

**FACULDADE REDENTOR  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ALEF DA SILVA GOMES

**ALELOPATIA DO EXTRATO DE FOLHAS, FRUTOS E RAIZ DE  
*Eucalyptus grandis* SOBRE SEMENTES DE ALFACE**

Itaperuna  
2015

ALEF DA SILVA GOMES

**ALELOPATIA DO EXTRATO DE FOLHAS, FRUTOS E RAÍZ DE**  
***Eucalyptus grandis* SOBRE SEMENTES DE ALFACE**

Monografia apresentada a Faculdade  
Redentor como parte dos requisitos  
para a obtenção do título de bacharel  
em Ciências Biológicas

**Orientador:** Leonardo Figueira Reis de Sá

Itaperuna  
2015

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Autor (a):** ALEF DA SILVA GOMES

**Título:** ALELOPATIA DO EXTRATO DE FOLHAS, FRUTOS E RAIZ DE *Eucalyptus grandis* SOBRE SEMENTES DE ALFACE

**Natureza:** Monografia

**Objetivo:** Título de Bacharel em Ciências Biológicas

**Instituição:** Faculdade Redentor

**Área de Concentração:** Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais

**Aprovada em:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Prof. M.Sc. Leonardo Figueira Reis de Sá  
M.Sc. Biociências e Biotecnologia - UENF  
Instituição: Faculdade Redentor

---

Prof. M.Sc. Jorge Luís da Silva Santos  
M.Sc. Ecologia de Recursos Naturais - UENF  
Instituição: Faculdade Redentor

---

Prof. MSc. Marcos Vinícius Pádua  
M.Sc. Fitotecnia  
Instituição: Faculdade Redentor

*“No es héroe el que carece de miedo, lo es quien lo siente, lo enfrenta y lo supera.”*

(Roberto Gómez Bolaños)

## **Sumário**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>SEÇÃO I: REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                  | <b>7</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>8</b>  |
| <b>2 ALELOPATIA .....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>2.2 ALELOQUÍMICOS.....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>2.2.1 LIBERAÇÃO, ORIGEM E AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS.....</b> | <b>11</b> |
| <b>3 CULTIVO DO EUCALIPTO .....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>4 BIOLOGIA DA ESPÉCIE .....</b>                           | <b>15</b> |
| <b>5 ESTUDOS SOBRE ALELOPATIA .....</b>                      | <b>17</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>SEÇÃO II: O ARTIGO .....</b>                              | <b>21</b> |
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                      | <b>25</b> |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                          | <b>27</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>ANEXO I: GRÁFICOS E FIGURAS.....</b>                      | <b>33</b> |
| <b>ANEXO II: NORMAS EDITORIAIS DA REVISTA.....</b>           | <b>37</b> |

## RESUMO

Alelopatia é resultado da liberação de compostos produzidos pelas plantas no meio, sendo estes, de origem e atividade ainda questionáveis. Aleloquímicos podem estimular ou prejudicar a germinação e o desenvolvimento de plântulas em locais próximos. As espécies do gênero *Eucalyptus* possuem fortes propriedades alelopáticas devido a alta produção de fitotóxicos em suas folhas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial alelopático de folha, fruto e raiz de *E.grandis* sobre germinabilidade e desenvolvimento. O delineamento experimental foi construído de 20 sementes em cada placa, sendo utilizadas três placas por concentração (10, 50, 100%) do extrato em comparação com controle (H<sub>2</sub>O) em câmara de germinação a 21°C. A contagem foi realizada a cada 24 horas. As análises de germinação nas concentrações de 100% apresentaram maior poder inibitório de ambos os extratos sobre a germinação de alface, embora os extratos de fruto tenham sido mais danosos. As análises de desenvolvimento também apresentaram resultados semelhantes. O comprimento da radícula foi reduzido e a pesagem massa fresca e seca também apresentou alterações, indicando diferenças no desenvolvimento das plântulas.

**Palavras Chave:** Germinação, fitotóxicos, efeito inibitório, aleloquímicos, *Lactuca sativa L.*

## ABSTRACT

Allelopathy is a result of the release of compounds produced by plants in the middle, the latter being the source and still questionable activity. Allelochemicals can stimulate or hinder the germination and seedling development in nearby locations. The Eucalyptus genus have strong allelopathic properties due to high production of phytotoxic in its leaves. This study aimed to evaluate the allelopathic potential of leaf, fruit and root *E.grandis* on seedling and development. The experimental design was built 20 seeds in each plate and used three boards for concentration (10, 50, 100%) of the extract compared to control (H<sub>2</sub>O) in a germination chamber at 21 ° C. The counting was performed every 24 hours. Germination analysis in the 100% concentrations showed greater inhibitory power of both extracts on lettuce germination, although the fruit extracts have been more damaging. Development analyzes also showed similar results. The length of the radicle was reduced and the fresh weight and dry weight also showed changes indicating differences in seedling development.

**Keywords:** Germination, phytotoxic , inhibitory effect , allelochemicals , *Lactuca sativa L.*

**SEÇÃO I**  
**REVISÃO DE LITERATURA**



# 1 INTRODUÇÃO

O termo alelopatia define o efeito causado por compostos liberados pelas plantas no crescimento ou desenvolvimento de outra planta. Essa interação é resultado da ação de biomoléculas (aleloquímicos) que podem ser produzidas, em concentrações variadas, por diferentes caracteres (raízes, colmos, folhas, flores, frutos e sementes) e ter ação direta ou indireta, benéfica ou não. As variáveis que caracterizam essas influências podem estar relacionadas à atividade destes compostos que constituem-se de substâncias voláteis no ar ou precipitadas sobre o solo (RIZVI & RIZVI, 1992).

Existem diversos campos dentro da alelopatia a serem analisados. Alguns estudos têm sido realizados para verificação da dominância vegetal, pois acredita-se que pode ser resultante de um processo evolutivo decorrente de competição, formação de comunidades vegetais e adaptação das espécies diante da necessidade de proteção contra insetos e microorganismos (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Outros questionamentos dizem respeito à atividade destes compostos, visto que, ainda não se sabe se a influência mais tóxica e persuasiva encontra-se no processo de germinação, impedido devido a exposição aos componentes liberados, ou no desenvolvimento devido a alguma alteração fisiológica (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

Na agricultura a alelopatia tem sido adotada como alternativa ao uso de pesticidas, uma vez que, as interações alelopáticas podem ser fator determinante na produtividade se utilizadas como combate a ervas invasoras através da modificação genética (GOLDFARB et al., 2009).

Entretanto, em solos ricos em matéria orgânica e microorganismos os nutrientes depositados seriam facilmente degradados impedindo a acumulação necessária para sua atividade, o que não ocorre em solos pobres (arenosos) (GOLDFARB et al., 2009). Além disso, embora todas as plantas possuam a capacidade de sintetizar aleloquímicos, o quantitativo produzido e a tolerância aos efeitos é variável entre as espécies, podendo influenciar no alongamento, estrutura celular e comprimento da radícula foliar (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

Entre as plantas com capacidade de produzir alelopáticos estão as espécies do gênero *Eucalyptus* que têm origem na Austrália e apresentam como principal característica a fácil adaptação a diferentes condições de solo e clima (MORA & GARCIA, 2000).

Essa adaptabilidade acrescida de seu potencial econômico, devido ao aumento na movimentação capitalista nos setores de carvão, papel e celulose, facilitou a dispersão do

plantio em diversas partes do mundo. No Brasil a produção extrativista de eucalipto representa uma área de 5.102.030ha que atendem consumo interno e externo (ABRAF, 2012).

Essa expansão está associada a redução sistemática de área florestal (FAO, 2005), pois apesar da maior adequação de empresas a estratégias de um novo mercado, que atende mais as questões ambientais (HOFF, 2008), ainda verifica-se a necessidade de reflorestamento de algumas áreas devastadas. Neste contexto, o eucalipto se torna um agravante devido suas propriedades e capacidade alelopática que podem interferir na regeneração natural.

Neste contexto evidencia-se variáveis questionamentos em relação à atividade dos aleloquímicos, visto que, alguns trabalhos comprovaram que os aleloquímicos produzidos por suas folhas interferem na germinação de alface, planta muito utilizada na verificação de atividade alelopática devido a obtenção de resultados com praticidade em razão da alta sensibilidade as substâncias em quantitativos menores (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

Até o momento, a maioria das pesquisas em refere-se apenas ao efeito do aleloquímico sobre a germinação, não considerando outros caracteres do eucalipto ou os eventos mudanças fisiológicas na planta. Assim, diante das variáveis o presente trabalho propõe verificar o efeito do extrato de folhas, frutos e raiz sobre a germinação e desenvolvimento de *Lactuca sativa* L (alface).

