécies vegetais podem atuar de modo favorável ou desfavorável o crescimento, desenvolvimento e divisão celular de outras, fenômeno este denominado alelopatia. O objetivo com este trabalho foi estudar o efeito do extrato aquoso bruto (EBA) e o extrato por infusão (EI) de sete espécies do gênero *Miconia* ocorrentes na Chapada do Araripe-CE sobre a germinação, desenvolvimento e índice mitótico de *Lactuca sativa*, além de identificar as classes de metabólitos secundários presentes em seus extratos. Os tratamentos constaram de quatro concentrações de ambos os extratos de *Miconia* (25, 50, 75 e 100%) com cinco repetições cada, mais um controle (0%) constando de água destilada dispostos em Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação do tipo BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias. Foram avaliados o número de sementes germinadas, o IVG, comprimento das plântulas e a presença de radículas necrosadas. Para o estudo do índice mitótico foram montadas lâminas com as radículas das plântulas de alface coletadas no quarto dia pela técnica de esmagamento e coloração com giemsa a 2%. O índice mitótico foi obtido dividindo-se o número de células em mitose pelo total de células observadas e multiplicando o resultado por 100. Foi observada ainda, a presença de anomalias cromossômicas. A análise estatística foi realizada pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade e para a análise do índice mitótico foi utilizada regressão polinomial com auxílio do programa ASSISTAT 7.6 beta. As classes de metabólitos secundários presentes nos extratos foram identificadas através da mudança de cor e/ou formação de precipitado por meio de reações químicas usando reagentes específicos. O extrato bruto aquoso de *M. albicans*, *M. alborufescens* e *M. stenostachya* inibiram a germinação de alface. Todos os EBAs de *Miconia* spp. afetaram negativamente o crescimento do caulículo e da radícula de *L. sativa*. Os extratos de *M. albicans*, *M. ibaguensis*, *M. lingustroides* e *M. stenostachya* foram citotóxicos para as plântulas de alface. Já no extrato por infusão (EI) somente o de *M. stenostachya* a 50% de concentração inibiu a germinação de alface e o de *M. ciliata* a 25% retardou o IVG das sementes. Todos os extratos por infusão de *Miconia* spp. inibiram significativamente o comprimento da radícula da planta teste. A infusão de *M. albicans* aumentou o índice mitótico das células meristemáticas de *L. sativa*, enquanto que o extrato de *M. lingustroides* foi citotóxico em todas as concentrações. As anomalias cromossômicas observadas em ambos os extratos testados foram: pontes anafásicas, perdas, quebras cromossômicas, C-metáfases e micronúcleos. Os metabólitos encontrados nas espécies de *Miconia* foram taninos condensados e hidrolisáveis, flavonoídes, flavonas, flavononóis, chalconas, auronas e alcalóides. As espécies de *Miconia* testadas apresentam atividade alelopática inibitória para os parâmetros avaliados, sendo que o extrato aquoso bruto foi capaz de causar maiores efeitos inibitórios e anomalias cromossômicas nas células de alface quando comparado ao extrato por infusão. As classes de metabólitos secundários encontradas podem ser as responsáveis pelos efeitos alelopáticos e citotóxicos observados.

PALAVRAS-CHAVE: metabólitos secundários, ação alelopática, citotoxicidade, anomalias cromossômicas.

ABSTRACT

Substances produced by certain plant species can act favorably or unfavorably the growth, development and cell division of other, a phenomenon called allelopathy. The aim of this work was to study the effect of crude aqueous extract (CAE) and the extract by infusion (EI) of seven species of the genus *Miconia* occurring in the Araripe-CE on the germination, growth and mitotic index of *Lactuca sativa*, and identify classes of secondary metabolites present in its extracts. The treatments consisted of four concentrations of both extracts of *Miconia* (25, 50, 75 and 100%) with five repetitions each, plus a control (0%) consisting of distilled water arranged in a completely randomized design. The experiments were conducted in a germination chamber at 25 ° C and photoperiod of 12 hours for seven days. We evaluated the number of seeds germinated the IVG, seedling length and the presence of necrotic rootlets. To study the mitotic index slides were mounted with the radicles lettuce seedlings collected on day the squashing technique and stained with 2% Giemsa. The mitotic index was obtained by dividing the number of cells in mitosis by total cells observed and multiplying the result by 100. It was also observed, the presence of chromosomal abnormalities. Statistical analysis was performed by Tukey test at 1 and 5% probability and the mitotic index analysis was used polynomial regression with the help of the program ASSISTAT 7.6 beta. The classes of secondary metabolites present in the extracts were identified by color change and / or precipitate formation through chemical reactions using specific reagents. The crude aqueous extract of *M. albicans*, *M. alborufescens* and *M. stenostachya* inhibited germination of lettuce. All CAE of *Miconia* spp. negatively affected growth of small stem and radicle of *L. sativa*. Extracts of *M. albicans*, *M. ibaguensis*, *M. lingustroides* and *M. stenostachya* were cytotoxic to lettuce seedlings. Already in the extract by infusion (EI) only *M. stenostachya* 50% concentrations inhibited the germination of lettuce and *M. ciliata* 25% delayed the IVG seeds. All extracts by infusion of *Miconia* spp. significantly inhibited radicle length of the test plant. Infusion of *M. albicans* increased mitotic index of meristematic cells of *L. sativa*, while the extract of *M. lingustroides* was cytotoxic at all concentrations. The chromosomal abnormalities observed in both extracts were tested: anafásicas bridges, losses, chromosomal breaks, C-metaphases and micronuclei. The metabolites found in species of *Miconia* were hydrolysable and condensed tannins, flavonoids, flavones, flavononóis, chalcones, alkaloids and auronas. The *Miconia* species tested had inhibitory allelopathic activity for all parameters evaluated, with the crude aqueous extract was able to cause greater inhibitory effects and chromosomal abnormalities in cells of lettuce compared to the extract by infusion. The classes of secondary metabolites found may be responsible for the allelopathic and cytotoxic effects observed.

KEYWORDS: secondary metabolites, allelopathic action, cytotoxicity, chromosomal abnormalities.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1. Família Melastomataceae Juss.....	22
2.2. O Gênero <i>Miconia</i> Ruiz & Pavon.....	32
2. 2. 1. <i>Miconia albicans</i> (SW.) Triana.....	34
2. 2. 2. <i>Miconia alborufescens</i> Naudin.	35
2. 2. 3. <i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	36
2. 2. 4. <i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana.....	36
2. 2. 5. <i>Miconia lingustroides</i> (DC.) Naudin.....	38
2. 2. 6. <i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.....	39
2. 2. 7. <i>Miconia stenostachya</i> DC.....	40
2.3. Histórico da Alelopatia.....	41
2.4. Conceitos de alelopatia.....	41
2.5. Metabolismo celular secundário em plantas: produção de aleloquímicos	43
2.6. Principais classes de compostos com atividade alelopática	46
2.6.1. Terpenos	46
2.6.2 Compostos fenólicos	47
2.6.3 Alcalóides	48
2.7 Vias de liberação e absorção dos aleloquímicos.....	48
2.8 Mecanismos de ação dos aleloquímicos x Citogenética	49
3. MATERIAL E MÉTODOS	53
3. 1. Coleta do material botânico e indentificação botânica.....	53
3. 2. Preparo do extrato aquoso bruto (EBA)	54

3. 3. Preparo do extrato aquoso por infusão (EI).....	54
3. 4. Tratamentos	55
3. 5. Semeadura e procedimentos	55
3. 6. Variáveis analisadas	55
3. 7. Análise do índice mitótico	56
3. 8. Prospecção das classes de metabólitos secundários.....	57
3. 9. Análise estatística.....	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4. 1 Avaliação do efeito do extrato aquoso bruto (EBA) de <i>Miconia</i> spp. sobre a germinação, crescimento e índice mitótico de <i>Lactuca sativa</i> L.	59
4. 1. 1. Germinação	59
4. 1. 2. Índice de velocidade de germinação (IVG)	60
4. 1. 3. Comprimento do caulículo.....	61
4. 1. 4. Comprimento da radícula	63
4. 1. 5. Necrose radicular.....	65
4. 1. 6. O pH dos extratos aquosos brutos de <i>Miconia</i> spp.	66
4. 1. 7. Índice mitótico	67
4. 2. Avaliação do efeito do extrato por infusão de <i>Miconia</i> spp. sobre a germinação, crescimento e índice mitótico <i>Lactuca sativa</i> L.....	77
4. 2. 1. Germinação	77
4. 2. 2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG)	77
4. 2. 3. Comprimento do caulículo.....	78
4. 2. 4. Comprimento da radícula	79
4. 2. 5. Necrose radicular.....	80
4. 2. 6. O pH dos extratos aquosos por infusão de <i>Miconia</i> spp.....	81
4. 2. 7. Índice mitótico	82
4. 2. 8. Avaliação comparativa do extrato aquoso bruto e do extrato por infusão	90
4. 2. 9. Prospecção das classes de metabólitos secundários	91

5. CONCLUSÕES	92
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE	110
ANEXOS	114

1. INTRODUÇÃO

As plantas produzem substâncias por diversas vias metabólicas. Esses compostos químicos produzidos podem atuar inibindo ou favorecendo o processo de germinação bem como a divisão celular de outras espécies que se encontram ao seu redor caracterizando o fenômeno da alelopatia, cujo significado é de origem grega *allelon* (de um para outro) e *pathós* (sofrer). Sendo assim a alelopatia esta relacionada aos danos diretos ou indiretos que uma planta pode causar em outra pela produção dos compostos químicos oriundos do metabolismo celular secundário (ALMEIDA et al., 2008).

Os compostos secundários são denominados aleloquímicos e segundo Tur et al. (2010) é por meio da ação dessas substâncias que ocorrem as interações bioquímicas entre as plantas. Segundo estes autores a quantidade e a diversidade de compostos químicos são tão grandes que é impossível enumerar cada um dos compostos considerados hoje como alelopáticos. Compostos como taninos, glicosídeos cianogênicos, alcalóides, sequiterpenos, flavonoídes, ácidos fenólicos e outros, destacam-se como classes de metabólitos secundários com atividade alelopática.

As funções dos aleloquímicos nas plantas são diversas. Estes previnem a decomposição das sementes, interferem na sua dormência e também em gemas e influenciam as relações com outras plantas, com microrganismos, com insetos e até com animais superiores, incluindo o homem (REZENDE et al., 2003).

Os aleloquímicos, nas plantas receptoras, podem interferir em diversas vias do metabolismo da planta, bem como alterar o processo de divisão celular, uma vez que, segundo Almeida et al. (2008), a redução do crescimento de plantas na presença de aleloquímicos é associada a uma forte inibição da mitose e/ou rompimento da estrutura de organelas como núcleo e mitocôndrias.

Um método bastante usado para avaliar o efeito alelopático de uma planta sobre outra e que se torna imprescindível na detecção de anomalias nas fases da mitose, bem como a presença de formas atípicas de estruturas celulares é a análise do índice mitótico (ALMEIDA et al., 2008), por meio de ensaios citogenéticos (CUCHIARA et al., 2007).

Pires et al. (2001) afirmam que nos estudos de alelopatia apenas o efeito do aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta-teste é estudado, sem considerar os eventos celulares relacionados às mudanças fisiológicas e genéticas, as quais podem ser diagnosticadas pelo bioteste do sistema vegetal de *Allium cepa* L. (cebola), o qual é validado

pelo Programa Internacional de Segurança Química (IPCS, OMS) e o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) como um eficiente teste para análise e monitoramento *in situ* da genotoxicidade de substâncias ambientais (BAGATINI et al., 2007).

Bagatini et al. (2007) consideram o teste de *Allium cepa* L. importante para o monitoramento da poluição ambiental e avaliação do potencial mutagênico de muitos compostos químicos. Segundo Iganci et al. (2006) os compostos que muitas vezes apresentam atividade alelopática, são utilizados na medicina popular na cura de doenças por meio dos chás e infusões, porém seus efeitos genotóxicos e mutagênicos necessitam de melhores investigações. Além das sementes de *Allium cepa* em pesquisas sobre genotoxicidade, também são usadas sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Para Ferreira e Áquila (2000), a resistência ou tolerância aos compostos químicos que podem atuar desencadeando efeitos alelopáticos ou citotóxicos é mais ou menos específica existindo espécies mais sensíveis que outras como como é o caso do alface.

A família Melastomataceae Juss. possui cerca de 5000 espécies distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais de todo o globo. No Brasil ocorrem 67 gêneros e 1322 espécies, representado uma das principais famílias brasileiras (BAUMGRATZ et al., 2012). Segundo Goldenberg (2004), cerca de um quarto destas espécies pertencem ao gênero *Miconia* Ruiz & Pavón, sendo o maior gênero da família, o qual ocorre desde o sul do México até o norte da Argentina e Uruguai.

A química da família Melastomataceae bem como do gênero *Miconia* ainda é pouco conhecida (RODRIGUES, 2007) consta na literatura poucos estudos sobre atividade biológica e ação medicinal das espécies deste gênero, como o estudo de Rodrigues e Carvalho (2001), sobre o uso de *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC pela população do sudeste no tratamento de afecções de garganta; o de Moura (2006) que mostra a atividade antiparasitária desta mesma espécie; o de Rodrigues (2007) sobre a atividade antimicrobiana, imunológica, antiinflamatória, antituberculose e mutagênica de *Miconia rubiginosa* e *Miconia cabucu* Hoehne. Hasrat et al. (1997) sobre as propriedades sedativa de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. Celotto et al. (2003) demonstrando a atividade antifúngica de *Miconia stenostachya* DC. e *Miconia albicans* (Sw.) Triana. Gatti (2008) e Gorla e Perez (1997) sobre o efeito alelopático inibitório para *Miconia albicans* em relação sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

A avaliação alelopática das espécies vegetais é necessária visando o isolamento de um bioherbicida que venha a reduzir os custos da produção agrícola e o impacto causado pelo

uso crescente de agrotóxico, possibilitando assim a seleção de plantas para controle de espécies daninhas (TOKURA; NÓBREGA, 2006).

Considerando a escassez de informações sobre a atividade alelopática das espécies de *Miconia*, dos compostos secundários presentes nas mesmas, e da forma de ação destes na divisão celular, com o presente trabalho, objetivou-se investigar o efeito dos extratos aquosos de diferentes espécies de *Miconia* ocorrentes na Chapada do Araripe – CE, sobre a germinação, desenvolvimento e índice mitótico de *Lactuca sativa*, bem como levantar as classes de metabólitos secundários presentes nos referidos extratos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Família Melastomataceae Juss.

Melastomataceae constitui uma das mais importantes famílias botânicas da flora neotropical, com cerca de 200 gêneros e 4.570 espécies apresentando uma distribuição pantropical (MARCON; COSTA, 2000) (Fig. 1). No Brasil, são encontrados 68 gêneros e 1500 espécies (SOUSA; LORENZI, 2008) distribuindo-se desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, sendo encontrada em quase todas as formações vegetacionais (ROMERO; MARTINS, 2002). Melastomataceae é subdividida em três subfamílias: Memecyloideae, Astronoideae e Melastomoideae, esta última subdividida entre as tribos: Melastomeae, Miconieae e Microlicieae, constituindo-se nas mais importantes para o Brasil (CASSIANO et al., 2010).



Figura 1 - Áreas de ocorrência das espécies de Melastomataceae no mundo com os países de maior número de espécies.

Fonte: Trópicos (2012).

Incluem, ervas, arbustos ou árvores e raramente epífitas ou lianas. Suas folhas são opostas, simples, geralmente sem estípulas, curvinérveas, margem inteira ou serrada, às vezes com base vesiculosa. As inflorescências são do tipo, cimosas ou paniculadas, às vezes reduzidas a uma única flor. As flores são vistosas, bissexuadas em geral actinomorfas, diclamídeas com cálice dialissépalo ou gamossépalo, ocasionalmente duplo, raramente

formado por uma caliptra com prefloração valvar. Corola dialipétala, prefloração imbricada; estames em número duplo ou raramente igual ao das pétalas, frequentemente longamente exsertos e vistosos, anteras poricidas, raramente rimosas, falciformes com conectivo bem desenvolvido e apendiculado. Disco nectarífero ausente ou raramente presente; ovário súpero ou ínfero, com hipanto prolongado além de sua extensão apresentando 2 a 15 lóculos, uni a plurióvulados, placentação axial, fruto do tipo cápsula ou baga (SOUSA; LORENZI, 2008).

Em ecossistemas naturais, Melastomataceae é responsável pela manutenção de animais frugívoros, uma vez que, muitas espécies desta família apresentam dispersão zoocórica (BORGES, 2010), uma possível coevolução com aves frugívoras de pequeno porte, pequenos roedores e primatas (GRIDI- PAPP, 1997).

Espécies de Melastomataceae são importantes para a ecologia e para a economia. São largamente utilizadas como ornamentais, porém predominam poucos estudos etnomedicinais (CRUZ; KAPLAN, 2004). *Miconia cinnamomifolia* De Candolle (jacatirão-açu) tem sua madeira bastante empregada na construção civil para fabricação de ripas, sarrafos, tábuas em geral, estacas e linhas para telhado com ramificações, sendo também utilizada na produção de carvão vegetal e lenha (SCHUCH; SIMINSKI; FANTINI, 2008). *Tibouchina grandifolia* Cogn. é usada na ornamentação de arranjos e canteiros, por suas flores vistosas (LORENZI; SOUZA, 1995).

Em se tratando do uso medicinal, espécies de Melastomataceae pode ser empregada para distúrbios gástricos, úlceras, afecções e dores de garganta (ALBUQUERQUE MELLO 1971; AMOROZO, 2002; ANDRÉO, 2008; BERG, 1993; BOSCOLO; VALLE 2008; COSTA et al., 2011; FENNER et al., 2006; LORENZI, 1998; MORS et al., 2000; MOURA, 2006; PLANTMED, 2011; RODRIGUES; CARVALHO, 2001; RODRIGUES, 2007; STALCUP, 2000; VIEIRA; MARTINS, 2000).

Em relação à composição química, Melastomataceae é caracterizada pela presença de hidrocarbonetos, ácidos graxos, flavonoides, taninos hidrolisáveis e antocianinas, ao passo que terpenos e quinonas ocorrem raramente em algumas espécies de *Miconia* (RODRIGUES, 2007; CASSIANO et al., 2010). Diversos pesquisadores conseguiram isolar vários compostos químicos em diversas espécies de Melastomataceae. Em *Miconia stenostachya* DC foram encontrados triterpenos, ácido sumaresinólico e ácido 3-*epi*-sumaresinólico (CHAN et al., 1992); em *Miconia lepidota* DC., benzoquinonas 2-metoxi-6-pentil-1,4-benzoquinona e 2-metoxi-6-heptil-1,4-benzoquinona (GUNATILAKA et al., 2001). Em *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin foram isolados triterpenos α e β -amirina e o esteroide β -sitosterol (CUNHA et al., 2003); em *Mouriri elliptica* Martius, diversos flavonoides tais como: miricetina,

miricetina-3-*O*- β -galactopiranoose, miricetina-3-*O*- α -rhamnopiranoose e quercetina-3-*O*- β -galactopiranoose (ANDRÉO, 2008); em *Clidemia rubra* (Aubl.) Mart., as antocianinas: delfinidina-3-*O*-glicosídeo, delfidina-3-*O*-rutinosídeo, cianidina-3-*O*-glicosídeo, cianidina-3-*O*-rutinosídeo, além dos compostos fenólicos, ácido vanílico e ácido gálico (GORDON et al., 2011); em *Trembleya laniflora* (D. Don) Cogn. foi encontrada uma flavanona 5-hidroxi-7,4'-dimetoxiflavona, bem como uma mistura dos constituintes α -amirina (composto majoritário), β -amirina e lupeol (VENTURA et al., 2006); em *Leandra australis* (Cham.) Cogn., foram isolados taninos, flavonoides, antocianinas e saponinas (HASS; VAN POSER, 1990).

A fim de reunir informações sobre a importância das espécies de Melastomataceae. Foram pesquisados alguns trabalhos (artigos, dissertações e teses) no período compreendido entre 2000 a 2011, envolvendo aspectos etnobotânicos (indicações, importância e partes usadas), e distribuição geográfica como pode ser visto na Tabela 1. Para a revisão foram utilizados os buscadores: Portal de Periódicos da CAPS, Google acadêmico, scielo.com, pubmed e chemical abstract e como descritores as palavras: “etnobotânica Melastomataceae”, “etnobotânica”, “uso medicinal Melastomataceae”, “usos populares *Miconia*”, “aplicações Melastomataceae e *Miconia*”, “Medicinal Use of Melastomataceae and *Miconia*” e “etnobotanical *Miconia*”. Os nomes científicos e sinônimas foram conferidos no Missouri Botanical Garden, IPNI e a distribuição geográfica das espécies foi vista no site da flora das espécies do Brasil (2012).

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continua)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>Aciotis longifolia</i> Tr. “Vinagre-do-mato”	Erisipela	Medicinal	Folhas	MG	Cruz e Kaplan (2004)
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Tr. “Araça-de- anta, muuba”	Leucorréia, vermes intestinais	Medicinal	Folhas e frutos	MG	Mors et al. (2000), Maia e Andrade (2009)
<i>Clidemia cf. rubra</i> Mart “mexeriquinha”	Afecções de garganta gargarejo	Medicinal	Folhas	MG	Rodrigues (2007), Moura (2006)
<i>C. hirta</i> (L.) G. Don. “Remela-de-gato, pixirica”	Antidesntérico, antisséptico, antiespasmótico, cicatrizante, vômitos, banhos genitais	Medicinal e alimentício	Folhas, flores e frutos	BA	Costa et al. (2006), Guarim Neto e Moraes (2003); Giraldi e Hanazaki (2010), DeFilipps, Maina e Crepin (2004).
<i>C. spicata</i> DC. “Remela-de-velho”	Fornecimento de lenha, alimentação de pássaros	Alimentação, tecnológica, medicinal	Frutos, caule	PE	Silva e Andrade (2005), Silva e Franco (2010); Isazan et al. (2007)
<i>Comolia veronicaefolia</i> Benth.	Antisséptica e cicatrizante de feridas	Medicinal	Folhas e haste	RJ	Fenner et al.(2006)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC. “Mundururu-meloso”	Frutos para a alimentação de pássaros, fornecimento de lenha	Alimentício e combustível	Frutos e caule	RO, AP, PA, MA, PE, BA, SE, ES	Costa et al. (2006), Goldenberg (2010)
<i>Leandra lacunosa</i> Cogn. “Aperta-ruão”	Adstringente	Medicinal	Folhas	MG	Mors et al. (2000)
<i>L. australis</i> (Cham.) Cogn. “Pixirica”	Diarreia, enfermidade do aparelho circulatório, espasmo	Medicinal	Folhas	RJ	Plantmed (2011)
<i>Lasiandra mutabilis</i> Riedel ex Naudin “Cui-peuna”	Úlceras	Medicinal	Não informado	RJ	Fenner et al. (2006)
<i>Loreya mespiloides</i> Miq.	Anti-séptica e cicatrizante de feridas	Medicinal	Sumo da entrecasca	RJ	
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC. “Capuchinha”	Escabiose, dermatose	Medicinal	Folhas	PA, AM, TO, RO, MA, PI, BA, MT, GO, DF, MS, MG, ES, SP, RJ	Mors et al. (2000)
<i>Marcetia taxifolia</i> (St. Hil.) DC.				RO, CE, PB, PE, BA, AL, SE, DF, MG, ES, SP, RJ, PR	Ferreira (2002)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>M. velutina</i> Markgr.	Contra verminoses, ulcerações, escabiose, dispepsia, hipertensão e infecções causadas por bactérias			BA	Costa et al. (2011)
<i>Melastoma pauciflora</i> Lam. “Aninga-pari”	Úlcera	Medicinal	Folhas	RJ	Fenner et al. (2006)
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naud. “Jacatirão, mexerico”	Estacas, fabricação de móveis, construções domésticas, resfriados e febres	Ornamental, construção civil, medicinal, tecnológica	Caule e folhas	BA, SC, RJ	Boscolo e Valle (2008)
<i>M. rubiginosa</i> (Bompl.) DC. “Capiroroquinha”	Afecções da garganta gargarejo	Medicinal	Ramos com folhas	MG	Rodrigues e Carvalho (2001), Rodrigues (2007), Moura (2006), Maia e Andrade (2009)
<i>M. calvenscens</i> Schank & Mart. “Erva-de-xangô”, “abranda-fogo”, “capa-de-xangô”	Em rituais religiosos	Liurgica, religioso	Folhas	BA, RJ	Pires et a. (2009), Azevedo e Silva (2006), Arjona (2007)
<i>M. pepericarpa</i> DC. “Santo antônio”	Moirão, lenha	Construção, madeireira	Caule	MG	Botrel et al. (2006), Paula (2009)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/ popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>M. albicans</i> (Sw.) Tr. “Canela-de-velha”, “Canela – de – velho”, “lacre-branco”, “Maria branca”, “abranda-fogo”, “folha branca”, “chorão”, “olho-de- pomba”	Eupéptico, reumatismo, banho ritualístico, fabricação de utensílios, alimentação da fauna silvestre	Uso tecnológico, medicinal, alimentício e religioso	Folhas, caule	MT, BA, América tropical	Mors et al. (2000); Vieira e Martins (2000); Stalcup (2000); Azevedo e Silva (2006); Guarim Neto e Morais (2003); Arjona (2007); Borges e Peixoto (2009), Aquino et al. (2007); Pinto (2006), Paula (2009), Moura (2006),
<i>M. prasina</i> (Sw.) DC. “Sabiazeira”, “brasa – apagada”	Fabricação de utensílios domésticos, combustível	Tecnológica	Caule	PE	Silva e Andrade (2005)
<i>M. ligustroides</i> (DC.) Naudin “Carpuna branca”	Analgésico	Medicinal	Partes aéreas	PE	Silva e Franco (2010), Cunha et al. (2003)
<i>M. chartacea</i> Triana “Branda-fogo”		Medicinal		América, RJ	Leitão et al. (2009)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>M. aplostachya</i> (Bonpl.) DC.	Anti-séptica e cicatrizante em ulcerações	Medicinal	Folhas	RJ	Fenner et al. (2006)
<i>M. ferruginata</i> (DC.) Cogn. “Pixirica”		Alimentícia	Frutos	MA	Aquino et al. (2007), Lima (2008), Andréo (2008)
<i>M. minutiflora</i> (Bonpl.) DC. “Mundururu”	Alimentação da avifauna	Alimentício	Frutos	PA, AM, TO, AC, MA, CE, PB, PE, BA, AL, SE, MT, GO, DF, MG, SP, RJ	Costa et al. (2006), Maia e Andrade (2009)
<i>Miconia</i> sp. “Carrasco”	Uso em rituais, amuletos e banhos	Medicinal, ritualística	Folhas ou a planta inteira	PE	Silva e Andrade (2005)
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl. “Cruili”, “cioula”, “muriri”, “murta”, “murta-de-parida”	Ulcerações, banhos pós-parto infecções, vaginais	Medicinal	Folhas, cascas	MT	Mors et al. (2000), Guarim Neto e Morais (2003)
<i>M. elliptica</i> Mart. “Coroa –de –frade”, “croadinha”	Pressão alta, varize, prurido, hemorroida, malina, ácido úrico, depurativo do sangue, gastrite e úlceras	Medicinal, alimentícia e alimento da fauna silvestre	Folhas, frutos e flores	MT, MA	Pasa et al. (2005), Guarim Neto e Morais (2003), Aquino et al. (2007), Andréo (2008)
<i>M. pusa</i> Gardner “Puçá”	Alimentação e dispersão dos frutos por animais, chás para usos em distúrbios gástricos como úlceras	Alimentício, medicinal	Frutos, folhas	MA	Andréo (2008), Vasconcelos (2009)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>Nepsera aquatica</i> Naud. “Barba-de-paca”	Hematúria	Medicinal	Folhas	MT	Mors et al (2000)
<i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) “Anhangá-piri”	Ulcerações	Medicinal	Folhas	BA, MG, ES, SP, RJ, PR, SC	Mors et al. (2000)
<i>Schizocentron elegans</i> Meissn. “Quaresmeira – rasteira”		Forrageira e ornamental	Planta inteira	México	Mors et al. (2000)
<i>Tibouchina chamissoana</i> Cogn. “Quaresmerinha”	Formação de canteiros	Ornamental		Brasil	Biavatti et al. (2007)
<i>T. grandifolia</i> Cogn. “Orelha- de – onça”	Canteiros e arranjos	Ornamental		Brasil	Biavatti et al. (2007)
<i>T. moricandiana</i> Baill. “Quaresmerinha – arbustiva”	Canteiros e arranjos	Ornamental		Brasil	Biavatti et al. (2007)
<i>T. radula</i> Markger. “Orelha – de – urso- branca”	Canteiros e arranjos	Ornamental		PB, ES	Biavatti et al. (2007)
<i>T. granulosa</i> Cogn. “Quaresma”	Canteiros e arranjos	Ornamental, madeireira	Caule	BA, RJ, SP, MG	Biavatti et al. (2007)

Tabela 1. Relação das espécies de Melastomataceae por ordem alfabética de nomes científicos e populares relacionando as indicações, importância, partes usadas, distribuição geográfica e referências.

(continuação)					
Nome científico/popular	Indicações	Importância	Parte usada	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>T. mutabilis</i> Cong. “Cuipeúna”	Lenha, adstringente lavagem de úlceras	Madeira e ornamental, cosmética	Caule, casca	RJ, SC	Biavatti et al. (2007)
<i>T. stenocarpa</i> (DC.) Cogn. “Quaresma”	Lenha	Madeira	Caule	MG	Botrel et al. (2006), Paula (2009)
<i>T. aspera</i> Aubl. “Margarita”	Sedativa, béquica	Medicinal	Folhas, flores	MT	Mors et al. (2000)
<i>T. clavata</i> (Pers.) Wurdack “Orelha-de-gato”, “orelha-de-onça”	Dores de garganta	Medicinal	Folhas	MT	Mors et al. (2000); Amorozo (2002)
<i>T. semidecandra</i> F. “Quaresmeira”, “orelha-de-onça”	Dores de cabeça, cicatrizante	Medicinal	Folhas	MT	Piva (2002)
<i>T. pulchra</i> Cogn. “Jacatirão”		Manufatura		MA	Miranda e Hanazaki (2008)
<i>Tibouchina</i> sp. “Tingicuiá”	Tingir redes de pesca para torna-las impermeáveis	Tecnológica, tintorial	Caule	RJ	Borges e Peixoto (2009)
<i>Trembleya</i> cf <i>phlogiformis</i> DC. “Quaresminha-do- campo”	Tingir tecidos, roupas, etc	Tintorial	Folhas	MG	Sá et al. (2007)

2.2. O Gênero *Miconia* Ruiz & Pavon

O gênero *Miconia*, subfamília Melastomatoideae, tribo *Miconieae*, é considerado o maior gênero da família Melastomataceae englobando cerca de um quarto de suas espécies (RENNER, 1993; MARCON; COSTA, 2000). Ocorre desde o sul do México até o norte da Argentina e Uruguai. No Brasil espécies de *Miconia* podem ser encontradas em todos os estados, sendo mais comum nas regiões Norte e Sudeste (Fig. 2), nos mais diferentes ecossistemas (GOLDENBERG, 2000; BAUMGRATZ; CHIAVEGATTO, 2006; GOLDENBERG, 2012). Para a região Nordeste foram registradas 74 espécies de *Miconia* 20 delas para o estado do Ceará (GOLDENBERG, 2012).

