

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

PAULA HELENA PEREIRA

**ALELOPATIA EM ACÍCULAS VERDES DE *Pinus elliottii*: SUBSÍDIOS PARA A  
ECOLOGIA DE INVASÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

**PAULA HELENA PEREIRA**

**ALELOPATIA EM ACÍCULAS VERDES DE *Pinus elliottii*: SUBSÍDIOS PARA A  
ECOLOGIA DE INVASÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Campanhã Bechara

DOIS VIZINHOS

2015

*Dedico este trabalho aos meus pais Paulo e Maria Helena, meus irmãos Ilton, Ronaldo, Lu e Mi e ao meu namorado Rory, que me deram carinho e apoio antes, durante e após o encerramento de mais uma etapa da minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), coordenação, corpo docente e funcionários.

A todo corpo docente de forma especial aos que participaram da minha formação nesse período, contribuindo com seus ensinamentos para com minha formação pessoal e profissional.

Ao grupo PET Florestal, que me ensinou os pilares de ensino, pesquisa e extensão, pelos conhecimentos compartilhados e adquiridos.

Ao Prof. D. Fernando Campanhã Bechara, por ter aceito me orientar, pela confiança, amizade, incentivos.

Aos membros componentes da banca de defesa do trabalho de conclusão de curso Prof. D. Américo Wagner Júnior e Prof. D. Daniela Cleide Azevedo de Abreu.

A minha família pelo apoio e incentivo sempre, em especial a minha mãe pelo exemplo de vida e sabedoria.

A todos os meus amigos e colegas, em especial ao Clézio Mota “kiel”, Larissa Topanotti “lauracea”, Géssica Rêgo, Jean Favaro “Patinho”, Érica Militão, Sidinei Dallacort “cowboy” pela amizade, carinho e por estarem presentes e tornarem os anos da faculdade mais divertidos.

E principalmente a Deus pela oportunidade de ter me permitido chegar até aqui e com certeza continuar a caminhada, iluminando minha mente e meu coração.

Muito Obrigada!



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Dois Vizinhos  
Curso de Engenharia Florestal



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

ALELOPATIA EM ACÍCULAS VERDES DE *Pinus elliottii*: SUBSÍDIOS PARA  
ECOLOGIA DE INVASÃO

por

PAULA HELENA PEREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 23 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Fernando Campanhã Bechara  
Orientador

---

Prof. Dr. Américo Wagner Júnior  
Membro titular (UTFPR)

---

Prof. Dr. Daniela Cleide Azevedo de Abreu  
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

*“É preciso substituir um pensamento que isola e  
separa por um pensamento que distingue e une.”*

*Edgar Morin*

## RESUMO

PEREIRA, Paula Helena. **Alelopatia em acículas verdes de *Pinus elliottii*: subsídios para a ecologia de invasão**. 2015. 31 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, PR.

Há um vasto conhecimento a respeito do manejo das florestas plantadas de *Pinus* voltado à produção, porém pouco se sabe em relação à dinâmica de invasão biológica do gênero. A alelopatia é um dos fatores que atua diretamente na dinâmica de populações. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial alelopático de extrato aquoso de acículas verdes de *Pinus elliottii* na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L.(alface). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em bifatorial (2x5), forma de extração (água destilada e etanol) x concentrações dos extratos (0, 5, 10, 15 e 20%), em seis repetições sob condições de temperatura, umidade e luminosidade controladas. As avaliações foram realizadas no tempo em intervalos regulares de 24 horas, de 0 a 240 horas. A partir dos dados coletados, determinou-se a percentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, comprimento e massa seca das plântulas. O extrato aquoso de acículas de *P. elliottii* apresentou propriedade inibitória na germinação, índice de velocidade de emergência e no crescimento inicial de *Lactuca sativa*, onde o efeito aumentava conforme aumentava a concentração.

**Palavras chave:** aleloquímico, invasão biológica, espécies exóticas invasoras.

## ABSTRACT

PEREIRA, Paula Helena. **Allelopathy in green needles of *Pinus elliottii*: allowance for invasion ecology**. 2015. 31 f. Final paper (Graduation in Forest Engineer) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, PR.

There is vast knowledge about the management of planted forests of *Pinus*, which has returned to production, but little is known in the intrinsic terms related to the dynamics of the invasion of species. Allelopathy is one factor that acts directly on the survival and evolution of the species. Therefore, this study aims to evaluate the allelopathic potential of green needles of *Pinus elliottii* in the germination and early growth of *Lactuca sativa* L. (lettuce). The experiment was conducted in a completely randomized design with the treatments distributed in factorial (2x5), shape extraction (distilled water and ethanol) x extracts concentrations (0, 5, 10, 15 and 20%) in six repetitions under conditions temperature, humidity and light controlled. The evaluations were performed at regular time intervals 24 hours, from 0 to 240 hours. From the collected data, four things were determined: the percentage of germination, emergence speed index, average time of emergency, length and dry mass of seedlings. The aqueous extract of needles of *P. elliottii* presented inhibitory property on germination, emergency speed index and initial growth of *Lactuca sativa*, where the effect increased as the concentration increased.

**Keywords:** allelochemical, biological invasion, invasive alien species.



## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Equação ajustada para germinação de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* segundo forma de extração em água destilada e em etanol..... 21
- Gráfico 2 - Equação ajustada para o índice de velocidade de germinação (IVG) de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em água destilada e em etanol..... 22
- Gráfico 3 - Equação ajustada para o comprimento da raiz e comprimento total da plântula, em centímetros, de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em água destilada. .... 23
- Gráfico 4 - Equação ajustada para o comprimento da raiz e comprimento total da plântula, em centímetros, de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em etanol. .... 23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	12
<b>4 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>5 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>6 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus*, natural do Hemisfério Norte, é encontrado principalmente em ambientes com condições adversas e restritas, tais como topos de montanha, solos ácidos e de fertilidade reduzidas, áridas e frias. Estas são características facilitadoras de algumas de suas espécies, para agir como invasoras tanto no Hemisfério Norte, como também no Hemisfério Sul. Um dos fatores que facilitam seu estabelecimento sobre tais locais são as associações micorrízicas realizadas pela espécie, bem como alto potencial de dispersão, germinação e reprodução, produção de grande quantidade de sementes com dispersão gradativa ao longo dos ciclos reprodutivos (TOMAZELLO FILHO; KRUGNER, 1982, p.16; RICHARDSON; HIGGINS, 1998, p. 455-469; RICHARDSON, 2006, p.378-381; BECHARA et al., 2013).