## 2 ALELOPATIA

O termo alelopatia foi descrito por Molish em 1937 e consiste na união das palavras gregas "allélon" e "pathos" que significam mútuos e prejuízo (FERREIRA & ÁQUILA, 2000). Esta expressão foi criada para designar efeitos direto ou indireto, prejudicial ou não de uma planta sobre outra (RIZVI & RIZVI, 1992), sendo este processo decorrente da liberação de aleloquímicos no ambiente. (TAIZ & ZEIGER, 2006).

A alelopatia pode ser constatada mediante análises de germinação realizadas após biotestes laboratoriais que demandam atenção em diversos segmentos para obtenção de resultados seguros como temperatura, umidade e luminosidade (MANO, 2006).

Estes testes permitem verificação de variáveis aspectos. Num contexto ecológico é possível avaliar a relação entre interações alelopáticas e a dominância vegetal, através de estudos sobre adaptações evolutivas (TAIZ & ZEIGER, 2006). Outro aspecto consiste na observação da maquinaria celular e molecular, a respeito da originalidade das substâncias liberadas, além de efeitos sobre a fisiologia vegetal.

É evidente que existem espécies mais sensíveis aos compostos como *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicum esculentum* (tomate), muito utilizadas em testes de laboratório, porém ao analisar o meio natural percebe-se que ocorrem interações entre os vegetais pela obtenção por umidade, luminosidade e nutrientes. Neste contexto torna-se evidente estratégias de adaptação e competição, visualizadas principalmente em espécies invasoras ou introduzidas como o eucalipto (FUERST & PUTNAN, 1983).

### 2.2 ALELOQUÍMICOS

Os aleloquímicos são definidos como substâncias liberadas no meio pelas plantas que possuem atividade sobre o estabelecimento de plântulas ao redor. Esses compostos podem ser produzidos por diversas partes do vegetal: caule, folhas, raiz e flores (RIZVI, 1992).

São conhecidos mais de 10000 componentes com propriedades alelopática, podendo variar de hidrocarbonetos até compostos complexos (ALMEIDA, 1990). Estes são divididos em cinco grupos: flavonoides, esteroides, terpenóides, alcaloides e ácido cinâmico (WITTAKER & FEENY, 1971). Sendo os flavonoides, esteroides e terpenóides os de maior importância.

Os flavonóides funcionam como excelentes antioxidantes, tendo sua atividade relacionada a alguns fatores como: capacidade de reagir com a substância doadora de H e estabilidade do radical formado (BARREIROS et al., 2006). Sendo essas características resultantes da

composição estrutural do composto, pois, quanto mais hidroxilas o flavonoide possuir, maior sua atividade antioxidante, sendo os mais reativos: luteolina, eriodictiol, miricetina, quercetina e fustina (YANG et al., 2001).

Os terpenóides são produtos naturais oriundos de unidades isoprênicas com variáveis classificações devido à quantidade de unidades: monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), sesterterpenos (C25), triterpenos (C30) e tetraterpenos (C40) (DEWICK, 2002).

Os Fitoesteróis são esteróis compostos por 29 átomos de carbono semelhantes ao colesterol diferenciando-se por apenas algumas diferenças na estrutura ou nos grupos polares devido à adição de duplas ligações à carbonos C-24 ou C-22 ou à estruturas como metil e etil.

A função dos fitoesteróis é semelhante a dos esteróis em células animais interferindo na fluidez, estabilização e permeabilidade à água da membrana, além da função como fitormônios (YANKAH, 2006).

### **2.2.1 LIBERAÇÃO, ORIGEM E AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS**

A liberação dos aleloquímicos pode ocorrer por meio de acúmulo de resíduos vegetais (ALMEIDA, 1991), lixiviação, onde podem ser depositadas no solo através da ação das chuvas, e volatilização (RIZVI & RIZVI, 1992).

Embora haja diversos mecanismos de liberação, não se conhece especificamente a natureza dessas substâncias. De acordo com Whittaker (1970) os aleloquímicos se encontram em interior celular em vacúolos separados do citoplasma, portanto descarta-se importância para as principais funções metabólicas, sendo estes, subprodutos das reações ocorridas. Porém, Swain (1977) defende que a produção ocorre com objetivo específico, uma vez que, as plantas precisaram desenvolver, ao longo do processo evolutivo, mecanismos para se proteger a patógenos e pragas, além de auxiliar na competição (TAIZ & ZEIGER, 2006).

A ação dos aleloquímicos pode ser direta ou indireta, sendo responsáveis por alterações fisiológicas ou ambientais. A interferência na fisiologia do indivíduo consiste na inserção do composto às células da planta receptora (FERREIRA & ÁQUILA, 2000), o que pode desencadear uma série de interferências nos processos metabólicos gerando alterações na estrutura celular, hormonal, mecanismos fotossintéticos, síntese proteica e atividade de algumas enzimas (RIZVI & RIZVI, 1992) que podem ter efeitos positivos ou negativos.

Dentre os efeitos negativos está o estresse oxidativo, formado por espécies reativas de oxigênio (ERO's) que causam degradação celular, alterando processos fisiológicos e o desenvolvimento inicial das plântulas (ALMEIDA et al., 2008).

As ERO's são consideradas radicais livres e reagem facilmente formando outros compostos a base de redução de O<sub>2</sub>, desencadeando uma cascata de reações que geram superóxido, hidroxiperóxidos, peróxidos de hidrogênio e radical hidroxil, moléculas extremamente prejudiciais em grandes quantidades nas células já que, estão constantemente sendo formadas decorrentes das reações de intensa atividade de oxidação e redução, observadas principalmente em cloroplastos e mitocôndrias. O controle do quantitativo presente nas células é determinado pela atividade de enzimas específicas como superóxido dismutase e catalase, que podem ter sua atividade reduzida após exposição à aleloquímicos (SOARES & MACHADO, 2007).

Com isso é possível observar que danos a maquinaria celular podem ser prejudiciais ao desenvolvimento e crescimento do vegetal. Entretanto a efetividade pode não ser observada sobre a germinabilidade. Silva et al. (2002) avaliaram o potencial alelopático de *Impatiens walleriana* sobre sementes de cevada, e observaram que, ao contrário da maioria dos trabalhos realizados, o extrato não inibiu a germinação, que foi acelerada, porém as plântulas geradas apresentaram tamanhos diferentes do controle.

Considerando estes fatores é possível perceber que os aleloquímicos influenciem variáveis fatores ligados a fisiologia vegetal, porém, a atividade destes não está estritamente ligada à germinação visto que, este processo é bem mais resistente que o desenvolvimento, afetado em detrimento da química dos compostos alelopáticos (RODRIGUES et al., 1999),

Neste contexto, destaca-se a atividade de algumas plantas com intensa capacidade como o eucalipto, muito utilizado em pesquisas devido sua amplitude de dispersão, sendo uma espécie introduzida em vários locais do mundo devido seu valor econômico (ABRAF, 2012), e pela extensão de seu período reprodutivo (AGUIAR & KAGEYAMA, 1987) gerando biomassa suficiente para inibição de plântulas.

### 3 CULTIVO DO EUCALIPTO

No Brasil, as condições ambientais favoreceram o plantio florestal industrial, o que eleva os níveis de competitividade que abrangem diferentes setores à partir da utilização da madeira, destacando-se a produção de papel, celulose, compensados, carvão vegetal e lenha (ABRAF, 2012).

As árvores do gênero *Eucalyptus* têm origem na Austrália e dispõem de cerca de 600 espécies adaptadas a diversos ambientes decorrentes provavelmente das variações do teor de nutrientes no solo do continente australiano. Essas condições permitem visualização de peculiaridades entre as espécies do gênero, como variabilidade morfológica desde arbustos até árvores com mais de 50 metros de altura (MORA & GARCIA, 2000).

Essa variedade morfológica, agregado ao extenso uso no mercado extrativista favoreceu o plantio de eucalipto em diversas partes do mundo, entretanto esse plantio apresenta benefícios e malefícios a serem analisados. Um aspecto positivo está na redução da erosão, pois estas florestas possuem um ciclo longo entre plantio e colheita, portanto ficam entre seis e oito anos sem sofrer interferências, com isso a biomassa gerada, raiz, folhas e serapilheira ajudam a proteger o solo e evitar desmoronamento (CNA, 2011). Como efeito negativo evidencia-se o empobrecimento do solo e alto consumo de água (VITAL, 2007), além do efeito alelopático sobre o sub-bosque devido a grande absorção de nutrientes armazenados em suas folhas, caules e ramos (MORA & GARCIA, 2000).