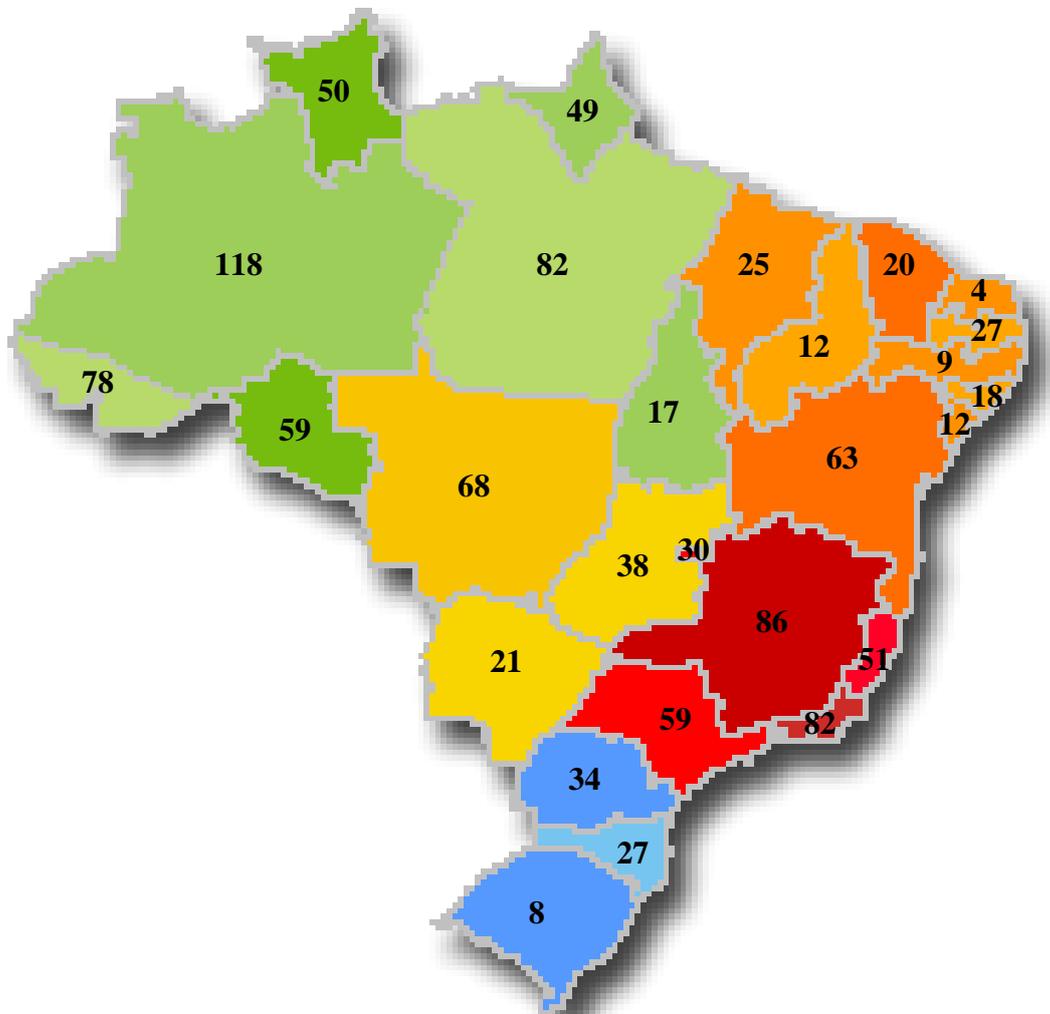


Figura 2 - Distribuição geográfica do gênero *Miconia* no Brasil mostrando o número de espécies por estado.
Fonte: Goldenberg (2012).

Goldenberg (2004) afirma que *Miconia* pode ser facilmente reconhecida pelas folhas destituídas de formicários, inflorescências geralmente terminais e não envoltas por brácteas foliosas, hipanto sem constrição no ápice, cálice com lacínias externas reduzidas, pétalas com ápice arredondado ou emarginado, nunca agudo e frutos bacáceos. São arbustos ou árvores com indumento variável ou glabro, folhas opostas ou verticiladas, pecioladas ou sésseis, com nervação acródroma. Têm panículas terminais, raro com ramos adicionais axilares; inflorescências parciais dicasiais, glomeruladas, espiciformes ou escorpioides; brácteas persistentes ou caducas, muitas vezes ainda nos botões. Flores 5-meras, raro 4, 6 ou 8-meras; hipanto campanulado a cilíndrico; cálice simples ou duplo, em geral regularmente lobado e usualmente com lacínias externas pouco conspicuas, persistente ou caduco; pétalas brancas, raro rosadas, arredondadas ou retusas no ápice, raro apiculadas, glabras ou papilosas; estames dimorfos ou isomorfos; filetes geralmente glabros, anteras de forma variável, amarelas, brancas ou roxas, uniporosas, raro 2 ou 4-porosas ou rimosas; conectivo simples ou basalmente prolongado, com ou sem apêndices dorsais ou ventrais; ovário (1-) 2-5-locular, seminífero a ínfero. Fruto bacáceo; 1 ou várias sementes, piramidais a ovais.

A madeira das espécies de *Miconia* é utilizada na fabricação de carvão, na produção de pequenas construções e na fabricação de peças para carpintaria (RECORD; MELL, 1924 apud MARCON; COSTA, 2000). A importância ecológica de *Miconia* se refere a manutenção e alimentação de pássaros frugívoros oportunistas, uma vez que seus frutos são pequenos, suculentos, contem inúmeras sementes e frutificam na estação seca (SOUZA, 2009; FADINI; MARCO JR., 2004). Muitas espécies de *Miconia* são encontradas em florestas em processo de regeneração, podendo ser consideradas pioneiras (TABARELLI; MANTOVANI, 1999; NERI et al., 2005).

Em relação a composição química do gênero *Miconia*, são poucos os estudos que relatam as substâncias químicas dessas plantas, predominado apenas isolamento de quinonas, cumarinas e triterpenos. Quanto às atividades biológicas, já foram feitos diversos estudos, destacando atividade analgésica, atividade microbiológica, atividade mutagênica, atividade tripanomicida e atividade alelopática (MOURA, 2006).

Na Chapada do Araripe, sul do Ceará, ocorrem em áreas de mata úmida e cerrado sete espécies do gênero *Miconia* (LIMA; SEIXAS; SILVA, 2007), todas elas utilizadas para o presente estudo: *M. albicans* (Fig. 3), *M. alborufescens* (Fig. 4), *M. ciliata* (Fig. 5), *M. ibaguensis* (Fig. 6), *M. lingustroides* (Fig. 7), *M. minutiflora* (Fig. 8) e *M. stenostachya* (Fig. 9). Suas características e descrições botânicas se encontram abaixo.

2. 2. 1. *Miconia albicans* (SW.) Triana

Conhecida popularmente como folha branca, quaresmeira-branca ou candeiro falso, é um arbusto de até 3m de altura, com tricomas arcnóides que revestem os ramos, pecíolos, face abaxial das folhas, inflorescências e hipanto. As folhas são pecioladas, com pecílos medindo entre 0,5 e 2cm, lâmina, discolor, coriácea, oval, elíptica ou oblonga, base arredondada a subcordada, ápice obtuso ou agudo a curtamente acuminado, margem, crenulada, até sete nervuras, acródomas, basais ou ocasionalmente suprabasais. Flores 5-meras; hipanto 2-2,5mm de comprimento; cálice persistente, lacínias internas cerca de 1mm de comprimento, largamente triangulares, externas não perceptíveis; pétalas 2,5-3×2-2,5mm; estames 10, levemente dimorfos, anteras 2-3mm compr., brancas, uniporosas, conectivo com apêndice basal amplo, contínuo da região ventral à dorsal ou com 1 calcar dorsal alargado e 2 aurículas ventrais; ovário 3-locular, glabro, estilete abruptamente alargado no ápice, estigma truncado. Baga imatura rosada, madura verde-jade com 25-35 sementes (GOLDENBERG, 2004).



Figura 3 - Aspecto geral de *Miconia albicans* (SW.) Triana, mostrando os tricomas aracnoides e os frutos imaturos. Estrada do Barreiro Novo, Crato-CE, 2011.

Fonte: Do autor.

2. 2. 2. *Miconia alborufescens* Naudin.

Espécie de porte arbustivo, 1-3m de altura. Ramos não alados, pecíolos, nervuras da face abaxial das folhas e hipanto recoberto por tricomas dendríticos e a superfície da face abaxial com tricomas aracnoídes (amorfos), ambos canescentes ou ocráceos, densos. Pecíolo medindo 0,5-1,2cm comprimento; lâmina 4,4-7,1cm comprimento, 2,7-5,5cm largura, oval, base cordada, ápice acuminado, margem crenulada, nervuras 5 ou 5+2 curtamente suprabasais (1-2mm acima da base). Panículas formando glomérulos, 4,9-9,3cm comprimento por 4-8cm largura. Flores 5-meras; hipanto 1,5-2mm comprimento; o cálice é persistente, duplo com lacínias internas largamente triangulares, externas minutamente denticuladas; os estames são brancos, as anteras medem 1,5-2mm comprimento, uniporosas, o conectivo é eglanduloso com dimensões de 0,6-0,8mm (antessépalos) e 0,4-0,6mm (antepétalos) prolongado abaixo das tecas, com projeção basal ampla, contínua da região ventral à dorsal (antessépalos) ou calcar dorsal (antepétalos); ovário 3-locular, ápice com tricomas glandulares esparsos. O fruto é do tipo baga com 18 sementes de cor vermelha quando imaturo e enegrecida na maturação (MARTINS; GOLDENBERG; SEMIR, 2009).



Figura 4 - Ramo frutificado de *Miconia alborufescens* Naudin. em ambiente de mata úmida. Estrada Crato –Exu, Crato –CE, 2011.

Fonte: Do autor.

2. 2. 3. *Miconia ciliata* (Rich.) DC.

Arbusto de cerca de 2,0-2,5m de altura. Apresenta folhas cartáceas, concolores de formato elíptico a estreito-ovais. De base aguda, com ápice acuminado. As margens são serradas e preenchidas por cílios. Face adaxial glabra e abaxial glabrescente, possuindo um indumento estrigoso. Nervuras acródomas basais, tri-nervadas (BRITO-RAMOS, 2010). Apresenta floração contínua com inflorescências axilares, tirsóides, com cimas duplas de três a cinco flores, hermafroditas, pentâmeras com antese diurna (MELO; MACHADO, 1998).

2. 2. 4. *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana

Possui porte arbustivo com altura entre 1,5 e 2m, as folhas são opostas, pecioladas tricomas estrelados e simples recobrem as inflorescências, hipanto, pecíolos e nervuras da face abaxial das folhas, sendo estas com ambas as faces revestidas por tricomas simples e raramente por tricomas estrelados e glabras na face adaxial. Além disso as folhas são sbconcolor, cartáceas, as vezes levemente bulada lanceolada ou oval-lanceolada, a base é redonda com ápice acuminado e mucronulado. A margem é serreado ciliada, apresentando até cinco nervuras acródomas supra-basais. As flores são pentâmemas, séseis, com cálice caduco apresentando lacínhas internas triangulares e externas curtamente subladas. Possui dez estames levemente dimorfos, anteras brancas e uniporosas. O ovário é trilocular preenchido por tricomas esparsos no ápice e o estilete possui tricomas esparsos na base, sendo abruptamente alargado no ápice. O fruto é uma baga verde quando imatura e negra quando madura, possuindo cerca de 100 sementes piramidais de superfície lisa (GOLDENBERG, 2004; OLIVEIRA e SILVA; ROMERO, 2008).



Figura 5 - Aspecto geral de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. mostrando as margens das folhas ciliadas e os botões florais. Sítio Belmonte, Crato–CE, 2011.
Fonte: Do autor.

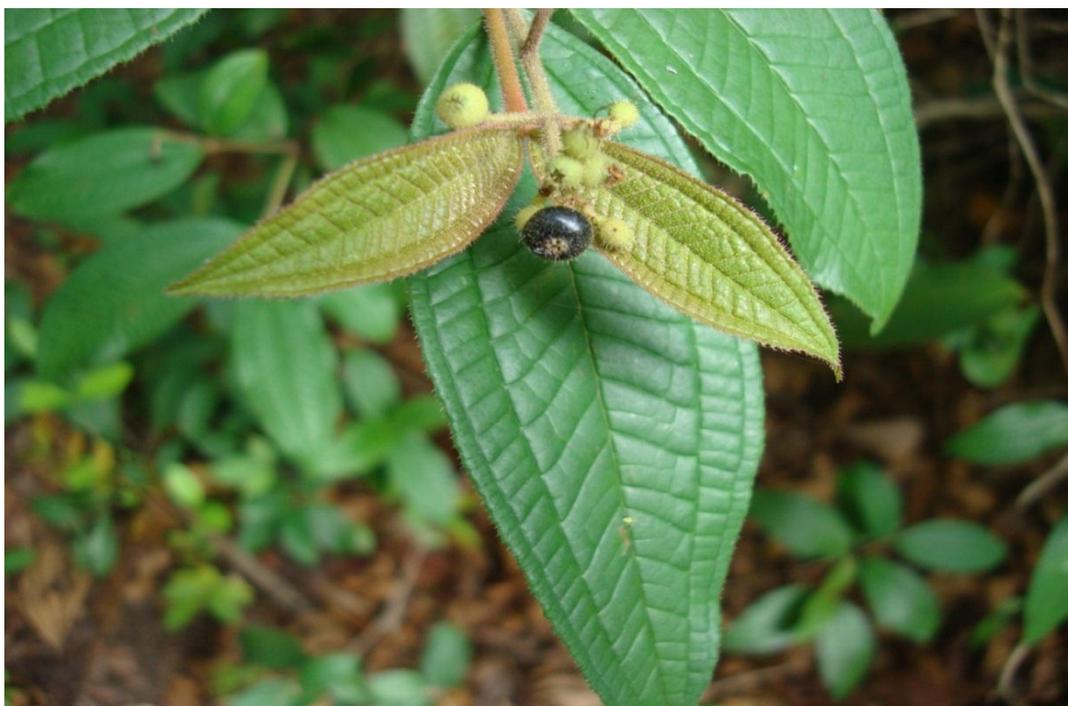


Figura 6 - Fruto e folhas de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana em área de cerrado. Sítio Melo, Barbalha – CE, 2011.
Fonte: Do autor.

2. 2. 5. *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin

Apresenta porte arbustivo a arbóreo de até 6m de altura e tricomas estrelados diminutos nas folhas, inflorescência e no hipanto. As folhas são pecioladas, com lâmina concolor a subconcolor, de forma elíptica, oblonga a elíptico-lanceolada. A base é aguda, arredondada, truncada até sub cordada, o ápice é obtuso, agudo a cuminado, margem inteira ou repanda, levemente revoluta. Nervuras acródomas basais a curtamente suprabasais. Panículas terminais com flores pentâmeras, cálice caduco, lacínhas inteiras internas, arredondadas a largamente triangulares, dentículos externos muito reduzidos. O número de estames é dez, levemente dimorfos, com anteras brancas com um poro. Ovário com três lóculos, glabro, estilete espessado ou levemente espessado no ápice. O fruto é uma baga verde quando imatura e de cor negra quando madura com 10 a 20 sementes (GOLDENBERG, 2004).



Figura 7 - Botões florais de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin em ambiente de cerrado. Sítio Barreiro Grande, Crato-CE, 2011.

Fonte: Do autor.

2. 2. 6. *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC.

Arbusto ou Arboreta, com ramos cilíndricos e folhas membranáceas, curto-pecioladas (OLIVEIRA et al., 2007). Ramos, pecíolos e eixos das inflorescências esparsamente recobertos por indumento estrelado-furfuráceo, logo glabrescentes, permanecendo alguns tricomas nos nós dos ramos e eixos das inflorescências. As folhas são pecíoladas, lâmina, membranácea, oblongo-lanceolada com base atenuada a arredondada, ápice acuminado até caudado, margem sinuosa revoluta, nervuras acródomas basais. Em ambas as faces das folhas jovens os tricomas são estrelado-furfuráceos, depois glabras. Flores com cinco pétalas, com cálice caduco, com lacínias internas lobadas e cilioladas, externas constituídas por denticulos pouco conspícuos; pétalas brancas, rosadas no botão de ápice esparsamente ciliado-glanduloso. Os estames são dimórficos, brancos possuindo apenas um poro; estames ante-pétalas com conectivo calcarado no dorso, ventralmente biapendiculado. Ovário com três loculos, glabro, com estilete levemente espessado no ápice. O fruto é uma baga atropurpúrea com sementes pequenas e numerosas por lóculo (MARTINS et al., 1996).



Figura 8 - Aspecto geral de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. em ambiente de mata úmida, mostrando o ápice da folha acuminado a caudado. Riacho do Meio, Barbalha- CE, 2011.
Fonte: Do autor.

2. 2. 7. *Miconia stenostachya* DC.

É uma espécie arbustiva de 1,5 de altura, com tricomas estrelados que revestem densamente os ramos, pecíolos, face abaxial das folhas, inflorescências, brácteas, bráctiolas e hipanto. Folhas com lâmina foliar discolor, cartácea a coriácea, elíptica a elíptico-lanceolada de base obtusa, arredondada a subcordada, sendo o ápice arredondado a levemente acuminado, margem crenulada, nervuras acródomas basais. Panículas escorpioóides terminais. Flores pentâmeras com cálice persistente com lacínha internas, largamente triangulares, dentículos externos bem reduzidos. As pétalas possuem margens ciliado-granulosa. Apresenta dez estames levemente dimorfos (MARTINS et al., 1996) com anteras amarelas, uniporadas. Ovario com três lóculos, papiloso estilete filiforme, encurvado, com tricomas glandulares esparsos, estigma truncado. O fruto é uma baga verde quando imaturo e quando maduro torna-se enegrecido, sendo preenchido por 35-45 sementes (GOLDENBERG, 2004).



Figura 9 - Aspecto *in natura* do ramo florífero de *Miconia stenostachya* DC. Sítio Melo, Barbalha-CE, 2011.
Fonte: Do autor.

2.3. Histórico da Alelopatia

A primeira observação relacionada à capacidade das plantas interferirem no desenvolvimento de outras ao seu redor foi realizada por Theophrastus (300 a.C), ao descrever efeitos inibitórios do grão-de-bico sobre outras plantas por exaustão do solo (BITTENCOURT, 2007). Posteriormente, Plínio o Velho, naturalista romano 1 D.C, observou que *Cicer arietinum* L., *Hordenum vulgare* L. e *Vicia ervilha* L. abrasavam a terra e que a sombra da *Juglan regia* causava dor de cabeça no homem e danos em qualquer vegetal que fosse plantado a sua volta (ALVES, 2002).

De Candolle em 1823, observou doenças em solos de áreas agrícolas, e associou estas doenças ao exsudado das plantas que tinham sido cultivadas naquelas áreas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Mais tarde, em 1882, o mesmo cientista lançou uma teoria que afirmava que as raízes das plantas além de absorver nutrientes, também os excretavam e essas excretas seriam tóxicas para plantas da mesma espécie, gênero ou família. Contudo sua teoria foi contestada e abandonada antes do final do século XIX (MANO, 2006).

Os primeiros experimentos científicos que tentavam explicar o fenômeno da alelopatia só foram realizados depois de 1900 (ALVES, 2002). Em 1909, a teoria de que toxinas eram deixadas em solos que foram cultivados e postos em pousio foi comprovada pelos trabalhos de Shorey (MANO, 2006). Somente em 1937 o termo alelopatia foi criado por Hans Molisch significando, prejuízo (*pathos*) e mútuo (*alléton*) (BITTENCOURT, 2007; PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001). Contudo, isso geralmente não acontece, pois apenas a planta receptora é prejudicada, enquanto a planta doadora apenas libera o aleloquímico. Por outro lado, algumas vezes, alelopatia não significa apenas prejuízo, ao contrário, o aleloquímico pode estimular o crescimento e o desenvolvimento da planta receptora (BITTENCOURT, 2007).

2.4. Conceitos de alelopatia

Vários conceitos foram propostos para definir alelopatia, o próprio Molisch propôs uma redefinição do termo como sendo “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico

que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente” (BORGATI, 2010).

A definição mais ampla de alelopatia é a de Rice (1984) ao afirmar que o fenômeno consiste no efeito prejudicial ou benéfico de biomoléculas liberadas por plantas, fungos, bactérias e algas, sobre a germinação, desenvolvimento e crescimento das plantas vizinhas. Biomoléculas são os aleloquímicos, produtos do metabolismo secundário vegetal para defesa contra vírus, bactérias, insetos e patógenos, e que podem interferir também inibindo ou estimulando o crescimento das plantas (PERIOTTO et al., 2004). Em virtude de não poderem se deslocar escapando do ataque dos inimigos as plantas utilizam produtos químicos para sua defesa (TAVEIRA, 2011).

Grankhov e Didyk (1996) definiram alelopatia como uma interação fisiológica e bioquímica entre indivíduos que mantêm contato no espaço (interação alelopática) ou no tempo (ação pós-alelopática). Neste mesmo ano a Sociedade Internacional de Alelopatia definiu o termo como sendo “ciência que estuda qualquer processo envolvendo essencialmente os metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias, e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (MACÍAS et al., 2000), sendo este o conceito mais amplamente aceito na atualidade para definir a alelopatia.

Em alelopatia existem dois conceitos importantes para se entender o fenômeno: a especificidade e a periodicidade. A especificidade se refere às substâncias químicas que as plantas produzem e essas substâncias podem afetar ou não as espécies de plantas alvo. Na periodicidade, as substâncias produzidas podem ser encontradas em concentrações variadas nas diferentes partes da planta, bem como durante seu ciclo de vida. Ao serem liberadas, essas substâncias causam efeitos alelopáticos que são observados na germinação, no crescimento e desenvolvimento das plantas alvo, mesmo que essas já estejam estabelecidas, afetando também o desenvolvimento de microrganismos (PIRES et al., 2001).

A alelopatia tem influência direta na sucessão vegetal primária e secundária, estrutura e composição das comunidades vegetais, dinâmica entre as diferentes formações e na dominância de certas espécies vegetais. Tendo forte impacto sobre a biodiversidade local e também sobre a agricultura (SILVA; AQUILA, 2006).

Diversos estudos têm sido realizados na tentativa de comprovar a ação alelopática de inúmeras espécies vegetais, dada a importância do fenômeno para os ecossistemas naturais e manejados, sendo que a maioria dos trabalhos envolve espécies de interesse econômico. Dessa forma milhares de substâncias de origem vegetal podem oferecer novas formas de

controlar as plantas daninhas, com menos riscos para as populações humanas, reduzindo ou eliminado a contaminação do ambiente e garantindo a preservação dos recursos naturais (SILVA; AQUILA, 2006; TAVEIRA, 2011).

2.5. Metabolismo celular secundário em plantas: produção de aleloquímicos

O metabolismo envolve inúmeras reações químicas que ocorrem continuamente em uma célula, as quais são direcionadas por enzimas específicas, constituindo as chamadas rotas metabólicas. Os produtos dessas reações são compostos químicos que são formados, degradados ou transformados, os metabólitos que atuam no aproveitamento de nutrientes para as células (SANTOS, 1999). Ainda segundo o mesmo autor, os vegetais são capazes de produzir, transformar e acumular um número muito grande de outras substâncias que não são necessárias à manutenção do organismo produtor através de outras reações químicas, denominadas de metabolismo secundário. Os produtos gerados a partir desse processo garantem vantagem à sobrevivência do organismo produtor perpetuando a sua espécie.

Os metabólitos secundários são compostos orgânicos de baixo peso molecular originados das rotas do metabolismo básico (biossíntese de carboidratos simples, proteínas e lipídeos; e das reações catabólicas, como a respiração) de plantas, bactérias e fungos (AIRES, 2007; JERONIMO, 2006). Sendo por muito tempo considerados com as “excretas” do vegetal (SANTOS, 1999). Esse termo secundário era atribuído à esses compostos devido a função secundária que exerciam no organismo produtor, (AIRES, 2007). Atualmente entende-se que os metabólitos secundários ajem diretamente nos mecanismos que auxiliam os seus produtores no estabelecimento destes no ecossistema. Também já foram reconhecidas várias funções dos metabólitos secundários tais como, defesa contra o ataque de herbívoros e microrganismos, proteção contra os raios UV, atração de dispersores e polinizadores, além de atuarem em fenômenos alelopáticos (SANTOS, 1999).

Alves (2002) afirma que dentre os produtos do metabolismo secundário das plantas estão os aleloquímicos, biomoléculas responsáveis pelos efeitos alelopáticos originados de metabólitos diretos, subprodutos de outros processos metabólicos ou produtos da decomposição de compostos ou biomassa (GOETZE; THOMÉ, 2004) liberados no ambiente e interferindo em alguma etapa do ciclo de vida de outra planta. Vale resaltar que aleloquímicos e metabólitos secundários não são considerados sinônimos. Uma substância

química pode apresentar vários papéis na natureza, inclusive o de aleloquímico, mas isso depende muito do organismo produtor e do parâmetro ambiental específico que afeta o organismo. Dessa forma, um mesmo composto, pode atuar como aleloquímico em algumas ocasiões e exercer outras funções (TAVEIRA, 2011).

Para Sousa Filho et al. (2003), embora pouco se conheça sobre o modo como os aleloquímicos são formados nas células, é provável que esses produtos sejam sintetizados a partir da rota do acetato – mevalonato ou do ácido chiquímico ou segundo Alves (2002), uma combinação dessas rotas biossintéticas. (Fig. 10)

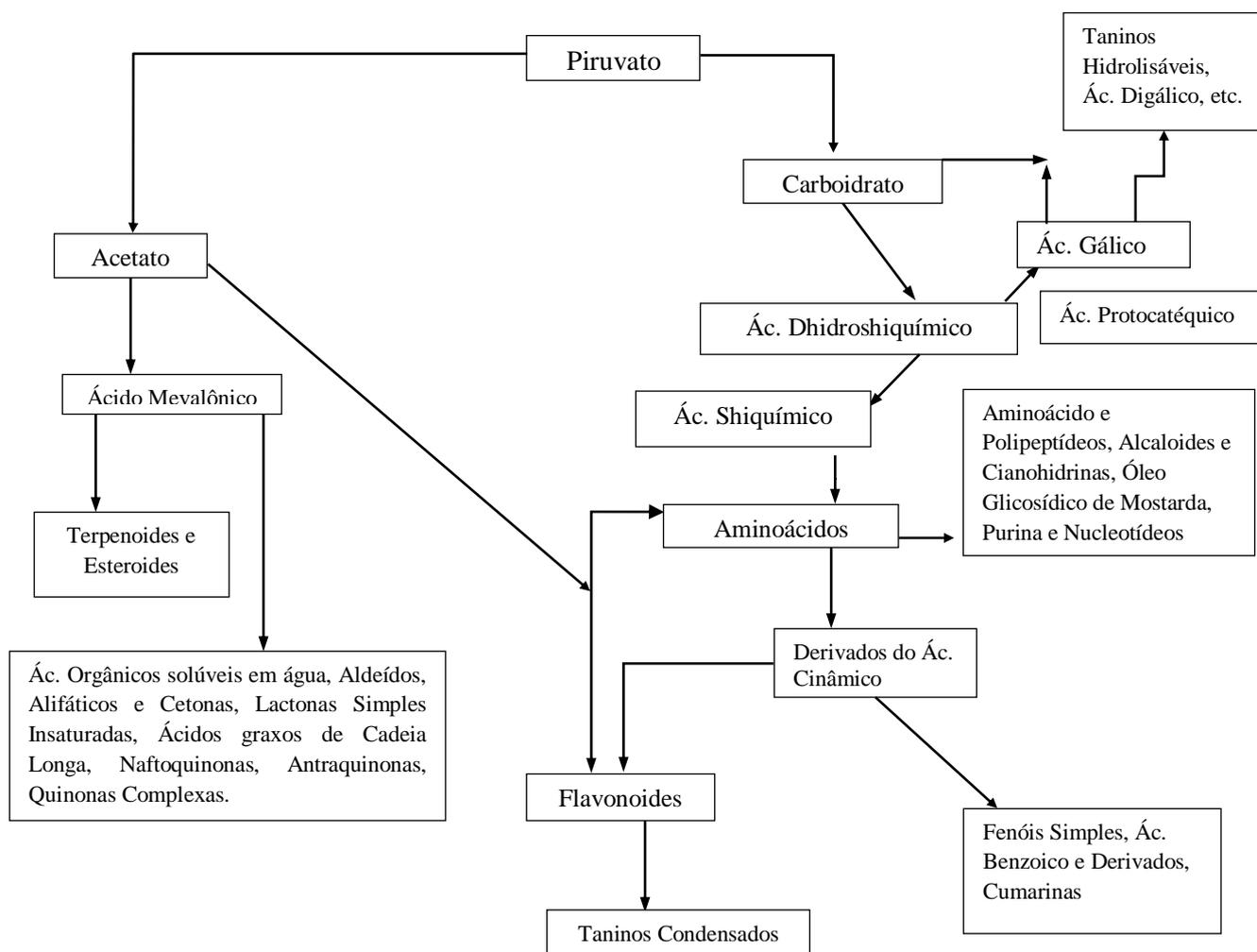


Figura 10 - Prováveis rotas de síntese dos principais produtos químicos alelopáticos
Fonte: Rezende et al. (2003).

Segundo Alves (2002), a via do acetato propicia a produção de uma variedade de ácidos orgânicos, álcoois de cadeia linear, aldeídos e cetonas, muitos dos quais são aleloquímicos voláteis liberados durante a decomposição de resíduos. A via do ácido

chiquímico conduz a uma variedade de taninos hidrolisáveis, ácido gálico e outros. Os terpenóides têm suas biossínteses originadas através do mevalonato e são o grupo mais abundante de substâncias químicas das plantas.

Compostos como terpenos, esteróides, ácidos orgânicos solúveis em água, álcool de cadeia linear, aldeídos alifáticos, cetonas, ácidos graxos instaurados simples, ácidos graxos de cadeia longa, poliacetileno, naftoquinonas, antraquinonas, quinonas complexas, fluoglucinol, provêm, da rota metabólica do acetato – mevalonato. Os fenóis simples, ácidos e seus derivados, ácido cinâmico e seus derivados, cumarinas sulfurosos, glicosídios, alcalóides, cianidrina, alguns derivados de quinonas e taninos hidrossolúveis e condensados são provenientes da via metabólica do ácido chiquímico. Enquanto compostos como os flavonoídes são produzidos através das duas rotas referidas anteriormente (SAMPIETRO, 2012).

