

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal



Dissertação

Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface

Andressa Comiotto

Pelotas, 2006



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOLOGIA VEGETAL**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS SOBRE
A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ E AQUÊNIO DE
ALFACE E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ARROZ E ALFACE**

ANDRESSA COMIOTTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dario Munt de Moraes

Co-Orientador: Nei Fernandes Lopes

PELOTAS
Rio Grande do Sul
Novembro de 2006

ANDRESSA COMIOTTO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS SOBRE
A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ E AQUÊNIOS DE
ALFACE E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ARROZ E ALFACE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Prof. Carlos Alberto Silveira da Luz

Prof. Wolmer Brod Peres

Prof^a. Vera Lúcia Bobrowski

Prof. Nei Fernandes Lopes
Co-orientador

Prof. Dario Munt de Moraes
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças e coragem para enfrentar as dificuldades surgidas durante a realização do curso.

A Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de participar do programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal para a obtenção do grau de Mestre em Ciência.

Ao professor Dario Munt de Moraes, pela orientação e amizade que me dedicou em todo o período do curso.

Ao professor Nei Frenandes Lopes, pela orientação e auxílio na elaboração do trabalho, além da amizade que demonstrou durante esse período.

A toda minha turma do mestrado que estiveram unidos nos estudos e naqueles momentos mais difíceis.

Aos colegas do laboratório de Fisiologia de sementes, que me apoiaram e me deram forças para seguir em frente.

Aos meus pais Nelson e Helena, pelo incentivo, apoio e amor, sempre atenciosos em todas as horas, inclusive nas mais difíceis.

Aos meus irmãos Maikel e Ariela pelos momentos de descontração e amizade, pela vontade de vencer de ambos que me deu forças para lutar.

As minhas queridas amigas Fernanda de Lima Nassi, Andreia Carina Turchetto, Regina da Silva Borba, Helen Lúcia da Cruz, Denise Meza de Miranda, que demonstraram carinho e amizade em todas as horas e pelos momentos de alegria compartilhados.

Aos meus amigos e colegas Clauber M. P. Bervalde e Germani Concenço, pela ajuda na realização deste trabalho, companheirismo, e momentos de descontração proporcionados.

Às colegas e amigas Patricia Marini, Caroline Leivas Moraes e Tatiana Raquel Löwe, por todo o auxílio prestado, inclusive olhando meu experimento quando não estava presente, além da amizade, carinho e momentos alegres.

Ao meu querido Thiago Grassel dos Reis, que embora presente na minha vida há pouco tempo, me mostrou com seu jeito simples e marcante, a ser paciente e prosseguir na caminhada, sejam quais forem os obstáculos.

Aos funcionários do Departamento de Botânica, em especial Rudinei e Luiza, que muito me auxiliaram na realização dos experimentos, apoiaram e deram forças.

A todos que me ajudaram e apoiaram para que eu concretizasse mais esse objetivo e, assim, melhorar a minha vida profissional.

RESUMO

COMIOTTO, ANDRESSA, M.S., Universidade Federal de Pelotas, Novembro de 2006. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface.** Orientador: Prof. Dario Munt de Moraes. Co-orientador: Prof. Nei Fernandes Lopes.

O objetivo deste trabalho foi analisar e descrever a influência de extratos aquosos de *Echinochloa cruzgalli* L., *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis* sobre a qualidade fisiológica das sementes e crescimento de plântulas de arroz cv. Atalanta. Os extratos foram obtidos a partir de espécies coletadas em área de plantio de arroz e no campus da UFPel. Os ensaios foram realizados em laboratório com diferentes concentrações (zero, 25, 50, 75 e 100%) de extratos aquosos de folhas (material vegetal fresco, p/v). As sementes de arroz cv. Atalanta foram colocadas para embeber por 60 minutos nos diferentes extratos aquosos e concentrações, para logo a seguir serem conduzidos os testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raízes das plântulas e condutividade elétrica. Observou-se que os extratos não tiveram interferência sobre a germinação e primeira contagem de germinação, mas houve influência na velocidade de germinação e na lixiviação de compostos de reserva. Podendo-se concluir a ocorrência de fitotoxicidade diferencial negativa.

O objetivo deste trabalho foi analisar e descrever a influência de extratos aquosos de *Schinus terebinthifolius* Raadi sobre aquênios e no crescimento de plântulas de alface cv. Branca de Boston. O extrato foi obtido a partir de espécies coletadas no campus da UFPel. Os ensaios foram realizados em laboratório e as concentrações utilizadas foram (zero, 50 e 100%) de extratos aquosos de folhas (material vegetal fresco, p/v). Aquênios de alface cv. Branca de Boston foram colocadas para embeber por 60 minutos nas diferentes concentrações do extrato e após, conduzidos os testes: germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento das plântulas, massa fresca e seca e condutividade elétrica. Concluiu-se que o extrato exerce efeitos fitotóxicos negativos sobre os aquênios e no crescimento das plântulas de alface, nas duas concentrações do extrato utilizadas.

Palavras-chave: Alelopatia, *Oryza sativa*, *Lactuca sativa*.

ABSTRACT

COMIOTTO, ANDRESSA, M.S., Universidade Federal de Pelotas, November, 2006.
Allelopathic potential of different species of plants on the physiologic quality of rice seeds and lettuce achenes and growth of seedlings of rice and lettuce.
Advisor: Prof. Dario Munt de Moraes. Co-advisor: Prof. Nei Fernandes Lopes.

The objective of this work was to analyze and to describe the influence of aqueous extracts of *Echinochloa cruzgalli* L., *Cyperus* sp. and *Sagittaria montevidensis* about the physiological quality of the seeds and growth of seedlings of rice 'Atalanta'. The extracts were acquired from species collected on rice planting areas and in the campus of UFPel. The essays were accomplished at laboratory with different concentrations (zero, 25, 50, 75 and 100%) of aqueous extracts of leaves (vegetal fresh material, w/v). The rice 'Atalanta' seeds were put to soak for 60 minutes in the different aqueous extracts and concentrations, and then conducted to germination, first counting of germination, germination speed rate, aerial part and root length, and electric conductivity tests. It could be observed that the extracts did not have influence about the germination and first germination counting, but there was influence in the germination speed rate and in the leaching of reserve compounds. It could be concluded the occurrence of negative differential plant toxicity.

The objective of this work was to analyze and to describe the influence of aqueous extracts of *Schinus terebinthifolius* Raadi over achenes and the growth of seedlings of lettuce 'Branca de Boston'. The extract was acquired from species collected in the campus of UFPel. The essays were accomplished at laboratory, and the concentrations were (zero, 50 and 100%) of aqueous extracts of leaves (vegetal fresh material, w/v). Achenes of lettuce 'Branca de Boston' were put to soak for 60 minutes in the different extracts concentrations and than conducted to the tests: germination, first counting of germination, germination speed rate, length of the seedlings, fresh and dry mass and electrical conductivity. It could be concluded that the extract exerts negative fitotoxic effect over the achenes and over the growth of lettuce seedlings, in both concentrations used, being more expressive according to the increase of the extract concentration.