O *Pinus* foi introduzido no Brasil na década de 50, com plantios experimentais, visando à escala comercial (ZIPPERER, 1963, p. 199) e desde então se estendeu por todo território brasileiro, principalmente na região sul, onde é possível encontrar extensos reflorestamentos de *P. elliottii* e *P. taeda*. Porém essas espécies apresentaram comportamento invasor ao longo do tempo, indicadas por Rejmanek e Richardson (1996, p. 1655-1661) como aquelas com maior grau de invasibilidade do gênero. Podem gerar sérios problemas à biodiversidade, causando mudanças severas nos ecossistemas naturais ao se estabelecer fora dos talhões produtivos, modificando a função e a fisionomia natural, levando as populações nativas ao declínio genético. Os problemas relacionados à invasão biológica são crescentes com o passar do tempo, tendendo a se multiplicar e espalhar, impedindo a recuperação dos ecossistemas afetados (ZENNI; ZILLER, 2011, p. 443-445; BECHARA et al., 2014, p. 69-70).

Há vasto conhecimento a respeito do manejo da floresta plantada de *Pinus* voltado à produção e aos aspectos estruturais, porém pouco se sabe em termos intrínsecos relacionados à sua dinâmica de invasão. A alelopatia é um dos fatores que atua diretamente na sobrevivência e evolução da espécie, sendo segundo Chou (1999, p. 609- 610) um mecanismo determinante na ecologia que influencia a dominância e sucessão de plantas, afetando a formação das comunidades.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial alelopático de *Pinus elliottii* como subsídio para o entendimento da ecologia de invasão da espécie.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Verificar a interferência do extrato de acículas verdes de *P. elliottii* na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (alface).

#### 4 JUSTIFICATIVA

Após levantamento bibliográfico, envolvendo diferentes espécies e variedades do gênero *Pinus* e seus efeitos alelopáticos sobre a germinação e desenvolvimento de plantas, observaram-se que os estudos são escassos, principalmente no Brasil, bem como a metodologia utilizada pelos autores, as quais não apresentam um padrão definido.

Considerando a importância do conhecimento do processo de invasão, a influência da alelopatia na dinâmica de sub-bosque e a escassez de estudos relacionados aos efeitos alelopáticos das acículas de *P. elliottii*, torna necessário o entendimento mais apurado das interações químicas planta-planta. O desenvolvimento de trabalhos nesse sentido é essencial, para a busca de respostas, que auxiliem na tomada de decisões no controle dessas espécies que tem comprovada elevada capacidade invasora.

O efeito dos aleloquímicos sobre a germinação e/ou desenvolvimento das plântulas são manifestações secundárias de efeitos ocorridos a níveis inicialmente moleculares e celulares. A tolerância ou resistência aos metabólitos secundários que funcionam como aleloquímicos é mais ou menos específica, onde há espécies que são mais sensíveis do que outras, como, por exemplo, *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicon esculentum* (tomate), fato que explica o uso frequente de tais espécies em biotestes de laboratório (FERREIRA; AQUILA, 2000, p. 176).

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

*Pinus* é o maior gênero das coníferas, chegando a 105 espécies a atravessar o Equador, com distribuição natural variando entre as regiões árticas e subárticas da América do Norte, sul da Eurásia, bem como, as regiões subtropicais e tropicais da América Central e Ásia. Foi introduzido no Brasil na década de 50 para experimentação florestal, chegando ao Paraná em 1955 os primeiros talhões de *P. caribaea* e *P. taeda*, seguido pelo *P. elliottii* em 1957. Em 1966, com a criação da lei de incentivos fiscais para o plantio de florestas comerciais, houve uma grande expansão dos empreendimentos florestais, se estendendo por todo território brasileiro, principalmente na região sul do país, com destaque para as espécies *P. elliottii* e *P. taeda* cujo uso era como fonte de matéria-prima para as indústrias de madeira serrada e resina especialmente as indústrias de papel e celulose (SPELTZ, 1963, p. 45-48; PRICE et al., 2000, p. 49; TUOTO; HOEFLICH, 2008, p. 17-18).

Por outro lado, grande número de espécies desse gênero promove a invasão biológica, tanto no Hemisfério Norte (China, Estados Unidos, França, Filipinas, Índia, Israel e Nepal) bem como, de modo mais acentuado no Hemisfério Sul, conferindo ao gênero *Pinus* o título de um dos invasores mais problemáticos do mundo. O gênero abrange em torno de dezenove espécies que agem como invasor no hemisfério sul, com destaque para o *Pinus elliottii* que se comporta como invasora agressiva em países, como: África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Nova Zelândia, incluindo o Hawaii nos EUA (RICHARDSON; BOND, 1991, p. 639-668; RICHARDSON; HIGGINS, 1998, p. 450-455; PRICE et al., 2000, p. 49-52; RICHARDSON; REJMÁNEK, 2004, p.321-331; BECHARA et al., 2013).

Na África do Sul, houve a redução da biodiversidade e ameaça de 750 espécies, onde milhares de ha foram invadidos por *Pinus*. Na Nova Zelândia há registros de treze espécies invasoras de *Pinus*. Já na Argentina, a colonização de *Pinus halepensis* foi responsável pela ameaça às áreas conservadas, prejudicando a riqueza da diversidade local (RICHARDSON; HIGGINS, 1998, p. 453; RICHARDSON, 2006, p. 280-281; ZALBA et al., 2008, p. 539-546).

No Brasil, segundo Zenni e Ziller (2000, p. 431-446) os maiores invasores de áreas naturais e alteradas são *P. elliottii* e *P. taeda* os quais provocam a degradação de ecossistemas de vegetação herbáceo-arbustivo de forma progressiva, acarretando na perda da biodiversidade nativa, sendo encontrados principalmente na região sul do país. Estas espécies têm facilidade para se estabelecerem em ecossistemas abertos, alterados, solos pobres, devido em especial à sua associação micorrízica, o que confere vantagem destas sobre outras espécies

e a regeneração natural do local, conferindo ao *Pinus* boas características de colonizador, potencializando-o como invasor de sistemas abertos e antropizados.