Estes efeitos, porém, dependem de uma série de fatores que determinam sua amplitude e ocorrência. Ao analisar as interferências do eucalipto na biodiversidade local deve-se considerar a região em que a silvicultura foi implantada, pois, se o bioma ao qual o eucalipto foi plantado possuir floresta nativa a plantação acarretará na redução da biodiversidade, contudo, numa região árida haverá significativo aumento (VITAL, 2007).

Entretanto, independente da região em que a floresta foi implantada a atuação do eucalipto sobre o sub-bosque é relevante. Segundo Santos (1999) sub-bosque é a vegetação subarbustiva ou rasteira que se encontra no interior das florestas, principalmente a atlântica, e que representa considerável importância para o ecossistema. Nesse sistema ocorrem arbustos, epífitas, musgos e fungos que necessariamente habitam regiões sombreadas e úmidas cobertas por restos vegetais oriundos da floresta que ajudam na ciclagem dos nutrientes.

A formação de sub-bosque, porém, não ocorre na silvicultura do eucalipto, o que permite verificar certa discrepância entre a adubação orgânica e a desertificação ocorrente no sub-bosque das plantações gerada pela ação dos componentes aleloquímicos depositados.

Contudo, apesar dessas interferências ambientais, a dimensão econômica devido a extensa utilização industrial propiciou a dispersão do plantio ao redor do mundo, tendo início por volta do século XIX na América do Sul e posteriormente Europa (MORA & GARCIA, 2000).

As plantações de eucalipto representam fator contribuinte economicamente para o país, uma vez que, esse plantio é responsável por 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 4,6 milhões de empregos diretos e indiretos (CNA, 2011). As principais espécies plantadas são de origem tropical sendo *E. grandis* a mais difundida devido a seu potencial produtivo (SOUZA et al., 2004) com utilização prioritária para produção de papel e celulose (SOARES et al., 2003), devido a qualidade da madeira, excelente para celulose, plasticidade genética usada na obtenção de híbridos e clones além da obtenção de fustes lisos à partir da fácil desramação (MORA & GARCIA, 2000).

Estes fatores determinaram a preferência pelo plantio desta espécie, contudo, é necessário cuidados com a silvicultura do eucalipto que pode também estar sujeitas fatores ambientais. Souza et al. (2003) avaliaram o efeito de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de *E. grandis* afim de determinar se a influência exercida era decorrente de competição ou por meio da atividade de componentes alelopáticos liberados. Os autores concluíram que as substâncias liberadas promoveram redução no estabelecimento de eucalipto, sendo a *Brachiaria decumbens* e a *A. conyzoides* as mais nocivas. Estas interferências são resultantes do ambiente ao qual a cultura será implementada.

Assim, a região de plantio ganha importância, pois na indústria de papel e celulose a qualidade da madeira torna-se um fator de extrema relevância, uma vez que, modificações estruturais podem interferir na serventia industrial. Brasil e Ferreira (1972) analisaram características da madeira de *E. grandis*, e consideraram fatores como densidade, comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras, os autores concluíram que não houve variação para aspectos como diâmetro ou largura das fibras, porém observaram a diferenças do diâmetro do lúmen à partir da espessura da parede de acordo com a região ao qual a cultura se encontra.

## 4 BIOLOGIA DA ESPÉCIE

As plantações de *E. grandis* demandam tempo para se estabelecer, pois apesar do desenvolvimento dos botões florais ocorrerem em épocas definidas para todas as espécies, há divergências quanto a rapidez da formação de flor e fruto (MOGGI, 1958).

Aguiar & Kageyama (1987) avaliaram o desenvolvimento floral de *E. grandis* em Mogi Guaçu, SP. considerando desde botões envolvidos por brácteas (fase inicial) até a formação frutos maduros. Os autores observaram variações nos períodos de desenvolvimento, sendo mais restritos as fases iniciais e mais longos os processos de maturação floral e frutífera, sendo que, todo o período floral durou cerca de 1 ano. Os picos de colheita de flores e frutos mais escuros compreendeu-se entre os meses de janeiro a abril e outubro a dezembro respectivamente.

Entretanto esses materiais podem exercer efeitos alelopáticos impedindo crescimento de outras plântulas ao redor o que ainda é variável, pois a inibição pode estar relacionada à sensibilidade da planta ou ao caractere atingido.

Esse extenso período floral propicia acúmulo de biomassa sobre o solo, o que possui aspectos positivos e negativos. O aspecto positivo é o aumento da biodiversidade em comparação com outras culturas como soja e cana-de-açúcar, pois essa concentração de matéria vegetal contribui com a atividade microbiana, e conseqüentemente melhoria da fertilidade do solo (CAMPHORA et al., 2011).

Ferreira et al. (2007) avaliaram o potencial alelopático dos extratos etanólico de *Eucalyptus citriodora* sobre a germinação de Picão-Preto e Alface. A análise demonstrou que o picão-preto é mais sensível, porém, este resultado pode estar relacionado ao tipo de extrato ou as concentrações utilizadas no experimento.

A análise de Camphora et al. (2011) que também utilizaram *E. citriodora* demonstrou maior sensibilidade da raiz do que da parte aérea. Estes resultados podem explicar a facilidade da atividade dos aleloquímicos visto que, durante o estabelecimento do vegetal, uma necrose na radícula pode gerar danos no desenvolvimento, uma vez que, segundo Alves (1992), a divisão e o alongamento celular são fases essenciais para o crescimento e desenvolvimento.

Souza & Cardoso (2013) avaliaram a interferência do extrato de folhas de *E. grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Alface) e *Phaseolus vulgaris* L. (Feijão) e concluíram que, apesar do extrato nas concentrações de 50%, 75% e 100% inibir a germinação do alface não houve efeito significativo sobre as sementes de feijão.



Ao observar ambos os resultados conclui-se que, as respostas aos aleloquímicos são diferentes, ocorrendo maior sensibilidade se analisado picão-preto e feijão em relação alface. Ainda assim, ambos os estudos foram realizados com extratos das folhas, não sendo considerados frutos e raiz, caracteres que deveriam ser analisados, pois os efeitos de alelopatia só são possíveis mediante acúmulo de biomassa em quantitativo suficiente para inibição do crescimento (GOLDFARB et al., 2009).

Neste contexto é válido observar o extenso período de floração e maturação do fruto do *E. grandis*, e o possível acúmulo de substâncias sobre o solo com potenciais aleloquímicos (AGUIAR & KAGEYAMA, 1987).

## 5 ESTUDOS SOBRE ALELOPATIA

As variáveis que caracterizam a atividade alelopática estimulam pesquisas principalmente para o manejo em zonas rurais, pois esse efeito pode influenciar em espécies economicamente viáveis ou de importância ecológica. Com isso, têm-se intensificado análises de biomassa microbiana no solo, pois a ação destes microorganismos podem inibir efeito alelopático (GOLDFARB et al., 2009), devido sua atividade em processos de decomposição da matéria orgânica, disponibilização de nutrientes e participação nos ciclos biogeoquímicos (GRISI & GRAY, 1986).

Neste contexto evidencia-se variáveis questionamentos em relação à atividade dos aleloquímicos, visto que, alguns trabalhos comprovaram que os aleloquímicos produzidos por suas folhas interferem na germinação de alface, planta muito utilizada na verificação de atividade alelopática devido a obtenção de resultados com praticidade em razão da alta sensibilidade as substâncias em quantitativos menores (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

A atividade alelopática, no entanto, depende de múltiplos fatores, como concentração, localização, composição e tempo de resistência dos fitotóxicos liberados, assim nem sempre o efeito pode ser observado sobre a porcentagem de germinação, mas sobre a velocidade ou o desenvolvimento (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

Ainda assim, a maioria dos trabalhos realizados com eucalipto analisam as influências apenas de folhas sobre a germinação, devido a parâmetros pré-estabelecidos a serem analisados, como extensão da radícula, contudo, muitas vezes o efeito não é sobre a protusão radicular, que é menos sensível, mas sobre o desenvolvimento, que apresenta características singulares ao ser exposto a extratos danosos (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