Key words: Allelopathy, *Oryza sativa*, *Lactuca sativa*.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 - Porcentagem de germinação (TG) de sementes de arroz cv. Atalanta, sob o efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis* 12
- Tabela 2 - Primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*..... 13
- Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*..... 13
- Tabela 4 - Comprimento da parte aérea de plântulas provenientes de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis* 14
- Tabela 5 - Comprimento das raízes de plântulas provenientes de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*..... 14
- Tabela 6 - Condutividade elétrica de sementes de arroz cv. Atalanta com 24 horas de incubação expostas aos efeitos de diferentes concentrações dos extratos aquosos de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis* 15

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade da germinação de aquênios de alface, cv. Branca de Boston, em diferentes concentrações do extrato de aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raadi).....	22
Tabela 2 - Comprimento, matéria fresca e seca de plântulas de alface cv. Branca de Boston, em diferentes concentrações dos extratos de aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raadi).....	24
Tabela 3: Condutividade elétrica de aquênios de alface, cv. Branca de Boston, em diferentes concentrações dos extratos de aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raadi).....	25

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I	7
POTENCIAL ALELOPÁTICO DE TRÊS PLANTAS DANINHAS SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DA SEMENTE E NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. ATALANTA.....	7
INTRODUÇÃO	7
MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÕES	17
CAPÍTULO II	18
INFLUÊNCIA DE EXTRATOS AQUOSOS DA AROEIRA (<i>Schinus terebinthifolius</i> Raadi) SOBRE A GERMINAÇÃO DE AQUÊNIO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE	18
INTRODUÇÃO	18
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo dos anos, tem-se comprovado que as plantas produzem substâncias químicas fitotóxicas. Os primeiros casos, citados por Rice (1984) sobre a capacidade que certas espécies de plantas possuem de interferir na fisiologia de outras espécies, foram feitos por Theophrastus (300 a.C.) que mencionava o efeito negativo do grão de bico sobre as características do solo.

A etimologia do termo alelopatia vem do grego (allelon = de um para outro, pathos = sofrer) e foi descrito por Molisch (1937) como a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é mediante a produção de compostos químicos que são liberados no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (Ferreira e Áquila, 2000).

Os compostos químicos liberados pelas plantas ou microrganismos no ambiente e que causam efeitos benéficos ou deletérios sobre outras plantas ou microrganismos são denominados de substâncias alelopáticas, agentes aleloquímicos ou simplesmente aleloquímicos, ou produtos secundários. Quando o composto liberado causa somente efeitos prejudiciais, recebe também o nome de fitotoxina (Rezende et al., 2003).

Os compostos secundários produzidos pelas plantas são liberados por lixiviação, volatilização, decomposição e exsudação de raízes (Oliveira et al., 2003). As substâncias são encontradas em concentrações variadas nas diferentes partes da planta e durante seu ciclo de vida (periodicidade) que podem causar efeitos alelopáticos observados na germinação, no crescimento e/ou no desenvolvimento de

plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microorganismos (Rezende et al., 2003). As substâncias podem ser exsudadas por várias partes do vegetal, como caules e, na sua maioria, folhas e raízes. No solo, podem combinar-se de várias maneiras e, embora não se conheça todas as funções e substâncias, as que se conhecem podem interferir fortemente no metabolismo de outros organismos (Piña-Rodrigues e Lopes, 2001).

A alelopatia pode ser confundida com competição por água, luz, nutrientes, espaço físico entre outros fatores. Os dois conceitos podem ser confundidos principalmente pelos sintomas de redução, inibição ou pelo incremento no percentual de germinação das sementes, crescimento, e desenvolvimento das plântulas, em virtude da complexidade em separar os conceitos. Havendo dúvidas entre conceitos, Muller (1969), sugere o termo interferência, que é o efeito de uma planta sobre a outra, incluindo alelopatia e competição (Ferreira e Áquila, 2000).

A concorrência contribui para a sobrevivência das espécies no ecossistema, e algumas desenvolvem mecanismos de sobrevivência que se baseiam na síntese de determinados metabólitos secundários, liberados no ambiente que irão interferir em alguma etapa do ciclo de outra planta (Alves et al., 2004).

Todas as plantas são potencialmente capazes de sintetizar compostos alelopáticos, embora as plantas cultivadas e suas variedades comerciais tenham perdido muito essa capacidade. As substâncias alelopáticas liberadas por uma planta poderão afetar o crescimento de outra e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais. Um dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração do mesmo no meio ambiente (Rezende et al., 2003).

A interferência alelopática dificilmente é provocada por um único fator isolado, mas à união e ação sinérgica conjunta de várias destas substâncias somadas às condições ambientais. Torna-se difícil identificar qual composto químico específico produz o efeito alelopático, visto que um mesmo organismo produz diversos aleloquímicos e desencadeiam diversas interações. Um exemplo dessa complexidade é o da *Vinca rosea*, na qual foram identificados mais de 100 compostos alelopáticos (Almeida, 1988). Atualmente, são conhecidos cerca de dez mil produtos secundários, porém pode existir um número maior desses compostos, mas até agora foram somente estudados e identificados os componentes principais

de algumas espécies. Os metabólitos secundários podem ser separados em grupos químicos que variam de acordo com o pesquisador. Whittaker e Feeny (1971), agrupam em cinco: ácidos fenólicos, flavonóides, terpenóides, esteróides e alcalóides. Enquanto, Rice (1974) separa em quinze categorias, agrupadas em conformidade com as similaridades químicas. E finalmente para Putnam (1985), os compostos são: gases tóxicos, ácidos orgânicos e aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas simples insaturadas, terpenóides, esteróis, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, coumarinas e diversos, sendo as principais rotas biossintéticas desses compostos são a via do acetato e ou do ácido chiquímico (Souza Filho et al., 2002).

Muitos pesquisadores tentam explicar como esses compostos se formam na célula, muitas teorias já ultrapassadas pelas pesquisas recentes: uma delas sugeria que os produtos eram simples resíduos do metabolismo celular armazenado no vacúolo, onde se encontrariam em maior quantidade, a fim de evitar a sua própria fitotoxicidade, ou simplesmente substâncias de reserva que a célula se serviria quando delas tivesse necessidade. Atualmente, apoiando-se nas pesquisas, Swain (1977), afirmou que os produtos secundários são produzidos na célula com finalidade específica e que a sua síntese obedece às leis da genética. Em coleções de cultivares de pepino, aveia e de festuca foram verificados que os genótipos de uma mesma espécie elaboram produtos secundários diferentes, com ação alelopática diferenciada sobre outras plantas, provando cientificamente que as sínteses das substâncias alelopáticas são controladas geneticamente. Além dos produtos secundários serem comuns em fungos, bactérias, artrópodes e menos em outros seres vivos, é nas plantas que ocorrem em maior frequência (Almeida, 1988).