Além disso, o gênero *Pinus* forma uma camada de serrapilheira sobre os talhões dificultando sua própria regeneração, bem como a regeneração das espécies nativas. AUER et al. (2007, p. 128) concluíram que a decomposição de serrapilheira é a principal garantia da produtividade das florestas plantadas de *Pinus* no Brasil, onde as acículas são o principal componente dos resíduos florestais. Estas conferem a ciclagem de nutrientes, e o processo de decomposição pode produzir efeito acidificante sobre as camadas superficiais do solo, o que pode limitar a regeneração de plantas melhor adaptadas a solos menos ácidos (WILLIAMS; GRAY, 1977, p. 613-619; MAFRA et al., 2008, p. 220; WASTOWSKI et al., 2010, p. 1451).

Voltolini e Zanco (2010, p. 102-108) em uma avaliação da densidade de plântulas de espécies nativas de Floresta Atlântica com e sem *Pinus elliottii*, em Caçapava, estado de São Paulo, constataram que este representou um impacto negativo sobre as espécies nativas, onde as sementes das nativas conseguiram germinar mais em locais onde a espessura da serrapilheira é fina, o que indica um gradiente de impacto. Ao mesmo tempo, as plântulas dentro das áreas com os pinheiros diminuíram durante o período de chuvas e, os autores sugerem, portanto, que pode haver efeito conjunto da umidade e das substâncias alelopáticas.

Em estudo feito por Abreu e Durigan (2011, p. 269-278) sobre a ecologia de invasão do *Pinus elliottii* no cerrado brasileiro, mostrou que após a invasão, a espécie exótica causou alterações visíveis na estrutura, composição e nas características funcionais das espécies nativas, sendo que neste caso, a estrutura savânica desapareceu em menos de uma década. A espessa camada de acículas depositada sobre o solo pela espécie à medida que se adensou, chegando a atingir neste estudo 14 cm de espessura, foi o principal fator responsável pelo desaparecimento de gramíneas, indivíduos herbáceos e ciperáceas. Esse efeito nocivo do acúmulo de acículas foi observado em outras espécies do gênero *Pinus*.

Abreu e Durigan (2011, p.269-278) e Durigan et al. (2013, p. 23-30) ao estudarem o desenvolvimento do *Pinus elliottii* em ambientes nativo e invadido sugeriram que o fechamento do dossel e o aumento da camada de serrapilheira promoveram a eliminação de espécies nativas, sendo imprescindível ações de prevenção da invasão, já que os recursos financeiros e humanos são limitados e que as invasões contribuem para a perda da biodiversidade e comprometem os serviços dos ecossistemas.

Na Venezuela em um experimento realizado por Bueno e Baruch (2011, p. 1073-1075) em casa de vegetação, a emergência do banco de sementes de espécies nativas foi reduzida em 50% com a presença da camada de acículas de *Pinus caribaea*. Na Austrália, áreas

próximas à plantação de *Pinus radiata* sofreram interferência negativa com a deposição da camada de acículas promovendo alterações na composição e riqueza de espécies nativas, havendo perda da biodiversidade nativa e facilitando a invasão da espécie exótica (BAKER et al, 2007, p.521-532).

*Pinus* pode ainda produzir metabólitos secundários, denominados alelopáticos, cujo efeito pode ser positivo ou negativo dependendo da concentração, dinâmica e da sensibilidade das espécies alvos, os quais desempenham papel importante nas interações ecológicas entre plantas. Os compostos podem afetar no crescimento, prejudicar o desenvolvimento da planta, bem como, inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais. A tolerância aos efeitos aleloquímicos pode ser mais ou menos específica, sendo que algumas espécies são mais sensíveis do que outras. Tal fator desenvolve papel relevante na sucessão florestal (SILVA, 1978, p. 90-96; RICE, 1984, p.17; FERREIRA; AQUILA, 2000, p. 176 SILVA, 2012, p. 67).

Os metabólitos secundários pertencem a diferentes categorias de compostos, tais como fenóis, ácidos graxos, terpenos, alcalóides, poliacetilenos e peptídeos. Estes estão presentes em todos os tecidos da planta: folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes, porém a forma como são liberados e a quantidade diferem de espécie para espécie (FRIEDMAN, 1995, p. 633).

Além dos estudos de campo sobre os efeitos mecânicos da serrapilheira, também há trabalhos laboratoriais sobre seus efeitos químicos. Villavicencio et al. (2010, p. 90-92), em um estudo utilizando extratos de *Pinus taeda* em ensaios laboratoriais, os quais foram retirados de um povoamento 7 anos de idade estabelecido na Floresta Nacional de São Francisco de Paula/RS, observaram que compostos fenólicos hidrossolúveis, extraídos das acículas, apresentaram efeito alelopático sobre as sementes de *Lactuca sativa* (alface). Estes causaram diminuição do percentual e da velocidade de germinação das sementes, sugerindo que os compostos presentes nos extratos com propriedades inibidoras, impediram o crescimento das plântulas, através da interferência em rotas metabólicas das raízes.

Sartor et al. (2009, p. 1653-1659) testou o potencial alelopático de *Pinus taeda* sobre *Avena strigosa*, utilizando-se diferentes concentrações de extratos aquosos obtidos de diferentes estágios de maturação de acículas: i) verdes e vistosas; ii) moderadamente decompostas; e iii) em decomposição avançada (secas). Os efeitos inibitórios mais acentuados foram observados na germinação, comprimento da radícula e de epicótilo e na velocidade de germinação, quando cultivados na presença de acículas verdes de *Pinus*, principalmente nas maiores concentrações do extrato. Já os extratos aquosos de acículas



moderadamente decompostas e em decomposição avançada não afetaram a germinação e o desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*.

Azevedo et al. (2007, p. 1-2) também utilizando sementes de alface, avaliaram o efeito alelopático de extrato aquoso de *P. elliotii*, onde o extrato das folhas não promoveu efeito significativo sobre a germinação das sementes, porém observou-se efeito sobre o desenvolvimento da raiz, havendo redução significativa.

Já Ferreira et al. (2007, p. 1056-1059) ao realizarem um experimento cujo objetivo foi avaliar o efeito alelopático de extratos etanólicos de *P. elliotii* na germinação e no crescimento inicial de *Bidens pilosa* L. (picão-preto) e *Lactuca sativa* L. (alface), constataram que o extrato de *P. elliotii* não demonstrou efeito alelopático sobre ambas as espécies testadas.