## 6 REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS DO BRASIL (ABRAF).; **Anuário Estatístico ABRAF 2013**: ano base 2012. Brasília. 148p. 2013.
- AGUIAR, I. B.; KAGEYAMA, P. Y. Desenvolvimento floral de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Mogi Guaçu – SP. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)**, n.37, p.5-11, 1987.
- ALMEIDA, E. S. Alelopatia: a defesa das plantas. **Ciência Hoje**. v. 45, p. 11-38, 1990
- ALMEIDA, F. S. Efeitos Alelopáticos de Resíduos Vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 26, n.2, p. 221-236, 1991.
- ALVES, P. L. C. A. Interações alelopáticas entre plantas daninhas e hortaliças. **Simpósio Nacional Sobre Manejo Integrado de Plantas Daninhas em Hortaliças**. p. 19-43,1992.
- AYERS RS; WESTCOT D.W. Water quality for agriculture. Roma. **FAO**, (FAO. Irrigation and Drainage Paper. n 29, 97p.
- BARREIROS, A. L. B. S. et al. Estresse Oxidativo: Relação Entre Geração de Espécies Reativas e Defesa do Organismo. **Química Nova**. v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006
- BRASIL, M. A. A.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* hill ex maiden ao nível do DAP. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)**. n.5, p.81-90, 1972.
- CAMPORA, V. P.; DINIZ, N. F.; FISCH, S. T. V.; **Efeito Alelopático de Plantas Exóticas Invasoras na Germinação e Desenvolvimento Inicial de Alface**. In: X Congresso de ecologia do Brasil. São Lourenço. Minas Gerais. Departamento de Biologia; Universidade de Taubaté, 2011.
- CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Plantio de Eucalipto: Mitos e Verdades**. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília, 2011.20p.
- DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A biosynthetic approach**. 2 ed. John Wiley & Son. P. 167-289, 2002.
- FAO. Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, p.75-94, 2005.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A.; Alelopatia: Uma Área Emergente da Ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v.12, p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P.; FARIA, T. J. Potenciação Alelopática de Extratos Vegetais na Germinação e no Crescimento Inicial de Picão-Preto e Alface. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2007.

FUERST, E. P.; PUTNAN, A. R. Separating the competitive and allelopathic components of interference: theoretical principles. **Journal of Chemical Ecology**. Michigan. v. 9, p. 937, 1983

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L.W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: Relações nos Ecosistemas. **Revista de Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

GRISI, B.M. ; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.10. p.109-115, 1986

HOFF, D. N. et al. Construindo competitividade a partir da Certificação Florestal: um estudo na Ervateria Putingense, RS. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, Paraná, n.17, p.121-132, 2008.

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. Dissertação (Mestrado em Agronomia). **Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2006.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H.; **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 109 p.

MOGGI, G. Ricerche fenologiche sopra alcune specie du eucalypt. **Publicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale**, Roma, vol. 2, p. 43-58, 1958.

RIZIV, S. J. H.; RIZVI, V.; **Allelopathy: Basic and applied aspects**. Boundary Row: Chapman & Hall, 1992. 487 p.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T.; FERREIRA, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: NARWAL, S.S. **Allelopathy Update Enfield**. 2 ed. Science (pub). v1. 1999, p.307-323.

SANTOS, A. S. **Sub-bosque: Importância e proteção jurídica**. Programa Ambiental: A última arca de Noé, 1999-2007. Disponível em: <<http://www.ultimaarcadenoe.com>>. Acesso em 22 de janeiro de 2015.

SILVA, A. A. O. & SANTIAGO, S. A.; RODRIGUES, E.; ANTONIAZZI, N.; BACH, E. E. Efeito Alelopático do extrato de *Impatiens walleriana* sobre sementes de cevada. **ConsSCIENTIAE Saúde**. v.1, p. 17-20, 2002.

SOARES, A. M. S., MACHADO O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v.1, p. 9, 2007.

SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, A. B. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**. Viçosa-MG. v.27, n.5, p.689-694, set. 2003.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B.; Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Alface) e *Phaseolus vulgaris* L.(Feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC)**. v. 3, n. 2, 2013.

SOUZA, L.S.; VELINI, E. D. MAIOMONI-RODELLA, R.C.S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim braquiária (*Brachiaria Decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus Grandis*). **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v.21, n.3, p.343-354 set. 2003.

SOUZA, C. R.; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**. n.65, p.95-101, 2004.

SWAIN, T. Secondary compounds as protective agentes. **Revista Plant Physiol**. v. 28. p. 479-501, 1977.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 643p.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDS**, Rio de Janeiro. V. 14, n. 28, p. 235 – 276, 2007.

WHITTAKER, R. H. The Biochemical ecology of higher plants. **Chemical Ecology**. New York, EUA: Academic Press, INC. 1970. 323 p.

WHITTAKER, R. H. & FENNY, P. P. Allelochemicals: chemical interations among plants. **Science**. v. 171. p. 757-770, 1971.

YANG, B.; KOIANI, A.; ARAI, K.; KUSU, F.. Relationship of eletrochemical oxidation of catechins on their antioxidant activity in microsomal lipid peroxidation. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**. V. 49, p. 747-751, 2001.

YANKAH, V. V. Lipids phytosterols and human health. In: AKOH, Cassimir C. **Handbook of funtional lipids**. New York, 2006. Cap. 18. P.403-418

**SEÇÃO II**  
**O ARTIGO**

*Este Manuscrito será submetido ao Periódico Revista Brasileira de Biociências disponível em:<  
[http:// www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/](http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/)> Acessado em 05 de novembro de 2015*

**Alelopatia do extrato de folhas, frutos e raiz de *Eucalyptus grandis* sobre sementes de alface**

Alef da Silva Gomes<sup>1\*</sup>, Marcos Paulo Machado Thomé<sup>2</sup>, Leonardo Figueira Reis de Sá<sup>3</sup>

**Alelopatia do extrato de *Eucalyptus grandis* sobre sementes de alface**

1 Graduando em Ciências Biológicas - Faculdade Redentor / Rodovia BR-356, 25 - Presidente Costa e Silva, Itaperuna - RJ, 28300-000

2 Msc. Biologia de Água Doce e Pesca Interior – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) / Manaus – AM – Faculdade Redentor / Rodovia BR-356, 25 - Presidente Costa e Silva, Itaperuna - RJ, 28300-000

3 Msc. Bioquímica e Biotecnologia - Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) – CCT - Redentor / Rodovia BR-356, 25 - Presidente Costa e Silva, Itaperuna - RJ, 28300-000

\* Autor para contato. E-mail: lefigomess@gmail.com

**RESUMO:** Alelopatia é resultado da liberação de compostos produzidos pelas plantas no meio, sendo estes, de origem e atividade ainda questionáveis. Aleloquímicos podem estimular ou prejudicar a germinação e o desenvolvimento de plântulas em locais próximos. As espécies do gênero *Eucalyptus* possuem fortes propriedades alelopáticas devido à alta produção de fitotóxicos em suas folhas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial alelopático de folha, fruto e raiz de *E. grandis* sobre germinabilidade e desenvolvimento. O delineamento experimental foi construído de 20 sementes em cada placa, sendo utilizadas cinco placas por concentração (10, 50, 100%) do extrato em comparação com controle (H<sub>2</sub>O) em câmara de germinação a 21°C. A contagem foi realizada a cada 24 horas. As análises de germinação nas concentrações de 100% apresentaram maior poder inibitório de ambos os extratos sobre a germinação de alface, embora os extratos de fruto tenham sido mais danosos. As análises de desenvolvimento também apresentaram resultados semelhantes. O comprimento da radícula foi reduzido e a pesagem massa fresca e seca também apresentou alterações, indicando diferenças no desenvolvimento das plântulas.

Palavras-chave: Germinação, fitotóxicos, efeito inibitório, aleloquímicos, *Lactuca sativa* L.

**ABSTRACT:** (Allelopathy the leaf extract, fruits and roots of *Eucalyptus grandis* on lettuce seeds) Allelopathy is a result of the release of compounds produced by plants in the middle, the latter being the source and still questionable activity. Allelochemicals can stimulate or hinder the germination and seedling development in nearby locations. The *Eucalyptus* genus have strong allelopathic properties due to high production of phytotoxic in its leaves. This study aimed to evaluate the allelopathic potential of leaf, fruit and root *E. grandis* on seedling and development. The experimental design was built 20 seeds in each plate and used five boards for concentration (10, 50, 100%) of the extract compared to control (H<sub>2</sub>O) in a germination chamber at 21 ° C. The counting was performed every 24 hours. Germination analysis in the 100% concentrations showed greater inhibitory power of both extracts on



lettuce germination, although the fruit extracts have been more damaging. Development analyzes also showed similar results. The length of the radicle was reduced and the fresh weight and dry weight also showed changes indicating differences in seedling development.