A síntese desses compostos secundários não é realizada por grupos especiais de células, nem continuamente e nem tampouco se distribuem por todo o organismo ou se acumulam nos mesmos órgãos (McClure, 1975), podendo ser influenciada por fatores edafo-climáticos (Putnam e Duke, 1978) e até de sanidade (Kuc, 1972). A concentração entre órgãos sofre variações constantes em curto espaço de tempo, por vezes inferiores há uma hora (Seigler e Price, 1976), sendo produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário (Pina-Rodrigues, 2001).

De acordo com Pires et al. (2001), o efeito alelopático pode ser classificado em dois tipos. Autotoxicidade é um mecanismo intraespecífico de alelopatia que

ocorre quando uma espécie de planta libera determinada substância química que inibe ou retarda a germinação e o crescimento de plantas da própria espécie, e, heterotoxicidade, que ocorre quando uma substância com efeito fitotóxico é liberada por determinada planta afetando a germinação e o crescimento de plantas de outra espécie.

As plantas, por sua vez, apesar de auferirem a vantagem de serem autotróficas, são imóveis, não podendo com isso escapar ao ataque dos seus inimigos. É compreensível que, com a escassez de outras alternativas, utilizem com maior intensidade o produto químico para sua defesa. A ação dos aleloquímicos não é muito específica, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções dependendo mais da concentração, translocação e destoxicação, do que da própria composição química, por outro lado, um composto pode ser tóxico para uma dada espécie e inócuo para outra mesmo sendo estreitamente relacionadas (Almeida, 1988).

As substâncias alelopáticas podem desempenhar as mais variadas funções: responsabilidade na prevenção da decomposição das sementes, interferência na dormência de sementes e de gemas, e influencia nas relações com outras plantas, como microrganismos, insetos até animais superiores, incluindo o homem. Na defesa contra patógenos atuam principalmente os aleloquímicos localizados na epiderme das folhas, caules, e outros órgãos, muitas vezes associados aos lipídios e polissacarídeos, sendo mais ou menos eficazes conforme a sua natureza e a intensidade com que se encontram acidulados pelo ácido ferúlico (Almeida, 1988).

Em algumas plantas forrageiras acumulam-se compostos, como o ácido cianídrico, os glicosídeos, os alcalóides e os taninos, que possuem sabor amargo e/ou adstringente, o que pode representar uma defesa contra o pastejo e o ataque de pragas. Essas plantas escapam do pastejo, pois os animais selecionam as forrageiras mais pela palatabilidade do que pela aparência ou odor que desprendem (Rezende et al., 2003).

Os compostos alelopáticos produzidos pela planta desempenham a função de autoproteção, protegendo-as dos compostos produzidos por outras plantas e, defesa de algumas espécies de fungos, inibindo a germinação dos esporos. Em espécies arbóreas, os compostos inibem o desenvolvimento de nitrossomonas e nitrobactérias. E em algumas plantas aromáticas, liberam substâncias alelopáticas

na forma gasosa que impedem a germinação de esporos ou o desenvolvimento de patógenos, uma forma de defesa contra doenças (Almeida, 1988).

As plantas têm a capacidade de produzir aleloquímicos em todos os seus órgãos (folhas, caules, flores, rizomas, raízes, frutos e sementes), que variam em quantidade e qualidade e de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro (Ferreira e Áquila, 2000), porém a concentração nos tecidos depende de diversos fatores. Em condições de deficiência hídrica ou de nutrientes, aumenta a produção dessas substâncias. A idade do tecido também exerce influência, como ocorre com a concentração de tanino em folhas de carvalho e a produção de substâncias voláteis em espécies aromáticas, que aumentam com o passar do tempo (Almeida, 1988). A temperatura também promove aumento da atividade metabólica (Oliveira et al., 2004) bem como a aplicação de herbicidas, Souza Filho et al., 2002. Os mesmos autores mostraram ainda, que plantas estressadas geralmente apresentam maior ação alelopática do que aquelas não-estressadas: realizaram um ensaio, utilizando a gramínea forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e verificaram que a atividade alelopática nessa espécie ocorre fundamentalmente na parte aérea, sendo a principal fonte de substâncias potencialmente alelopáticas solúveis em água.

As plantas dispõem de mecanismo de defesa contra os produtos sintetizados (autotróficos). Segundo Almeida (1988), uma forma é de os manter biologicamente inativos, acumulando cristais insolúveis nas células e gemas sem que interfiram nos processos vitais, ou ainda, isolando os aleloquímicos em compartimentos das células, como sucede com as enzimas e antienzimas, o que as impedem de interferir no seu metabolismo.

Ainda são poucas as informações sobre como as substâncias alelopáticas atuam nas plantas e a grande dificuldade é que essas substâncias podem afetar mais de uma função e provocar efeitos colaterais difíceis de se distinguir dos principais. O efeito visível é somente uma sinalização secundária de mudanças anteriores ocorridas inicialmente a nível molecular e celular. O modo de ação dos aleloquímicos pode ser dividido em ação direta e indireta. Enquanto o modo indireto consiste em alterações nas propriedades do solo, de seu estado nutricional e das alterações de populações e/ou atividade dos microorganismos o modo direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta ou penetra nas células,

interferindo diretamente no seu metabolismo (Ferreira e Áquila, 2000). Entretanto, as funções mais prejudicadas são divisão celular, síntese orgânica, interação com hormônios, efeito sobre enzimas, metabolismo respiratório, abertura estomática, fotossíntese, absorção de nutrientes, mudanças no metabolismo lipídico (Rezende et al., 2003). Além de afetar o crescimento, respiração, síntese de proteínas e permeabilidade da membrana celular e/ou atividade enzimática (Almeida, 1988). Portanto, este trabalho teve por finalidade analisar e descrever o efeito do potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes e no crescimento de plântulas de arroz e alface.

CAPÍTULO I

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE TRÊS PLANTAS DANINHAS SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DA SEMENTE E NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) cv. ATALANTA

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, sabe-se que algumas espécies vegetais podem prejudicar o crescimento de outras que estão nas suas proximidades. Durante muito tempo esse fato foi considerado um fenômeno inexplicável. Esse fenômeno denominado alelopatia (Molisch, 1937) foi definido como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta sobre outra, mediante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente.

Os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados no ambiente pelas plantas produtoras. Dessa forma, a alelopatia distingue-se da competição, pois essa envolve a redução ou a retirada de algum fator do ambiente, necessário à outra planta no mesmo ecossistema, tal como água, luz, nutriente e espaço (Rice, 1984). Como é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas, a alelopatia é um dos mecanismos por meio dos quais determinadas plantas

interferem no desenvolvimento de outras, alterando-lhes o padrão de crescimento e a densidade (Rezende et al., 2003).