## 6 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, sob condições de temperatura, umidade e luminosidade controladas. No ensaio foi utilizado extrato de folhas de *Pinus elliottii* em estágio de acículas verde para a avaliação do potencial alelopático sobre sementes de *Lactuca sativa* L.(alface).

A coleta do material foi realizada em um talhão adulto de *Pinus elliottii* com 15 anos de idade, localizado no município de Francisco Beltrão, Paraná. O material vegetal foi coletado no estágio de acículas verdes ainda presentes na copa das árvores, a qual foi realizada em 10 árvores das bordas.

Para a extração em água destilada foram utilizadas diferentes concentrações de extratos de acículas, em que, para a obtenção de extrato bruto, foram triturados 125g de acícula verde, em 500 mL de água destilada, por meio de um liquidificador. Depois de filtrado o extrato bruto foi centrifugado a 3.000 rpm, durante cinco minutos, do qual foi retirado o líquido sobrenadante e que foi considerado como extrato bruto (EB), na concentração de 100% da concentração de água + extrato de acículas. A partir do extrato bruto, foram feitas as diluições com água destilada para a obtenção das soluções com concentrações 5%, 10%, 15% e 20%. O efeito dessas quatro concentrações foi comparado com o de água destilada, considerada como testemunha (concentração 0%). Foram utilizadas caixas acrílicas do tipo *gerbox*® com tampa, com seis repetições de 25 sementes colocadas sob papel *germtest*® umedecidas com as soluções mencionadas com volume igual a duas vezes o peso do papel (BRASIL, 2009, p. 162).

Para a extração em etanol, as acículas verdes foram secadas em estufa de circulação forçada de ar a 40°C, e triturados posteriormente. A temperatura ambiente durante intervalos de dois dias entre cada extração, o material foi então submetido a três extrações sucessivas com etanol. Foram utilizados 44 g de massa seca para 0,75 L de etanol p.a para extração. Após cada extração, o material foi filtrado e encaminhado para evaporadores rotativos a vácuo à temperatura de 55°C para total eliminação do etanol. A partir do extrato bruto, foi feita a diluição de 2 g do extrato bruto em 50 mL de *Tween 20* a 4% e os testes nas concentrações 5%, 10%, 15% e 20%. O efeito dessas quatro concentrações foi comparado com a solução de *Tween 20* a 0,08%, considerada como testemunha (concentração 0%). Foram utilizadas caixas acrílicas do tipo *gerbox*® com tampa, com seis repetições de 25

sementes colocadas sob papel *germitest*® umedecidas conforme testes anteriores (BRASIL, 2009, p. 162).

Os ensaios das duas metodologias foram colocados em câmara BOD reguladas sob temperatura de 20°C e fotoperíodo de 8 horas de escuro e 16 horas de luz. As sementes foram pré-resfriadas a 10°C por três dias para superar a dormência. As avaliações iniciaram 96 horas após a semeadura, com contagens e medições diárias realizadas sempre no mesmo horário até completarem 240 horas. A partir da obtenção dos dados, determinou-se a percentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (t), matéria seca e comprimento radicular e total das plântulas. Os cálculos foram realizados de acordo com Maguire, (1962); Labouriau e Valadares (1976), a saber:

- porcentagem de germinação (G%) =  $(N/A) * 100$ ; onde N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

- índice de velocidade de emergência (IVE):  $IVE = \sum (ni/i)$ ; onde ni = número de sementes germinadas por dia; i = número de dias transcorridos a partir da semeadura.

- tempo médio de emergência t:  $(\sum niti) / \sum ni$ ; onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

Foram realizadas avaliações biométricas, medindo o comprimento (cm) das radículas e plântulas com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. Considerou-se germinadas as sementes, as que emitiram radícula e caulículo, com todas as estruturas essenciais perfeitas, demonstrando assim, sua aptidão para produzirem plantas normais em condições favoráveis de campo.

Para determinação da matéria seca, utilizaram-se as plântulas após a medição, onde as mesmas foram colocadas em sacos de papel e levados à estufa a temperatura de 60°C, até atingirem massa constante. Em seguida foi determinada a matéria seca média, sendo os resultados expressos em miligramas. Foi realizado também a medição do potencial osmótico e pH do extrato mais concentrado (100%) das acículas de *Pinus elliottii* da extração em água e etanol, a temperatura de 25°C.

Para cada experimento o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em seis repetições de 25 sementes para extração em água destilada e também em etanol. Os valores de germinação foram transformados para  $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$ . Os dados foram submetidos, após a realização do teste de Bartlett, à análise de variância e, quando os efeitos de tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade, foram ajustadas as funções de regressão para as variáveis analisadas.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

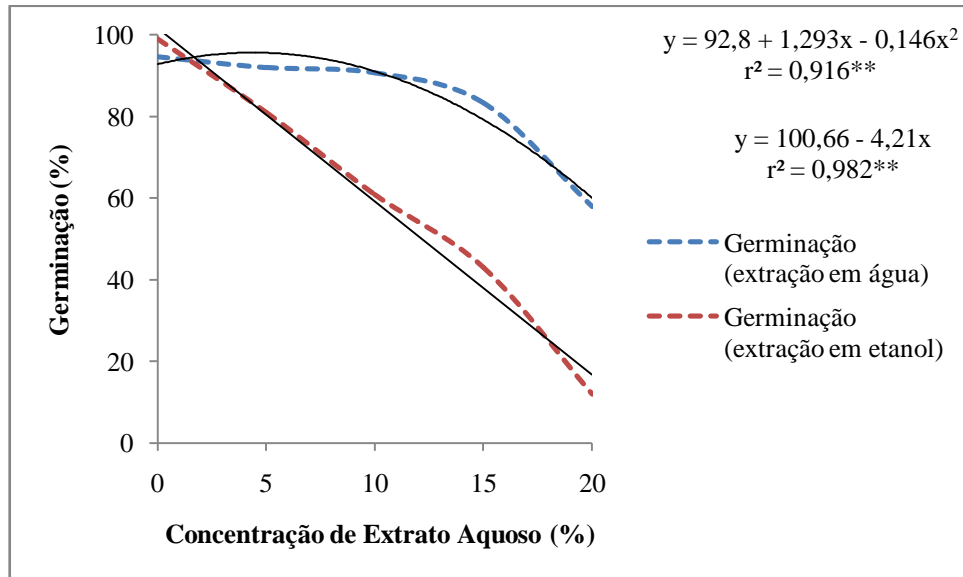
A análise de variância para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz e comprimento total (parte apical mais radicial) das plântulas apresentou efeito significativo para as concentrações de extrato testadas, conforme extração em água e etanol. Porém o mesmo não ocorreu para as variáveis matéria seca e tempo médio de germinação.