Keywords – Germination, phytotoxic , inhibitory effect , allelochemicals , *Lactuca sativa L*

## INTRODUÇÃO

Alelopatia consiste no efeito causado pela atividade de biomoléculas (aleloquímicos) produzidas por uma espécie vegetal no crescimento ou desenvolvimento de outra planta. A produção destes compostos pode ocorrer através de folhas, caule, raiz e flores (Rizvi & Rizvi, 1992) e a deposição sobre o solo por meio do acúmulo de resíduos vegetais (Almeida, 1991) depositados principalmente em espécies com extenso período reprodutivo e ampla dispersão como o eucalipto (Aguilar & Kageyama, 1987).

As espécies do gênero *Eucalyptus*, devido às variedades morfológicas e ao extenso uso no mercado extrativista apresentam uma distribuição cosmopolita (Mora & Garcia, 2000). Dessa forma, o plantio dessas espécies produtoras de aleloquímicos e consequente deposição constante de sua biomassa no solo têm intensificado estudos sobre alelopatia através de biotestes laboratoriais.

A maioria dos experimentos utilizam como plantas teste *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicon esculentum* (tomate), por serem mais sensíveis (Ferreira & Áquila, 2000) e apresentarem resultados mais rápidos diante da exposição aos compostos.

A atividade dos aleloquímicos, porém, é questionável e podem estimular ou inibir processos de germinação e crescimento em vários aspectos. Efeitos inibitórios foram observados por Souza & Cardoso (2003) que ao avaliar a interferência do extrato de folhas de *E. grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Alface) e *Phaseolus vulgaris* L. (Feijão) em diferentes concentrações, concluíram que, apesar do extrato inibir a germinação do alface não há efeito significativo sobre as sementes de feijão.

Por outro lado, apesar dos testes com aleloquímicos demonstrarem efeito inibitório na maioria dos trabalhos realizados, análises sobre o potencial alelopático de *Impatiens walleriana* sobre sementes de cevada apresentaram resultados onde a germinação foi estimulada (Silva *et al.*, 2003).

Essas diferenças ocorrem devido a variações fisiológicas das plantas expostas, e assim, a atividade alelopática depende de múltiplos fatores, como concentração, localização, composição e tempo de resistência dos fitotóxicos liberados, onde nem sempre o efeito pode ser observado sobre a porcentagem de germinação, mas sobre a velocidade ou o desenvolvimento (Ferreira & Áquila, 2000). Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do extrato aquoso de folhas, frutos e raiz de *E. grandis* sobre a germinação e desenvolvimento de *Lactuca sativa* L (alface).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Obtenção do material biológico*

Foram utilizadas sementes cultivar de *Lactuca sativa* L. (Alface Babá de Verão) Agristar categoria S2, classe comum adquiridas no comércio local de Campos, RJ. com percentual de germinação acima de 90%. As folhas, frutos e raiz de *E. grandis* foram coletadas no parque Ecológico Municipal de cidade de Miracema, RJ .

### *Preparação do material biológico*

A preparação do material seguiu a metodologia proposta por Souza & Cardoso (2012) com modificações no preparo das amostras, definidas mediante realização de experimento piloto. Foram utilizadas 10 g de cada órgão da planta. A raiz foi triturada no liquidificador e peneirada com auxílio de peneira. As folhas e os frutos foram submetidos à imersão em nitrogênio líquido e maceração em gral e pistilo. O pó adquirido foi misturado em 150ml de água e levado à agitação (45 RPM) por cerca de 20 horas. Em seguida o material foi coado com papel filtro para obtenção dos extratos.

### *Bioensaio de germinação*

Os bioensaios de germinação seguiram a metodologia proposta por Yamagushi (2011), com modificações, onde foram utilizadas placa-de-petri de 14 cm de diâmetro, forradas com disco de papel-filtro e esterilizadas. Foram utilizadas 5 placas por concentração de cada órgão, constituindo a unidade amostral. As placas foram umedecidas com 10 ml de água destilada no tratamento controle ou 10 ml do extrato em concentrações de 10, 50 e 100%.

Em cada placa já umedecida com seu respectivo tratamento, foram adicionadas 20 sementes de *Lactuca sativa* e em seguida, foram acondicionadas em câmara de germinação a 21°C com fotoperíodo de 16h claro e 8h escuro (Oliveira *et al.* 2012).

A avaliação da germinação das sementes considerou desde a embebição da semente até a emissão da radícula.

A medição das radículas 24 horas após embebição das sementes e do eixo epicótilo-radícula 96 horas após o mesmo período foi feita com o auxílio do programa ImageJ.

A análise de desenvolvimento foi delineada mediante análise da produção de biomassa determinada mediante comparação do peso seco e fresco das amostras. A preparação foi realizada de acordo com Segovia *et al.* (1997) com modificações. As plântulas frescas foram organizadas em lotes de 20 em sacos de papel e pesadas em balança analítica. Para determinação da massa seca os lotes levados à estufa a 80 °C por 4 horas para nova pesagem.

### *Plotagem dos dados e análise estatística*

Os dados obtidos foram plotados e analisados estatisticamente (Teste *t*) com o auxílio do programa Graphpad Prism 5.0 (Motulsky, 2007).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As análises de germinação apresentaram leve efeito sobre as sementes. Onde apenas os extratos de folha e fruto demonstraram efetiva interferência na emergência das radículas

(Fig.1). No controle, 18 sementes germinaram. Nos extratos de folha a 10, 50 e 100% ocorreu considerável variação no número de sementes germinadas, sendo, 17, 16 e 14 respectivamente, sendo este decréscimo proporcional ao aumento da concentração do extrato. Os extratos de fruto apresentaram resultados eficazes apenas na concentração a 100%, germinando apenas 12 sementes. Assim, em ambos os extratos a concentração a 100% foi a mais prejudicial, entretanto, em comparação da efetividade dos resíduos o fruto é o mais danoso. Esses resultados se assemelham aos obtidos por Oliveira (2009) que ao analisar o efeito alelopático de frutos de juazeiro sobre a germinação de alface percebeu diferenças sobre a efetividade do extrato em diferentes concentrações. Segundo Albach, (2012) a medida que a concentração do extrato aumenta o efeito sobre a germinabilidade é mais expressivo, uma vez que, ao avaliar o efeito do extrato aquoso de serapilheira de *E. urophylla* em diferentes concentrações observou que a de 75% era a mais prejudicial. Os extratos de raiz não apresentaram resultados estatisticamente diferentes do controle.

As radículas recém-imersas apresentaram diferenças em relação ao tipo de extrato e concentração submetidas, sendo mais robustas e menores as expostas ao extrato de fruto e raiz (Fig. 2). Esse resultado pode estar relacionado ao fato da raiz ficar em constante contato com o extrato, portanto é a mais afetada (Rizvi & Rizvi, 1992).

O comprimento das radículas durante o desenvolvimento também apresentaram diferenças. O extrato de folha e fruto foram os mais danosos, apresentando raízes menores em relação ao controle a medida que a concentração aumentava (Fig. 3). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Hoffman et al. (2007) que observaram diminuição progressiva do comprimento da raiz de plântulas de tomate e picão-preto expostas à ação de extratos de folhas de espirradeira (*Nerium oleander*). Segundo Rizvi & Rizvi, (1992) essas interferências podem desencadear uma série de interferências nos processos metabólicos gerando alterações na estrutura celular, hormonal, mecanismos fotossintéticos, síntese proteica e atividade de

algumas enzimas, visto que, a raiz é responsável pela absorção de íons importantes para o crescimento do vegetal.

O comprimento do eixo epicótilo-radícula também foi afetado diante da exposição aos extratos e seguiu o mesmo padrão das análises de germinação e radícula, visto que, a medida que a concentração do extrato aumentava o tamanho do eixo reduzia. As sementes expostas ao tratamento com frutos em todas as concentrações afetaram estatisticamente o eixo (Fig. 4).

Em relação ao aspecto das plântulas houveram diferenças morfológicas diante da exposição aos extratos e suas concentrações se comparados ao controle (Fig. 5). As sementes submetidas a extrato de folha geraram resultados ambíguos, onde as concentrações de 10 e 50% o comprimento da parte aérea apresentou aumento, porém as submetidas ao extrato de 100% geraram plântulas com comprimento menor. Nas sementes submetidas ao extrato de fruto o comprimento da parte aérea e das raízes diminuiu proporcionalmente em razão da concentração do extrato, sendo a 100% a mais prejudicial, onde as radículas apresentaram aspecto mais robusto e curto, encolhimento da raiz principal e aumento de raízes adventícias em relação ao controle. Resultados semelhantes foram observados por Miró *et al.* (1998) ao analisar alelopatia de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) sobre o desenvolvimento de milho, onde houve decréscimo das raízes principais que se demonstraram extremamente sensíveis aos extratos. Segundo Ferreira & Aquila (2000) substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns. Carmo *et al.* (1993) analisaram extratos etanólicos de canela sassafrás (*Ocotea odorífera*) sobre plântulas de sorgo e observaram que reduzem mais drasticamente o desenvolvimento do sistema radicular que a germinação.