Todas as plantas têm a capacidade de produzir aleloquímicos e essa produção pode ser regulada por diversos fatores ambientais como: temperatura, luminosidade, disponibilidade de água e nutrientes, textura do solo e microrganismos presentes. Também fatores como a radiação UV, doenças e ataques de insetos, podem modificar a taxa de produção dos aleloquímicos. Há relatos de que a atividade relacionada com o estresse pode aumentar a atividade biológica referentes aos aleloquímicos (GATTI et al., 2004). O trabalho Kong et al. (2002) demonstrou que o efeito alelopático de *Ageratum conyzoides* Sieber ex Steud. sobre várias espécies foi aumentado, quando a planta foi colocada em condições de déficit nutricional e competição.

Mano (2006) afirma que diversos autores, através de vários experimentos contestaram, que todas as partes da planta podem produzir e armazenar compostos alelopáticos. Tendo sido registrada a presença de aleloquímicos em raízes, caules aéreos, rizomas, flores, frutos e sementes. O autor referido estudou o extrato aquoso da semente de cumaru (*Amburana cearensis* S.), bem como a cumarina pura isolada dessas sementes e constatou que tanto o extrato em todas suas concentrações testadas, quanto a substância pura foram bastante fitotóxicas para as plantas teste.

As funções dos aleloquímicos nas plantas são diversas. Uma planta que produz aleloquímico está executando sua autodefesa. Na planta doadora, segundo Comiotto (2006), os compostos alelopáticos atuam protegendo-a do ataque das substâncias produzidas por outras plantas; de fungos, com a inibição da germinação dos esporos; com a inibição do desenvolvimento de bactérias nitrificantes e o desenvolvimento de patógenos. Esse mecanismo foi desenvolvido ao longo da evolução e representa um importante mecanismo

ecológico que influencia direta e indiretamente as plantas adjacentes. Entretanto para que a ação seja eficaz a liberação deve ser contínua (BORELLA; TUR; PASTORINI, 2010).

Nas plantas receptoras, conforme Pessotto e Pastorini (2007), os aleloquímicos causam interferência na conservação, dormência e germinação de sementes, crescimento de plântulas e vigor vegetativo de plantas adultas. Segundo Aires (2007) estes compostos podem atuar nas funções vitais da respiração, fotossíntese, divisão celular, nutrição e reprodução, tornando assim inviável o desenvolvimento da espécie intolerante a essas substâncias. Esses efeitos podem ser considerados manifestações secundárias causadas por eventos primários que ocorrem a nível celular e molecular.

2.6. Principais classes de compostos com atividade alelopática

Muitos compostos químicos produzidos através do metabolismo secundário foram identificados como tendo ação alelopática. Esses compostos podem ser encontrados em grande parte das classes de substâncias e possuem uma estrutura muito simples (BORGATI, 2010; MANO, 2006). Segundo Santos (1999) os três grandes grupos de compostos químicos secundários possuidores de atividade alelopática são os terpenos, compostos fenólicos e alcalóides, os quais serão caracterizados mais adiante.

2.6.1. Terpenos

Os terpenos são compostos formados pela justaposição sucessiva de unidades de cinco carbonos chamadas de isopentilpirofosfato (IPP). O IPP é um derivado do ácido mevalônico que origina todos os outros terpenos. Os monoterpenos são compostos voláteis e são encontrados nas plantas na forma de essências ou óleos essenciais. Como função, os terpenos podem ser um atrativo para polinizadores ou podem servir como repelentes de insetos podem também, estar envolvidos na defesa de pragas e doenças (TAVEIRA, 2011). Como exemplo de terpenos com atividade alelopática, Silva (2004) menciona que foram encontrados os monoterpenos cânfora, limoeno, α - e β - pino e cimenol nas espécies *Salvia leucophylla* Greene, *Salvia apiana* Jeps. e *Salvia mellifera* Greene que podem inibir espécies vizinhas quando volatilizados no ar.

2.6.2 Compostos fenólicos

Uma substância fenólica ou polifenólica possui um ou mais núcleos aromáticos contendo substituintes hidroxilados e/ou seus derivados funcionais (ésteres, éteres, glicosídeos e outros) (ZUANAZZIR; MONTANHA, 1999). Segundo Taveira (2011) os compostos fenólicos são derivados da fenilalanina e tirosina e compreendem estruturas com diferentes graus de complexidade (BORGATI, 2010). Compostos fenólicos incluem fenóis simples, ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, taninos condensados, hidrolisáveis lignanas e ligninas (TAVEIRA, 2011).

Os taninos são compostos que possuem sabor adstringente e são divididos em condensados e hidrolisáveis. Os taninos condensados se originam pela polimerização oxidativa das catequinas e flavona-3,4 diois e são apenas parcialmente clivados pelo aquecimento drástico com ácidos concentrados para liberar cloretos de cianidinas. Os taninos hidrolisáveis contêm ligações ésteres, os quais podem ser hidrolisados pelo aquecimento com ácido mineral diluído (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Mendonça (2008) afirma que os taninos são os compostos com atividades alelopáticas mais comumente encontrados em extratos vegetais. Com propriedades antioxidantes e provavelmente relacionando-se a processos de inibição de germinação e crescimento de plantas. Dentre espécies de Melastomataceae que contêm taninos podemos citar *Clidemia rubra* (Aubl.) Mart (GORDON et al., 2011), *Leandra australis* (Cham.) Cogn. (HASS; VAN POSER, 1990) e *Miconia prasina* (Sw.) DC., (SILVA; ANDRADE, 2005).

Os flavonóides possuem um esqueleto básico $C_6-C_3-C_6$ formado por dois anéis fenólicos (A e B) ligados por anel pirânico heterocíclico (C), no qual um dos anéis aromáticos tem origem poliacética e a unidade C_6-C_3 tem origem no ácido chiquímico. Esses compostos são bastante comuns nas plantas superiores e estão relacionados em processos alelopáticos como nas gramíneas que são capazes de inibir a germinação de sementes (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Almeida (2006) demonstra que muitos flavonóides mostram atividade alelopática tais como hesperitina 7-O-rutinosídeo, taxifolina 7-O-arabinosídeo e formononetina 7-O-glucosídeo isolados do extrato de *Pluchea lanceolata* (DC). Para este mesmo autor os flavonóides nas plantas atuam como compostos de defesa, além de serem moléculas de sinalização em processos de reprodução, patogênese, simbiose e na interação planta-planta e planta organismo. Os flavonóides constituem um dos grupos de compostos fenólicos mais importantes e diversificados dentre os produtos de origem vegetal, apresentando ampla

distribuição no reino vegetal sendo mais abundante em angiospermas, os quais apresentam nesse grupo uma enorme diversidade estrutural (ZUANAZZI; MONTANHA, 1999).

2.6.3 Alcalóides

Os alcalóides são compostos cíclicos que apresentam em sua estrutura um átomo de nitrogênio com propriedades farmacológicas com predominância nas angiospermas tratando-se de compostos alcalinos com exceção da colchicina, piperina e oximas (HENRIQUES et al, 1999; TAVEIRA, 2011). A bioatividade dos alcalóides está relacionada com sua interação com o DNA. Esses metabólitos podem se intercalar na cadeia de DNA ou ligar-se ionicamente com os grupos fosfatos dos ácidos nucleicos comprometendo a síntese proteica (SILVA, 2004).

2.7 Vias de liberação e absorção dos aleloquímicos

Os aleloquímicos podem ser liberados no ambiente por diversas formas. Segundo Souza Filho e Alves, (2002) os mecanismos de liberação mais comuns são: a volatilização, exudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos vegetais. Após liberadas, as substâncias alelopáticas se tornam instáveis e são rapidamente decompostas (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

A volatilização ocorre comumente em plantas aromáticas. Os compostos são volatilizados das folhas, flores, caules e raízes, sendo absorvidos por outras plantas. Nesse grupo de substâncias voláteis encontram-se os terpenóides, que são adsorvidos ao solo permanecendo em estado ativo até migrarem para o sítio de inibição dentro das plantas. É por meio da exudação das raízes que as plantas liberam grandes quantidades de compostos químicos, sendo que nem todos possuem atividade alelopática. Souza Filho e Alves (2002) definem exudados radiculares como sendo substâncias produzidas pelas plantas e liberadas no solo através de raízes vivas. Como exemplo podemos citar o exudado radicular de pepino (*Cucumis sativus* L.) que libera o ácido cinâmico. Na lixiviação, as substâncias de plantas vivas ou mortas são removidas por ação da água da chuva, do orvalho e da neblina. Podemos

citar como exemplo a lixiviação de ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, terpenóides, alcalóides e compostos fenólicos. Quando partes das plantas ou folhas caem no solo e são decompostas, rompem os tecidos ou células, liberando substâncias alelopáticas que são transformadas quimicamente e passam a ter efeitos mais tóxicos que a substância original, as quais são adicionadas ao solo podendo assim influenciar as espécies adjacentes, sendo esta a liberação pela decomposição de resíduos vegetais (SOUZA FILHO; ALVES, 2002; REZENDE et al, 2003; MANO, 2006; TAVEIRA, 2011; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Uma vez liberados, os compostos alelopáticos precisam se acumular em quantidades suficientes para exercerem seus efeitos sobre as outras plantas. Dessa forma, podem ser absorvidos pela cutícula das plantas vizinhas ou alcançarem o solo dissolvendo-se neste e sendo absorvidos pelas raízes (ALVES, 2002).

2.8 Mecanismos de ação dos aleloquímicos x Citogenética

O modo de como os aleloquímicos podem modificar o crescimento e o desenvolvimento das plantas tem se tornado um desafio para os pesquisadores em virtude do número limitado de trabalhos que abordam esse assunto. Frequentemente em estudos de alelopátia são avaliados apenas o impacto da substância sobre o crescimento das plantas sem levar em conta as modificações celulares (Fig 11) que são responsáveis pela inibição do crescimento (PIRES; OLIVEIRA, 2011). Souza Filho e Alves (2002) afirmam que os aleloquímicos podem ter efeitos sobre os seguintes processos e funções fisiológicas, permeabilidade da membrana, absorção de nutrientes, fotossíntese, respiração, utilização de nitrogênio disponível e crescimento. Para este mesmo autor o principal critério usado na determinação da atividade de um aleloquímico são as mudanças que este pode causar sobre o tamanho e peso do organismo teste, sendo a divisão e o alongamento celular fases essenciais do desenvolvimento, constituindo um ponto de partida para o entendimento dos mecanismos de ação das substâncias alelopáticas.

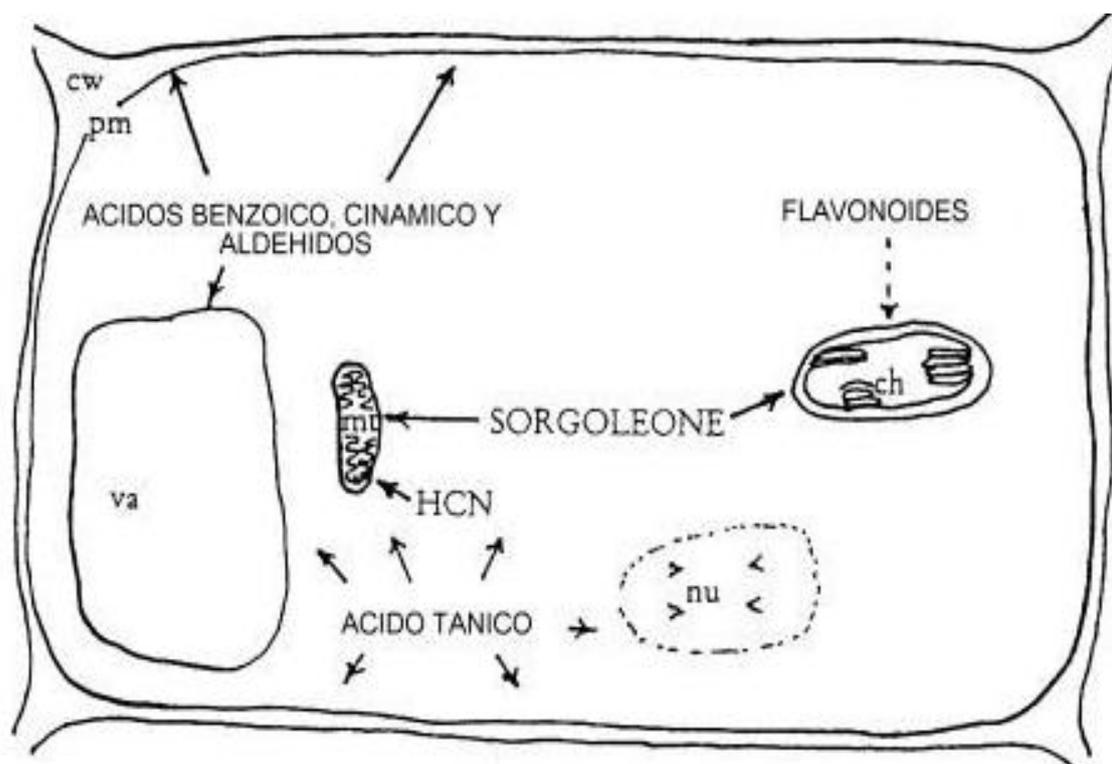


Figura 11 - Principais áreas de uma célula vegetal onde os aleloquímicos podem atuar e esses efeitos resultam na inibição do crescimento da planta.

Fonte: http://www.bedri.es/Libreto_de_apuntes/A/AL/Alelopatia.htm.

Na literatura são registrados poucos trabalhos sobre o efeito de extratos de plantas com propriedades alelopáticas nas divisões celulares de organismos testes. Os mais frequentes relatam o efeito desses extratos sobre o índice mitótico definido por Vieira et al (2009) como percentual de células que se encontram em uma das fases da mitose. Nessas pesquisas são utilizados como espécies alvo alface (*Lactuca sativa* L.), rúcula (*Eruca sativa* Mill.) (SOUZA et al., 2005) e mais comumente cebola (*Allium cepa* L.). Nesse contexto Iganci et al. (2006) afirmam que os ensaios biológicos são úteis para avaliação da bioatividade de extratos, frações e substâncias isoladas de vegetais, os quais tem sido utilizados como ferramentas na identificação de substâncias potencialmente tóxicas.

O bioteste com *A. cepa* L. é validado pelo Programa Internacional de Segurança Química da Organização Mundial da Saúde e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), constituindo um eficiente teste quando se deseja investigar o efeito de substâncias sobre as divisões celulares e alterações que estas podem provocar nos cromossomos. Esta investigação é feita por meio de ensaios citogenéticos com as células meristemáticas radiculares, nas quais são observadas as fases da mitose e padrões nucleolares atípicos como micronúcleos que resultam da quebra de cromossomos, bem como c-metáfases e a formação de pontes anafásicas (BAGATINI; SILVA; TEDESCO, 2007).

Fachinetto et al. (2007) estudou o efeito das infusões de *Achyrocline satureioides* (marcela) sobre o ciclo celular de *A. cepa* L. Neste trabalho, os autores calcularam o número médio de divisões celulares para determinar o índice mitótico e verificaram que a marcela apresentou atividade anti-proliferativa e citotóxica, uma vez que foi capaz de inibir as divisões celulares na raiz da cebola. Vieira et al. (2009) verificou em suas avaliações citológicas que o extrato por infusão de *Matricaria recutita* (camomila) foi capaz de causar o aparecimento de células em apoptose e prófases com cromossomos isolados em raízes de *A. cepa* L.

No trabalho de Silva et al. (2009) foi verificado que a infusão de *Ricinus communis* L (mamona) apresentou efeitos genotóxicos e mutagênicos sobre a células de *A. cepa* L., pois esta é capaz de causar o aparecimento de células binucleadas, além de ocasionar perdas de cromossomos na metáfase. Já a infusão de *Euphorbia milii* Des Moulins (coroa-de-cristo) demonstrou não causar nenhum efeito sobre o núcleo e o índice mitótico de cebola.

Nas pesquisas com sementes de alface, Souza et al. (2005) ao testarem os extratos aquosos de capim cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) e estévia (*Stevia rebaudiana* Bert.), verificaram que o extrato de capim cidreira foi citotóxico sobre as sementes de alface, pois reduziu o índice mitótico das células da planta teste quando as concentrações aumentaram e que essa inibição era responsável pelo não crescimento da raiz.

Cuchiara et al. (2007) estudaram o efeito dos extratos de folhas secas e frescas de mamona (*Ricinus communis* L.) sobre o índice mitótico de alface e verificaram que ambos os extratos foram citotóxicos nas menores concentrações (5 e 10mg/mL) para as células meristemáticas da espécie teste, além do que foi notado a presença de quebras do fuso acromático e pontes anafásicas. Os autores acima referidos também observaram que as raízes ao fim dos bioensaios apresentaram necrose com a ponta totalmente oxidada, escurecida e com o passar do tempo essas raízes não cresciam mais e seus tecidos acabavam amolecendo e se degradando constatando assim um efeito alelopático e citotóxico da mamona sobre as plântulas de alface.

Santos (2012) verificou que o extrato etanólico de *Neea theifera* (Nyctaginaceae) interferiu no crescimento e no índice mitótico de alface e também verificou que o ápice radicular de *L. sativa* se encontrava escurecido. No trabalho de Souza et al. (2005) o extrato aquoso de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae) inibiu significativamente o índice mitótico de alface com o aumento da concentração do extrato.

Efeitos estimulatórios também podem ocorrer, quando se estuda extratos vegetais sobre a divisão celular da espécie teste, como é o caso do trabalho de Maculan et al. (2007),

no qual foi verificado que o extrato de infusão de *Eryngium eburneum* Decne. (Apiaceae) causou um aumento no índice de divisão celular nas concentrações de 10mg/mL e 15mg/mL.

Além de *Lactuca sativa* L., *Allium cepa* L. e *Eruca sativa* Mill. também podem ser usadas sementes de milho (*Zea mays* L.) como relata o trabalho de Pires et al. (2001), no qual o extrato de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. inibiu o comprimento das plântulas de milho e o índice mitótico. Segundo os mesmos autores essa inibição no comprimento, associada ao índice mitótico pode indicar um dos mecanismos de ação do extrato sobre o desenvolvimento da planta teste. Assim, a detecção de substâncias alelopáticas potencialmente citotóxicas pode ter esse efeito relacionado, à inibição ou estímulo do crescimento, sendo importante para o conhecimento do impacto que essas substâncias causam, sendo as espécies teste uma boa alternativa, pela sensibilidade do seu DNA quando submetido a tais substâncias (BORGES et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. 1. Coleta do material botânico e identificação Botânica

O material vegetal foi coletado na Chapada do Araripe em áreas de Cerrado e Mata úmida no período de janeiro a dezembro de 2011. As espécies de *Miconia* coletadas foram tratadas segundo os métodos usuais de herborização, identificadas e enviadas ao Dr. Renato Goldenberg (UFPR) para confirmação da identificação. As exsicatas encontram-se depositadas no Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima da Universidade Regional do Cariri – URCA (Tabela 2).

As coletas foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob o número: 26872-1 emitido em 3 de fevereiro de 2011 (Anexo A).

Tabela 2. Espécies de *Miconia* utilizadas no presente trabalho com os respectivos locais de coleta, coletor e número de registro.

Espécie	Local de coleta	Coletor	Nº HCDAL
<i>Miconia albicans</i>	Estrada do Barreiro Novo	SANTOS, M. A. F. et al.	4861
<i>Miconia alborufescens</i>	Estrada Crato-Exu	SANTOS, M. A. F.	5249
<i>Miconia ciliata</i>	Sítio Belmonte	SANTOS, M. A. F.	2099
<i>Miconia ibaguensis</i>	Sítio Melo	SANTOS, M. A. F. et al	2837
<i>Miconia lingustroides</i>	Sítio Barreiro Grande	SANTOS, M. A. F. et al	7202
<i>Miconia minutiflora</i>	Riacho do Meio	SANTOS, M. A. F. et al	1697
<i>Miconia stenostachya</i>	Sítio Melo	SANTOS, M. A. F. et al	6928

3. 2. Preparo do extrato aquoso bruto (EBA)

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Botânica Aplicada-LBA do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri-URCA no período de janeiro a dezembro de 2011. Para a obtenção do extrato aquoso bruto (EBA), foram utilizadas 200 gramas de folhas frescas das espécies de *Miconia*, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, vedados para evitar a perda de umidade, identificadas e levadas ao laboratório para a realização dos experimentos.

No laboratório, o extrato foi preparado por meio da trituração das folhas frescas em liquidificador industrial com água destilada. Para estabelecer a quantidade de água a ser adicionada para extração, foi feita a relação entre o peso de matéria fresca (PMF) e o peso de matéria seca (PMS). Para isso 100 gramas de folhas frescas foram postas 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, 1989).

Após a trituração, o material foi filtrado com auxílio de funil de vidro e algodão, sendo o líquido resultante posto em tubos de ensaio para ser centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos para a obtenção do extrato aquoso bruto na concentração de 100%, a partir do qual foram feitas as diluições a 75%, 50%, 25%. O pH de cada concentração, de cada extrato de *Miconia* foi aferido em pHmetro e devido a alta acidez foram ajustados para 6.0 com soluções de KOH 0,1mol/L e HCl a 5% conforme recomenda Macias et al. (2000).

3. 3. Preparo do extrato aquoso por infusão (EI)

Para a obtenção do extrato por infusão (EI) 30 g de folhas frescas foram imersas em um litro de água destilada a 100 °C por uma hora em recipiente hermeticamente fechado até completo resfriamento. Após esse período o extrato foi filtrado com auxílio de funil de vidro e algodão, sendo o mesmo considerado como o extrato a 100%, a partir do qual foram feitas as diluições a 75%, 50% e 25%. Assim como para o extrato aquoso bruto, o pH do extrato de infusão mostrou-se com alta acidez e por isso este também foi ajustado para 6.0.

3. 4. Tratamentos

Os bioensaios constaram de oito tratamentos (extrato aquoso bruto e do extrato por infusão nas concentrações de 100, 75, 50 e 25%) mais um grupo controle (água destilada) dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Cada tratamento foi composto por cinco repetições de 20 sementes de *Lactuca sativa* totalizando 100 sementes por tratamento.

3. 5. Semeadura e procedimentos

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 3mL de cada concentração de ambos os extratos e o controle foi umedecido com 3mL de água destilada. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias.

3. 6. Variáveis analisadas

A avaliação do efeito alelopático das espécies de *Miconia* foi realizado através da contagem do número de sementes germinadas, medição do comprimento do caulículo, da radícula e ocorrência de necrose ao final dos sete dias. Foram consideradas germinadas as sementes cujas radículas atingiram 2 mm de comprimento.

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; MIRANDA e SANQUETA, 2007) calculado através da fórmula abaixo:

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

Onde:

n_i : n° de sementes germinadas no dia i

i : n° de dias.

3. 7. Análise do 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 em cada repetição, para cada um dos extratos das espécies de *Miconia* e preparadas através da técnica de esmagamento seguida de coloração proposta por Guerra e Sousa (2002). As radículas coletadas foram postas em solução de Carnoy (3 partes etanol: 1 parte de ácido acético glacial) por 24 horas para promover a fixação das células que estavam em divisão mitótica e estocadas em freezer no próprio fixador até a análise. No momento das análises, as radículas foram submetidas a duas lavagens em água destilada de 5 minutos cada, hidrolisadas em HCl 5N (ácido clorídrico-5N) por 20 minutos e novamente lavadas 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 entelam.

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, no qual foram visualizadas em média 200 células, 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 (Fig. 12) , sendo preparadas cinco lâminas por tratamento.

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, conforme equação proposta por Pires et al. (2001). O resultado foi expresso em porcentagem:

$$IM = \frac{m}{T} \cdot 100$$

Onde:

m = número de células em mitose;

T = número total de células observadas.

Foi realizada análise qualitativa em todas as lâminas montadas, na busca de anomalias cromossômicas tais como: pontes anafásicas e telófásicas, c-mitoses, micronúcleos, aderência cromossômica, quebras cromossômicas, percas metafásicas e anafásicas, as quais foram fotografadas em microscópio acoplado com câmera fotográfica com o aumento de 1000X (Fig. 12).

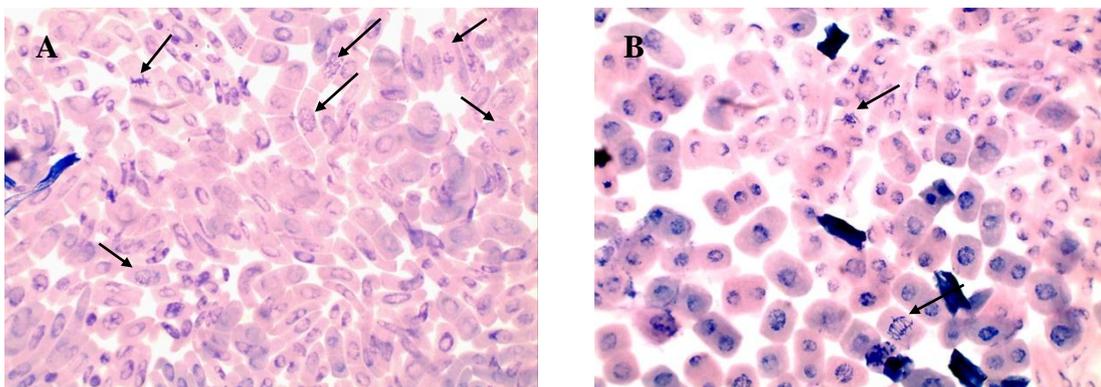


Figura 12- Células meristemáticas de alface fotografadas no aumento de 400X. **A.** Células normais, onde as setas apontam para diferentes fases da divisão celular. **B.** Células alteradas, notando o pouco número de divisões celulares.

3. 8. Prospecção das classes de metabólitos secundários

A análise fitoquímica foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais-LPPN da Universidade Regional do Cariri-URCA. Para a pesquisa dos metabólitos secundários foram utilizados extratos etanólicos, produzidos com 500g de folhas frescas das espécies de *Miconia*. Para tanto as folhas foram trituradas e imersas em etanol P.A. por um período de sete dias sob a agitação periódica. Em seguida foi realizada a filtragem do material para retirada das folhas, postas para secar, para posterior pesagem a fim de se obter a massa seca após a extração. O extrato diluído foi levado a um evaporador rotativo, para a completa destilação do solvente. O excedente etanólico foi evaporado em banho-maria até a obtenção do extrato etanólico bruto.

Os testes de prospecção fitoquímica foram realizados no Laboratório de Pesquisas de Produtos Naturais-LPPN de janeiro a dezembro de 2011 seguindo a metodologia proposta por Matos (2009), o qual se baseia em mudança de cor e formação de precipitado pela adição de reagentes específicos.

3. 9. Análise estatística

Para análise estatística dos dados de germinação, comprimentos dos caulículos e radículas e ocorrência de necrose, foi utilizado o programa ASSISTAT versão 7.6 beta, com análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo Teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Para a análise estatística das médias do índice mitótico foi utilizado o programa mencionado anteriormente. Conforme recomenda Banzatto e Kronka (1989) e Storck et al. (2011) os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcsen\sqrt{X/100}$ e analisados por regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1 Avaliação do efeito do extrato aquoso bruto (EBA) de *Miconia* spp. sobre a germinação, crescimento e índice mitótico de *Lactuca sativa* L.

4. 1. 1. Germinação

O extrato das folhas de *M. albicans*, *M. alborufescens* e *M. stenostachya* inibiram significativamente a germinação de alface. O extrato de *M. albicans* nas concentrações de 75 e 100% causou uma maior inibição na germinação de sementes de alface quando comparado ao controle (Fig.13). Gatti, Perez e Ferreira (2007) ao avaliarem a germinação de sementes de alface submetidas ao extrato de *Miconia albicans* a 10% não observaram nenhuma alteração em relação ao controle. O extrato de *M. alborufescens* a 100% provocou uma diminuição significativa em relação a germinação das sementes de alface quando comparadas ao controle. Já na concentração de 75% verificou-se um aumento do número de sementes germinadas em relação ao controle. O extrato de *M. stenostachya* em todas as concentrações, causou diminuição no número de sementes germinadas com diferença significativa em relação ao controle.

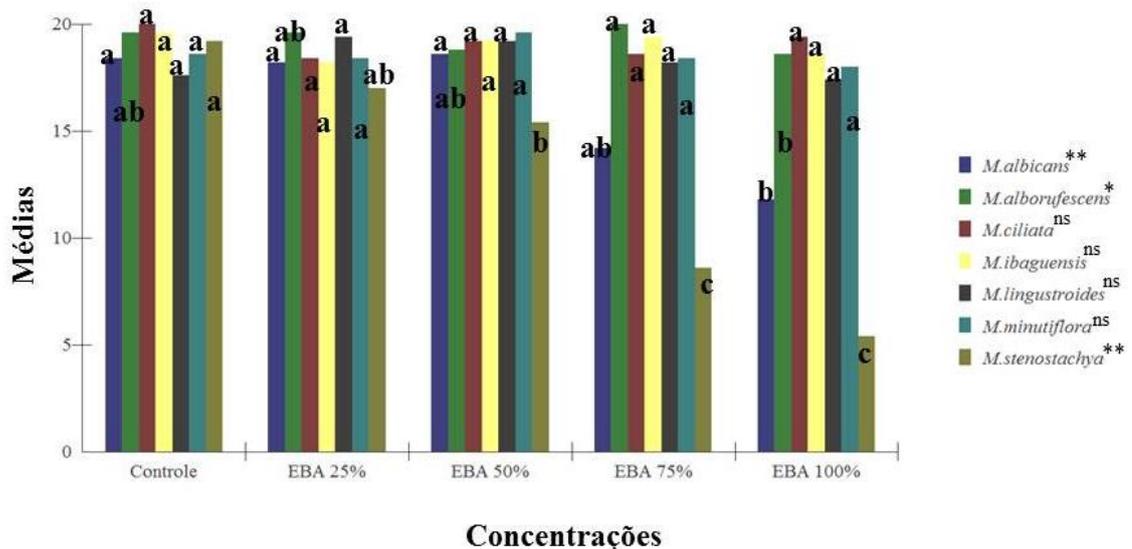


Figura 13 - Número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do EBA das folhas de *Miconia* spp.

(**) significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), (*) significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), (ns) não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados se assemelham aos obtidos por Gatti, Perez e Lima (2004) que ao pesquisarem o efeito alelopático de diferentes concentrações de extratos aquosos da raiz, caule, folha, flor e fruto de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze sobre a germinação de *Lactuca sativa* verificaram que o extrato da folha da espécie doadora, inibiu significativamente a germinação das sementes da espécie receptora a partir de 50% de concentração. Ainda segundo os mesmos autores, o extrato das folhas provocou inibição mais acentuada da germinação da planta teste na concentração de 75% e inibição completa na concentração de 100%. Candido et al. (2010), ao avaliarem o potencial alelopático das espécies consideradas plantas invasoras: *Amaranthus viridis* L., *Acanthospermum hispidum* DC, *Bidens pilosa* L., *Conyza canadensis* L. Cronquist, *Galinsoga parviflora* Cav., *Parthenium hysterophorus* L., *Commelina benghalensis* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Leonurus sibiricus* L., *Digitaria insularis* L. Fedde, *Eleusine indica* L. Gaert e *Nicandra physaloides* (L.) Pers, verificaram que todas as plantas testadas foram capazes de inibir a germinação de sementes de alface.

Para os autores citados anteriormente bem como para Ferreira e Aquila (2000) as alterações no padrão de germinação são resultantes de alterações na permeabilidade das membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento dos mensageiros secundários, alteração da respiração, conformação de enzimas e de receptores, ou ainda pela combinação destes fatores.

As espécies *M. ciliata*, *M. ibaguensis*, *M. lingustroides* e *M. minutiflora* não foram capazes de inibir a germinação das sementes de alface, possivelmente os compostos presentes nos extratos dessas espécies podem não ter ação fitotóxica para germinação. Esse resultado está de acordo com o de Isaza et al (2007) no qual os autores avaliaram quatorze espécies de Melastomataceae e dentre elas *Miconia minutiflora*, que não interferiu na germinação de várias espécies receptoras dentre elas *L. sativa*.

4. 1. 2. Índice de velocidade de germinação (IVG)

Os extratos de *M. albicans* e *M. stenostachya* a partir da concentração de 50% provocaram uma inibição no índice de velocidade de germinação das sementes de alface (Fig. 14). Enquanto o extrato de *M. alborufescens* nas concentrações de 25, 50 e 75% provocou uma aceleração do IVG de sementes de alface porém sem diferença estatística em relação ao controle, ao passo que a concentração de 100% causou um retardo no IVG de alface com

diferença estatística quando comparado ao controle. Em relação a espécie *M. ciliata* as concentrações de 25, 50 e 75% retardaram o IVG da espécie teste diferindo estatisticamente em relação ao controle. Para as espécies *M. lingustroides* e *M. minutiflora* a concentração de 100% provocou um retardo do IVG de *L. sativa* com diferença estatística em relação ao controle para as duas espécies. Vale ressaltar que as três últimas espécies mencionadas (*M. ciliata*, *M. lingustroides* e *M. minutiflora*) não foram significativas para a germinação de alface, corroborando com a afirmação de Ferreira e Aquila (2000), na qual o efeito alelopático não se manifesta sobre a germinação ou a porcentagem final de germinação, mas sim sobre a velocidade de germinação.

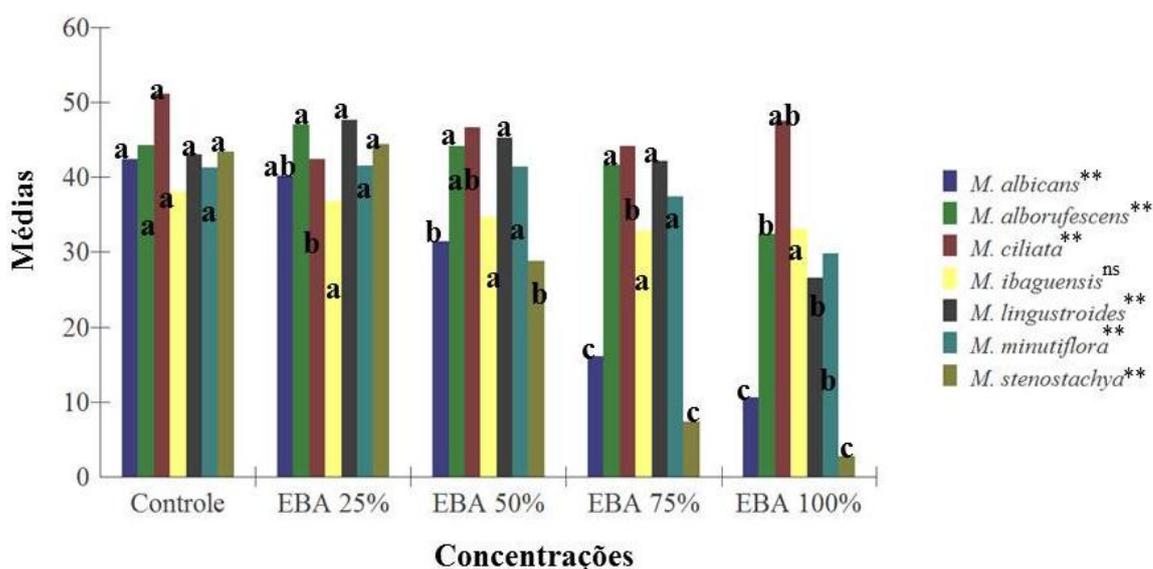


Figura 14 - Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. submetidas as diversas concentrações dos extratos aquosos brutos de *Miconia* spp.

(**): significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (ns): não significância ($p \geq 0,05$).

4. 1. 3. Comprimento do caulículo

Conforme será visto na figura 15, a concentração de 25% dos extratos das espécies *M. albicans*, *M. minutiflora*, *M. alborufescens* e *M. ciliata* provocou um aumento no comprimento do caulículo de alface, porém sem diferença estatística em relação ao controle para as duas primeiras espécies enquanto que nas duas últimas houve diferença estatística. Esse resultado se assemelha ao obtido por Bach e Silva (2010), no qual os autores verificaram que a menor concentração (10%) do extrato de *Bidens pilosa* (picão preto) aumentou o comprimento do caulículo de alface em relação ao controle com água destilada. Ainda podemos observar na figura 15 que os extratos de *M. ciliata* e *M. minutiflora* na concentração

de 50% causaram um aumento no comprimento do caulículo de *L. sativa*, enquanto que a 75 e 100% de concentração provocaram uma diminuição no comprimento da referida estrutura. Para *M. ibaguensis* foi observado que extrato aquoso bruto de suas folhas causou uma diminuição gradativa do comprimento do caulículo de alface nas diversas concentrações testadas, levando a crer que os compostos fitotóxicos que esta espécie possui impedem o alongamento dessa estrutura.

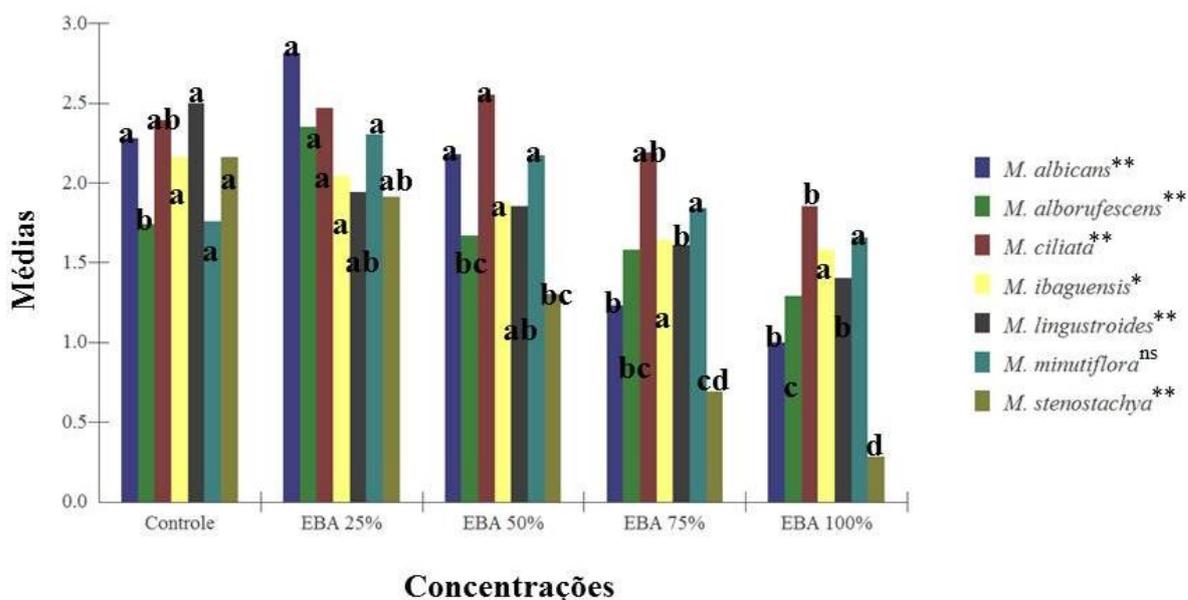


Figura 15 - Comprimento médio dos caulículos de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso bruto de *Miconia* spp.

(**) significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), (*) significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), (ns) não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os extratos de *M. lingustroides* e *M. stenostachya* causaram inibição do comprimento dos caulículos de plântulas de alface em todas as concentrações testadas. Hoffman et al. (2007) também verificaram que os extratos de *Dieffenbachia picta* Schott e *Nerium oleander* L. inibiram o alongamento da parte aérea das plântulas de alface sendo que o efeito acentuou-se a medida em que eram aumentadas as concentrações dos extratos.

Nos testes de prospecção fitoquímica foi identificada a ocorrência de taninos flobabênicos para *M. stenostachya*. Para Souza Filho e Alves (2002) vários aleloquímicos fenólicos têm a capacidade de alterar a biossíntese dos principais constituintes dos vegetais, o que se reflete no crescimento. Dessa forma os taninos encontrados no extrato das folhas da *M. stenostachya* podem ser os responsáveis pela forte inibição do crescimento do caulículo de alface. Vale resaltar que para se comprovar a atividade desses compostos se faz necessário o

isolamento dessas substâncias e a realização dos bioensaios com as substâncias isoladas (TAVEIRA, 2011).

4. 1. 4. Comprimento da radícula

Em relação ao comprimento da radícula (Fig.16), o extrato de todas as espécies de *Miconia* foram capazes de inibir significativamente o crescimento e o alongamento das radículas das plântulas de *Lactuca sativa* L. O crescimento do sistema radicular é um fator decisivo para o sucesso no desenvolvimento de plântulas e como afirma Candido et al. (2010), testes biométricos são importantes para se determinar as alterações nas plântulas que as substâncias-testes podem causar nessas estruturas.

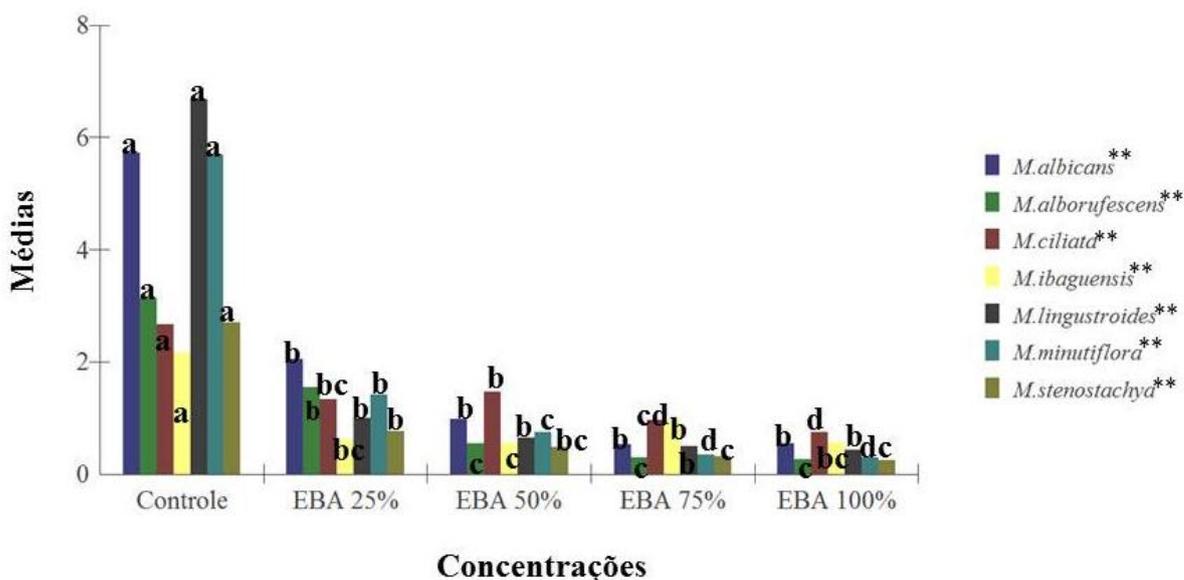


Figura 16 - Comprimento médio das radículas de alface sobre o efeito das diferentes concentrações dos extratos aquosos brutos de *Miconia* spp.

(**) significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Efeitos semelhantes já foram observados por outros autores para espécies de *Miconia*. Gorla e Perez (1997) e Gatti (2008) ao analisarem o efeito do extrato aquoso bruto de *Miconia albicans* sobre plântulas de tomate verificaram que a concentração de 25% o extrato interferiu de forma negativa em relação ao desenvolvimento da radícula de tomate. Compostos como taninos pirogálicos presentes no extrato de *M. albicans*, podem ser os

responsáveis pelos efeitos alelopáticos sobre as raízes da planta teste. Hui Li et al. (2010) afirmam que aleloquímicos fenólicos podem inibir o alongamento da radícula paralisando as divisões celulares.

Morfologicamente as raízes de alface submetidas aos EBAs das espécies de *Miconia*, apresentaram-se atrofiadas e com as pontas bastante escurecidas quando comparadas ao controle. O extrato de *M. stenostachya* foi o mais fitotóxico para o comprimento da radícula das plântulas de alface. Todas as plântulas da espécie teste, submetidas ao extrato a partir de 50% de concentração apresentaram-se deformadas, encurtadas e escurecidas como será visto nas figuras 43A a 49A (p. 111 a 113).

Nos testes de prospecção fitoquímica foram encontrados em *M. ciliata* e *M. ibaguensis*, taninos pirogálicos, flavonas, flavonóis, xantonas, flavononóis, chalconas, auronas, catequinas e flavanonas, corroborando com a afirmação de Cassiano et al. (2010) de que plantas da família Melastomataceae são caracterizadas pela presença de flavonóides, taninos hidrolisáveis e antocianinas.

Para Souza Filho e Alves (2002), os flavonóides são os maiores responsáveis pelos fenômenos alelopáticos podendo causar alterações na permeabilidade da membrana do cloroplasto inibindo assim o crescimento das plântulas. Além disso, essas substâncias, por possuírem fortes e variadas atividades biológicas podem ser usadas como herbicidas. Dessa forma, pode-se inferir que os efeitos fitotóxicos dos extratos de *M. ciliata* e *M. ibaguensis*, se devam aos flavonóides.

Para *M. alborufescens*, *M. lingustroides* e *M. minutiflora*, os testes para detecção de alcalóides foram positivos, além das outras classes de metabólitos secundários analisadas. Segundo Henriques et al. (1999) os alcalóides são tóxicos e essa toxicidade pode incidir sobre as células das radículas. Hoffmann et al. (2007) afirmam que o sistema radicular é mais sensível aos aleloquímicos e que seu crescimento depende das divisões celulares. Dessa forma, a presença desses alcalóides nos extratos das espécies de *Miconia* podem ter sido responsáveis pela inibição acentuada do desenvolvimento das radículas de alface, ou ainda por uma combinação de substâncias presentes nos extratos. Resultados semelhantes foram reportados por Candido et al. (2010), para *Senna occidentalis* (L.) Link, onde a fração hexânica do extrato da referida espécie foi responsável pela inibição do crescimento da raiz de alface.

4. 1. 5. Necrose radicular

Na Figura 17 vemos que todos os extratos das espécies de *Miconia* testadas causaram necrose nas radículas de *L. sativa*, mas em relação as espécies *M. alborufescens*, *M. ciliata* e *M. minutiflora*, como podemos observar, a concentração de 75% do EBA dessa espécies causou mais necrose nas radículas de alface se comparada ao controle. Nesses biotestes, as pontas das radículas apresentaram-se altamente oxidadas. Dessa forma as classes de metabólitos secundários encontrados nos testes de prospecção fitoquímica (flavonoídes, taninos e alcaloides) podem ter sido responsáveis por esses efeitos.

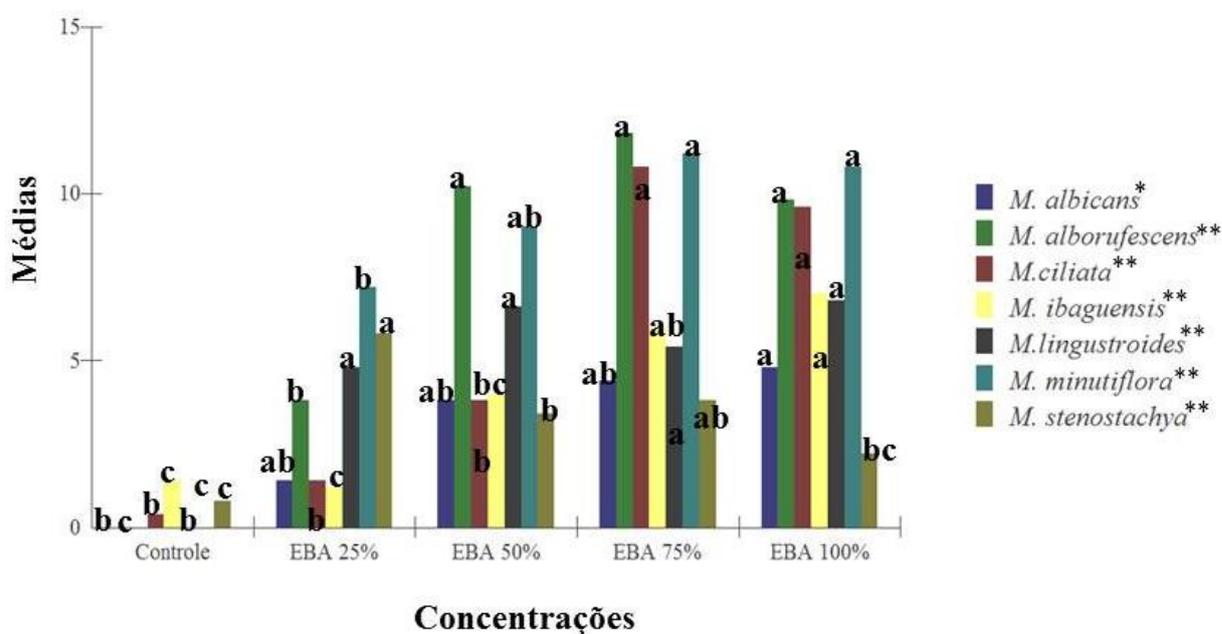


Figura 17 - Número de radículas de alface necrosadas sobre o efeito das diferentes concentrações dos Extratos Aquosos Brutos de *Miconia* spp.

(**): significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*): significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), em estudos de análises de efeitos alelopáticos, o critério morfológico da normalidade das plântulas é um instrumento valioso, uma vez que substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose radicular um dos sintomas mais comuns.

Uma explicação para essa acentuada necrose nas radículas de alface quando submetidas à concentração de 75% de extrato das três espécies mencionadas anteriormente,

pode ter sido resultado da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio nas células das radículas. Segundo Almeida et al. (2008) o acúmulo dessas substâncias danifica as células levando a sua morte, por causa da rápida despolarização de suas membranas aumentando a permeabilidade, induzindo a peroxidação dos lipídeos e conduzindo a um distúrbio celular generalizado. Outro fato que também pode levar a morte celular por estresse oxidativo é a degradação do DNA por endonucleases que clivam as cromátides dos cromossomos levando a morte celular programada.

4. 1. 6. O pH dos extratos aquosos brutos de *Miconia* spp.

Nos extratos aquosos brutos das espécies de *Miconia*, os valores de pH se encontraram em faixas muito ácidas variando de 3,47 a 4,46 (Tabela 3). Silva e Áquila (2006), analisando o potencial alelopático de diferentes plantas nativas do Rio Grande do Sul, sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* (Asteraceae), encontraram valores iniciais de pH entre 5,0 e 6,0. Para os referidos autores as faixas de pH foram consideradas ideais para germinação e crescimento das plântulas de *Lactuca sativa* (Asteraceae).

Nos estudos de atividade alelopática, o pH é de fundamental importância quando a constituição do extrato é desconhecida. Em um EBA pode haver açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, íons e outras moléculas, que em valores extremos de pH podem atuar sobre as sementes e/ou plântulas e mascarar os efeitos alelopáticos (CARMO; BORGES; TAKAKI, 2007). Mácias et al. (2000), recomendam que o pH dos extratos aquosos seja ajustado para 6,0, pois esta é a faixa de pH ideal para a germinação de sementes e observação dos efeitos alelopáticos.

Os dados disponíveis na literatura sobre os efeitos do pH na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas, referem-se basicamente a espécies de regiões temperadas, indicando que tanto a germinação como o desenvolvimento são afetados negativamente pela acidez ou alcalinidade extremas dos extratos aquosos (PERIOTTO et al., 2004).

Tabela 3 - Valores de pH para as concentrações dos extratos aquosos brutos das folhas de *Miconia* spp.

Espécie testada	Concentrações (%)	pH normal	pH ajustado
<i>Miconia albicans</i> (SW.) Triana	25	4,12	6,03
	50	4,11	6,04
	75	4,06	6,00
	100	3,87	6,05
<i>Miconia alborufescens</i> Naudin.	25	4,20	6,08
	50	4,12	6,01
	75	4,05	6,05
	100	3,96	6,08
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	25	3,71	6,04
	50	3,61	6,10
	75	3,59	6,11
	100	3,54	6,11
<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	25	3,50	6,10
	50	3,53	6,18
	75	3,52	6,10
	100	3,63	6,00
<i>Miconia lingustroides</i> (DC.) Naudin	25	3,63	6,11
	50	3,60	6,06
	75	3,47	6,23
	100	3,46	6,02
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	25	4,46	6,05
	50	4,39	6,07
	75	4,38	6,07
	100	4,11	6,00
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	25	3,85	6,17
	50	3,84	6,10
	75	3,82	6,07
	100	3,72	6,07

4. 1. 7. Índice mitótico

Na tabela 4 constam os dados da análise de variância para o índice mitótico (IM) das células meristemáticas da radícula das plântulas de alface submetidas ao extrato aquoso bruto das espécies de *Miconia* em diversas concentrações. Nela podemos observar que as espécies, *M. ibaguensis*, *M. lingustroides*, *M. albicans* e *M. stenostachya* mostraram efeitos significativos para o índice mitótico de alface. Além disso as duas primeiras espécies provocaram inibição do índice mitótico nas células da radícula da planta teste, enquanto *M. albicans* e *M. stenostachya* provocaram um estímulo nas divisões celulares de *L. sativa*. O extrato das espécies *Miconia alborufescens*, *Miconia ciliata* e *Miconia minutiflora* não inibiu nem estimulou o ciclo celular nas radículas de *L. sativa*.

Tabela 4. Análise de variância do índice mitótico (IM) das células meristemáticas de alface submetidas a diferentes concentrações do EBA de *Miconia* spp. *Miconia albicans* (*M. alb.*); *Miconia alborufescens* (*M. albor.*); *Miconia ciliata* (*M. cil.*); *Miconia ibaguensis* (*M. ibag.*); *Miconia lingustroides* (*M. ling.*); *Miconia minutiflora* (*M. minut.*); *Miconia stenostachya* (*M. sten.*).

Causas de variação	GL	Quadrado Médio						
		<i>M. alb.</i>	<i>M. albor.</i>	<i>M. cil.</i>	<i>M. ibag.</i>	<i>M. ling.</i>	<i>M. minut.</i>	<i>M. sten.</i>
Regressão Linear	1	93,748554 ^{ns}	1,03488 ^{ns}	0,02473 ^{ns}	1,75464 ^{ns}	27,69191 ^{ns}	20,03011 ^{ns}	53,43721 [*]
Regressão quadrática	1	71.98716 ^{ns}	22.28476 ^{ns}	4,54606 ^{ns}	33,91708 [*]	3,54267 ^{ns}	0,94220 ^{ns}	17,35411 ^{ns}
Regressão cúbica	1	312, 37623 ^{**}	9.53590 ^{ns}	12,79722 ^{ns}	1,85511 ^{ns}	0,00499 [*]	16,96608 ^{ns}	12,25020 ^{ns}
Desvio da Regressão	1	6.57975 ^{ns}	3.52205 ^{ns}	21,69600 ^{ns}	0,29550 ^{ns}	49,83039 ^{ns}	1,45741 ^{ns}	5,07984 ^{ns}
Resíduo	20	30,55712	11.99994	8,25466	5,57238	15,58273	7,87706	10,97626
CV(%)		25,48	19,78	15,85	16,36	24,57	16,78	22,41

(**): significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*): significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); (ns): não significância ($p \geq 0,05$); (CV): Coeficiente de variação em %.

Na radícula das plântulas de alface submetidas ao extrato de *M. alborufescens* a 25% de concentração foi observada a presença de metáfase com perda cromossômica (Fig. 18A). Em 50% de concentração foram encontradas interfases (Fig. 18B) e telofases com micronúcleos (Fig. 18C), a 75% células binucleadas (Fig. 18D) e núcleo anômalo (Fig. 18E) na mesma concentração. Em 100% de concentração foram encontradas perda de cromossomos na anáfase (Fig. 18F), ponte anafásica (Fig. 18G), quebra cromossômica (Fig. 18H) e rompimento do fuso mitótico (Fig. 18I).

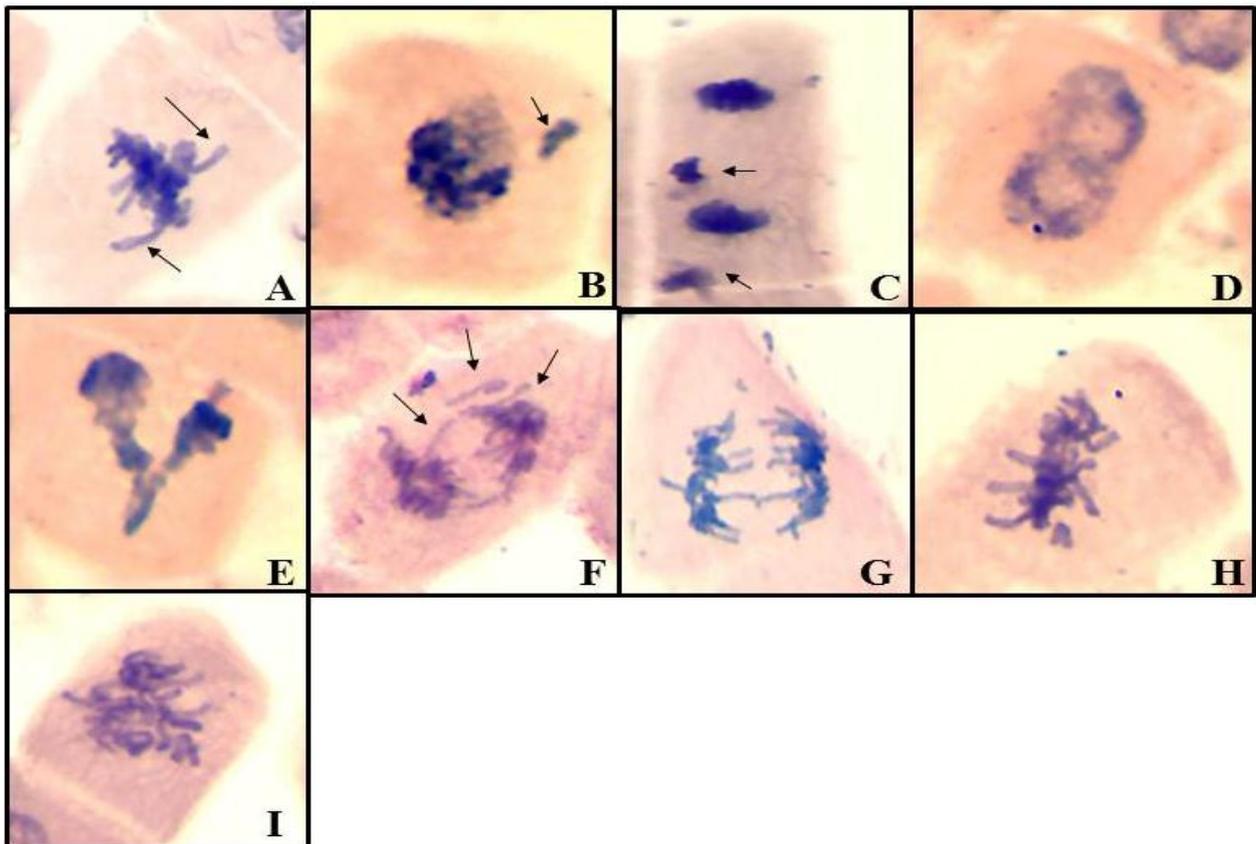


Figura 18 - Células portadoras de anomalias cromossômicas quando expostas a diferentes concentrações do EBA de *Miconia alborufescens* Naudin. **A**. Célula em metáfase apresentado perda cromossômica no extrato a 25%. **B e C**. Célula interfásica e telofásica respectivamente portadoras de micronúcleos encontradas na concentração de 50%; **D**. Célula binucleada na concentração de 75%; **E**. Núcleo anômalo na concentração de 75%; **F, G, H e I**. Perda de cromossomos na anáfase, ponte anafásica, quebra cromossômica e rompimento do fuso mitótico respectivamente na concentração 100%.

Para as radículas das plântulas de alface submetidas ao extrato de *M. ciliata* foram observadas cromossomos fora da placa equatorial (Fig 19A), perda cromossômica em célula anafásica (Fig. 19B), C-metáfases (Fig. 19C), anáfases multipolares (Fig. 19D), aderência cromossômicas (Fig. 19E), atraso na metafase (Fig. 19F), micronúcleos na interfase (Fig. 19G), metáfases rompidas (Fig. 19H).

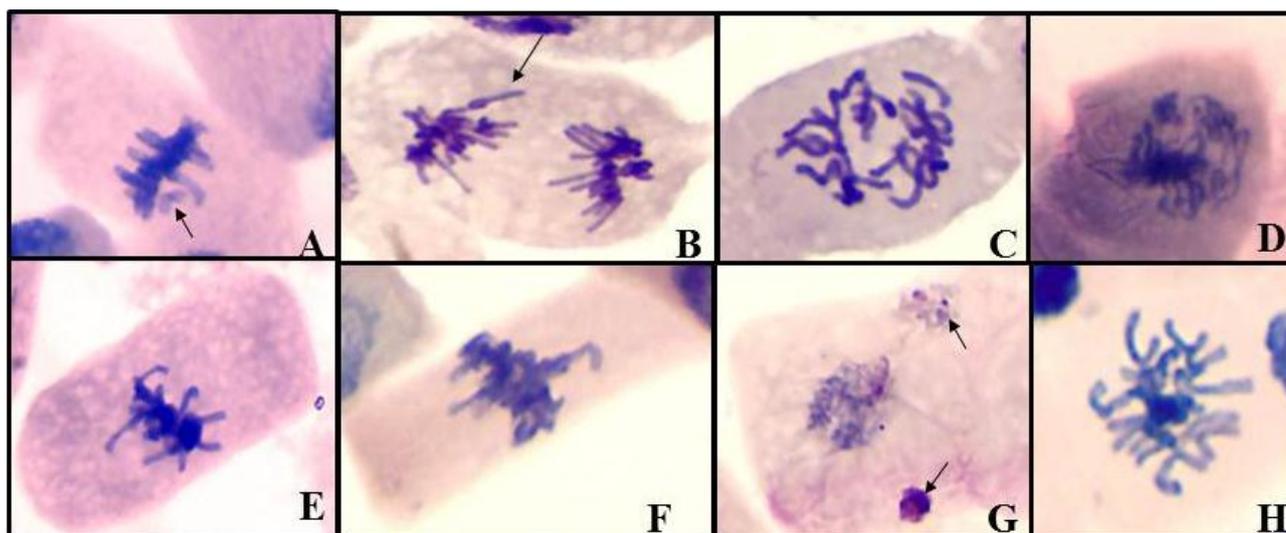


Figura 19 - Células de alface portadoras de anomalias cromossômicas quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. **A.** Célula metafásica apresentado quebra de cromossomo na concentração de 25%; **B.** Perda cromossômica em célula anafásica; **C.** Célula em C-metáfase. **D.** anáfase multipolar; **E.** Célula em metáfase com aderência cromossômica; **F.** Atraso na metáfase na concentração de 50%; **G.** Micronúcleos periféricos; **H.** Metáfase rompida concentração de 100%.