Os aleloquímicos, biomoléculas responsáveis pelos efeitos alelopáticos, são produtos naturais que podem ser metabólitos diretos, subprodutos de outros processos metabólicos ou produtos da decomposição de compostos ou biomassa (Goetze e Thomé, 2004). Assim, a alelopatia produz marcante impacto na diversidade de ecossistemas terrestre e aquático, incluindo influências na sucessão de plantas e padrões de vegetação, na inibição da fixação de nitrogênio e nitrificação, na inibição da germinação e decomposição de sementes (Gorla e Perez, 1977).

É de grande interesse reduzir infestações de plantas consideradas invasoras, pois elas representam um dos principais problemas da produção agrícola. Entretanto, um dos maiores problemas quando se trabalha com estas espécies é a identificação e atribuição do efeito: se alelopático ou de competição, que podem muitas vezes ser confundidos. Periotto et al. (2004) apontam que o efeito alelopático consiste na liberação no ambiente de um composto químico pela planta, ao passo que competição é a remoção ou redução de um fator ambiental, tal como água, luz, minerais, etc. Há exemplos claros que alelopatia e competição são fenômenos distintos na natureza embora possam estar bastante relacionados.

Sob a hipótese de ocorrência de interação de substâncias químicas, algumas espécies encontradas de forma dominante em área agrícolas e no campus da UFPel foram escolhidas para este trabalho. Assim, o objetivo foi verificar e analisar a existência de efeitos alelopáticos de três espécies de plantas daninhas, capim arroz (*Echinochloa cruzgalli* L.), junquinho (*Cyperus* sp.) e sagitária (*Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl.) sobre a qualidade fisiológica da semente e crescimento de plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Atalanta.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Fisiologia de Sementes do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas. O material vegetal para execução dos experimentos foi coletado em áreas pertencentes ao campus da UFPel, nas proximidades do Departamento de Botânica.

No experimento foram utilizadas sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Atalanta, obtidas no ano de 2005, cedidas pela Embrapa Clima Temperado, localizada em Capão do Leão, RS.

As sementes de arroz utilizadas foram embebidas por 60 minutos em diferentes concentrações (zero; 25; 50; 75 e 100%) do extrato aquoso de folhas frescas de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl, *Cyperus* sp. e *Echinochloa cruzgalli* L. coletadas em 2005, na lavoura de arroz da Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa CPACT.

Os extratos aquosos de *Sagittaria montevidensis*, *Cyperus* sp. e *Echinochloa cruzgalli* foram obtidos de folhas (material fresco) com o mesmo padrão de coloração e tamanho. Estas folhas foram trituradas com o auxílio de um liquidificador adicionando-se água destilada para viabilizar o processo. Utilizou-se a relação entre a massa da matéria fresca e a massa da matéria seca das folhas, para adição da água destilada (p/v), de acordo com Medeiros (1989). Coletou-se uma amostra do material a ser testado e determinou-se a massa fresca (MF), em seguida o material foi posto em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 75°C, até massa constante, sendo determinada a massa seca (MS). Da relação MF/MS obteve-se um índice, o qual multiplicado pela massa da matéria fresca (100g) resultou na

quantidade de água (mL) a ser utilizada no processo de trituração. Depois de triturado, o material foi filtrado em papel de filtro e o líquido resultante foi centrifugado a 3000 rpm durante 10 minutos. O extrato aquoso obtido após a centrifugação foi considerado concentrado (100%). A partir dele foram feitas diluições para 75, 50 e 25% da concentração inicial.

Optou-se pelo uso de sementes de arroz devido à possibilidade de obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica, com identificação precisa da variedade, pela facilidade de manuseio, por serem cultivadas em área infestadas pelas espécies em estudo e, consideradas um bom material para testes biológicos. Após, as sementes de arroz foram embebidas nos extratos aquosos descritos, e, conduzidos os seguintes testes: **Teste de germinação (TG)** – foi realizado com quatro subamostras de 100 sementes de arroz cv. Atalanta, utilizando-se como substrato rolos de papel germitest, previamente umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, mantidos à temperatura constante de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo a avaliação final feita aos 14 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de germinação (Brasil, 1992). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram radícula superior a um milímetro; **primeira contagem da germinação (PCG)** – conduzida em conjunto com o teste de germinação e realizada aos sete dias após a instalação do teste (Brasil, 1992); **índice de velocidade de germinação (IVG)** – conduzido juntamente com o teste de germinação. As contagens foram diárias até os 14 dias após a instalação do teste conforme Popinigis (1985); **comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) das plântulas** – determinadas ao final dos 14 dias após a instalação do teste de germinação, de acordo com Popinigis (1985), e os resultados expressos em mm.plântula^{-1} , respectivamente; **condutividade elétrica (CE)** – as sementes inicialmente foram embebidas por 60 minutos nas diferentes concentrações dos extratos aquosos, e, logo após, lavadas com água destilada. A condutividade elétrica foi determinada nos tempos de incubação de três e 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento. A massa das amostras foram aferidas e colocadas em béqueres com 80 mL de água deionizada, mantidas no germinador a temperatura de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$. As leituras da condutividade elétrica das sementes foram realizadas em condutivímetro Digimed CD-21®, conforme metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991), e os resultados expressos em $\text{Sm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de semente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo que cada parcela foi composta de cem sementes de arroz cv. Atalanta e cinco tratamentos. A comparação de médias foi feita por meio do Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação (Tabela 1) e a primeira contagem da germinação (Tabela 2) não foram afetadas significativamente ($p \leq 0,05$) pelos extratos aquosos de *Echinochloa cruzgalli* L., *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis* Cham. e Schetdl. Portanto, não produzindo inibição ou promoção na germinação e primeira contagem da germinação com o aumento na concentração dos extratos.

Tabela 1 - Germinação (%) de sementes de arroz cv. Atalanta, sob o efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	84 a	86 a	83 a
25	84 a	86 a	85 a
50	82 a	87 a	82 a
75	82 a	87 a	82 a
100	85 a	84 a	84 a
CV (%)	4,06	2,67	3,51

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

Em contrapartida, extratos de nicotina aplicados em sementes de arroz afetaram negativamente a germinação, o índice de velocidade de germinação, o crescimento e o vigor das plântulas, porém, no milho, nas concentrações utilizadas, influenciaram positivamente as mesmas características (Rizvi, 1989). Contudo, extrato aquoso de *Cynodom dactylon* (L.) Pers., planta daninha encontrada em todas as classes de solo, inibe a germinação e o crescimento das raízes da alface, também, a invasora de culturas *Sorghum halepense* L. exerce alelopatia sobre

sementes de tomateiro, inibindo completamente sua germinação (Castro et al., 1983). Do mesmo modo, em casa-de-vegetação a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) inibe a germinação das sementes de tomate, pimenta, sorgo e *Celosia argente* quando incorporada ao solo (Castro et al., 1984).