Segundo Ferreira & Áquila (2000) é comum o extrato afetar mais o desenvolvimento, que é mais sensível, do que a germinação em si, que ocorre devido às reservas energéticas da semente. Este efeito também pode ser observado nos estudos de Formagio *et al.* (2010) sobre

a influência de extratos metanólicos de cinco espécies de *Annonaceae* sobre a germinação de alface onde o desenvolvimento do hipocótilo apresentou maior sensibilidade ao tratamento. Essa influência pode ser observada em outros estudos que demonstram grande efeito sobre o desenvolvimento inicial da plântula (Ferreira & Aquila, 2000). Os extratos de raiz não apresentaram resultados estatísticos em relação ao controle.

A redução do peso massa fresca das plântulas submetidas aos extratos de todos os órgãos demonstram significativo efeito de *E. grandis* sobre o desenvolvimento de alface (Fig. 6). Os extratos de folha e fruto apresentaram resultados mais expressivos, porém o extrato de fruto a 100% foi o mais danoso, ocorrendo drástica redução no peso seco. Borella & Pastorini (2009) ao analisar influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. sobre picão preto e alface também observaram redução da massa seca a medida que a concentração do extrato aumentava, houve redução na produção de biomassa diante da exposição aos extratos. Pressupõe-se, portanto, que a diferença no tamanho das plântulas não está relacionada a alterações na absorção de água pela célula vegetal, visto que, de acordo com Marengo & Lopes (2005), podem ocorrer extensas variações no quantitativo de água presente nos tecidos vegetais que possuem um volume médio de 80%. Nos extratos de raiz o peso seco foi aumentado progressivamente a medida que se aumentava a concentração, o que contrapõe com os resultados obtidos por folha e fruto.

Assim, os extratos de *E. grandis* apresentaram resultados mais significativos sobre o desenvolvimento que a germinação de alface. Os efeitos mais nocivos ocorreram proporcionalmente ao aumento das concentrações. Os extratos de raiz foram os menos tóxicos, não afetando germinabilidade e tendo apenas uma pequena influência sobre crescimento do epicótilo e massa seca. Entretanto, em comparativo aos diferentes extratos e concentrações os efeitos mais expressivos e danosos foram obtidos pelo extrato de fruto.

## REFERÊNCIAS

- ALBACH, A. C. C.; ALMEIDA, V. P. ;BREIER, T. B.; BARRELLA, W. 2010. Potencial alelopático das folhas de *Eucalyptus urophila*. *Revista Eletrônica de Biologia*, 3 (2): 32-47.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. 1991. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26 (2): 221-236.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS DO BRASIL (ABRAF). 2013. *Anuário Estatístico ABRAF 2013: ano base 2012*.148p.
- AGUIAR, I. B.; KAGEYAMA, P. Y. 1987. Desenvolvimento floral de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Mogi Guaçu – SP. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)*, 37: 5-11.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. 2009. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. *Biotemas*, 22 (3): 67-75.
- CARMO, F. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. 2007. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). *ACTA Botanica Brasilica*, 21 (3): 697-705.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. 2000. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. Edição Especial, (12): 175-204
- FERREIRA, T.; RASBAND, W. 2012. ImageJ user guide. Disponível em: <http://imagej.nih.gov/ij/docs/guide>. Acesso em 23 de outubro de 2015.
- FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; PEREIRA, Z. V. 2010. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. *Revista Brasileira de Biociências*, 8 (4): 349-354
- HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S.; BASTOS, C. F.; WALLAU, G. L. 2007. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta schott* em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 6 (1): 11-21
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. 2005. Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: *Universidade Federal de Viçosa*. 451p
- MIRÓ, C. P.; FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(8): 1261-1270.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A. 2000. **Cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: *Sociedade Brasileira de Silvicultura*. 109 p.



- MOTULSKY, H.J. 2007. Prism 5 Regression Guide. San Diego: *GraphPad Software, Inc.* 294p.
- OLIVEIRA A.K.; COELHO M.F.B; MAIA S.S.S.; DIÓGENES F.E.P.; MEDEIROS F. S. 2012. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. *Horticultura Brasileira*, 30 (3): 480-483.
- RIZIV, S. J. H.; RIZVI, V. 1992. *Allelopathy: Basic and applied aspects*. Boundary Row: Chapman & Hall. 487 p.
- SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. 1997. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) No interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. *Ciência Rural*, 27 (1): 37- 41
- SILVA, A.A.O.; SANTIAGO, S. A.; RODRIGUES, E.; ANTONIAZZI, N.; BBACH, E. E. 2002. Efeito alelopático do extrato de *Impatiens walleriana* sobre sementes de cevada. *ConsSCIENTIAE Saúde*, 1: 17-20.
- SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. 2003. Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Alface) e *Phaseolus vulgaris* L.(Feijão). *Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC)*, 3 (2): 1-6.
- YAMAGUSH, M. Q.; GUSMAN, S. G.; VESTENA, S. 2011. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 32 (4): 1361-1374.

**ANEXO I**  
**GRÁFICOS E FIGURAS**

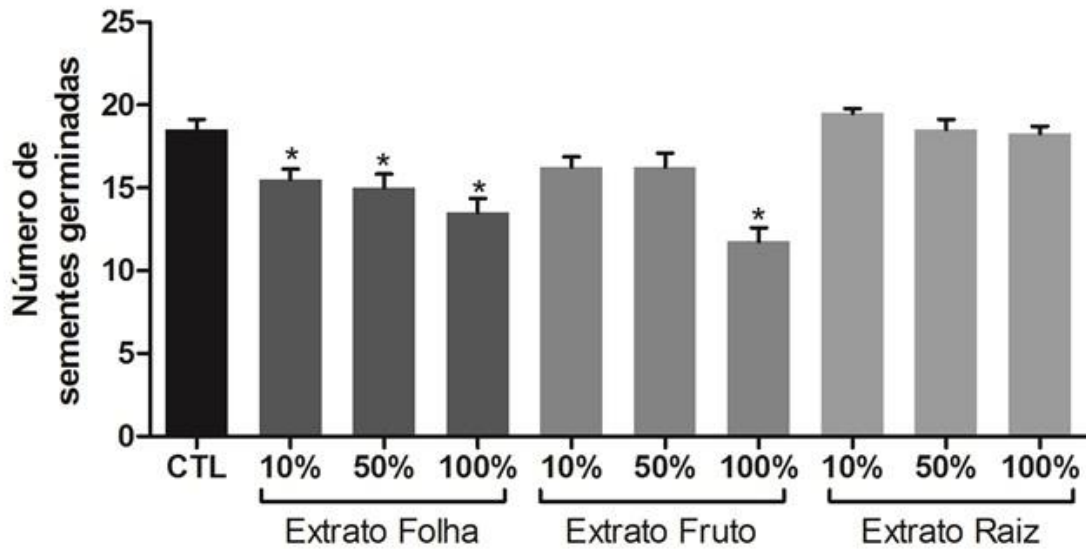


Figura 1. Número de sementes germinadas. Número de sementes germinadas após 24 horas de embebição. As barras correspondem a média de 4 experimentos independentes n=20. Asteriscos correspondem a valores estaticamente diferentes em relação ao controle (CTL) de acordo com teste *t*.  $P < 0,0005$ .