O pH obtido para as acículas da espécie em questão foi de 6,17 para a extração em água e 4,68 para extração em etanol. O potencial osmótico foi de -0,19 MPa e - 0,081 MPa, respectivamente. Conhecer os valores de pH e potencial osmótico são fundamentais quando realizamos testes alelopáticos, pois pode haver neles substâncias como aminoácidos, açúcares e ácidos orgânicos que podem influenciar na concentração iônica que são osmoticamente ativos (FERREIRA; AQUILA, 2000, p. 193; FERREIRA; BORGUETTI, 2004, p. 241). A *Lactuca sativa* aceita uma ampla faixa de pH 3 a 7 para germinação (BASKIN; BASKIN, 1998, p. 436). Para Gatti (2004, p.465) soluções com potencial osmótico que não ultrapassem -0,2MPa não irão interferir significativamente sobre as sementes e/ou plântulas e mascarar o efeito alelopático. Pode-se, dessa forma, descartar a possibilidade de interferência desses fatores nos resultados, reforçando a idéia de que os efeitos obtidos nas variáveis foram devido à presença de substâncias inibidoras, de efeitos tóxicos devido à atividade alelopática do extrato de *P. elliotii*.

A porcentagem de germinação ajustou-se a equação quadrática para extração em água destilada e a equação linear decrescente para extração em etanol (gráfico 1). Observa-se, conforme as equações, que o aumento do extrato aquoso de *P. elliotii* originou um decréscimo nos valores de porcentagem de germinação. Com base nos resultados obtidos dos extratos aquosos com extração em água destilada, nota-se que a concentração de 20% produziu efeitos inibitórios significativo, inibindo em 40% a germinação das sementes de *Lactuca sativa*. Quanto à extração em etanol percebeu-se redução na capacidade germinativa com o aumento das concentrações, onde 15% e 20% ocasionaram maior efeito negativo sobre a germinação, inibindo em 56% e 87% a germinação das sementes, respectivamente, quando comparada a testemunha.

A germinação com extração em etanol foi mais afetada, apresentando maior inibição, fato que pode ser atribuído a maior extração dos compostos alelopáticos presentes no extrato do que a extração feita com água destilada, contradizendo os resultados obtidos por Ferreira et al. (2007, p. 1056) que descreveram que o extrato etanólico de *P. elliotii*, em diferentes

concentrações, não apresentaram efeito alelopático para as variáveis germinação e crescimento inicial, para *Bidens pilosa* L. e *Lactuca sativa* L, bem como no estudo de Azevedo et al. (2007, p. 1-2).



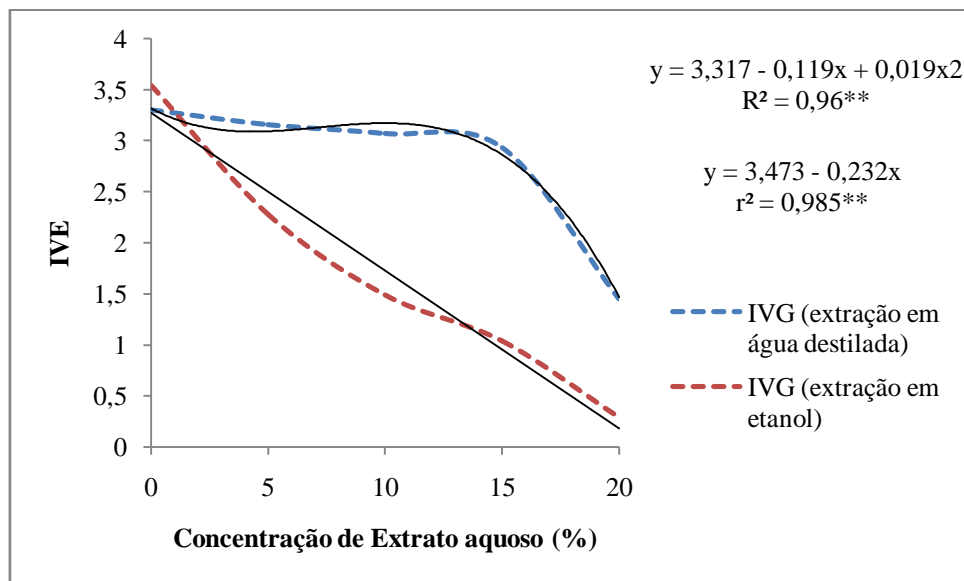
**Gráfico 1 – Equação ajustada para germinação de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* segundo forma de extração em água destilada e em etanol. (\*\*Valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).**

Em estudo feito por Sartor et al. (2009, p. 1655), onde os autores testaram o efeito inibitório de extrato aquoso de acículas verdes, secas e em decomposição de *Pinus taeda* na germinação de sementes de aveia (*Avena strigosa*), foi verificado retardamento nesse processo, obtendo-se maior impacto alelopático na germinação das sementes com extrato aquoso de acículas verdes, devido ao fato que essas acículas provavelmente continham maior concentração de compostos alelopáticos em comparação a acículas secas ou em decomposição. Essa diferença no efeito alelopático de extratos de acículas secas e verdes também foi verificado por Schwade et al. (2010, p. 3), onde os autores observaram menor porcentagem de germinação de sementes de *Avena strigosa* no tratamento com extrato obtido de acículas verdes de *P. elliotti*, afetando negativamente a germinação de sementes de *A. strigosa*.

O índice de velocidade de germinação ajustou-se a equação quadrática para extração em água destilada e a equação linear decrescente para extração em etanol (gráfico 2), conforme aumentou-se a concentração dos extratos.