Tabela 2 - Primeira contagem da germinação (%) de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	80 a	83 a	83 a
25	81 a	81 a	85 a
50	79 a	86 a	82 a
75	78 a	87 a	78 a
100	81 a	84 a	82 a
CV (%)	4,52	3,32	4,84

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

Extratos de *Echinochloa cruzgalli* L. e *Sagittaria montevidensis* Cham e Schltidl não interferiram na velocidade de germinação das sementes de arroz, enquanto que extratos de *Cyperus* sp. atrasaram a germinação em relação à testemunha (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	11,99 a	12,24 ab	11,44 ab
25	11,42 a	11,47 c	12,15 a
50	11,83 a	11,69 bc	11,51 ab
75	11,89 a	11,50 c	11,17 b
100	11,85 a	11,59 c	11,56 ab
CV (%)	5,93	2,67	4,23

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

O comprimento da parte aérea das plântulas de arroz cv. Atalanta originadas de sementes submetidas as diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$), no

entanto, os extratos de *Cyperus* sp. mostraram interferências positivas, estimulando o comprimento da parte aérea (Tabela 4). Já os extratos de *Sagittaria montevidensis*, nas concentrações de 25 e 100%, induziram inibição no crescimento da parte aérea das plântulas (Tabela 4).

Tabela 4 - Comprimento da parte aérea (mm) de plântulas provenientes de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	72,0 a	60,7 c	103,5 a
25	71,1 a	71,3 a	90,6 b
50	67,6 a	70,5 ab	106,4 a
75	71,6 a	64,5 bc	99,9 a
100	69,6 a	67,9 ab	92,3 b
CV (%)	5,93	4,97	5,73

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

O extrato de *Echinochloa cruzgalli*, na concentração de 25%, estimulou o crescimento em comprimento das raízes das plântulas de arroz, enquanto nas demais concentrações não ocorreram diferenças em relação à testemunha (Tabela 5). Por outro lado, os extratos de *Cyperus* sp. não reduziram o comprimento das raízes até concentração de 75%, enquanto, os de *Sagittaria montevidensis* incrementaram o crescimento das raízes em todas as diferentes concentrações.

Tabela 5 - Comprimento das raízes (mm) de plântulas provenientes de sementes de arroz cv. Atalanta, sob efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	67,9 b	61,7 ab	66,5 c
25	74,8 a	69,2 a	80,9 ab
50	68,7 b	60,7 ab	94,1 a
75	64,2 b	59,8 ab	92,8 a
100	63,8 b	51,4 b	73,3 b
CV (%)	4,64	10,90	8,44

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

A condutividade elétrica de sementes de arroz cv. Atalanta aumentaram com o incremento da concentração dos extratos aquosos de *E. cruzgalli* e *Cyperus* sp. No entanto, extratos aquosos de *S. montevidensis* não influenciaram a condutividade elétrica (Tabela 6). Os extratos *E. cruzgalli* e *Cyperus* sp. ocasionaram perdas significativas ($p \leq 0,05$) de lixiviados das sementes de arroz para o meio de incubação, indicando interferência na velocidade de reorganização das membranas celulares, enquanto os extratos aquosos *S. montevidensis* não afetaram a reorganização das membranas

Tabela 6 - Condutividade elétrica ($\text{Sm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de arroz cv. Atalanta com 24 horas de incubação expostas aos efeitos de diferentes concentrações dos extratos aquosos de *Echinochloa cruzgalli*, *Cyperus* sp. e *Sagittaria montevidensis*

Concentração do extrato (%)	<i>Echinochloa cruzgalli</i>	<i>Cyperus</i> sp	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Zero	724 b	725 b	782 a
25	762 ab	763 ab	773 a
50	772 ab	773 ab	728 a
75	814 a	816 a	769 a
100	827 a	829 a	784 a
CV (%)	4,79	4,81	4,23

Médias seguidas por mesma letra (concentração do extrato) não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Duncan.

Extratos de *E. cruzgalli* e de *Cyperus* sp. nas concentrações de 75 e 100% ocasionaram perda de lixiviados das sementes para o meio de incubação, indicando interferirem na velocidade de reorganização das membranas celulares, com base no teste da condutividade elétrica (Tabela 6). No entanto, extratos de *Sagittaria montevidensis* não têm efeito sobre a reorganização das membranas (Tabela 6).

Os resultados da presente pesquisa indicaram a existência de uma ação diferencial das substâncias alelopáticas entre as espécies e concentrações estudadas sobre as sementes de arroz cv. Atalanta. Segundo Ferreira e Aquila (2001), para verificar efeitos alelopáticos, os testes de germinação, em geral, são menos sensíveis do que aqueles que avaliam o desenvolvimento das plântulas, como por exemplo, massa ou comprimento da radícula ou parte aérea. No entanto, substâncias alelopáticas liberadas por uma planta poderão afetar o crescimento de outra e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (Rezende et al., 2003).

Este fato é perfeitamente aceitável, pois conforme Goetze e Thomé (2004), muitas vezes o efeito alelopático não é sobre a germinabilidade, mas sobre a velocidade de germinação ou outra característica do processo. Segundo estes autores, a resteva de trigo retardou o crescimento de plantas de arroz, mas não verificaram nenhum efeito sobre a germinação, resultados similares aos observados neste trabalho.

Em ensaio realizado com frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sobre o crescimento e germinação do milho, Miró (1998), verificou que a germinação e a emergência não foram afetadas, nem em campo e nem em laboratório com substrato de papel; porém, seu crescimento foi afetado. Altura da planta, comprimento do primeiro entrenó, massa seca da parte aérea e da raiz, comprimento das folhas, número de raízes adventícias e comprimento da raiz primária foram afetados na presença dos frutos ou dos seus extratos, o que mostra uma inibição do desenvolvimento, causada pelos possíveis aleloquímicos. É comum um comportamento afetar mais a plântula em crescimento do que sua emergência, feita às custas da reserva da semente. A toxidez dos resíduos pode aumentar por ativação ou por liberação de outros compostos tóxicos.

CONCLUSÕES

As diferentes espécies apresentam fitotoxicidade diferencial, negativa ou positiva, das substâncias alelopáticas, dependendo da concentração e da característica analisada.

A germinabilidade e primeira contagem da germinação das sementes de arroz cv. Atalanta não se apresentam suscetíveis aos diferentes extratos aquosos e concentrações.

Extratos obtidos de *Cyperus* sp. atrasam o processo de germinação das sementes de arroz cv. Atalanta, estimulam o crescimento da parte aérea e inibem o crescimento de raízes.

Extratos de *Sagittaria montevidensis* interferem no crescimento da parte aérea e das raízes das plântulas de arroz cv. Atalanta.

Extratos de *Echinochloa cruzgalli* em baixa concentração estimulam o crescimento das raízes das plântulas.

Extratos de *Echinochloa cruzgalli* e *Cyperus* sp. a 75 e 100% interferem na perda de lixiviados.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DE EXTRATOS AQUOSOS DA AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raadi) SOBRE A GERMINAÇÃO DE AQUÊNIO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE

INTRODUÇÃO

O termo aroeira tem sido usado para designar plantas classificadas em três gêneros da família Anacardiaceae: *Lithraea*, *Schinus* e *Astronium*. A planta *Schinus terebinthifolius* Raadi, conhecida popularmente como aroeira mansa, aroeira-vermelha, aroeira-precoce, aroeira pimenteira ou aroeira do campo, de ampla distribuição no país, inclusive RS, é uma planta arbustiva de dois a três metros de altura, com flores amarelas pálidas dispostas em panículas. É classificada como planta tóxica, porém a madeira possui importância econômica e recebe essa classificação, pois a casca é rica em taninos, e as folhas, nocivas ao gado, são tidas como anti-reumáticas e eficazes na cura de úlceras e feridas. A aroeira-vermelha é uma planta adstringente, e, embora considerada tônica, estimulante e antinevrálgica o seu emprego exige grande precaução, em razão da toxicidade. Ditos populares dizem que quem dorme à sombra desta árvore ou das demais espécies de aroeira

contra tumores nas articulações e erupções da pele, atribuindo-se esse efeito a um pó que se desprende das folhas (Alzugaray e Alzugaray, 1988).

O uso de espécies florestais com atividade alelopática pode assegurar aos sistemas agroflorestais maior estabilidade, notadamente em relação a espécies indesejáveis.

A sucessão de plantas em áreas freqüentemente utilizadas na silvicultura, no reflorestamento com monocultura, o aparecimento e desaparecimento de espécies, bem como as mudanças físicas no habitat, na produção e dispersão de sementes, na competição por recursos ou a combinação de todos estes fatores tem sido a preocupação de ecologistas há várias décadas. Estudos nestas áreas poderiam ajudar a manejar a vegetação mais efetivamente, pois o conhecimento dos efeitos alelopáticos de várias substâncias é importante para se entender as relações entre as espécies em ecossistemas naturais e agrícolas (Rice, 1984).

As substâncias alelopáticas captadas pelas raízes e transportadas através da planta podem agir sobre a divisão, o alongamento e ultraestrutura das células, na permeabilidade das membranas, e interferir nos mecanismos hormonais de indução do crescimento, na síntese protéica, no metabolismo de lipídios e de ácidos orgânicos. Fenômenos fisiológicos como abertura estomática, fotossíntese e respiração podem ser alteradas por compostos alelopáticos, da mesma forma como esses compostos, no solo, podem interferir na absorção de nutrientes (Rice, 1984). Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar e descrever os efeitos alelopáticos de extratos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi), em diferentes concentrações, sobre a germinação dos aquênios e plântulas de alface cv. Branca de Boston.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fisiologia de Sementes do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas.

Aquênios de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Branca de Boston foram submetidas às diferentes concentrações do extrato aquoso obtido das folhas frescas da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi), obtidas nos arredores do Campus Universitário da UFPel, Capão do Leão, RS, em novembro de 2005.

O material foi triturado com auxílio de um liquidificador e para viabilizar o processo de trituração, fez-se necessário o uso de água destilada. A quantidade de água adicionada foi de 1L para cada 100 g de folhas frescas, metodologia modificada de Medeiros (1989).

Depois de triturados, foram separados os fragmentos mais grosseiros, utilizando-se um funil de vidro contendo algodão. O líquido resultante da filtragem foi centrifugado a 3000 rpm durante 10 minutos, sendo considerado o extrato concentrado (100%). Após, o extrato foi armazenado em geladeira até sua utilização. Foi realizada diluição em água destilada e obtido o extrato na concentração de 50%, sendo o controle constituído somente de água destilada. Os tratamentos foram constituídos pelas concentrações (zero, 50 e 100% do extrato) e adicionado 8 mL de extrato em cada gerbox. Após, cinquenta sementes de alface foram distribuídas nas caixas tipo gerbox e posteriormente levadas ao germinador, durante o tempo especificado e conduzidos os seguintes testes: **Teste de germinação (TG)** – foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes de alface, utilizando-se como substrato papel germitest, umedecidos com as diferentes concentrações do extrato,

mantidos na temperatura constante de 25 °C. Ao final de sete dias da semeadura, foram avaliados os resultados, sendo expressos em porcentagem de germinação (Brasil, 1992), foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram radícula superior a um milímetro; **primeira contagem da germinação (PCG)** – conduzida em conjunto com o teste de germinação e realizada aos quatro dias após a instalação do teste (Brasil, 1992); **índice de velocidade de germinação (IVG)** – conduzido juntamente com o teste de germinação. As contagens foram diárias até os sete dias após a instalação do teste conforme Popinigis (1985); **comprimento das plântulas e massa fresca (MF) e seca (MS) das plântulas** – foram determinadas ao final dos sete dias após a instalação do teste de emergência das plântulas de acordo com Popinigis (1985), e os resultados expressos em mm.plântula⁻¹ e mg.plântula⁻¹, respectivamente; **condutividade elétrica (CE)** – as sementes de alface inicialmente foram embebidas por 60 minutos nas diferentes concentrações. A condutividade elétrica foi determinada nos tempos de incubação três e 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. A massa das sementes foram determinadas e colocadas em copos de béquer com 80 mL de água deionizada, mantidas no germinador a temperatura de 20 °C. As leituras da condutividade das sementes foram realizadas em condutímetro Digimed CD-21®, conforme metodologia descrita por Kryzanowski et al. (1991), e os resultados expressos em Sm⁻¹g⁻¹ de semente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos (zero, 50 e 100% do extrato) e quatro repetições. Cada parcela foi composta de cinquenta sementes de alface. A comparação de médias foi realizada por meio do Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi) produziram efeitos inibitórios com o aumento da concentração e com fitotoxicidade significativa a partir de 50% de concentração, reduzindo a germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade da germinação de sementes de alface, cv. Branca de Boston (Tabela 1).

Tabela 1 - Germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade da germinação de sementes de alface, cv. Branca de Boston, em função das concentrações do extrato de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi)

Concentração do extrato (%)	TG (%)	PCG (%)	IVG
Zero	74,74 a	64,32 a	10,86 a
50	60,16 b	17,94 b	8,54 b
100	54,84 b	17,86 b	5,58 c
CV (%)	5,13	5,99	7,53

Os testes realizados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Houve fitotoxicidade significativa ($p \leq 0,05$) dos extratos aquosos de aroeira sobre a qualidade fisiológica das sementes de alface cv. Branca de Boston. Também, diversos pesquisadores observaram que extratos aquosos de outras espécies como: *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (Piña-Rodrigues, 2001), canela nas concentrações de 0,01 e 0,1% (Alves et al., 2004), folhas e frutos de café (Mazzafera, 1991), (*Gleichenia pectinata* Willd (PR.)) (Peres et al., 1998), inibem a germinação de aquênios de alface. Goetze e Thomé, 2004, observaram que extratos de folhas de eucalipto nas concentrações de 1/16 e 1/8 p/v retardam o IVG de

sementes de alface. Possivelmente, o ácido cinâmico contido no óleo de canela (Alves et al., 2004) e a cafeína, alcalóide presente nos frutos de café (Mazzafera, 1991), são as substâncias alelopáticas que inibem a germinação de aquênios de alface.

Extratos aquosos de folhas e frutos de eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith.) aplicados nas concentrações de 5%, 10% e 15% sobre as plantas daninhas: picão (*Bidens pilosa* L.), picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.) e capim-carrapicho tem efeitos alelopáticos diferenciados. Assim, picão preto e picão branco são sensíveis aos extratos de eucalipto, reduzindo o número de sementes germinadas e o comprimento da radícula e caulículo, porém o extrato aquoso dos frutos de eucalipto é significativamente menos efetivos na diminuição do comprimento da radícula destas duas espécies. Enquanto, o extrato de eucalipto não tem efeito alelopático no capim-carrapicho (Almeida, 1991). Da mesma forma, o extrato aquoso de folhas de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) tem efeito alelopático sobre as plantas daninhas: Pega-pega (*Desmodium adscendens* (Sw.) DC.), quanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.), inibindo a germinação e afetando o crescimento radicular das plantas (Pires et al., 2001).

Por sua vez, o potencial alelopático de extratos aquosos de folhas, casca do tronco e de raízes de canela sassafrás (*Ocotea odorífera* Mez.), pau-de-colher (*Bathysa nicholsoni* K. Schum), angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Bnenai), cinco folhas vermelhas (*Lamanonia ternata* Vell.) e mercurinho (*Solanum swartzianum* Roem. E Schult) não afetam a germinação de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), mas inibem o desenvolvimento da planta teste, sendo os extratos de todas as partes da canela sassafrás os mais fitotóxicos (Carmo, 2003).

Conseqüentemente os aleloquímicos podem alterar o padrão de germinação das sementes por afetar a permeabilidade das membranas, a transcrição e tradução do DNA, o funcionamento dos mensageiros secundários, a respiração, o seqüestro de oxigênio (fenóis), a conformação de enzimas e receptores, ou, ainda, pela combinação desses fatores (Ferreira e Áquila, 2000).

A germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula. Porém, a quantificação experimental é muito mais simples, pois em cada semente o fenômeno é discreto, germinando ou não.

Do mesmo modo, os extratos de aroeira interferiram negativamente de forma bastante acentuada, nas duas concentrações testadas sobre o crescimento das plântulas, como também na massa fresca das plântulas de alface cv. Branca de Boston (Tabela 2).

Tabela 2 - Comprimento, massa fresca e seca de plântulas de alface cv. Branca de Boston, em função das diferentes concentrações dos extratos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi)

Concentração do extrato (%)	Comprimento (mm)	Massa Fresca (mg pl ⁻¹)	Massa Seca (mg pl ⁻¹)
Zero	70 a	77,94 a	10,73 a
50	40 b	53,58 b	8,90 a
100	30 b	50,08 b	8,70 a
CV (%)	11,20	13,58	12,63

Com exceção da matéria seca, todos os testes realizados foram significativos ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

O comprimento total das plântulas de alface foi reduzido significativamente nas concentrações de 50 e 100% do extrato de folhas de aroeira. Além disso, o extrato de aroeira afetou o desenvolvimento normal das plântulas de alface, apresentando retorcimento em algumas plântulas. Esse fato pode ser atribuído ao efeito direto do aleloquímico, ou uma conseqüência da redução do crescimento das raízes (Oliveira, 2004). Plântulas anormais, com necrose da radícula, ausência de pêlos absorventes, com a parte aérea pouco desenvolvida, algumas retorcidas, algumas frágeis, foram observadas quando se aplicou o extrato de *S. terebinthifolius* nas concentrações de 50 e 100%. Plântulas anormais provavelmente não conseguiriam completar o seu desenvolvimento, e a diminuição dos pêlos radiculares pode dificultar a absorção de nutrientes pela raiz, acarretando deficiências no desenvolvimento (Ferreira e Áquila, 2000). O mesmo efeito foi observado com o uso de extratos aquosos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Nicotiana tabacum* L. os quais reduzem o comprimento da parte aérea de alface, brócolis e repolho (Goetze e Thomé, 2004).

Segundo Ferreira e Áquila (2000) e Oliveira et al. (2004), o crescimento das raízes é o melhor teste para identificar o efeito alelopático sobre o crescimento de plântulas, principalmente se relacionado ao crescimento da parte aérea.

Pode-se observar ainda, que houve drástica redução nos pêlos absorventes das raízes da alface nas concentrações de 50 e 100% do extrato aquoso de folhas de aroeira em relação à do controle. Nas raízes os efeitos alelopáticos foram mais marcantes, sendo devido provavelmente ao contato do sistema radicular com o extrato (Ferreira e Áquila, 2000). Também, extratos de *Vicia sativa* L. diminuíram a formação de pêlos absorventes nas raízes de plântulas de alface (Medeiros e Lucchesi, 1993). Dessa maneira a necrose da raiz e dos pêlos radiculares, a diminuição e até a completa ausência de pêlos absorventes são características bastante sensíveis e perceptíveis dos efeitos alelopáticos (Ferreira e Áquila, 2000).

Os teores de matéria fresca foram reduzidos conforme o aumento da concentração do extrato, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) em relação ao controle, mas não teve efeito significativo sobre a massa seca (Tabela 2). Esses resultados concordam com Goetze e Thomé (2004), que verificou que o extrato de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) reduziu a massa fresca em plântulas de alface.

A condutividade elétrica aumentou com incremento na concentração do extrato de *S. terebinthifolius* (50 e 100%) e com o tempo de incubação (três para 24 horas). Os valores altos observados indicam que os extratos afetaram negativamente a velocidade de rearranjo das membranas celulares, permitindo a lixiviação de sais minerais, açúcares, proteínas e outros componentes da semente. Na leitura realizada às 24 horas percebeu-se que os extratos diferiram significativamente, sendo verificados valores mais altos conforme o aumento da concentração do extrato utilizado (Tabela 3).

Tabela 3 - Condutividade elétrica de sementes de alface, cv. Branca de Boston, em função da concentração dos extratos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi)

Concentração (%)	Condutividade elétrica ($\text{Sm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	
	3 horas	24 horas
Controle	303 b	691 c
50	430 a	774 b
100	490 a	823 a
CV (%)	10,32	2,35

Todos os testes realizados foram significativos ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.

O teste da condutividade elétrica determina todos os aspectos de vigor das sementes que podem afetar o estabelecimento das plântulas a campo. Este teste baseia-se que o vigor das sementes testadas está intimamente relacionado à integridade do sistema de membranas celulares. Desse modo quando as sementes são imersas em água durante o processo de embebição, ocorre a liberação de solutos citoplasmáticos no meio líquido, em intensidade proporcional ao estado de desorganização em que se encontram as membranas (Marchi e Cícero, 2002).

Os resultados do presente trabalho indicaram a existência de uma fitotoxicidade bastante acentuada dos extratos de aroeira sobre a qualidade fisiológica das sementes de alface cv. Branca de Boston.

A alelopatia pode ser considerada no controle de plantas daninhas, pois segundo Goetze e Thomé (2004), o retardamento do crescimento ou da germinação já foi descrito como mecanismo de seleção (Almeida, 1991). Se o desenvolvimento das outras espécies é prejudicado, a espécie favorecida pode estabelecer sua prole evitando a pressão de competição. Assim, os mecanismos a que são submetidos os cultivos podem não ser somente de competição, mas causados por outras plantas cultivadas ou silvestres anteriormente presentes.

Conseqüentemente, é possível vislumbrar o emprego de aleloquímicos naturais como herbicidas no controle de plantas daninhas, baseado nas propriedades alelopáticas que possuem algumas plantas.

CONCLUSÕES

O extrato de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi), nas concentrações utilizadas, exerce efeitos alelopáticos inibitórios sobre a qualidade fisiológica dos aquênios e no crescimento das plântulas de alface cv. Branca de Boston.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. Circular v.55, 62p.

ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p. 221-236, 1991.

ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Enciclopédia de Plantas Brasileiras**. São Paulo: Ed. Três, 1988. v.1, 431p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365p.

CARMO, F.M.S.; BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. Detecção de alelopatia em espécies arbóreas nativas de Viçosa, MG, Brasil. In: 54^o CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, Belém 2003. 54^o Congresso Nacional de Botânica 3^a Reunião Amazônica de Botânica. **"Desafios da Botânica Brasileira no novo milênio: Inventário, Sistematização, Conservação e Uso da diversidade Vegetal"**. Disponível em: <www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm/resumos/R0203-1.htm>. Acessado em 18 de junho de 2005.

CASTRO, P.R.C; RODRIGUES, J.D.; MORAES, M.A.; CARVALHO, V.L.M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz). **Planta Daninha**, Viçosa, v.6, n.2, p.79-85, 1983.

CASTRO, P.R.C.; MARTINS, E.C.; ALCÂNTARA, V.B.G.; WUTKE, E.B.; MACHADO, E.C.; MANFRON, P. A. Efeitos de estimulantes vegetais na germinação do arroz (*Oryza sativa* (L.) cv. IAC-165). **Anais da ESALQ**, São Paulo, v.XLI, p.359-368, 1984.

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. Volume especial.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. Interferência: Competição e Alelopatia. In: FERREIRA, A. G., BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2004, p.252-262.

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

GORLA, C.M; PEREZ, S.C.J.G.A Influência de extratos aquosos de *Miconia albicans* Triana, *Lantana câmara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 19, n.2, p.261-266, 1977.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

KUC, J. P. Phytoalexins. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, CA, v.10, p.207-232, 1972.

MARCHI, J. L. de; CÍCERO, S. M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v.12, n.1-3, p. 20-27, 2002.

MAZZAFERA, P. & MAGALHÃES, A.C.N. Cafeína em folhas e sementes de *Coffea* e *Paracoffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, n.2, p.157-160, 1991.

McCLURE, J. W. Physiology and functions of flavonoids. In: HARBORNE, J. B.; MARBRY, T. J.; MARBRY, H. **The flavonoids**. London, Chapman e Hall, p.970-1055, 1975.

MEDEIROS, A. R. M. de. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Brasil. 1989. 92 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MEDEIROS, A. R.; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n.1, p.9-14, 1993.

MERUGO, S. Substâncias reguladoras de crescimento em rizoma de *Cyperus rotundus* L. Efeito do extrato de rizoma na germinação e crescimento de plantas superiores. **Boletim da Faculdade de Filosofia ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Botânica**, São Paulo, v.331, n.24, p.127-144, 1969.

MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, 1998. Disponível em: <<http://atlas.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/ecd4ca3ff88efcfa032564cd004ea083/29582e4168efb360832566a4007ae219?OpenDocument>>. Acesso em: 18 de novembro de 2006.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie**. Jena: Fischer. 1937.

MULLER, C. H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetatio**, North América, v.18, p.348-357, 1969.

PERES, M. T. L. P.; HESS, S. C.; PIZZOLLATTI, M. G.; QUEIROZ, M. H.; MONACHE, F. D.; YUNES, R. A. **Potencial alelopático da fração n-butanólica de flavonóides isolados de *Gleichenia pectinata* Wild (P.R.) sobre sementes de *Lactuca sativa* var. Grand Rapids**. 1998. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/ranteriores/23/resumos/1481/index.html>>. Acesso em: 18 de junho de 2005.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.18, n.3, 2004.

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

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

OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. Efeito alelopático de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n.3, p.401-406, 2004.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S., CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba, p.145-171, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289p.

PUTNAM, A. R., Weed allelopathy. In: DUKE, S. D. **Weed Physiology**. Boca Raton, CRC Press, 1985. p.131-155.

PUTNAM, A. R., DUKE, W. D. Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. **Science Magazine**, Washington D.C., v.185, p.370-372, 1974.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. **Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens**. Ed. UFLA. 2003. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdf/bol_54.pdf> Acesso em: 18 de junho de 2005.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974, 353 p.

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

RIZVI, S. J. H.; MISHRA, G. P.; RIZVI, V. Allelopathic effects of nicotine on maize. **Plant and Soil**, Dort, v.116, p.292-293, 1989.

SEIGLER, D.; PRICE, P. W. Secondary compounds in plants: primary functions. **American Naturalist**, Chicago, v.110, p.101-105, 1976.

SWAIN, T. Biochemical evolution in plants. In: FLORKIN, M. e STOTZ, E. H. **Comprehensive biochemistry**. Amsterdam, Elsevier, p.125-302, 1977.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; DUTRA, S. Estádio de desenvolvimento e estresse hídrico e as potencialidades alelopáticas do capim-marandu. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.25-31, 2002.

WEIDENHAMER, J. D.; HARTNETT, D.C.; ROMEO, J. T. Density-dependent phytotoxicity: distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants **Journal of Chemical Ecology**, v.26, p.613-524, 1989.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P.P. Allelochemis: chemical interation between plants and insects. **Science**, New York, v.171, p.757-770, 1971.