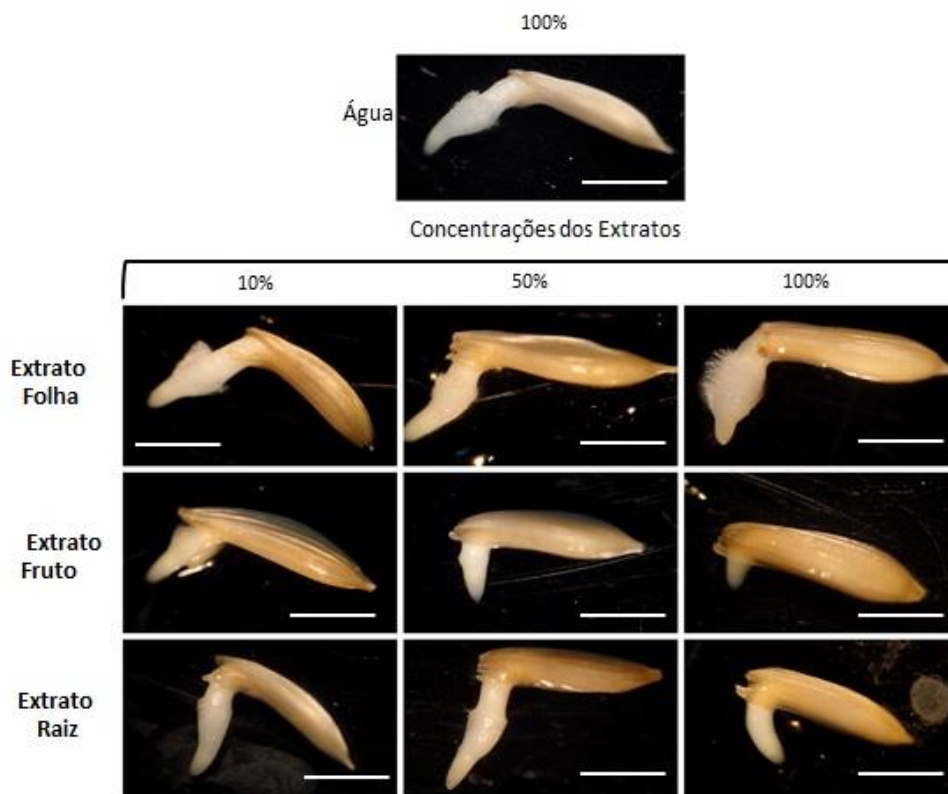


Figura 2. Efeito biológico dos extratos de *E. grandis*. Efeito biológico dos extratos de *E. grandis* sobre germinação de sementes de alface com 24 horas após embebição.

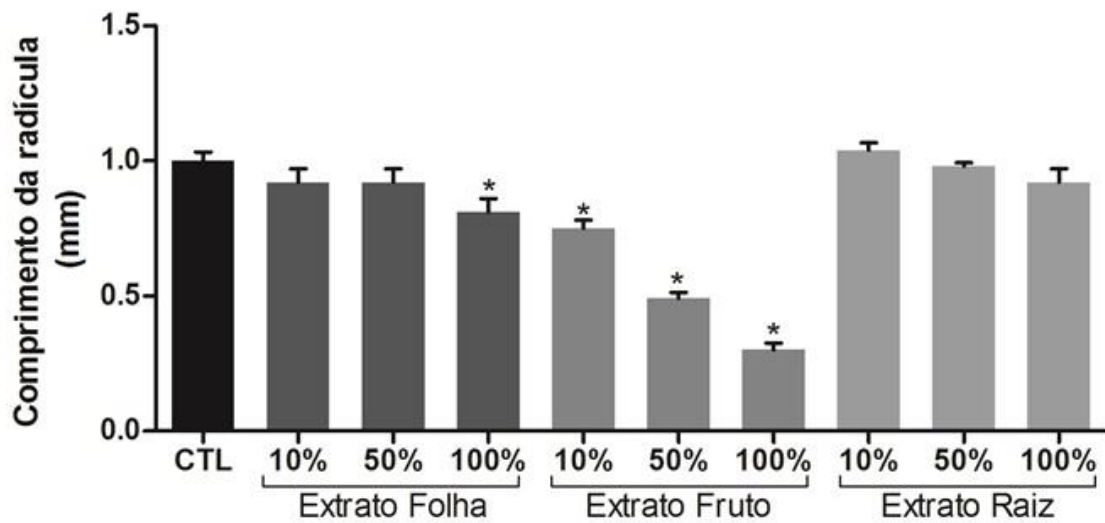


Figura 3. Comprimento da radícula de sementes de alface com 24 horas após a embebição. As barras correspondem a média de 4 experimentos independentes n=20. Asteriscos correspondem a valores estaticamente diferentes em relação ao controle (CTL) de acordo com teste *t*.  $P < 0,0005$ .

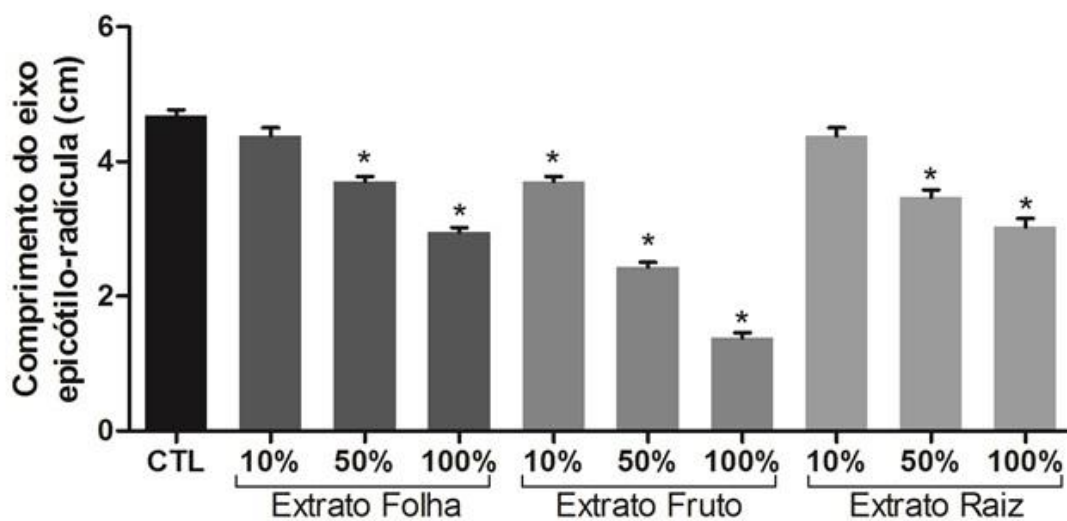


Figura 4. Comprimento do eixo epicótilo-radícula de plântulas com 96 horas de embebição com 10, 50 e 100% de extratos de *E. grandis*. As barras correspondem a média de 4 experimentos independentes n=20. Asteriscos correspondem a valores estaticamente diferentes em relação ao controle (CTL).



Figura 5. Efeito biológico dos extratos de *E. grandis* sobre desenvolvimento pós-germinativo de plântulas de alface com 96 horas após embebição. A: plântulas germinadas com água. B, C, D: plântulas germinadas com 10, 50 e 100% do extrato de folha, fruto e raiz, respectivamente. Barra = 1cm.

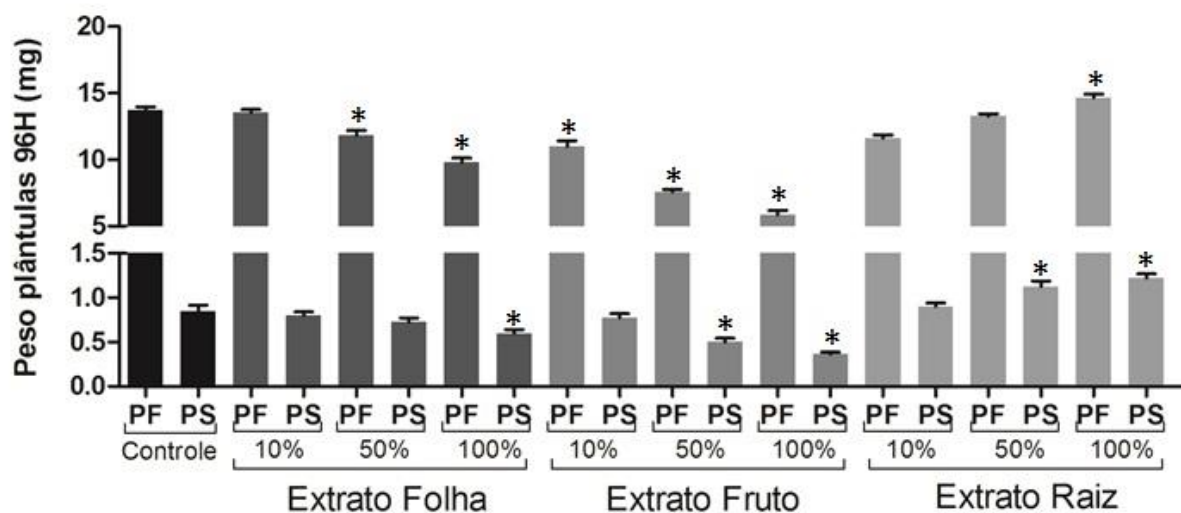


Figura 6. Peso seco e fresco de plântulas com 96 horas de embebição com 10, 50 e 100% de extratos de folha, fruto e raiz de *E. grandis*, respectivamente. As barras correspondem a média de 4 experimentos independentes. Asteriscos correspondem a valores estaticamente diferentes em relação ao controle.