Nas radículas submetidas ao extrato de *M. minutiflora* a 25% de concentração foram observadas, aderência cromossômica (Fig. 20A) e atraso de cromossomos na metáfase (Fig. 20B). A 50% foram observados micronúcleos em células telofásicas (Fig. 20C) e separação precoce de cromátides (Fig. 20D). Na concentração de 75% foram encontradas anomalias do tipo quebra de cromossomos (Fig. 20E) e C-metáfase (Fig. 20F). O extrato a 100% provocou anomalias cromossômicas do tipo micronúcleos em profase (Fig. 20G) e pontes anafásicas (Fig. 20H). Dessa forma pode-se sugerir um possível efeito genotóxico e mutagênico para as espécies de *Miconia*.

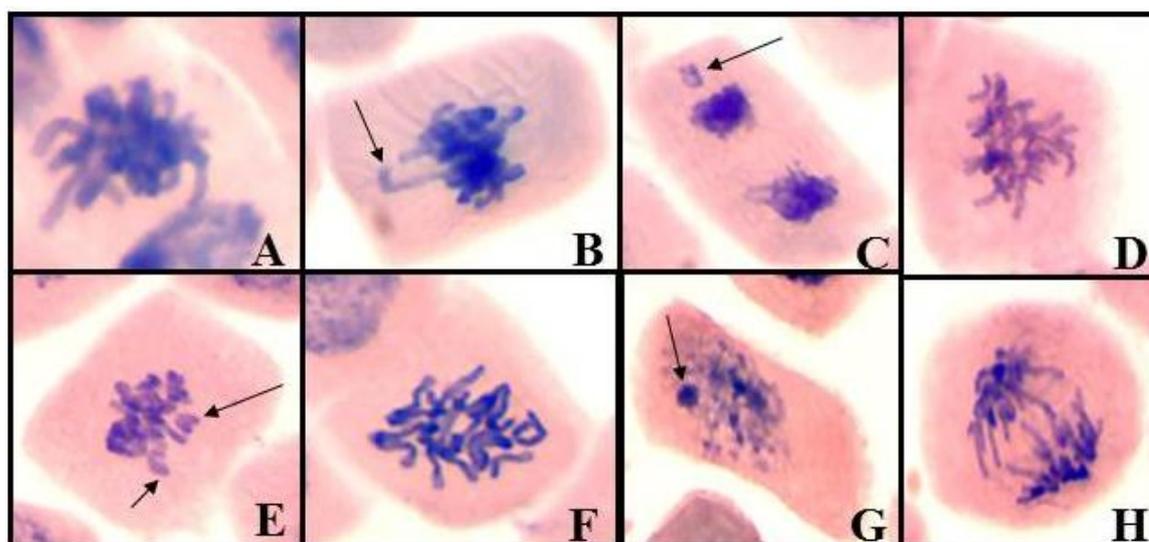


Figura 20 – Células de alface sob o efeito do extrato aquoso bruto de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. **A.** Célula com aderência cromossômica; **B.** Atraso de cromossomo na metáfase (**A** e **B** concentração de 25%); **C.** Célula telofásica com a presença de um micronúcleo; **D.** Separação precoce de cromátides; (**C** e **D** concentração de 50%); **E.** Quebra de cromossomos; **F.** Célula em C-metáfase (**E** e **F** extrato a 75%); **G.** Interfase com micronúcleo; **H.** Pontes anafásicas (**G** e **H** concentração de 100%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2005), com o extrato de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (espinheira santa) interferindo no crescimento da raiz de cebola devido ao surgimento de aberrações cromossômicas do tipo pontes anafásicas. Dessa forma, o aparecimento de alterações cromossômica celulares na presença de aleloquímicos podem resultar em processos fisiológicos anormais levando a inibição do desenvolvimento de plântulas (ALMEIDA et al., 2008).

Os extratos de *M. ibaguensis* e *Miconia lingustroides* provocaram alterações negativas no índice mitótico da radícula do alface enquanto os extratos de *M. albicans* e *Miconia stenostachya* ocasionou alterações positivas. Os gráficos com as curvas de regressão polinomial representando estes resultados são mostrados nas figuras 21, 23, 25 e 24.

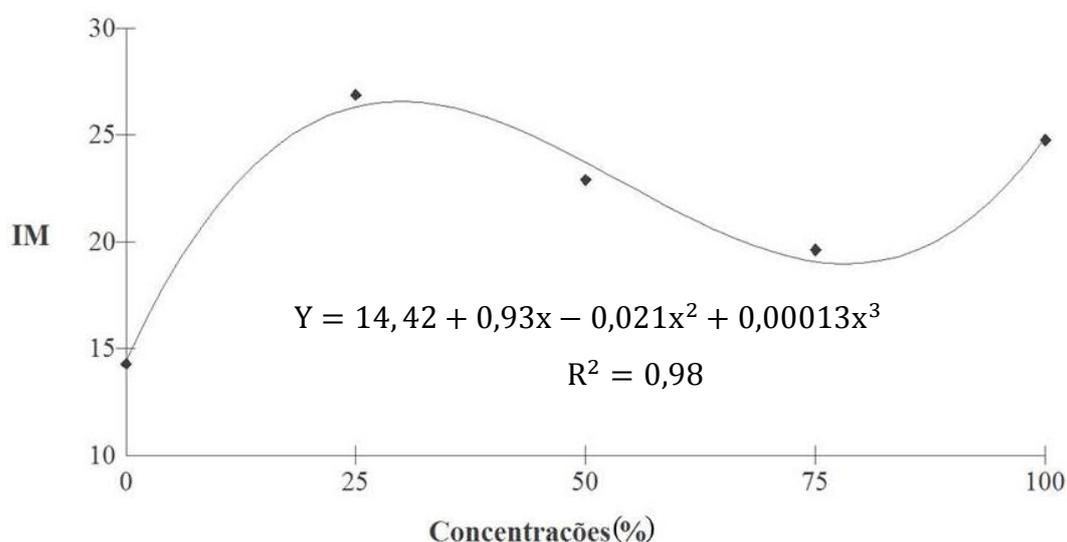


Figura 21 - Índice mitótico médio das células de alface quando crescidas na presença do EBA de *Miconia albicans*.

Na Figura 21, o modelo cúbico foi o que melhor representou a relação entre as concentrações do extrato e a variável analisada (IM). Além disso, verifica-se que o EBA de *M. albicans* causou um aumento do índice mitótico na radícula das plântulas de alface a partir da concentração de 25% verificando-se um efeito positivo sendo que esse aumento foi registrado nas demais concentrações quando comparado com o controle. Santos (2012) encontrou resultados diferentes dos obtidos no presente estudo, para o extrato de *Neea theifera* Oerst.

verificando que a concentração intermediária do extrato de *N. theifera* reduziu o índice mitótico de *Lactuca sativa*. Conforme será visto na figura 22 o extrato aquoso bruto de *M. albicans* causou anomalias do tipo aderência cromossômica na concentração de 25% (Fig. 22A) e perda de cromossomos na metáfase (Fig. 22 B e C), atraso cromossômico na metáfase (Fig. 22 D) e pontes anafásicas na concentração de 50% (Fig. 22E), perda de cromossomo, desorganização da metáfase, e C-metáfase presentes na concentração de 100% (Fig. 22F, G e H). Vale ressaltar que o comprimento da radícula de alface foi reduzido quando esta foi submetida ao extrato aquoso bruto de *M. albicans*, porém essa redução não está ligada ao índice mitótico, mas sim a presença das anomalias acima descritas. Dessa forma estas alterações cromossômicas impedem que o número correto de cromossomos seja distribuído para as células filhas refletindo no crescimento da planta.

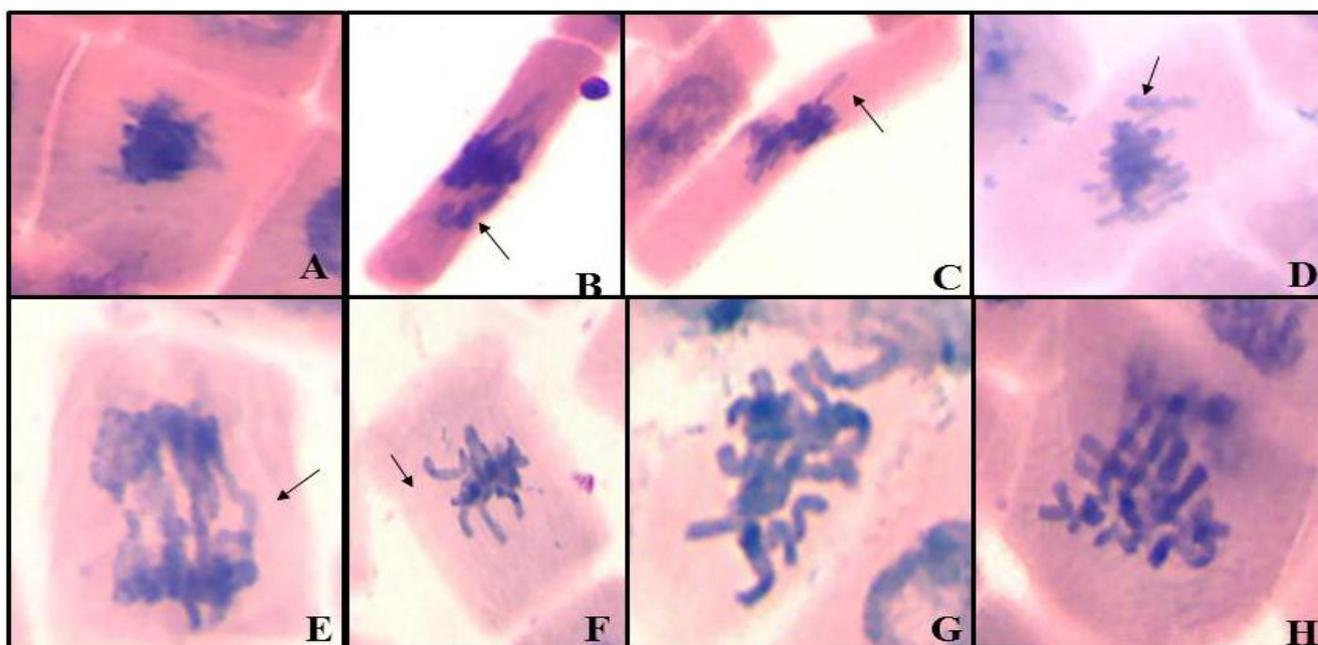


Figura 22 - Células portadoras de anomalias cromossômicas quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia albicans* (SW.) Triana. **A.** aderência cromossômica na concentração de 25%; **B** e **C.** Perda de cromossomos na metáfase extrato a 25%; **D.** Atraso cromossômico na metáfase EBA 50%; **E.** Pontes anafásicas na concentração de 50%; **F, G** e **H.** Perda de cromossomo, desorganização da metáfase, e C-metáfase respectivamente presentes na concentração de 100%.

Na Figura 23, verifica-se que o extrato de *M. ibaguensis* é citotóxico para as células meristemáticas da radícula de alface, sendo que o modelo quadrático ajustou-se melhor as concentrações e a variável índice mitótico analisada. Vale ressaltar que o comprimento da radícula de alface foi inibido pelo extrato dessa espécie, inferindo-se que essa inibição pode estar relacionada a redução do IM. Resultados semelhantes foram observados por Pires et al.

(2001), onde a inibição do comprimento da raiz de milho submetida ao extrato de leucena foi atribuído a redução do índice mitótico.

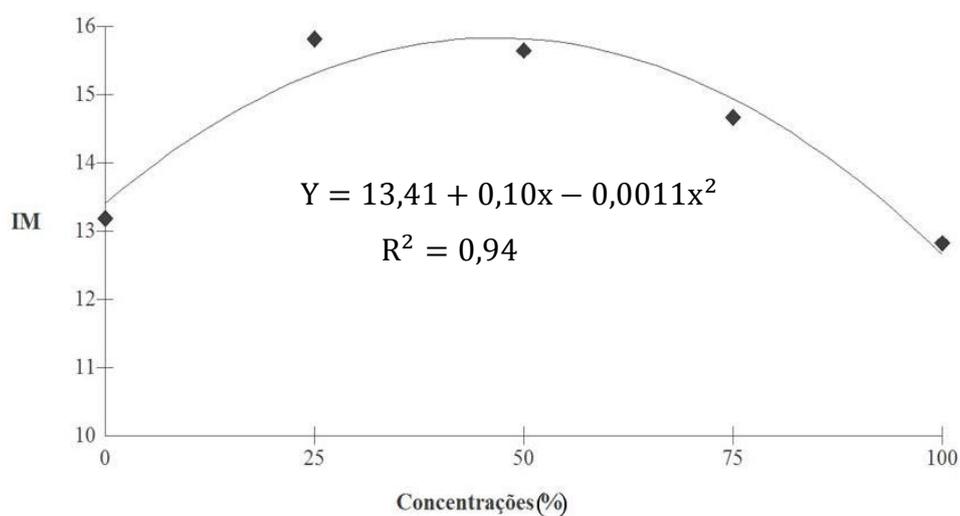


Figura 23 - Índice mitótico médio das células de alface quando crescidas na presença do EBA de *Miconia ibaguensis*.

Nas radículas submetidas a concentração de 50% do extrato foram observadas células com cromossomos aderidos (Fig. 24A) e células trinucleadas (Fig. 24B). A 75% foi observado pontes anafásicas (Fig. 24C) e telofásicas (Figs. 24D e E) e 100% de concentração foi verificada a ocorrência de atraso cromossômico na metáfase (Fig. 24F) e quebra de cromossômo (Fig. 24G).

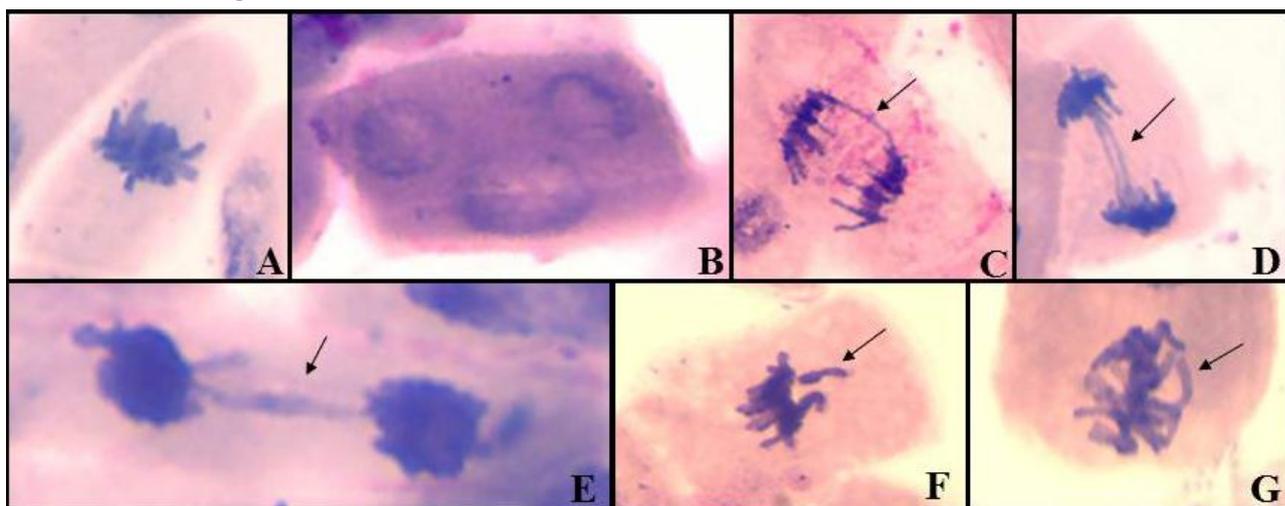


Figura 24 – Anomalias observadas nas células de alface sob a influência do extrato aquoso bruto de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana. **A.** Célula em metáfase com os cromossômos aderidos; **B.** célula trinucleada (**A** e **B** concentração de 50%); **C.** Ponte anafásica; **D** e **E.** Ponte telofásica (**C**, **D** e **E** concentração de 75%); **F.** atraso cromossômico na metáfase; **G.** Quebra de cromossômo (**F** e **G** concentração de 100%).

Para *M. lingustroides* vemos que o seu extrato aquoso bruto também foi citotóxico para as células de *L. sativa* e o modelo de regressão polinomial mais adequado foi o cúbico (Fig. 25). Também observa-se na mesma figura que o índice mitótico de *L. sativa* foi sendo reduzido ao longo das concentrações do EBA de *M. lingustroides* sendo mais depressivo na concentração máxima de 100%.

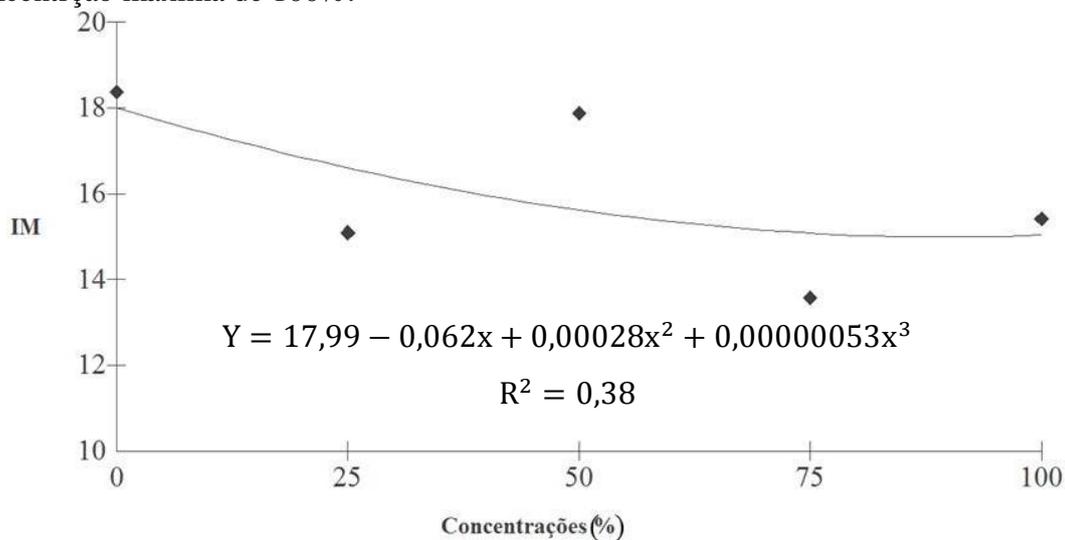


Figura 25 - Índice mitótico médio das células de alface quando crescidas na presença do EBA de *Miconia lingustroides*.

As alterações cromossômicas que foram observadas são do tipo prófase com cromossomo perdido (Fig. 26A) na concentração de 25%. Na concentração de 50% foram encontradas células com aderência cromossômica (Fig. 26B). No extrato a 75% foram encontradas metáfases com micronúcleos (Fig. 26C) e com a perda de vários cromossomos (Fig. 26D), além de pontes anafásicas (Fig. 26E) e telofásicas (Fig. 26F). O extrato a 100% provocou o aparecimento de células com micronúcleos (Fig. 26G) e metáfase rompida (Fig. 26H). Nos teste de prospecção fitoquímica de *Miconia lingustroides* foram encontrados alcalóides e segundo Henriques et al. (1999) os alcalóides são citotóxicos sendo os principais responsáveis pela inibição do crescimento de plantas quando alteram o ciclo celular do organismo. Esses resultados se assemelham aos obtido por Borges et al. (2011) onde os autores verificaram que o extrato das folhas secas de *Ricinus communis* (mamona) inibiu ao longo das concentrações testadas (5, 10, 20 e 40 mg/ml) o IM de alface.

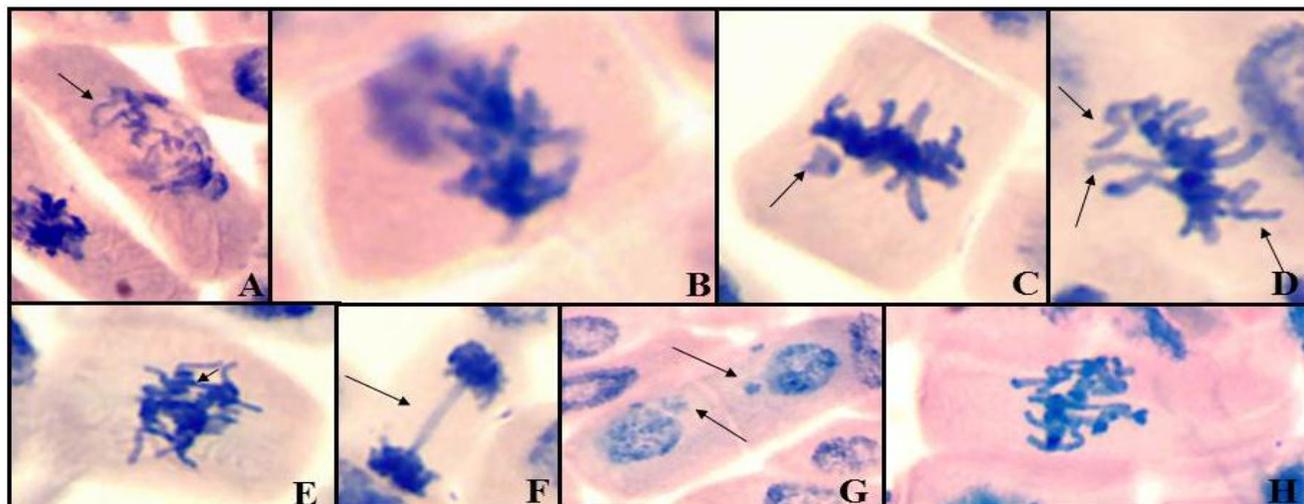


Figura 26 – Alterações cromossômicas observadas nas células meristemáticas radiculares de alfaca quando submetidas ao extrato aquoso bruto de *Miconia linguistroides* (DC.) Naudin. **A.** Prófase com cromossômo perdido na concentração de 25%; **B.** Célula com aderência cromossômica no extrato a 50%; **C.** Metáfase com perda de material genético (micronúcleo); **D.** Célula em metáfase com perda de vários cromossômos; **E.** Formação de pontes anafásicas; **F.** Pontes telofásicas (**C** a **F** concentração de 75%); **G.** Células portadoras de micronúcleos; **H.** Metáfase rompida (**G** e **H** extrato a 100%).

Na Figura 27, verifica-se que o EBA de *Miconia stenostachya* estimulou o IM da radícula de *L. sativa* e que a curva de regressão foi linear. Estas estruturas das plântulas de alfaca submetidas ao extrato a 25% de concentração tiveram uma redução do número de divisões celulares, ao passo que nas demais concentrações essas divisões foram aumentadas, sendo maior na concentração de 100%, constituindo um efeito estimulatório para o índice mitótico da planta teste. Além disso, a concentração supra causou anomalias do tipo pontes anafásicas (Fig. 28B) e micronúcleos (Fig. 28A). As concentrações de 50% e 75% foram as maiores causadoras de aberrações cromossômicas tais como células com brotos nucleares (Fig. 28C), c-metáfase com total espalhamento dos cromossomos (Fig. 28D) e metáfases com perda de cromossomos (Fig. 28E). A concentração 100% causou encurtamento de cromossômos na anáfase (Fig. 28F), quebras cromossômicas (Fig. 28G), metáfases rompidas (Fig. 28H). Como observado para o comprimento da radícula de alfaca quando submetida ao extrato aquoso bruto de *M. stenostachya*, verificou-se que este causou uma inibição do comprimento radicular, sendo assim, essa inibição não está relacionada a porcentagem de divisões mitóticas nas radículas, uma vez que esta foi estimulada nas concentrações mais altas, mas sim ao aparecimento das anomalias cromossômicas nessas concentrações que levaram a redução do comprimento da radícula.

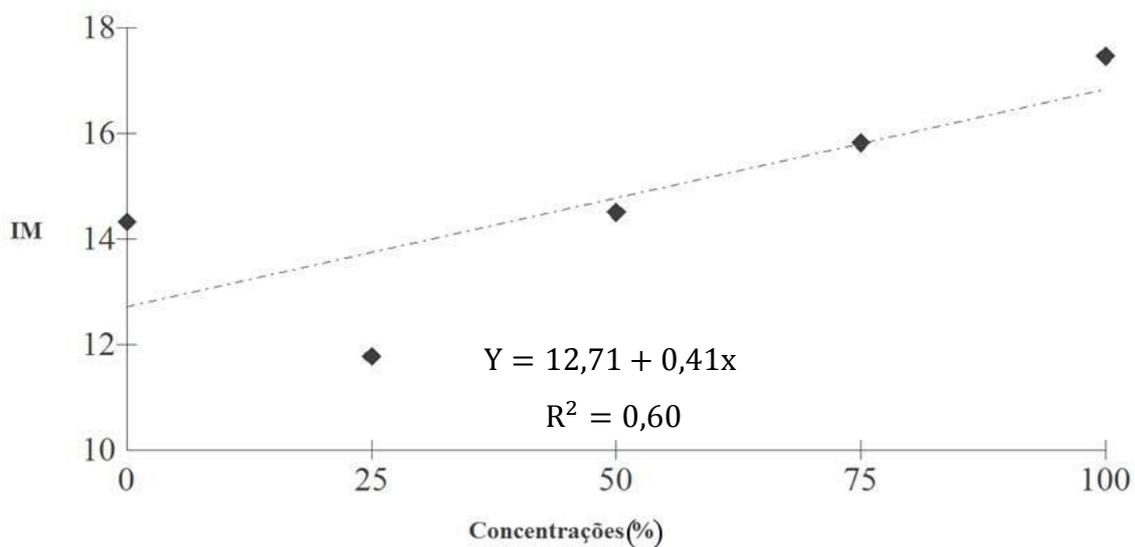


Figura 27 - Índice mitótico médio das células de alface quando crescidas na presença do EBA de *Miconia stenotachya*.

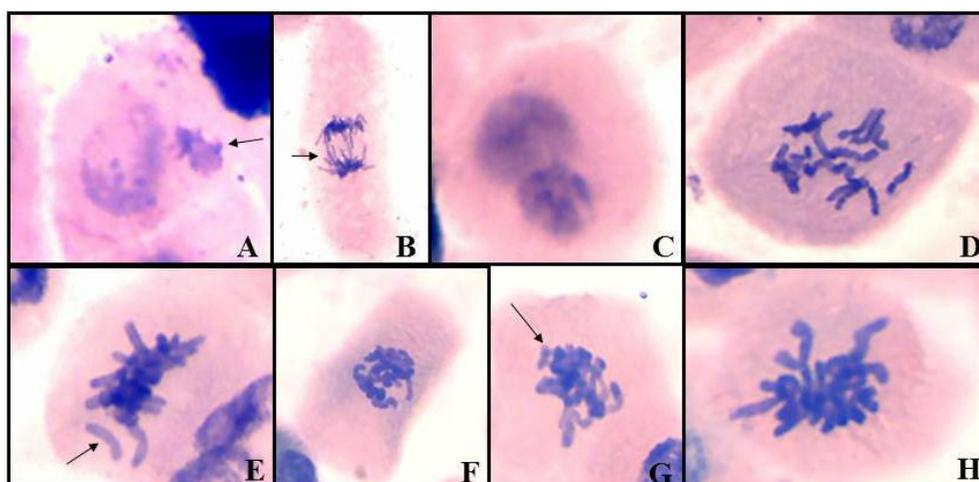


Figura 28 – Alterações nucleares produzidas pelo extrato aquoso bruto de *Miconia stenotachya* DC. **A.** Célula micronucleada. **B.** Formação de pontes anafásicas (**A** e **B** concentração de 25%); **C.** Broto nuclear na concentração de 50%; **D.** Célula em C-metáfase com total espalhamento de cromossomos; **E.** Metáfase com perda de cromossomo (**D** e **E** concentração de 75%); **F.** Anáfase com encurtamento de cromossomos; **G.** Quebra de cromossomos; **H.** Rompimento da metáfase com perda de cromossomo (**F**, **G** e **H** concentração de 100%).

4. 2. Avaliação do efeito do extrato por infusão de *Miconia* spp. sobre a germinação, crescimento e índice mitótico *Lactuca sativa* L.

4. 2. 1. Germinação

Somente o extrato por infusão de *M. stenostachya* foi capaz de causar uma pequena diminuição no número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* na concentração de 50%, sendo que essa concentração diferiu estatisticamente em relação ao controle. Fato não observado em relação as sementes submetidas ao extrato por infusão das demais espécies de *Miconia*. (Fig. 29)

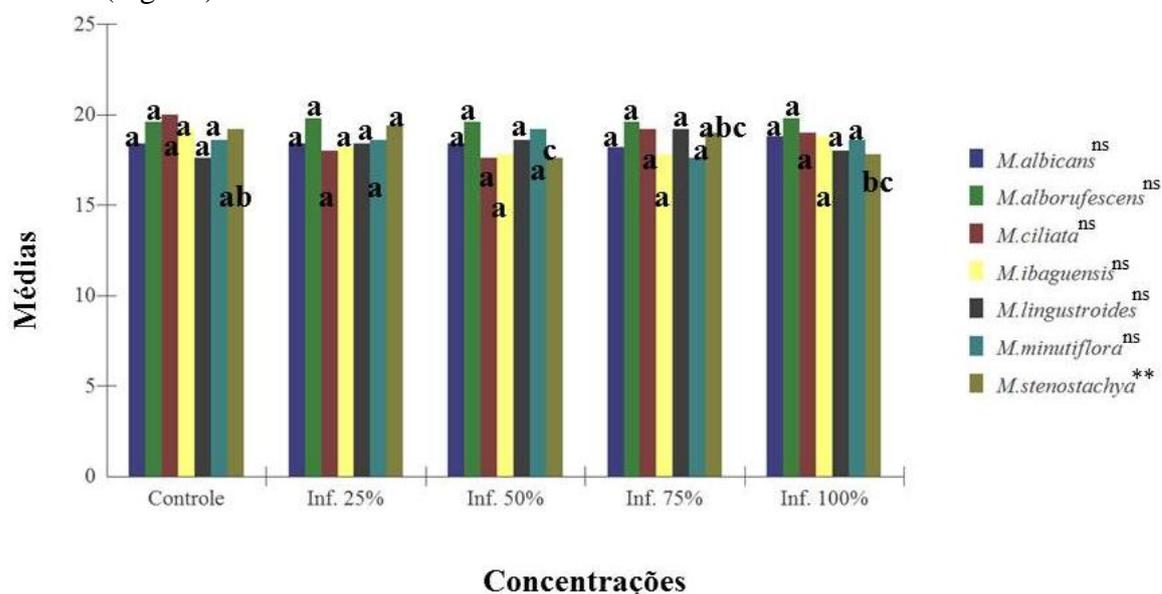


Figura 29- Número de sementes germinadas de *Lactuca sativa* L. (alface) submetidas a diferentes concentrações do EI das folhas de *Miconia* spp.

(**) significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (ns) não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Azambuja et al. (2010), no qual os autores verificaram que também a concentração de 50% do extrato de infusão de *Plectranthus barbatus* Andrews foi capaz de causar redução na germinação de sementes de alface.

4. 2. 2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O índice de velocidade de germinação das sementes de alface quando submetido ao extrato por infusão da espécie *Miconia ciliata* nas concentrações 50, 75 e 100% não sofreu

alterações significativas em relação ao controle, contudo, a 25% constatou-se uma inibição significativa relacionada ao referido índice nas sementes de *L. sativa*. O extrato das folhas das demais espécies de *Miconia* avaliadas não causaram alterações significativas em relação a este parâmetro. (Fig. 30)

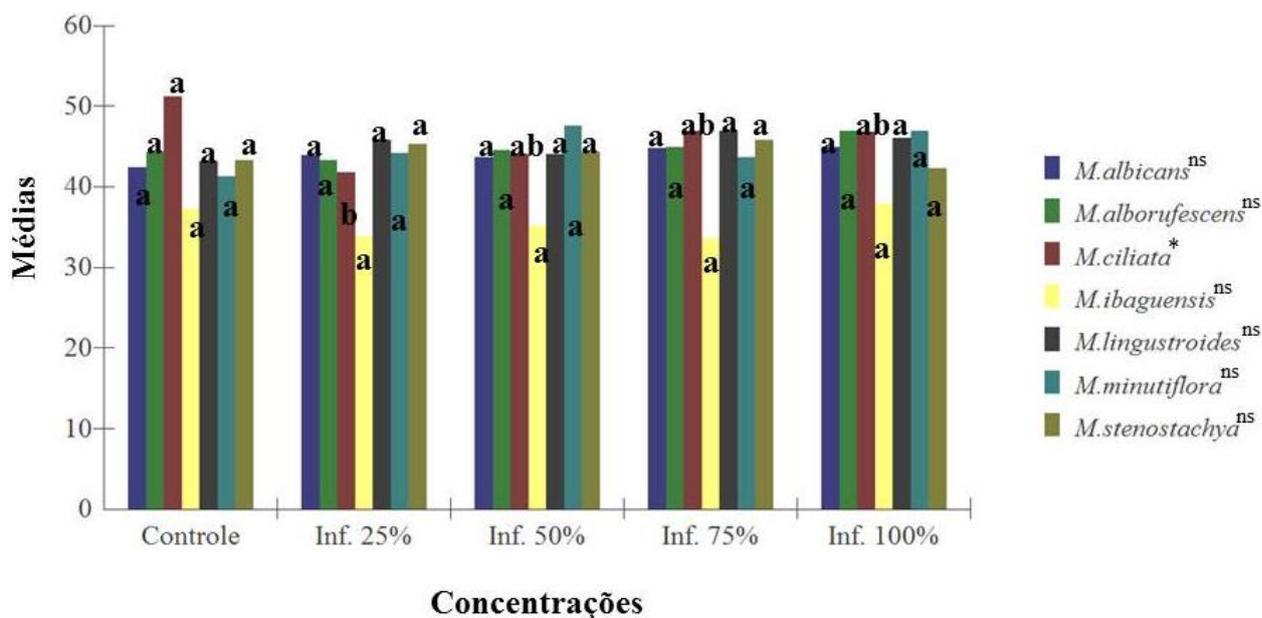


Figura 30 - Índice de Velocidade de Germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. submetidas às diversas concentrações do EI de *Miconia* spp.

(*): significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); (ns): não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. 2. 3. Comprimento do caulículo

O extrato de *M. albicans*, *M. alborufescens*, *M. ligustroides* e *Miconia minutiflora* causaram um aumento no comprimento dos caulículos de *L. sativa*, embora o mesmo não tenha sido significativo quando comparado ao controle. Já o extrato de *M. ibaguensis* a 50% de concentração provocou uma redução no comprimento dos caulículos das plântulas de alface quando comparado ao controle. Fato observado também em relação ao extrato de *M. ciliata* nas diversas concentrações (Fig. 31).

A espécie *M. stenostachya* não causou efeitos significativos em relação ao comprimento do caulículo de alface.

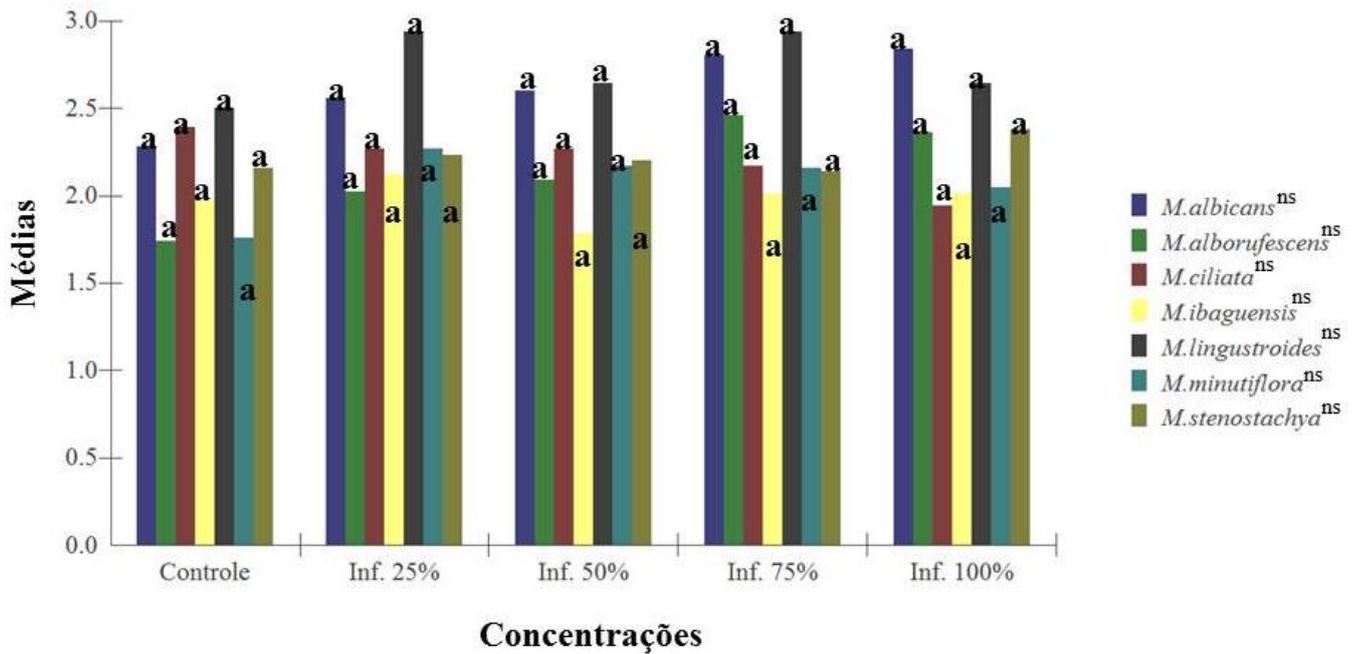


Figura 31 - Comprimento médio dos caulículos de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.

(ns): não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Bach e Silva (2010) estudando o efeito do extrato aquoso por infusão das folhas de boldo-da-terra, verificaram um aumento no comprimento do caulículo da plântula de *Lactuca sativa* a partir da menor concentração. Nos testes de prospecção fitoquímica de *M. stenostachya* foram encontrados taninos flobabenicos. Para Souza Filho e Alves (2002), alguns compostos pertencentes a classe dos compostos acima mencionados são capazes de alterar o crescimento dos vegetais, porém no presente trabalho esses taninos foram capazes de estimular o crescimento de alface.

4. 2. 4. Comprimento da radícula

O extrato por infusão de todas as espécies de *Miconia* testadas inibiu o desenvolvimento da radícula de *L. sativa*, com todas as médias dos tratamentos diferindo estatisticamente do controle. Apenas na concentração de 25% do extrato de *M. minutiflora* a média da referida concentração não diferiu da testemunha (Fig. 32).

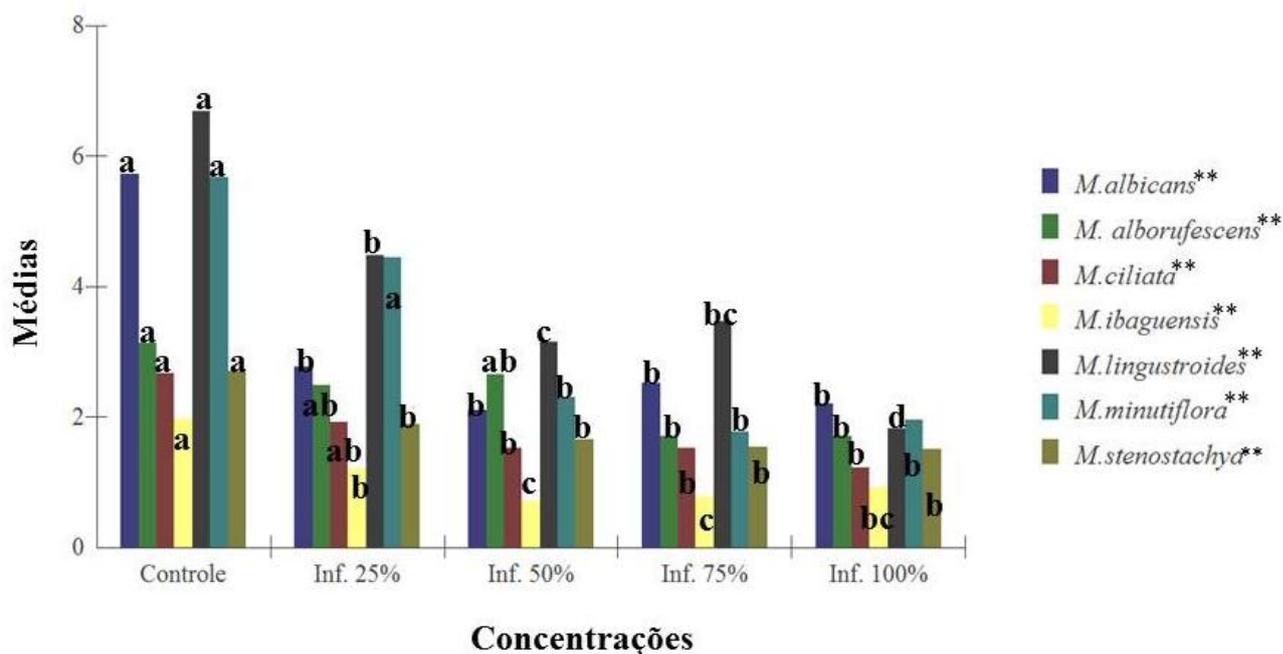


Figura 32 - Comprimento médio das radículas de alface sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.

(**) significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa se assemelham aos obtido por Dias et al. (2005), ao verificarem que plântulas de alface submetidas ao extrato das folhas de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss (Celastraceae) sofreram inibição em relação comprimento da radícula.

A prospecção fitoquímica das espécies de *Miconia* revelaram a presença de taninos flobabênicos e hidrolisáveis, flavonóides, antocianinas, flavonas, flavonóis, chantonas, chalconas, auronas e alcalóides. É possível que algum desses compostos isoladamente ou em conjunto possam ter causado a inibição da radícula de alface. Para Borella et al. (2009) e Ferreira e Aquila (2000) o desenvolvimento das plântulas é mais sensível que a germinação, pois estruturas como as raízes sofrem mais com as substâncias presentes nos extratos quando comparada as demais estruturas das plântulas por estarem em contato direto e prolongado com o mesmo. A morfologia das radículas de alface quando submetidas aos extratos por infusão das espécies de *Miconia* podem ser vistas nas figuras 43 B a 49 B (p. 111 a 113).

4. 2. 5. Necrose radicular

As radículas das plântulas de alface submetidas aos extratos de *M. alborufescens*, *M. ciliata*, *M. ibaguensis* e *M. minutiflora* apresentaram necrose sendo tal resultado significativo

para esse parâmetro a 1% de probabilidade para a primeira espécie e a 5% para as três últimas. Tal efeito foi mais efetivo em relação às plântulas submetidas ao extrato de *M. ciliata* a 100% e *M. alborufescens*, *M. ibaguensis* e *M. minutiflora* a 75% de concentração (Fig. 33).

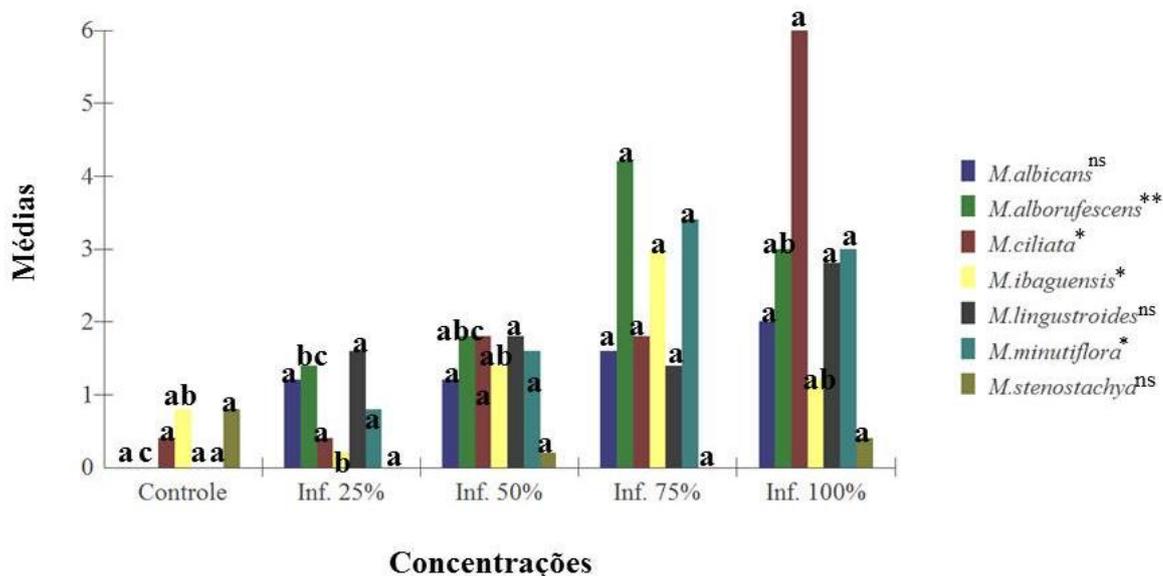


Figura 33 - Número de radículas de plântulas de alface necrosadas sobre o efeito das diferentes concentrações do EAI de *Miconia* spp.

(**): significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*): significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); (ns): não significância ($p \geq 0,05$). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A formação de plântulas anormais é um instrumento valioso para se detectar a atividade de aleloquímicos presentes em extratos (FERREIRA; AQUILA 2000). Efeitos semelhantes aos obtidos nesta pesquisa foram encontrados por Félix et al. (2007) ao verificarem que as radículas das plântulas de alface submetidas ao extrato aquoso por infusão de *Amburana cearensis* L. (Fr. All.) AC apresentaram-se anormais, atrofiadas e defeituosas e outras praticamente sem raízes.

4. 2. 6. O pH dos extratos aquosos por infusão de *Miconia* spp.

Nos extratos aquosos por infusão das espécies de *Miconia* os valores de pH se encontraram em faixas muito ácidas variando entre 3,84 a 4,46. Conforme recomendado por

Macias, Gallindo e Molinillo (2000) para uma melhor observação dos efeitos alelopáticos, o pH dos extratos aquosos devem ser ajustados para a faixa de 6,0. (Tabela 5)

Borella et al. (2009) e Ferreira e Aquila (2000) ressaltam que verificar o pH em testes de alelopatia é muito importante, pois faixas muito ácidas ou muito alcalinas ou seja, abaixo de 4,0 e acima de 10, podem causar efeitos deletérios podendo afetar a germinação das sementes e/ou o desenvolvimento de plântulas.

Tabela 5 - Valores de pH para as concentrações dos extratos aquosos por infusão das folhas de *Miconia* spp.

Espécie testada	Concentrações (%)	pH normal	pH ajustado
<i>Miconia albicans</i> (SW.) Triana	25	3,60	6,11
	50	3,65	6,10
	75	3,64	6,06
	100	3,56	6,11
<i>Miconia alborufescens</i> Naudin.	25	3,84	6,03
	50	3,82	6,02
	75	3,73	6,05
	100	4,00	6,17
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	25	3,64	6,01
	50	3,59	6,11
	75	3,53	6,29
	100	3,35	6,09
<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	25	3,81	6,33
	50	3,50	6,02
	75	3,49	6,15
	100	3,20	6,01
<i>Miconia lingustroides</i> (DC.) Naudin	25	3,60	6,22
	50	3,26	6,11
	75	3,35	6,01
	100	3,19	6,05
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	25	4,46	6,05
	50	4,39	6,07
	75	4,38	6,07
	100	4,11	6,00
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	25	3,72	6,03
	50	3,60	6,60
	75	3,68	6,03
	100	3,37	6,33

4. 2. 7. Índice mitótico

A análise de variância dos dados referentes ao índice mitótico das células meristemáticas de alface quando submetidas ao extrato por infusão das espécies de *Miconia* se encontra na Tabela 6. O extrato de *Miconia albicans* causou um aumento significativo em relação ao índice mitótico das células de alface a partir da concentração de 25% (Fig. 34), na

qual foi observada a presença de anomalias cromossômicas nas células da ponta da radícula de alface do tipo perda de cromossomo na metáfase (Fig. 35A) e ponte anafásica (Fig. 35B). Na concentração de 100% foi encontrado células com atraso cromossômico (Fig. 35C). Resultado semelhante foi encontrado por Maculan et al. (2007) no estudo do extrato de infusão de *Eryngium eburneum* Decne. (Apiaceae) sobre sementes de alface, onde foi verificado que o índice mitótico (IM) não sofreu alterações citotóxicas, mas sim um aumento no índice de divisão celular significativo a partir da menor concentração (5mg/ml). Ainda segundo os mesmos autores, índices de divisão mitótica com essas características podem indicar uma distinta ação fisiológica do extrato aplicado a semente teste em função de sua concentração.

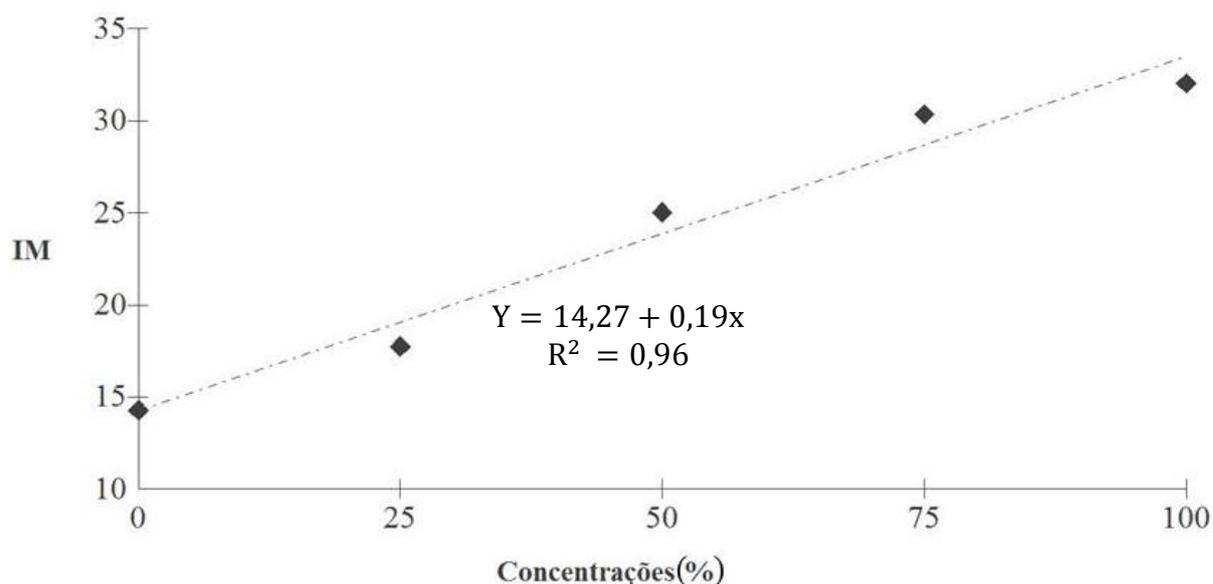


Figura 34 - Índice mitótico médio das células de alface quando crescidas na presença do extrato por infusão de *Miconia albicans*.

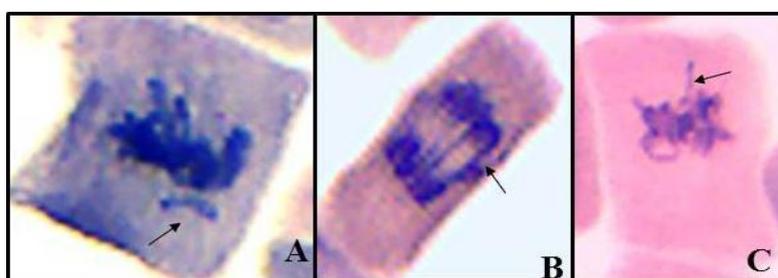


Figura 35 - Anomalias cromossômicas observadas nas células meristemáticas de alface quando submetidas ao extrato por infusão de *Miconia albicans* (SW.) Triana. **A.** Metáfase apresentado perda de cromossomos na concentração de 25%; **B.** Ponte anafásica extrato a 25%; **C.** Atraso de cromossomo na metáfase concentração de 100%.

Já o extrato de *Miconia lingustroides* causou um aumento no índice mitótico nas células da radícula de alface na concentração de 25% enquanto nas demais concentrações provocou uma redução em comparação ao controle (Fig. 36). Em relação a formação de anomalias cromossômicas, as radículas das plântulas de alface submetidas ao extrato de *M. lingustroides* apresentaram pontes anafásicas (Fig. 37A) e telofásicas (Fig. 37C), células com aderência cromossômica (Fig. 37B) e perdas cromossômicas (Fig. 37D).

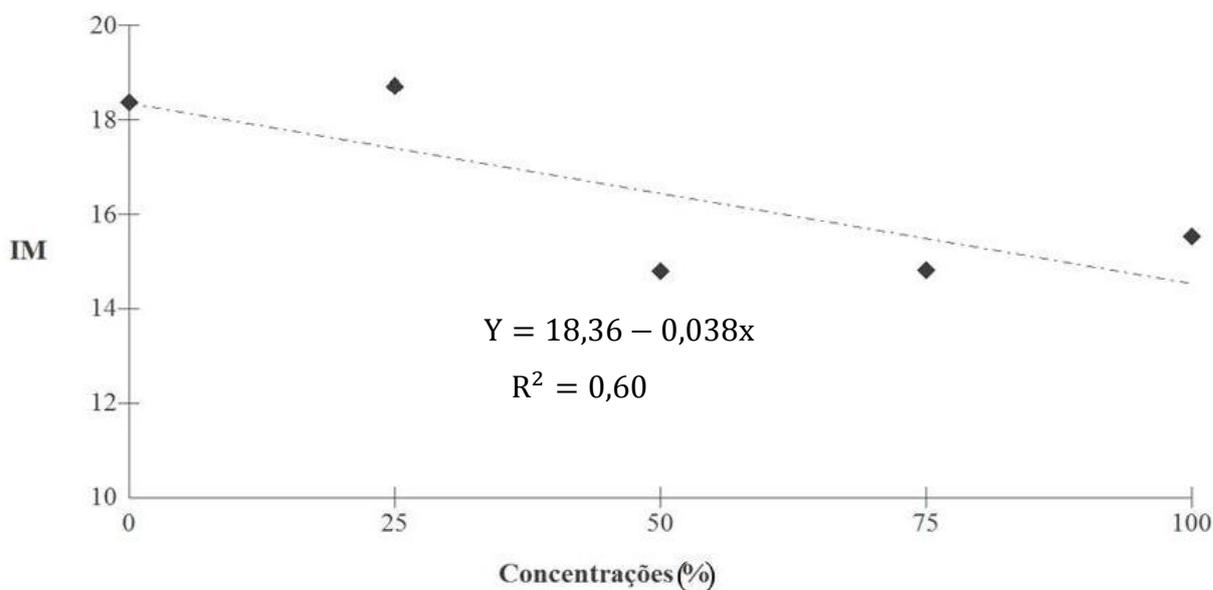


Figura 36 - Índice mitótico médio das células de alface submetidas ao extrato por infusão de *Miconia lingustroides*.

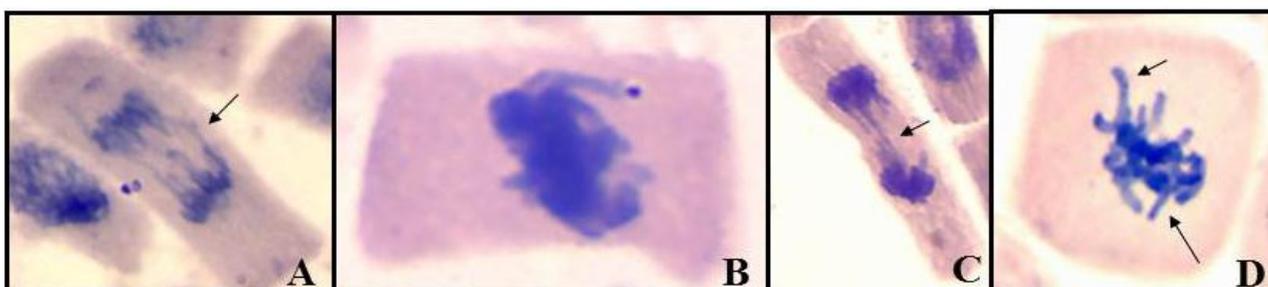


Figura 37 – Células portadoras de anomalias cromossômicas causadas pelo extrato de infusão de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin. **A.** Formação de pontes anafásicas (concentração de 25%); **B.** Célula com cromossomos aderidos; **C.** Ponte telofásica (**B** e **C** 50% de concentração); **D.** Célula em metáfase com aderência e perda de cromossomos na concentração de 75%.

No extrato das folhas de *Miconia lingustroides* foram encontrados taninos flavonóides e alcalóides. Para Henriques et al. (1999) os alcalóides podem atuar como inibidores de germinação devido ao seu poder citotóxico. Dessa forma, a atividade citotóxica do extrato por infusão de *M. lingustroides* pode estar relacionada a presença dessas

substâncias, corroborando com a afirmação de Fachinetto et al. (2007) ao afirmar que a presença de compostos em extratos aquosos por infusão são os principais responsáveis pelos efeitos de citotoxicidade e inibição do IM. Esse resultado se assemelha ao obtido por Borges et al. (2011) no qual o extrato aquoso das folhas frescas de mamona (*Ricinus communis*) inibiu ao longo das concentrações o índice mitótico de *L. sativa*.

Tabela 6 - Análise de variância do índice mitótico (IM) das células meristemáticas de alface submetidas a diferentes concentrações do extrato por infusão de *Miconia* spp. *Miconia albicans* (*M. alb.*); *Miconia alborufescens* (*M. albor.*); *Miconia ciliata* (*M. cil.*); *Miconia ibaguensis* (*M. ibag.*); *Miconia lingustroides* (*M. ling.*); *Miconia minutiflora* (*M. minut.*); *Miconia stenostachya* (*M. sten.*).

Causas de variação	GL	Quadrado Médio						
		<i>M. alb.</i>	<i>M. albor.</i>	<i>M. cil.</i>	<i>M. ibag.</i>	<i>M. ling.</i>	<i>M. minut.</i>	<i>M. sten.</i>
Regressão Linear	1	11156,99970**	51,08377 ^{ns}	0,02756 ^{ns}	1,97814 ^{ns}	45,95716*	5,87719 ^{ns}	1,59156 ^{ns}
Regressão quadrática	1	10,93382 ^{ns}	0,42520 ^{ns}	16,60294 ^{ns}	11,01451 ^{ns}	7,86381 ^{ns}	1,26840 ^{ns}	0,60152 ^{ns}
Regressão cúbica	1	28,08362 ^{ns}	1,17053 ^{ns}	0,36944 ^{ns}	2,66372 ^{ns}	12,34971 ^{ns}	1,75530 ^{ns}	1,33326 ^{ns}
Desvio da Regressão	1	1,20099 ^{ns}	34,17724 ^{ns}	1,23423 ^{ns}	69,57887 ^{ns}	9,35448 ^{ns}	99,13037 ^{ns}	2,42055 ^{ns}
Resíduo	20	22,14819	13,66733	6,00517	39,77544	10,44410	32,18967	10,69337
CV(%)		19,69	21,07	14,29	27,46	19,65	31,88	22,17

(**): significância ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*): significância ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); (ns): não significância ($p \geq 0,05$); (CV): Coeficiente de variação em %.

O extrato por infusão das demais espécies de *Miconia* não provocaram efeitos significativos no índice mitótico de alface, porém provocaram o surgimento de estruturas cromossômicas anômalas. O extrato de *M. alborufescens* a 25% promoveu a formação de células binucleadas (Fig. 38A), quebra de cromossomo na anáfase (Fig. 38B), perda de cromossomo na metáfase (Fig. 38C), encurtamento cromossômico (Fig. 38D) e pontes anafásicas (Fig. 38E). Nas concentrações de 50%, 75% e 100% foram encontradas aderências cromossômicas (Fig. 38G) e micronúcleos em células telofásicas (Fig. 38F) e interfásicas (Fig. 38H).

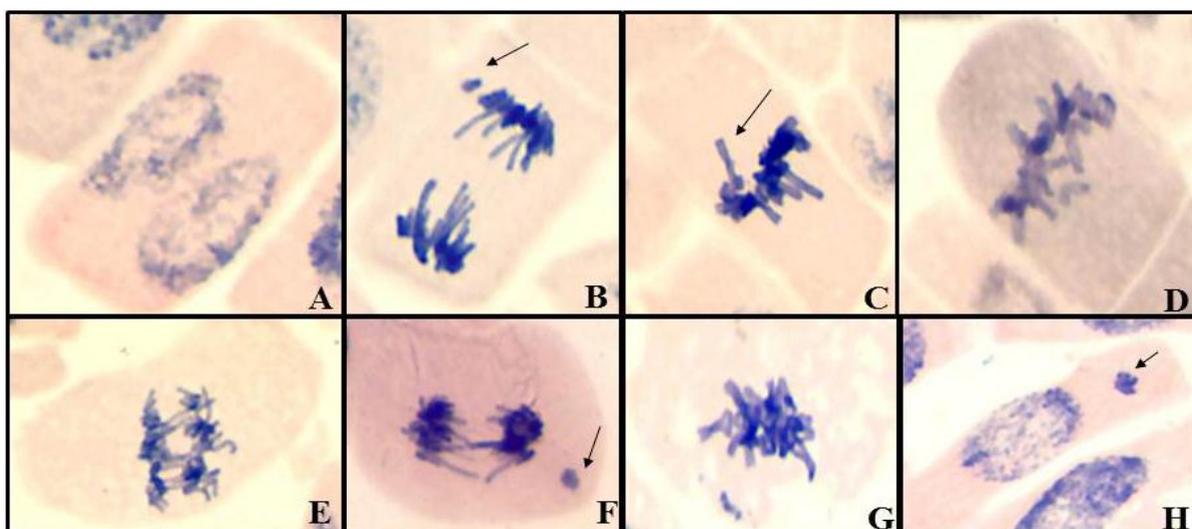


Figura 38 - Efeito do extrato de infusão de *Miconia alborufescens* Naudin. sobre as células meristemáticas de alface. **A, B, C, D e E.** Célula binucleada, quebra de cromossomo, perda cromossômica na metáfase, encurtamento de cromossomos e pontes anafásicas respectivamente no extrato a 25%; **F.** Célula telofásica apresentando um micronúcleo; **G.** Aderência cromossômica; **H.** Célula apresentando um micronúcleo.

M. ciliata, a 25% promoveu a formação de metáfases com perdas cromossômicas (Fig. 39A), pontes anafásicas e micronúcleos (Fig. 39B) e célula polinucleada (Fig. 39C). A 50% foram encontradas quebras do fuso acromático (Fig. 39D). A 75% e 100% telófases com micronúcleos (Fig. 39F), aderência cromossômica na metáfase com perda de material genético (Fig. 39G), anáfases com quebras cromossômicas (Fig. 39E) e pontes anafásicas (Fig. 39H).

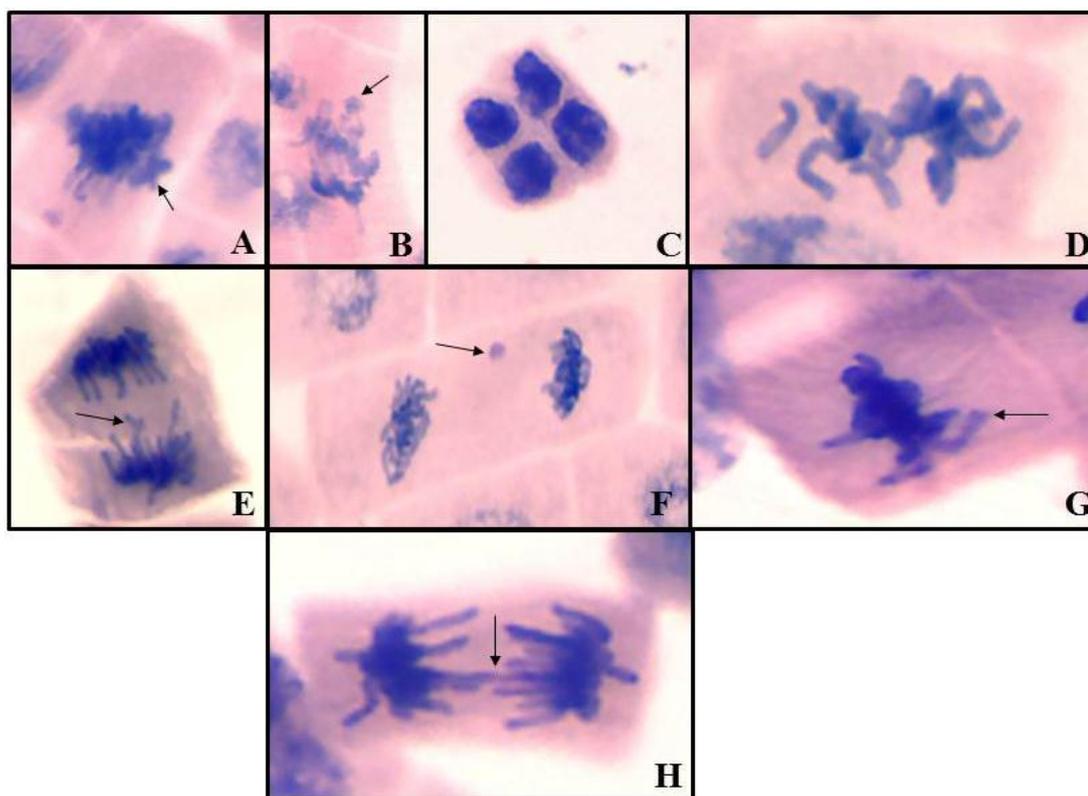


Figura 39 - Células da ponta da raiz de alface quando crescidas sob o extrato por infusão de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. **A.** Metáfase apresentado perda de cromossomo; **B.** Célula anafásica com pontes cromossômicas e micronúcleo; **C.** Célula polinucleada (**A**, **B** e **C** extrato na concentração de 25%); **D.** Rompimento da metáfase na concentração de 50%; **E.** Célula em anáfase apresentando quebra cromossômica; **F.** Célula telofásica com micronúcleo; **G.** Aderência cromossômica com perda de material genético (**E**, **F** e **G** concentração de 75%); **H.** Formação de pontes cromossômicas na anáfase na concentração de 100%.

No extrato de *M. ibaguensis* a 25% de concentração foi observado a presença de micronúcleo em célula interfásica (Fig. 40A), célula em metáfase com perda (Fig. 40B) e quebra cromossômica (Fig. 40C). Na concentração de 50% foram observadas metáfases com quebra do fuso acromático (Fig. 40D). No extrato a 75% foi notada a presença de células binucleadas (Fig. 40E). E 100% de concentração do extrato provocou o surgimento de uma célula em c-metáfase (Fig. 40F), pontes anafásicas (Fig. 40G) e metáfase com cromossomos fora do plano equatorial (Fig. 40G). *M. minutiflora*, na concentração de 25% favoreceu a formação de várias células com micronúcleos periféricos em interfase (Fig. 41A), além do mal pareamento de cromossomos na metáfase com aderência e perda cromossômicas (Fig. 41 B) e pontes anafásicas (Fig. 41C) na concentração de 50%. Métafase fora da placa equatorial na concentração de 75% (Fig. 41D). *M. stenostachya* a 25% de concentração provocou aderência cromossômica (Fig. 42A), célula com micronúcleo (Fig. 42B) e pontes anafásicas com quebras cromossômicas (Fig. 42C). Na concentração de 50% encontrou-se célula em apoptose (Fig. 42D) e micronúcleo (Fig. 42E). A concentração de 100% promoveu

a formação de c-metáfases (Fig. 42G), metáfase com quebra do fuso acromático, aderência e perda cromossômica (Fig. 42F) e pontes anafásicas (Fig. 42H).

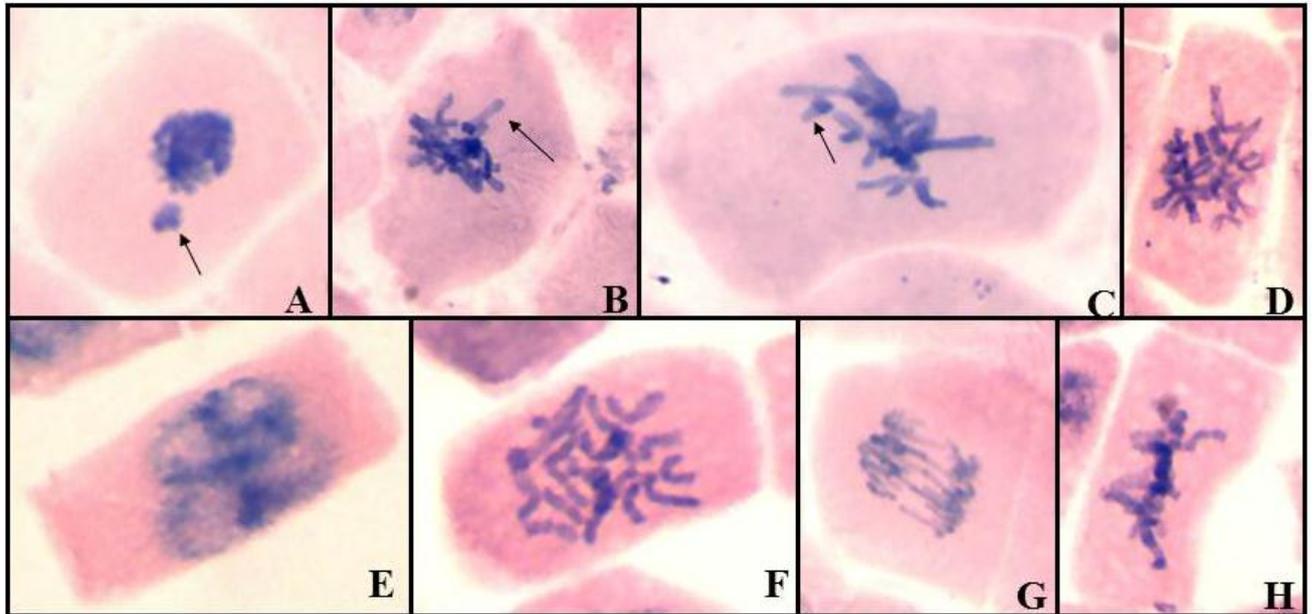


Figura 40 – Células meristemáticas de alfaca submetidas ao extrato por infusão de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana. **A.** Célula interfásica apresentando um micronúcleo; **B.** Metáfase com perda cromossômica; **C.** Célula metafásica com quebras cromossômicas (**A**, **B** e **C** concentração de 25%); **D.** Metáfase com quebra do fuso acromático na concentração de 50%; **E.** Célula binucleada presente no extrato a 75% de concentração; **F.** Célula em C-metáfase; **G.** Formação de pontes anafásicas; **H.** Metáfase com cromossomos fora do plano equatorial.

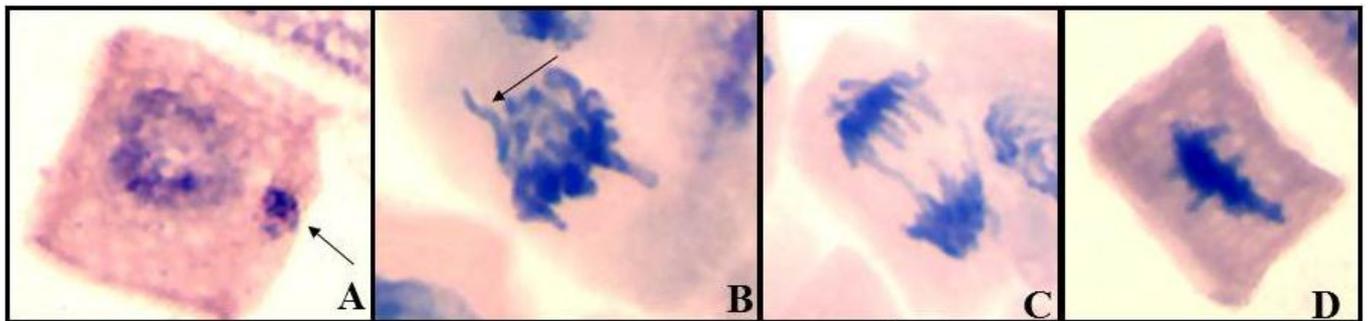


Figura 41 – Células portadoras de anomalias cromossômicas causadas pelas diversas concentrações do extrato por infusão de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. **A.** Micronúcleo periférico em interfase celular na concentração de 25%; **B.** Célula em metáfase com mal pareamento de cromossomos, aderência e perda cromossômicas; **C.** Pontes anafásicas (**B** e **C** concentração de 50%); **D.** Metáfase fora da placa equatorial na concentração de 75%.

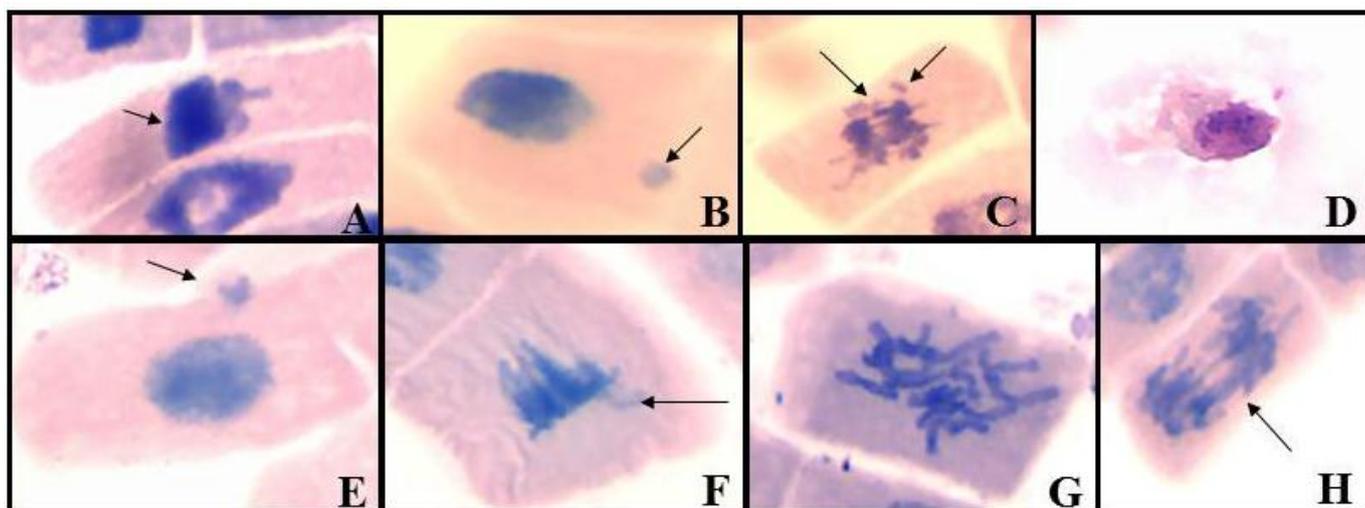


Figura 42 – Alterações cromossômicas produzidas pelo extrato por infusão de *Miconia stenostachya* DC. **A.** Célula em metáfase com aderência cromossômica; **B.** Célula micronucleada; **C.** célula em anáfase apresentando pontes anafásicas e quebras de cromossomos (**A, B e C** extrato a 25%); **D.** célula em apoptose; **E.** micronúcleo (**D e E** concentração de 50%); **F.** Célula metafásica com aderência e perda de cromossomo; **G.** Célula em C-metáfase; **H.** Pontes anafásicas (**F, G e H** concentração de 100%).

4. 2. 8. Avaliação comparativa do extrato aquoso bruto e do extrato por infusão

Quando os dois extratos avaliados no presente trabalho são comparados, verifica-se que o extrato aquoso bruto promoveu mais efeitos significativos nos parâmetros avaliados. Conforme foi visto nos resultados do parâmetro germinação, o EBA de *M. stenostachya* casou inibição mais acentuada no número de sementes germinadas, enquanto que o extrato por infusão desta mesma espécie não foi tão inibitório para a germinação das sementes de alface. Vale ressaltar que no referido extrato *M. stenostachya* foi a única espécie que demonstrou efeitos significativos, ao passo que as demais espécies avaliadas não foram significativas quando o extrato por infusão destas foi avaliado.

Em relação ao índice de velocidade de germinação, o EBA também promoveu mais efeitos significativos quando comparado com a infusão. Neste parâmetro, como foi observado, a espécie *M. ibaguensis* foi a única que não apresentou resultado significativo no extrato aquoso bruto, enquanto que na infusão esse fato se repetiu. Ainda como foi observado, o EBA das demais espécies de *Miconia* atuou de forma significativa em relação ao IVG das sementes de alface, não sendo observado o mesmo em relação ao IVG das sementes submetidas extrato por infusão.

O EBA de *M. albicans* e *M. stenostachya* inibiu o comprimento do caulículo da plântula de alface, enquanto o extrato por infusão das referidas espécies provocou um alongamento do caulículo de alface, fato observado também em relação ao extrato de *M. lingustroides*.

Não houve diferenças quanto à significância estatística quando se compara o comprimento da radícula de *L. sativa* de ambos os extratos avaliados. Tanto no extrato aquoso quanto no extrato por infusão todas as espécies de *Miconia* testadas apresentaram efeitos alelopáticos negativos, sendo mais acentuado no EBA. O EBA de todas as *Miconias* provocou necrose radicular significativa estatisticamente, não ocorrendo o mesmo em relação às radículas das plântulas de alface submetidas ao extrato por infusão de *M. albicans*, *M. lingustroides* e *M. minutiflora*. Já o extrato de *M. ciliata* a 100% provocou necrose significativa nas radículas de alface.

O extrato aquoso bruto (EBA) de *M. albicans*, *M. ibaguensis* e *M. lingustroides* interferiu de forma negativa em relação ao índice mitótico de célula meristemáticas das radículas de alface, enquanto que o EBA de *M. stenostachya* interferiu de forma positiva em relação ao referido índice. Considerando o extrato por infusão, somente *M. albicans* apresentou efeito positivo, enquanto *M. lingustroides* promoveu um efeito negativo. Quanto às anomalias cromossômicas, ambos os extratos foram causadores destas sem diferenças entre um e outro tipo de extrato.

Em suma, o extrato aquoso bruto das folhas de *Miconia* spp. foi mais efetivo em relação aos efeitos alelopáticos citogenéticos quando comparado ao extrato por infusão. Esse fato talvez se deva ao modo de extração do extrato aquoso bruto, o qual foi feito por trituração das folhas com água destilada a temperatura ambiente, possibilitando a extração de mais aleloquímicos com atividade alelopática e citotóxica efetiva. Como o extrato por infusão foi preparado com água destilada a 100°C possivelmente os compostos presentes nas folhas foram perdidos ou desnaturados, destruindo assim a sua atividade alelopática e citotóxica.

4. 2. 9. Prospecção das classes de metabólitos secundários

Nos testes de prospecção fitoquímica os metabólitos encontrados nas espécies de *Miconia* foram taninos, flavonoides e alcalóides (tabela 7). Souza Filho e Alves (2002) afirmam que esses compostos estão relacionados a fenômenos alelopáticos observados nas plantas. Além disso a presença desses compostos nas espécies estudadas concorda com a afirmação de Cassiano et al. (2010) na qual o autor afirma que Melastomataceae caracterizada por hidrocarbonetos, ácidos graxos, flavonoides, taninos hidrolisáveis e antocianinas, ao passo que terpenos e quinonas ocorrem raramente.

Tabela 7 - Classes de metabólitos secundários encontrados nos extratos etanólicos das espécies do gênero *Miconia*.

Espécie	Classes de metabólitos secundários			
	Taninos	Fenóis	Flavonoides	Alcaloides
<i>Miconia albicans</i> (SW.) Triana	+	-	+	-
<i>Miconia alborufescens</i> Naudin.	+	-	+	+
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	+	-	+	-
<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	+	-	+	-
<i>Miconia lingustroides</i> (DC.) Naudin	+	-	+	+
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	+	-	+	+
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	+	-	+	-

(+): presente; (-) ausente

5. CONCLUSÕES

O extrato aquoso bruto de *M. stenostachya* inibiu a germinação das sementes de *L. sativa* em todas as concentrações testadas. Os extratos de *M. albicans* e *M. alborufescens* provocaram inibição na germinação de sementes de alface nas concentrações de 75 e 100%. Os extratos de *M. ciliata*, *M. ibaguensis*, *M. lingustroides* e *M. minutiflora* não afetaram a germinação da espécie receptora. Todas as espécies de *Miconia*, exceto *M. ibaguensis* foram capazes de retardar o IVG das sementes de alface nas concentrações de 50, 75 e 100%;

Os extratos aquosos brutos de *Miconia* spp. afetaram o desenvolvimento do caulículo de *L. sativa* tanto de maneira positiva, como na concentração de 25% do extrato das espécies *M. albicans*, *M. minutiflora*, *M. alborufescens* e *M. ciliata*, quanto de maneira negativa como foi observado para os extratos das espécies *M. lingustroides* e *M. stenostachya*, nos quais todas as concentrações testadas foram inibitórias.

Todos os EBAs de *Miconia* spp. foram capazes de interferir negativamente sobre o crescimento e o alongamento das radículas de alface a partir da concentração de 50%, provavelmente por seus compostos secundários serem tóxicos para os tecidos radiculares, causando necrose nas pontas das radículas;

Os extratos aquosos brutos de *M. ibaguensis*, *Miconia lingustroides* são citotóxicos causando anomalias cromossômicas e celulares. Os extratos de *M. albicans* e *M. stenostachya* estimularam o índice mitótico das células de alface. O extrato de *M. stenostachya* a 75% de concentração causou anomalias do tipo c-metáfases;

As espécies *Miconia alborufescens*, *Miconia ciliata* e *Miconia minutiflora* não são capazes de inibir o índice mitótico de alface, mas causam anomalias cromossômicas em todas as concentrações testadas o que interfere no crescimento da raiz primária da plântula de alface.

O extrato por infusão de *M. stenostachya* inibiu a germinação de sementes de alface na concentração de 50%;

A concentração de 25% do extrato por infusão de *M. ciliata* inibiu o IVG das sementes de alface;

O extrato por infusão de *M. albicans*, *M. alborufescens*, *M. ligustroides* e *Miconia minutiflora* causaram um aumento no comprimento do caulículo de alface, embora não significativo. A concentração de 50% do extrato de *M. ibaguensis* provocou uma diminuição no comprimento do caulículo de alface, sendo que em *M. ciliata* esse fato se repetiu nas demais concentrações.

O extrato por infusão de todas as espécies de *Miconia* inibiram significativamente o comprimento da radícula de alface em comparação com o controle;

Os extratos por infusão de *M. alborufescens*, *M. ciliata*, *M. ibaguensis* e *M. minutiflora* causaram necrose nas radículas das plântulas de alface;

As células meristemáticas das radículas das plântulas de alface se mostraram mais sensíveis aos extratos de infusão de *Miconia albicans* e *Miconia ligustroides*, sendo que a primeira causou um aumento no índice mitótico das referidas células e a última uma diminuição;

Os compostos presentes no extrato de *Miconia ligustroides* podem ser os responsáveis pelos efeitos citotóxicos observados.

O extrato aquoso bruto produziu mais efeitos significativos em relação ao extrato por infusão. Provavelmente por ter proporcionado a extração de uma maior quantidade de aleloquímicos responsáveis por tais efeitos.

Os resultados obtidos nessa pesquisa sugerem que as espécies de *Miconia* devem ser estudadas quanto ao isolamento e purificação dos seus compostos químicos, possíveis bioherbicidas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE MELLO, M.O.; COSTA, C.F.; BARBOSA, M.M.S. Catálogo de plantas tóxicas e medicinais do Estado da Bahia. **Boletim do Instituto Biológico da Bahia**, v.10, n.1, p. 39-65, 1971.

AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras**. Brasília: UNB, 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado) Mestrado em Botânica, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2007.

ALMEIDA, G. D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M. C.; COELHO, I.; SOBREIR, F. M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista da Faculdade Agronomia**, v. 1, n. 61, p. 4237-4247, 2008.

ALVES, M. C. **Potencial alelopático de extratos voláteis sobre a germinação de sementes e crescimento de raiz de plântulas de alface, picão – preto e carrapicho**. Fortaleza: UFC, 2002. 80 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

AMOROZO, M. C. M. Algumas notas adicionais sobre o emprego de plantas e produtos com fins terapêuticos pela população cabocla do município de Barcarena, PA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, v. 13, n. 2, p. 191-213, 1997.

AMOROZO, M. C. M. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 189-203, 2002.

ANDRÉO, M. A. **Prospecção químico-farmacológica em plantas superiores: Estudo químico e atividade sobre o sistema gastrointestinal de *Mouriri pusa* Gardner e *Mouriri elliptica* Martius (Melastomataceae)**. UNESP, 2008. 106 p. Tese (Doutorado) Doutorado em Química, Universidade Estadual Paulista "Julho de Mesquita Filho", Araraquara, 2008.

AQUINO, F. de G.; WALTER, B. M. T; RIBEIRO, J. F. Espécies Vegetais de Uso Múltiplo em Reservas Legais de Cerrado - Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 147-149, 2007.

ARJONA, F. B. S; MONTEZUMA, R. de C. M; SILVA, I. M. Aspectos etnobotânicos e biogeografia de espécies medicinais e/ou rituais comercializadas no mercado de Madureira, RJ. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 23 p. 41- 50, 2007.

AZAMBUJA, N.; HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S.; GOULART, E. P. L. Potencial alelopático de *Plectranthus barbatus* Andrews na germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. e de *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 66-73. 2010.

AZEVEDO, S. K. S. de; SILVA, I. M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1. p. 185-194, 2006.

BACH, F. T. ; SILVA, C. A. T. Efeito alelopático de extrato aquoso de boldo e picão preto sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Cultivando o Saber**, v.3, n.2, p. 190-198. 2010.

BACH, F. T.; SILVA, C. A. T. Efeito alelopático de extrato aquoso de boldo e picão preto sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Cultivando o Saber**, v. 3, n.2, p. 190-198, 2010.

BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 17, n. 3, p. 444-447, 2007.

BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C.; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 444-447, 2007.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 1 ed. Jaboticabal : FUNEP/FCAV, 1989, 247p.

BARDÓN, A.; BORKOSKY, S.; YBARRA, M. I.; MONTANARO, S.; CARTAGENA, E. Bioactive plants from Argentina and Bolivia. **Fitoterapia**, v.78, p. 227-231, 2007.

BAUMGRATZ, J. F.; CHIAVEGATTO, B. Nova espécie de *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) para Minas Gerais, Brasil. **Acta Botânica Basilica**. v. 20, n. 2, p. 483-486, 2006.

BAUMGRATZ, J. F. A.; BERNARDO, K. F. R.; CHIAVEGATTO, B.; GOLDENBERG, R.; GUIMARÃES, P. J. F.; KRIEBEL, R.; MARTINS, A. B.; MICHELANGELI, F. A.; REGINATO, M.; ROMERO, R.; SOUZA, M. L. D. R.; WOODGYER, E. 2012. **Melastomataceae** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em : <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000161> Acesso em: 15 out. 2012.

BERG, M. E. **Plantas medicinais na Amazônia. Contribuição ao seu conhecimento sistemático**. 2ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993. 207 p.

BLAVATTI, M. W.; MARENSI V.; LEITE, S. N.; REIS, A. Ethnopharmacognostic survey on botanical compendia for potential cosmetic species from Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 640-653, 2007.

BITTENCOURT, H. V. **Ecologia fitoquímica: entendendo e manejando a competição entre vegetais em sistemas de plantas cultivadas**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, 2007.

BORELLA, J.; TUR, C. M.; PASTORINI, L. H. Alelopátia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 13- 22, 2010.

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.

BORGATI, T. F. **Síntese e atividade alelopática de carboxamidas indólicas**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 91p. Dissertação (Mestrado)-Mestrado em Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BORGES, C. S.; CUCHIARA, C. C.; MACULAN, K.; SOPEZKI, M. S.; BOBROWSKI, V. L. Alelopátia do extrato de folhas secas de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 747-749, 2007.

BORGES, C. S.; CUCHIARA, C. C.; SILVA, S. D. A.; BOBROWSKI, V. L. Efeitos citotóxicos e alelopáticos de extratos aquosos de *Ricinus communis* utilizando diferentes bioindicadores. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v. 5, n. 3, p. 15-20, 2011.

BORGES, M. R. **Oferta de frutos e frugivoria por aves, em espécies do gênero *Miconia Ruzi & Pav.* (Melastomataceae) em duas áreas do cerrado**. Urbelândia: UFB, 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em ecologia e conservação de recursos naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Urberlândia, 2010.

BORGES, R; PEIXOTO, A. L. Conhecimento e uso de plantas em uma comunidade caiçara do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. v. 23, n. 3, p. 769-779, 2009.

BOSCOLO, O. H.; VALLE, L. de S. Plantas de uso medicinal em Quissamã, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica. Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 263-277, 2008.

BOTREL, R. T.; RODRIGUES, L. A.; GOMES, L. J.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 143-156, 2006.

BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de Falsa murta sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 02-19, 2009.

BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. Patos: UFCG, 2010. 53 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-Árido, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

BRITO-RAMOS, A. B.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; ALVES, M. Caracterização morfológica de minas foliares em espécies de Melastomataceae de Mata Atlântica, PE. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 599-604, 2010.

CÂNDIDO, A. C. S.; DIAS, A. C. R.; SERRA, A. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, M. T. L. Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduiche. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 3, p. 268-272, 2010.

CÂNDIDO, A. C. S.; SCHMIDT, V.; LAURA, V. A.; FACCENDA, O.; HESS, S. C.; SIMIONATTO, E.; PERES, M. T. L. P. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 235-242, 2010.

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CASSIANO, D. S. A; BRANCO, A; SILVA, T. R. dos S; SANTOS, A. K. A. dos. Caracterização morfoanatômica de folhas e caules de *Microlicia hatschbachii* Wurdack, Melastomataceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n.4, p. 529-535, 2010.

CELOTTO, A.; NAZARIO, D.; MARTINS, C.; CUNHA, W. Evaluation of the antifungal activity of extracts of some *Miconia* species. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 39, n. 1, p.339-340, 2003.

CHAN, W. R.; SHEEPARD, V.; MEDFOR, K. A.; TINTO, W. F.; REYNOLDS, W. F.; MCLEAN, S. Triterpenes from *Miconia stenostachya*. **Jornal Natural Products**, n. 55, v. 7, p. 963-966, 1992.

COMIOTTO, A. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface.** 32 p. Dissertação (Mestrado em fisiologia vegetal)-Programa de Pós- Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

COSTA, K. O; SILVA, T. R. S; LUCCHESI, A. M; ROCHA, S. F, BRANCO, A. Isolamento e caracterização de triterpenóides de *Marcetia Velutina* (Melastomataceae) por CG-EM. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Sociedade Brasileira de Química (SBQ)**, 2011.

COSTA, L. C. B.; ROCHA, E. A.; SILVA, L. A. M.; JARDIM, J. G.; SILVA, D. C.; GAIÃO, L. O; MOREIRA, R. C. T. Levantamento preliminar das espécies vegetais com potencial econômico no parque municipal da boa esperança, Ilhéus, Bahia, Brasil. **Acta Farmaceutica Bonaerense**. v. 25, n. 2, p. 184-91, 2006.

CREVELIN, E. J.; TURATTI, I. C. C.; CROTTI, A. E. M.; VENEZIANI, R. C. S.; LOPES, J. L. C.; LOPES, N. P.; R., CUNHA. W. Identification of biologically active triterpenes and sterols present in hexane extracts from *Miconia* species using high-resolution gas chromatography. **Biomedical Chromatography**, v. 20, p. 827-830, 2006.

CRUZ, A. V.; KAPLAN, M. A. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 47-52, 2004.

CUCHIARA, C. C.; BORGES, C. S.; SOPEZKI, M. S.; SOUZA, S. A. M.; BOBROWSKI, V. L. Efeito antiproliferativo dos extratos aquosos de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 639-641, 2007.

CUNHA, W. R.; ANDRADE e SILVA, M. L.; TURATTI, I. C.; FERREIRA, D. da.; BETARELLO, H. L. Avaliação da Atividade analgésica de *Miconia lingustroides* (Melastomataceae) utilizando o teste de contorção abdominal em camundongos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 2, n. 84, p. 47-49, 2003.

CUNHA, W. R.; CREVELIN, E. J.; ARANTES, G. M.; CROTTI, A. E. M; SILVA, M. L. A.; FURTADO, N. A. J. C.; ALBUQUERQUE, S.; FERREIRA, D. S. A study of the trypanocidal activity of triterpene acids isolated from *Miconia* species. **Phytotherapy Research**, v. 20, n. 6, p. 474-478, 2006.

DIAS, J. F. G.; CÍRIO, G. M.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 220-223, 2005.

DEFILIPPS, R. A.; MAINA, S. L.; CREPIN, J. **Medicinal plants of the Guianas (Guyana, Surinam, Franche Guiana.** Washington : 50 p. Department of Botany. National Museum of Natural Histor. Smithsonian Institution, 2004.

FACHINETTO, J. M.; BAGATINI, M. D.; DURIGON, J.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n.1, p. 49-54, 2007.

FADINI, R. F.; MARCO JR., P. d. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. **Ararajuba**, v. 12, n. 2, p. 97-103, 2004.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERI, C. 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, supl. 2, p. 138-140, 2007.

FENNER, R et al. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 3, 2006.

FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; SANQUETTA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. **Revista Academica de Curitiba**, v. 5, n. 2, p. 139-146, 2007.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, edição especial, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, K. M. **Comparações morfoanatômica e químicas de populações de *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC. (Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG.** 73 p. Tese Doutorado (Mestrado em Botânica), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

GACHET, M. S.; LECARO, J. S.; KAISER, M.; BRUN, R.; NAVARRETE, H.; MUÑOZ, R. A.; BAUER, R.; SCHÜHLY, W. Assessment of anti-protozoal activity of plants traditionally used in Ecuador in the treatment of leishmaniasis. **Journal of Ethnopharmacology**, n. 128, p. 184-197, 2010.

GATTI, A. B. **Atividade alelopática de espécies do cerrado.** São Carlos: UFSCAR, 2008. 136 p. Tese (Doutorado)-Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; FERREIRA, A. G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 174-176. 2007.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C.; LIMA, M. I. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.

GIRALDI, M.; HANAZAKI, N. Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 395-406, 2010.

GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 43-50, 2004.

GOLDENBERG, R. *Miconia* In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB0096662012>>. Acesso em: 26 jun. 2012.

GOLDENBERG, R. 2010. *Miconia* In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009668>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 4, n. 18, p. 927-947, 2004.

GOLDENBERG, R. **O gênero *Miconia* RUIZ & PAV. (Melastomataceae): I. Listagens analíticas, II. Revisão taxônômica da seção *Hypoxanthus* (RICH. ex DC.) HOOK. F.** Tese de Doutorado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 2000.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.1, p. 23-28. 2009.

GORDON, A.; SCHADOW, B.; QUIJANO, C. E.; MARX, F. Chemical characterization and antioxidant capacity of berries from *Clidemia rubra* (Aubl.) Mart. (Melastomataceae). **Food Research International**, v. 10, n. 44, p. 2120-2127, 2011.

GORLA, C. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 260-265, 1997.

GRANKHOV, V. P.; DIDYK, N. P. Phytocenotics approach in allelopathy of higher plants. In: **World Congress On Allelopathy**, 1, 52. Cáidz, Sapin, 1996.

GRIDI-PAPP, C. O. **Frugivoria por aves em quatro espécies de Melastomataceae na Serra da Mantiqueira, MG**. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Ecologia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. de. Recursos Medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: Um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 561-584, 2003.

GUARIM NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J.V. B. da. Notas etnobotânicas de espécies de Sapindaceae Jussieu. **Acta Botânica Brasilica**. v. 14, n. 3, p. 327-334, 2000.

GUERRA, M. J.; SOUZA M. **Como Observar os Cromossomos**: Um Guia de Técnicas em Citogenética Vegetal, Animal e Humana. Ribeirão Preto : FUNPEC, 2002. 130p.

GUNATILAKA, A. A. L.; BERGER, J. M.; EVANS, R.; MILLER, J. S.; WISSE, J. H.; NEDDERMANN, K. M.; BURSUNKER, I.; KINGSTON, D. G. I. Isolation, synthesis and structure-activity relationships of bioactive benzoquinones from *Miconia lepidota* from the Suriname rainforest. **Journal Nactural Products**, v.64, p. 2-5, 2001.

HASRAT, J. A.; DE BACKER, J. P.; VAUQUEUM, G.; VILIETINCK, A. J. Medicinal plants in Suriname: Screening of plants extracts for receptor binding activity. **Phytomedicine**, v. 4, p. 56-65, 1997.

HENRIQUES, A. T.; LIMBERGER, R. P.; KERBER, V. A.; MORENO, P. R. H. Alcalóides: Gernalidades e aspectos básicos. In SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Porto Alegre : UFRGS; Florianópolis, UFSC, 1999.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S.; BASTOS, C. F.; WALLAU, G. L. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, n. 1, p. 11-21, 2007.

HUI LI, Z.; WANG, Q.; RUAN, X.; DE PAN, C.; JIANG, D. A. Phenolics and Plant Allelopathy. **Molecules**, v. 15, p. 8933-8952. 2010.

HASS, M. E.; VON POSER, G. L. Análise química em espécies de Melastomataceae. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 1, n. 71, p. 78-80, 1990.

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.

ISAZA, J. H; QI, F. J. J. G; USMA, J. L. G; RESTREPO, J. C. Actividad alelopática de algunas especies de los géneros *Miconia*, *Tibouchina*, *Henriettella*, *Tococa*, *Aciotis* y *Bellucia* (Melastomataceae). **Scientia et Technica**.v. 3, n. 33, p. 409 - 413, 2007

ISAZAN, J. H. M. et al. Estimación Espectrofotométrica de Taninos Hidrolizables y Consensados en Plantas Melastomatáceas. **Scientia et Technica**, v. 13, p. 261-266, 2007.

JERONIMO, C. A. **Efeito do extrato aquoso das folhas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. no desenvolvimento inicial e na síntese protéica de plântulas de *Sesamum indicum* L.** 75 p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2006.

KONG, C., HU, F.; XU, X. Allelopathic potential and chemical constituents of volatiles from *Argerantum conyzoides* under stress. **Journal of Chemical Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1173-1182, 2002.

LEITÃO, F; FONSECA-KRUEL, V. S. da; SILVA, I. M.; REINERT, F. Urban ethnobotany in Petrópolis and Nova Friburgo (Rio de Janeiro), Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 1, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2º ed, vol. 1. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 112 p, 1998.

LIMA, F. G.; SEIXAS, E. N.; SILVA, M. A. Melastomataceae no Cariri cearense, nas cidades de Barbalha, Crato, Jardim e Santa do Cariri-Ceará-Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** , v. 5, supl. 2, p. 39-41, 2007.

LA PÁGINA DE BEDRI. Disponível em:
http://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/A/AL/Alelopatia.htm. Acesso em: 3 de maio de 2011.

MACIAS, F. A.; GALLINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G. Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies. **In 2000 years of natural products research - past, present and future**, Ed Teus J.C. Luijendijk, p. 137-161. 2000.

MACULAN, K.; KLEINOWSKI, A.; CUCHIARA, C. C.; BORGES, C. S.; BOBROWSKI, V. L. Efeito do extrato aquoso de *Eryngium eburneum* Decne. (Apiaceae) sobre aquênios de alface. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1080-1082, 2007.

MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. A. Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 595-622, 2009.

MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Iheringia**, v. 60, n. 1, p. 91-98, 2005.

MARCON, M. L.; COSTA, C. G. Anatomia da madeira de quatro espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pavón (Melastomataceae). **Rodriguésia**, v. 51, n. 78/79, p. 5-20. 2000.

MARTINS, A. B.; SEMIR, J.; GOLDENBERG, R.; MARTINS, E. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. **Acta Botânica Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 267-316, 1996.

MARTINS, A. B.; GOLDENBERG, R.; SEMIR, J. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Melastomataceae. **Biologia Botânica Universitária**, v. 27, n. 1, p. 73-96, 2009.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza. 3 ed : Edições UFC, 2009. 150p.

MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 92p. (Tese Doutorado). Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

MELO, G. F.; MACHADO, I. C. Auto-incompatibilidade em *Miconia ciliata* (L.C.Rich.) DC. (Miconieae - Melastomataceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 12, n. 2, p. 113-120, 1998.

MENDONÇA, R. L. **Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformes* e estudo da atividade alelopática**. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências-Química analítica), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MIRANDA, T. M.; HANAZAKI, N. Conhecimento e uso de recursos vegetais de restinga por comunidades das ilhas do Cardoso (SP) e de Santa Catarina (SC), Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 203-215, 2008.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal Plants of Brazil**. 1ª ed. Michigan, USA: Reference Publications. 501 p, 2000.

MOSQUERA, O. M; CORRERA, Y. M; NIÑO, J. Antioxidant activity of plant extracts from Colombian flora. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2, 2009.

MOURA, C. L. **Avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos brutos das espécies vegetais *Miconia rubiginosa* e *Pfaffia glomerata* em microrganismos da cavidade bucal**. 71 p. Dissertação (Mestrado em Promoção de Saúde), Universidade de Franca, Franca. 2006.

NERI, A. V.; CAMPOS, E. P.; DUARTE, T. G.; MEIRA NETO, J. A.; SILVA, A. F. E. V. G. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 369-376, 2005.

OLIVEIRA e SILVA, M. A.; ROMERO, R. Melastomataceae das serras do município de Delfinópolis Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 609-647, 2008.

OLIVEIRA, J. B.; CHAGAS, M. G.; PIMENTEL, R. M. Anatomia foliar de *Miconia minutiflora* (DC.) Naudin - Melastomataceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 723-725, 2007.

PASA, M. C.; SOARES, J. J.; GUARIM NETO, G. Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição-Açu (alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). **Acta Botânica Brasilica**. v. 19, n. 2, p. 195-207, 2005.

PAULA, R. C. de. **Efeito de extratos vegetais sobre atividades biológicas do veneno da serpente *Lachesis Muta***. 78 p. Dissertação (Mestrado em Neuroimunologia), Universidade Federal Fluminense, 2009.

PERIOTTO, F., PEREZ, S. C.; LIMA, M. I. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 425-430, 2004.

PLANTMED. Disponível em: <<http://www.plantamed.com.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2011.

PESSOTTO, G. P.; PASTORINI, L. H. Análise da germinação de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob a influência alelopática do funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 990-992, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e ambiente**, v. 8, n. 1, p. 130-136. 2001.

PINTO, E. de P. P.; AMOROZO, M. C. de M; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.

PIRES, M. V; ABREU, P. P; SOARES, C. S; SOUZA, B; MARIANO, D; SILVA, D. da C; ROCHA, E. A. Etnobotânica de terreiros de candomblé nos municípios de Ilhéus e Itabuna, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 3-8, 2009.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: J. R. OLIVEIRA, **Biologia e Manejo de Plantas daninhas**, 124 p, 2011.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A. Atividade alelopática da leucena sob espécies de plantas daninhas. **Science Agriculture**, v. 58, n.1, p. 61-65, 2001.

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.

PIVA, M.G. **O caminho das plantas medicinais – Estudo etnobotânico**. 1ªed. Rio de Janeiro: Mondrian, 2002. 313 p.

RECORD, S. J.; MELL, C. D. Timbers of Tropical America. New Have : Yale Univers. Press. p. 610. 1924apud MARCON, M. L., & COSTA, C. G. Anatomia da madeira de quatro espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pavón (Melastomataceae). **Rodriguésia**, v. 51, n. 78/79, p. 5-20, 2000.

RENNER, S. S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae e Memecylaceae. **Nordic Journal of Botany**, v. 13, p. 519-540. 1993.

REZENDE, C. P; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, v. 2, n. 54, p. 1-55, 2003.

RICE, E. L. 1984. **Allelopathy**. 2. New York : Academic, 1984, 422 p.

RODRIGUES, J. **Uso da biodiversidade brasileira: prospecção químico-farmacológica em plantas superiores: *Miconia* spp.** 154 p. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-graduação em Química. Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do Cerrado do Alto Rio Grande- Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n.1, p. 102-123, 2001.

ROMERO, R.; MARTINS, A. B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 19-24, 2002.

SÁ, I. M. de; SENNA-VALLE, L. de; ALMEIDA, G. S. de. A Tradição do Uso de Plantas Tintoriais da Comunidade Rural de Santo Antônio do Rio Grande. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 276-278, 2007.

SAMPIETRO, D. A. **Alelopatía: concepto, características e metodología de estudio e importância**, 2012. Disponível em:<<http://fai.enne.edu.ar/biologia/alelopatia/alelopatia.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2012.

SANTOS, R. L. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: C. M. SIMÕES, E. P. SCHENKEL, G. GOSMANN, J. C. MELLO, L. A. MENTZ; P. R. PETROVICK, **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis, UFSC, 1999.

SANTOS, V. H. M. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa***. 2012. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2012.

SCHUCH, C.; SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Usos e Potencial Madeireiro do Jacatirão-Açu (*Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin) no Litoral de Santa Catarina. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 735-741, 2008.

SILVA, A. J. da R; ANDRADE, L de H. C. Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral - Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 1, n. 19, p. 45-60, 2005.

SILVA, F. M. **Verificação da eficiência dos bioensaios com extratos aquosos no diagnóstico de potencial alelopático: Contribuição ao estudo de espécies nativas brasileiras**. 87 p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 547-555, 2006.

SILVA, G. B. da.; MARTIM, L.; SILVA, C. L.; YOUNG, M. C. M.; LADEIRA, A. M. Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Hoehnea**, v. 33, n. 3, p. 331-338, 2006.

SILVA, J. M.; FRANCO, E, S. Florística de espécies Arbórea-Arbustivas do Sub-Bosque com potencial fitoterápico em fragmento florestal urbano no município de Camaragibe, Pernambuco, Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 35, p. 179-194, 2010.

SILVA, S. A.; RIBEIRO, S. G.; BENDER, A. E.; TIMM, F. C., GARCIAS, G. L.; MARTINO-ROTH, M. G. Estudo da atividade mutagênica das plantas, *Euphorbia milii* Des Moulins e *Ricinus communis* L através do teste de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2 , p. 418-422, 2009.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém : Embrapa amazonia Oriental, 2002, 260p.

SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. Efeitos alelopáticos do Calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora . **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 211-218, 2003.

SOUZA, N. A. **Frugivoria por aves e fenologia em *Miconia albicans* e *Miconia lingustroides* (Melastomataceae), em fragmento de cerrado na região de São Carlos, SP, Brasil**. 91p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlo, 2009.

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.). **Publicação da UEPG Biologia Health Science**, v. 11, n. 3/4, p. 7-14, 2005.

SOUZA, S. A. M.; STEIN, V. C.; CATTELAN, L. V.; BOBROWSKI, V. L.; ROCHA, B. H. G. 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**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2005.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógmas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. SP: Instituto Plantarum , 2008.

SPESSOTO, M. A.; FERREIRA, D. S.; CROTTI, A. E.; SILVA, M. L.; CUNHA, W. R. Evaluation of the analgesic activity of extracts of *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae). **Phytomedicine**, v. 10, p. 606-609, 2003.

STALCUP, M. M. **Plantas de uso medicinal ou ritual numa feira livre no Rio de Janeiro, Brasil**. 2000. 200 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação Vegetal**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011, 200p.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical Montana após corte e queima (São Paulo-Brasil) . **Revista Brasileira de Biologia** , v.59, n. 2, p. 239-250, 1999.

TAVEIRA, L. K. P. D. **Atividade alelopática de espécies de *Erythroxylum* ocorrentes na Chapada do Araripe-CE**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular), Universidade Regional do Cariri, Crato-CE, 2011.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 379-384, 2006.

TROPICOS. **Melastomataceae Juss.** 2012. Disponível em:
<<http://www.tropicos.org/NamePage.aspx?nameid=42000202&tab=maps>> Acesso em: 22 fev. 2012.

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

VASCONCELOS, P. C. de P. **Efeito da (-)-Epicatequina presente nas folhas de *Mouriri pusa* Gardn. (Melastomataceae) na prevenção e tratamento de colite ulcerativa em ratos**. Dissertação de Mestrado em Farmacologia. Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2009.

VENTURA, C. P; SOUZA FILHO, J. D. de; OLIVEIRA, A. B. de; OLIVEIRA, F. C. A flavanone and other constituents of the Brazilian endemic species *Trembleya laniflora* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae). **Biological Systematics and Ecology**., n. 35, v. 1, p. 40-41. 2006

VIEIRA, A.; GUIMARÃES, M. A.; DAVID, G. Q.; KARSBURG, I. V.; CAMPOS, A. N. Efeito genotóxico da infusão de capítulos florais de camomila. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 1, p. 8-13, 2009.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado: uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 13-26, 2000.

ZUANAZZI, J. A.; MONTANHA, J. A. Flavonoides. In: C. M. SIMÕES, E. P. SHENKEL, G. GOSMANN, J. C. MELLO, L. A. MENTZ; P. R. PETROVICK, **Farmagonosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora Universeidade/UFRGS/UFSC, 1999.

APÊNDICE

Aspectos morfológicos das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia* spp.



Figura 43 - Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia albicans* (SW.) Triana. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.



Figura 44 – Aspecto das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia alborufescens* Naudin. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

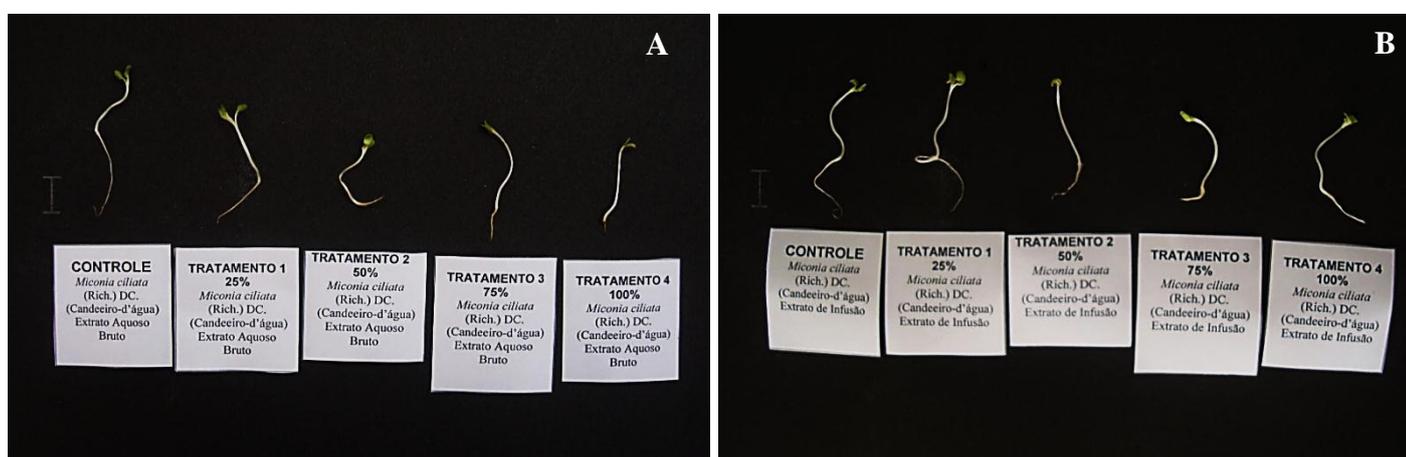


Figura 45 – Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

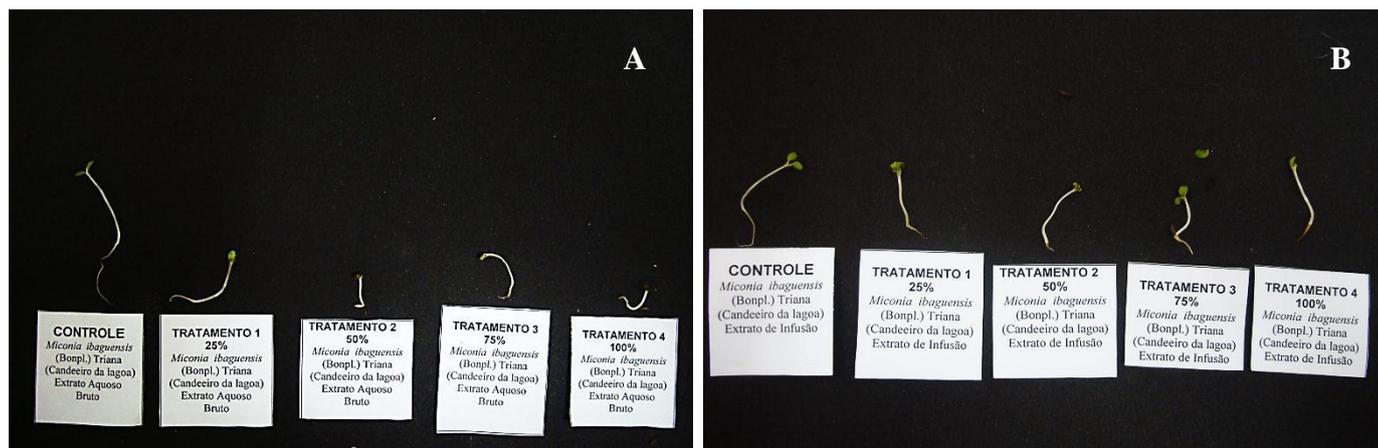


Figura 46 – Aparência das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

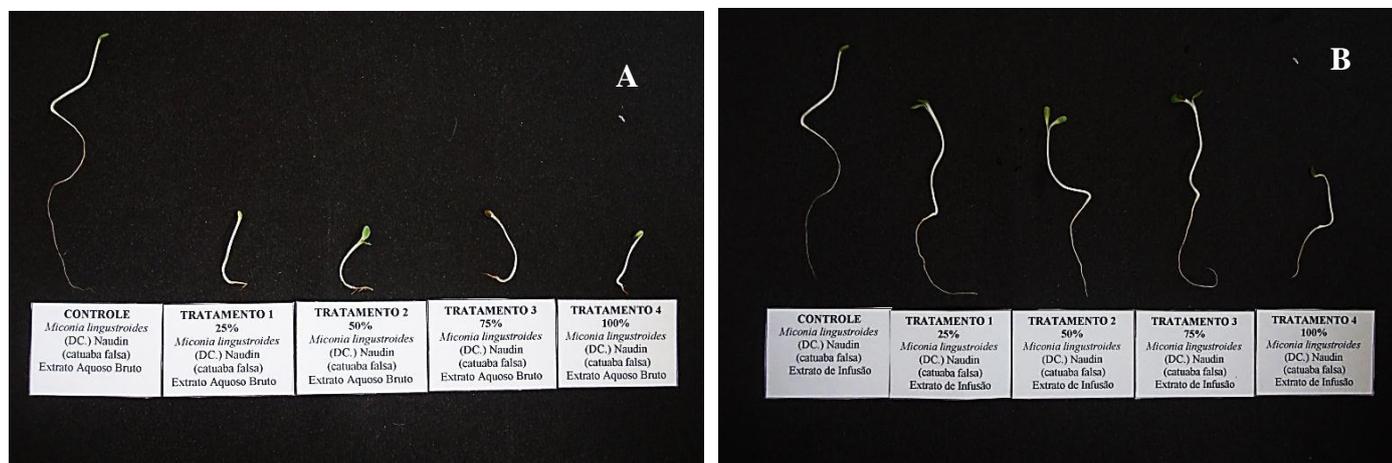


Figura 47 – Aspectos morfológicos das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia lingustroides* (DC.) Naudin (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

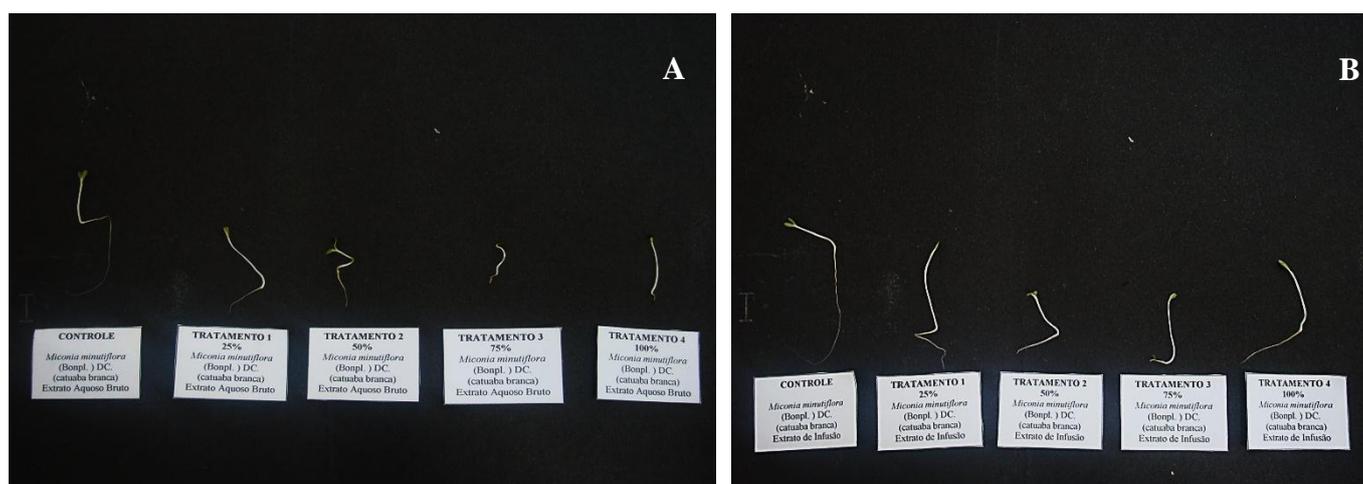


Figura 48 – Morfologia das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

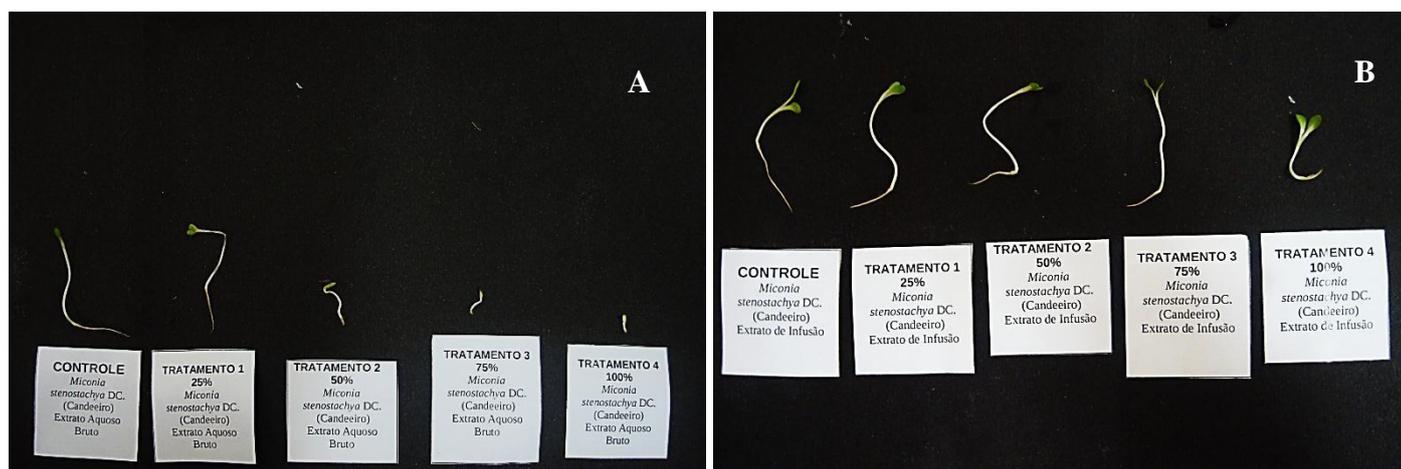


Figura 49 – Aspectos morfológicos das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas aos extratos aquosos de *Miconia stenostachya* DC. (A) extrato aquoso bruto (B) extrato de infusão.

ANEXOS

Anexo A- Documento de Autorização para atividades com finalidade científica



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26872-1	Data da Emissão: 03/02/2011 15:44
Dados do titular	
Nome: MARCOS AURÉLIO FIGUEREDO DOS SANTOS	CPF: 026.792.953-66
Título do Projeto: EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE <i>Miconia</i> (MELASTOMATACEAE) NA GERMINAÇÃO E ÍNDICE MITÓTICO DE <i>Allium cepa</i> L. <i>E Lactuca sativa</i> L.	
Nome da Instituição : Universidade Regional do Cariri	CNPJ: 06.740.864/0001-26

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	COLETA DE MATERIAL BOTANICO	01/2011	12/2013

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA n° 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação.

Outras ressalvas

1	Está autorizada apenas a coleta e o transporte de amostras biológicas "in situ" de plantas da Família Melastomataceae (Filo Angiospermae), estando vedada a coleta de material biológico de outros grupos taxonômicos. Devido aos altos índices de endemismo verificados na Floresta Nacional de Araripe-Apodi, recomenda-se, quando possível, evitar a coleta de plantas inteiras, favorecendo dessa forma, a regeneração dos indivíduos.
---	--

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		CE	FLORESTA NACIONAL DE ARARIPE-APODI	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Angiospermae
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Angiospermae
3	Observação e gravação de imagem ou som	Angiospermae

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 46498243



Página 1/3

Anexo B- Produção científica vinculada ao projeto de Mestrado.

Artigo Submetido

UEL » Vestibular • Graduação • Pesquisa/Pós-Graduação • Extensão • Reitoria • Órgãos Suplementares • Órgãos

Semina: Ciências Agrárias

[CAPA](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [ATUAL](#) [ANTERIORES](#) [DIRETRIZES AOS AUTORES](#)
[PORTAL](#) [UEL](#)

Capa > Usuário > Autor > **Submissões Ativas**

Submissões Ativas

ATIVO **ARQUIVO**

ID	MM-DD ENVIADO	SEÇÃO	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
13135	09-10	ART	Figueiredo dos Santos, da Silva	EFEITO ALELOPÁTICO DE MICONIA ALBICANS (SW.) TRIANA...	Aguardando designação

1 a 1 de 1 itens

Iniciar nova submissão
CLIQUE AQUI para iniciar os cinco passos do processo de submissão.

Concluído