O efeito alelopático não se limita apenas a inibir a germinação, mas principalmente retardando a velocidade de germinação (FERREIRA; BORGUETTI, 2004, p. 156). Pelo

resultado do IVE das sementes de alface (gráfico 2), pode-se confirmar tal comportamento, uma vez que as sementes na concentração zero de extrato aquoso germinaram mais rapidamente do que as que foram condicionadas nas concentrações de 5%, 10%, 15% e 20% de extrato aquoso, especialmente a extração feita em etanol. Observa-se uma redução no índice de velocidade de germinação do alface conforme houve o aumento na concentração do extrato. Isso significa que o vigor das sementes de alface foram afetadas e que a diminuição da velocidade média foi decorrente do aumento do número de dias para que ocorresse a germinação.



**Gráfico 2 - Equação ajustada para Índice de Velocidade de emergência (IVE) de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em água destilada e em etanol. (\*\*Valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).**

Em comparação com outros trabalhos, efeitos similares foram encontrados por Sartor et al. (2009, p. 1653-1659 ) e Villavicencio et al. (2010, p. 90-92) ao avaliar o efeito de acículas verdes de *Pinus taeda* sobre sementes de *L. sativa*. A velocidade de germinação diminuiu de acordo com o aumento da concentração de extrato de acícula verde.

Quando ocorre a germinação, a radícula pode absorver substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação das células, conforme for a concentração da substância, podendo retardar o tempo da emergência (PERIOTTO et al. 2004, p. 428).

O comprimento da radícula e da plântula se ajustaram a equação linear decrescente, para ambas as extrações (gráficos 3 e 4), as quais também foram afetados pela aumento de extrato aquoso de *P. elliottii*. Notou-se que houve diminuição significativa no comprimento da radícula e total da plântula, conforme houve o aumento das concentrações de extrato aquoso. Demonstrando que ambas as formas de extração (água destilada e etanol)

prejudicaram o crescimento inicial das plântulas de alface, efeito este que talvez demonstre a condição alelopática que os extratos possuem e que interferem quando presentes na natureza.

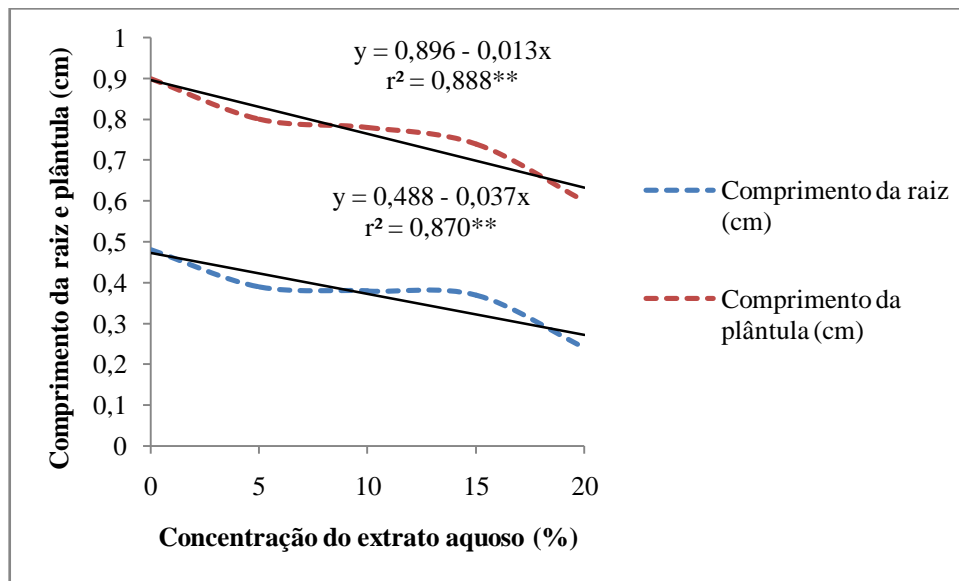


Gráfico 3 - Equação ajustada para comprimento da radícula e total da plântula (cm) de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em água destilada. (\*\*Valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).

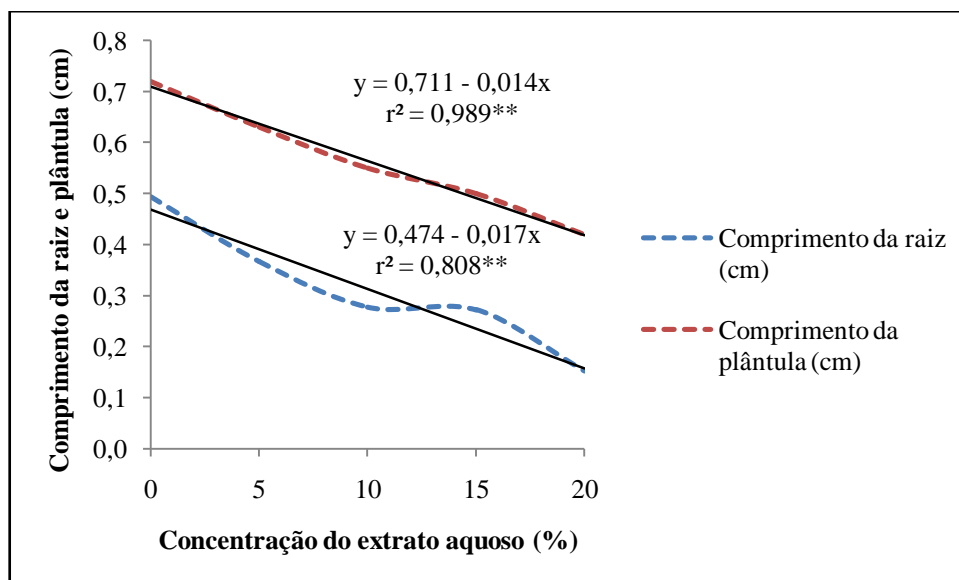


Gráfico 4 - Equação ajustada para comprimento da radícula e total da plântula (cm) de *Lactuca sativa* L.(alface) em função de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Pinus elliottii* com extração em etanol. (\*\*Valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).

Os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto sobre a germinação quanto sobre o desenvolvimento e/ou crescimento da plântula. O efeito é mais drástico sobre o desenvolvimento e/o crescimento, conforme obtido no presente trabalho. O comprimento das

radículas ou plântulas são os parâmetros mais usados para avaliar o efeito alelopático sobre o desenvolvimento e/ou crescimento (INDERJIT; DASHINI, 1995, p. 34).

Em estudo feito por Azevedo et al. (p. 1-2) observaram efeito similar do extrato aquoso de *P. elliotii* sobre sementes de alface, no qual houve redução significativa da radícula.

Pode-se observar que houve interação entre a germinação, IVG, comprimento da raiz e hipocótilo com a concentração do extrato aquoso. Ao aumentar a concentração do extrato, ocorreu uma redução gradativa desses fatores, o que pode estar relacionado à quantidade de aleloquímicos presentes na solução da espécie estudada. Diversos autores também constaram esse efeito, ao analisarem a alelopatia de outras espécies (GATTI et al., 2004, p.469; SILVA; AQUILA, 2006b, p. 66; WANDSCHEER; PASTORINI, 2008, p. 951; WANDSCHEER et al., 2011, p. 28; VOLTARELI et al., 2012, p. 782; PRICHOA et al., 2013, p. 201)

Todavia, os testes em campo são essenciais para a comprovação da intensidade dos efeitos alelopáticos. Em condições edafoclimáticas reais, os aleloquímicos podem sofrer alterações, pela ação de microrganismos ou outros fatores presentes no solo, que podem ser benéficos ou maléficos para as plantas vizinhas (FERREIRA; BORGUETTI, 2004, p. 157). Com isso outros estudos devem ser estimulados visando comparar os efeitos alelopáticos das acículas de *Pinus*, fornecendo maior suporte para obtenção de subsídios para ecologia de invasão.



## CONCLUSÃO

Os extratos aquosos de acículas verdes de *Pinus elliottii* exerceram, estatisticamente, efeitos inibitórios sobre a germinação, velocidade de germinação e crescimento inicial de plântulas de alface. Constatou-se assim, o potencial alelopático dessa espécie, característica que auxilia o entendimento de sua alta capacidade invasora e a menor regeneração de plantas nativas no sub-bosque de talhões de *P. elliottii* no sul do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Rodolfo César Real de; DURIGAN, Giselda. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. **Plant Ecology & Diversity**, vol. 4, p. 269-278, 2011.

AUER, Celso Garcia; GHIZELINI, AngelaMichelato; PIMENTEL, Ida Chapaval. Decomposição fúngica de acículas em plantios de *Pinus*. **Pesquisa Florestal brasileira**, Colombo, n. 54, p. 127-138, 2007.

AZEVEDO, Vanessa Kunz; BRAGA, Thiago Ventura Scolari; GOI, Silvia Regina. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus elliottii* sobre a germinação de *Lactuca sativa* (alface). In VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, MG. **Anais...** p. 1-2, 2007.

BAKER, Andrew C.; MURRAY, Brad. R; HOSE, Grant C. Relating pine-litter intrusion to plant-community structure in native eucalypt woodland adjacent to *Pinus radiata* (Pinaceae) plantations. **Australian Journal of Botany**, vol. 55(5), p. 521-532, 2007.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. 1998. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press., 1998, 666p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRAINE, Jessie W.; AGUIAR, Adam C.; BEDNARZUK, Marcos H.; WACHOWICZ, Cytia M. Germinação de sementes de alface na presença de acículas de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Estudo Biológico**, v. 32/33, n. 76-81, p. 67-72, 2011.

BECHARA, Fernando Campanhã; REIS, Ademir; BOURSCHEID, Kurt; VIEIRA, Neide Koehntopp; TRENTIN, Bruna Elisa. Reproductive biology and early establishment of *Pinus elliottii* var. *elliottii* in Brazilian sandy coastal plain vegetation: implications for biological invasion. **Scientia Agricola**, v. 70, n.2,p. 88-92, 2013.

BECHARA, Fernando Campanhã; REIS, Ademir; TRENTIN, Bruna Elisa. Invasão Biológica de *Pinus elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Revista Floresta**, v. 44, n. 1, p. 63-75, 2014.

BUENO, Andrea; BARUCH, Zdravko. Soil seed bank and the effect of needle litter layer on seedling emergence in a tropical pine plantation. **Revista de Biologia Tropical**, vol. 59 (3), p.1071-1079, 2009.

CHOU, Chang Hung. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture, **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 18, p. 609-636, 1999.

DURIGAN, Giselda; IVANAUSKAS, Natalia M.; ZAKIA, Maria J. B.; ABREU, Rodolfo C. R. Control of Invasive Plants: Ecological and Socioeconomic Criteria for the Decision Making Process. **Natureza & Conservação**, v. 11, nº 1, p. 23-30, 2013.

DE CONTI, Daniela, FRANCO, Elcí T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **R. Brasileira Agrociência**, v. 17, n. 2-4, p. 193-203, 2011.

FERREIRA, Alfredo Gui.; AQUILA, Maria Estefânia Alves. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v. 12, Edição especial, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, Magda Cristiani; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004, 323p.

FERREIRA, Magda Cristiani; SOUZA, José Roberto Pinto; FARIA, Teresinha Jesus. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2007.

FRIEDMAN, Jacob. Allelopathy, autotoxicity, and germination. In: Jaime Kigel; Gad Galili. **Seed development and germination**. Marcel Dekker Inc., New York, p. 629-644, 1995.

GATTI, Ana Beatriz; PEREZ, Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade; LIMA, Maria Inês Salgueiro. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.3, p. 459-472, 2004.

INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M On laboratory bioassays in allelopathy. **The Botanical Review**, v. 61, n. 1, p. 28-44, 1994.

LABORIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 263-264, 1976.

MAFRA, Álvaro Luiz; GUEDES, Sulamita de Fátima figueiredo; KLAUBERG FILHO, Osmar; SANTOS, Júlio César Pires; ALMEIDA, Jaime Antônio de; ROSA, Jaqueline Dalla. Carbono orgânico e Atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

OLIVEIRA, Andreyka Kalyana; DIÓGENES, Francisco Esio Porto; COELHO, Maria Fátima Barbosa; MAIA, Sandra Sely Silveira. Allelopathy caused by fruit extract of juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1186-1189, 2009.

PELLISSIER, F. 1993. Allelopathic inhibition of spruce germination. **Acta Oecologica**, Paris, v. 14, n. 2, p. 211-218, 1993.

PERIOTTO, Fernando; PEREZ, Sonia Cristina J. Gualtieri de Andrade.; LIMA, Maria Inês Salgueiro. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, vol.18, n.3, 425-430, 2004.

PESSOTTO, Graciela P.; PASTORINI, Lindamir 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.

PRICHOA, Franciele Carla; LEYSER, Gabriela; OLIVEIRA, José Vladimir; CANSIAN, Rogério Luís. Comparative allelopathic effects of *Cryptocarya moschata* and *Ocotea odorifera* aqueous extracts on *Lactuca sativa*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 197-202, 2013.

PRICE, Robert A.; LISTON, Aaron; STRAUSS, Steven H. Phylogeny and systematic of *Pinus*. In: Richardson, D.M., ed. **Ecology and biogeography of *Pinus***. Cambridge University Press, Cambridge, MA, USA, p. 49-68, 1998.

RICE, Elroy Leon. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic, 1984.422p.

RICHARDSON David M; BOND, Willian J. Determinants of plant distribution: Evidence from pine invasions. **The American Naturalist**, v. 137, n° 5, p. 639–668, 1991.

RICHARDSON, David M.; HIGGINS, Steven I. Pines as invaders in the southern hemisphere. In: Richardson, D.M., ed. **Ecology and biogeography of *Pinus***. Cambridge University Press, Cambridge, MA, USA, p. 450-473, 1998.

RICHARDSON, David M; REJMÁNEK, Marcel. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. **Diversity & Distributions**, vol. 10 (5-6), p.321-331, 2004.

RICHARDSON, David M. *Pinus*: a model group for unlocking the secrets of alien plant invasions? **Preslia**, p. 375–388, 2006.

REJMÁNEK, Marcel; RICHARDSON, David M. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology**, p. 1655-1661, 1996.

SARTOR, Laercio Ricardo.; ADAMI, Paulo Fernando.; CHINI, Nelso; MARTIN, Thomas Nilton; MARCHESE, José Abramo; SOARES, André Bugnara. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1653-1659, 2009.

SCHWADE, Guilherme M.; COUSSEAU, Andre; NIERI, Erick M.; HREÇAY, Letícia; KLIMA, Leiliane. Efeito alelopático de acículas de *Pinus elliottii* Engelm. sobre a germinação de *Avena strigosa* Schreb. In IV Seminário de Sistema de Produção Agropecuária – Ciências Agrárias, Animais e Florestais. Dois Vizinhos-PR. **Anais...** p. 1-4, 2010.

SPELTZ, Geraldo Érico. Informações preliminares quanto ao desenvolvimento da *Araucaria angustifolia*, *P. taeda*, *P. caribaea* e *P. elliottii* na Fazenda Monte Alegre. In I Simpósio de Reflorestamento da Região da Araucária. Federação das Indústrias do Paraná. Curitiba. **Anais...** p. 45-48, 1963.

SILVA, Fabiana Marachin; AQUILA, Maria Estefânia Alves. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 30, n.4, p. 547-555, 2006a.

SILVA, Fabiana Marachin; AQUILA, Maria Estefânia Alves. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006b.

SILVA, Paulo Sérgio Siberti. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 65-74, 2012.

SILVA, Zélia Lopes. **Alelopatia e defesa em plantas**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259, p. 90-96, 1978.

SILVEIRA, Bruna Denardin; HOSOKAWA, Roberto Tuyoshi; NOGUEIRA, Antonio Carlos; WEBER, Veridiana Padoin. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n.1, p. 79-85, 2014.

TEIXEIRA, Cícero Monti; ARAUJO, João Batista Silva; CARVALHO, Gabriel José. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n.3, p. 691-695, 2004.

TOMAZELLO FILHO, Mario; KRUGNER, Tasso Leo. Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em solo de viveiro infestado artificialmente com *Thelepra terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no litoral sul da Bahia. **IPEF**, n. 21, p. 21-37, 1980.

TUOTO, Marco; HOEFLICH, Vitor Afonso. A indústria florestal brasileira baseada em madeira de *Pinus*: limitações e desafios. In: SHIMIZU, Jarbas Yukio. **Pinus na silvicultura brasileira**. Embrapa Florestas, Colombo/PR, p.17-48, 2008.

WANDSCHEER, Alana Cristina Dorneles; BORELLA, Junior; BONATTI, Luziana Cassol; PASTORINI, Lindamir Hernandez. Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 25-30, 2011.

WANDSCHEER, Alana Cristina Dorneles; PASTORINI, Lindamir Hernandez. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008.

WASTOWSKI, Arci Dirceu; ROSA, Genesio Mario; CHERUBIN, Maurício Roberto; RIGON, João Paulo Gonsiorikiewicz. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso de manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). **Revista Química nova**, v. 33, nº 7, p. 1449-1452, 2010.

WILLIAMS, Stanley Thomas; GRAY, Thomas R.G. Decomposition of litter on soil surface. In: DICKINSON, C.H.; PUGH, Geoffrey John Frederich. **Biology of plant litter decomposition**. London: Academic Press, v. 1, p.611-632, 1977.

VILLAVICENCIO, B.; RAZZERA, Bruno Nunes; DUTRA, B.K.; ASTARITA, L.V.; OLIVEIRA, G.T. Avaliação do impacto de fenólicos hidrossolúveis extraídos de *Pinus taeda* na germinação de *Lactuca sativa*. In: XI Salão de Iniciação Científica – PUCRS, Porto Alegre, p. 90-92, 2010.

VOLTARELLI, Valquiria Marin; RIBEIRO, Jose Pedro Nepomuceno; LIMA, Maria Inês Salgueiro. Allelopathic potential of *Gleichenella pectinata* (Willd.) ching on weed plant species. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 779-784, 2012.

VOLTOLINI, Júlio Cesar; ZANCO, Lígia. Densidade de plântulas e jovens de espécies nativas de Floresta Atlântica em áreas com e sem o pinheiro americano (*Pinus elliottii*). **Revista Biociências**, UNITAU, v. 16, n. 2, p. 102-108, 2010.

ZALBA, Sergio. Martín;; CUEVAS, Yannina A.; BOÓ, Roberto. Invasion of *Pinus halepensis* Mill. following a wildfire in an Argentine grassland nature reserve. **Journal of Environmental Management**, v. 88, n. 3, p. 539-546, 2008.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 34, n.3, p. 431-446, 2011.

ZIPPERER, M. Contribuição à “Agenda” do Simpósio de Reflorestamento. In I Simpósio de Reflorestamento da Região da Araucária -Federação das Indústrias do Paraná. Curitiba. **Anais...** p. 199, 1963.