**ANEXO II**

**NORMAS EDITORIAIS DA REVISTA**

## DIRETRIZES PARA AUTORES

Para submissões em língua inglesa, **as quais serão priorizadas para publicação**, a Revista Brasileira de Biociências exige que, se aprovados para publicação, os manuscritos passem sob **nova** e criteriosa revisão do texto final para publicação, a encargo dos autores. **O serviço de revisão dos textos em inglês será feito por profissional designado pela Revista Brasileira de Biociências e será pago diretamente aos responsável pelo serviço, pelos autores.** Mesmo que a versão inicial do manuscrito para avaliação tenha passado por revisão de especialista na língua inglesa, ainda assim **a versão final de um manuscrito aceito deverá passar por nova revisão.**

### PREPARANDO OS ARQUIVOS

Os textos deverão ser formatados em uma coluna, usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento duplo e todas as margens com uma polegada (2,54 cm), em formato de papel A4. Todas as páginas devem ser numeradas sequencialmente. Não numere as linhas. O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos em formato RTF também serão aceitos. **Não submeta arquivos em formato Adobe® PDF.** O arquivo que contém o texto principal do manuscrito **não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela.** Estas deverão ser submetidas como documentos suplementares, separadamente. Ao submeter um manuscrito, o autor responsável pela submissão deverá optar por uma das seguintes seções: ‘Artigo completo’, ‘Revisão’ ou ‘Nota científica’. Todos os manuscritos submetidos no envio on-line deverão subdivido em **DOCUMENTO PRINCIPAL** e **DOCUMENTO(S) SUPLEMENTAR (ES).**

### DOCUMENTO PRINCIPAL

**Primeira página.** Deverá conter as seguintes informações:

- a) Título do trabalho, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações;
- b) Nome completo e por extenso do (s) autor (es), com iniciais em maiúsculo;
- c) Título resumido do trabalho, com até 75 caracteres (incluindo espaços);

d) afiliações e endereço completo de todos os autores (instituição financiadora (auxílio ou bolsas), deverá constar nos Agradecimentos);

e) Identificação do autor para contato e respectivo e-mail (apenas o autor para contato deverá fornecer um e-mail).

**Segunda página.** Deverá conter as seguintes informações:

a) Resumo: incluir o título do trabalho em português, quando o trabalho for escrito em inglês;

b) Abstract: incluir o título do trabalho em inglês, quando o texto for em português. Tanto Resumo como o Abstract deverão conter, no máximo, 250 (duzentos e cinquenta) palavras, estruturados em apresentação, contendo o contexto e proposta do estudo, resultados e conclusões (por favor, omita os títulos);

c) Palavras-chave e key words para indexação: no máximo cinco, não devendo incluir palavras do título.

**Páginas subsequentes.** ‘Artigos completos’ e ‘Notas científicas’ deverão estar estruturados em **Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão** (Resultados e Discussão podendo ser reunidos), **Agradecimentos** e **Referências**, seguidos de uma **lista completa das legendas das figuras e tabelas** (submetidos como documentos suplementares).

Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Escrever os números até dez por extenso, a menos que sejam seguidos de unidade de medida, ou indiquem numeração de figuras e tabelas. Utilize um espaço para separar as unidades de medidas dos valores (10 m, por exemplo; não use 10m). A unidade de temperatura em graus Celsius deve ser escrita com um espaçamento entre o valor numérico (23 oC, por exemplo; não use 23oC ). A posição preferencial de cada figura ou tabela não deverá ser indicada no texto. Isso ficará a critério do editor, durante a editoração. Sempre verifique que as figuras e tabelas estejam citadas no texto. No texto, use abreviaturas (Fig. 1 e Tab. 1, por exemplo). Evitar notas de rodapé. Se necessárias, utilizar numeração arábica em sequência.

As citações de autores no texto deverá seguir os seguintes exemplos: Baptista (1977), Souza & Barcelos (1990), Porto *et al.* (1979) e (Smith 1990, Santos *et al.* 1995). Citar o(s)



autor(es) das espécies só a primeira vez em que as mesmas forem referidas no texto. Citações de resumos de simpósios, encontros ou congressos deverão ser evitadas. Use-as somente se for absolutamente necessário. Comunicações pessoais não deverão ser incluídas na lista de Referências, mas poderão ser citadas no texto. A obtenção da permissão para citar comunicações pessoais e dados não publicados é de exclusiva responsabilidade dos autores. Abreviatura de periódicos científicos deverá seguir o Index Medicus/MEDLINE. Citações, nas Referências, deverão conter todos os nomes dos autores (não use *et al.*)

As referências deverão seguir **rigorosamente** (sob pena de arquivamento da submissão) os seguintes exemplos (respeitar espaçamentos e uso do itálico, por favor):

Artigos publicados em periódicos:

BONGERS, F., POPMA, J., MEAVE, J. & CARABIAS, J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio*, 74: 55-80.

QUADRA, A. A. & AMÂNCIO, A. A. 1978. A formação de recursos humanos para a saúde. *Ciência e Cultura*, 30(12): 1422-1426.

ZANIN, A., MUJICA-SALLES, J. & LONGHI-WAGNER, H. M. 1992. Gramineae: Tribo Stipeae. *Boletim do Instituto de Biociências*, 51: 1-174. (Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul, 22).

Livros publicado por editoras:

CLEMENT, S. & SHELFORD, V. E. 1960. *Bio-ecology: an introduction*. 2nd ed. New York: J. Willey. 425 p.

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge University Press. 382 p.

Capítulos de livro:

CEULEMANS, R. & SAUGIER, B. 1993. Photosynthesis. In: RAGHAVENDRA, A. S. (Ed.). *Physiology of Trees*. New York: John Wiley & Sons. p. 21-50.

NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. & CAVICCHIOLI, M. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: VAZZOLER, A. E. A. M., AGOSTINHO A. A. & HAHN, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM. p. 281-306.

Anais de encontros, congressos, etc.:

CARNEIRO, F. G. 1997. Numerais em esfero-cristais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 49., 1997, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Ed. da UFMG. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. P. & MARIATH, J. E. A. 2000. Embriologia de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil.: estudo da antera e grão de pólen e sua aplicação no melhoramento. In: WINGE, H. (Org.). CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2., 2000, Encantado, RS e REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3., 2000, Encantado, RS. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS/FEPAGRO. p. 140-142.

## DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

**Figuras.** Todas as imagens (ilustrações, fotografias, fotomicrografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas ‘figuras’. Figuras e tabelas devem ser fornecidos como arquivos separados (documentos suplementares), nunca incluídos no texto do documento principal. Figuras coloridas serão permitidas e os editores estimulam que os autores assim o façam. **Não haverá cobrança de custos adicionais para figuras a cores, já que a impressão das mesmas (quando houver) será sempre feita em preto e branco.** A Revista Brasileira de Biociências não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIFF são um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, os autores podem convertê-las para o formato JPEG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPEG pode causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPEG sejam salvos nas qualidades ‘Alta’ (High) ou ‘Máxima’ (Maximum). Não forneça imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint (geralmente geradas com baixa resolução), nem embebidas em arquivos do Microsoft Word (DOC). **Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF também não serão aceitos.** A submissão será arquivada se conter figuras em arquivos DOC, PDF ou PPT. Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas de espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração. Se a figura consiste de diversas partes separadas, é importante que uma simples figura seja submetida, contendo todas as partes da figura. Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e devem fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo de cada figura. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIFF ou JPG. Para fotografias (em preto

e branco ou coloridas), fotomicrografias ou eletromicrografias, forneça imagens em TIFF ou JPG, com pelo menos, 300 dpi.

**ATENÇÃO!** Como na editoração final dos manuscritos o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura mínima das figuras deve ser 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura mínima das figuras (para 300 dpi), deve ser pelo menos 1000 pixels.

Submissões de figuras fora destas características acima (larguras mínimas em pixels) **serão imediatamente arquivadas**. As imagens que não contêm cor devem ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo (estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIFF e JPG). Os tipos de fontes nos textos das figuras deverão ser Arial ou Helvetica. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) devem ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft® Word. Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 170 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 257 mm (página inteira). A letra indicadora de cada figura deve estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" (sempre em maiúsculas, não "a", "b") para distingui-las colocando, na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B, e assim por diante. Não envie figuras com legendas inseridas na base das mesmas. As legendas das figuras deverão ser enviadas no final do documento principal, imediatamente após as Referências. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. Se houver composição de figuras (Figs 1A, 1B, etc.), use cerca de 1 mm (12 pixels para uma figura com largura de 2000 pixels) de espaço em branco entre cada figura. É responsabilidade dos autores obter a permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações: número da figura (em ordem numérica, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie) e a legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços).