



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO**

DISCIPLINA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO II

**Potencial alelopático de extratos aquosos de filódios de *Acacia longifolia*
sobre a germinação e crescimento de soja e arroz vermelho**

Acadêmica: Alana Rodrigues Rubira
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Emanuela Garbin Martinazzo
Co-orientadora: Prof^ª Dr^ª Ioni Gonçalves Colares

Monografia apresentada como requisito da
Disciplina de Trabalho de Graduação II - 15125
do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado.

Rio Grande, novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, de modo geral gostaria de agradecer todas as pessoas que passaram pela minha vida durante minha jornada pela graduação e a impactaram de forma positiva. Apesar das dificuldades, das noites sem dormir por causa de provas e muitas frustrações, fico feliz por ter conhecido tantas pessoas maravilhosas durante esses anos.

Gostaria de agradecer minha orientadora Emanuela por ter me dado a chance de realizar esse projeto sobre sua orientação. Apesar da minha pouca experiência (fora das nossas aulas práticas) trabalhando com vegetais, você se mostrou sempre disposta a me ajudar, foi paciente e me guiou tornando esse trabalho possível. Obrigada pela motivação que foi extremamente vital na etapa final do TCC.

Agradecer à minha coorientadora Ioni, que mesmo este sendo um ano tão ocupado para você, também esteve o mais disponível o possível e me apoiou.

Ao pessoal da botânica: Gio, Larissa, Mikael, Manuela, Fernanda, Marianna, que me ajudaram demais durante o desenvolvimento e finalização do TCC. Especialmente você, Gio, obrigada pelas suas energias positivas 24 horas por dia!

Aos meus pais pelo incentivo e apoio para ingressar na academia. Por sempre quererem o melhor para mim. Agradeço aos meus familiares, principalmente minha irmã Suellen que foi uma grande parceira esse ano! Também quero dizer aqui o quanto me deixou feliz chegar em casa e ser recebida pelos meus animais de estimação dia após dia durante todos estes anos de curso.

Aos vários colegas de turma que tive, mas principalmente a turma com a qual estou me formando. Pode não ser a turma com a qual entrei, mas me sinto totalmente parte dela.

Aos professores que me ensinaram coisas novas e me incentivaram a pensar, criticar, buscar e ir além. Suas aulas foram capazes de observar e pensar com novas perspectivas.

Aos melhores amigos que fiz na faculdade: Maiara, Larissa e Guilherme. Sei que os levarei para toda a vida.

À todas as músicas que me ajudaram a focar nos estudos de forma que o silêncio nunca poderia.

Agradeço todos esses e outros fatores que juntos tornaram possível a conclusão dessa etapa da minha vida.

SUMÁRIO

Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução Geral.....	6
Manuscrito.....	11
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Materiais e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	21
Referências Bibliográficas.....	21
Agradecimentos.....	22
Considerações Finais.....	22
Revisão Bibliográfica.....	22

Resumo

Alelopatia é o termo usado para definir como substâncias liberadas por plantas são capazes de interferir no desenvolvimento de outras plantas. Essas substâncias, resultadas do metabolismo secundário, são denominadas aleloquímicos. Substâncias que podem atuar como aleloquímicos são importantes para a autodefesa do indivíduo pois estão ligadas às atividades como sinalização e mecanismos contra predação e competição contra outras plantas. Deste modo, a alelopatia se tornou uma ferramenta agroecológica para o desenvolvimento sustentável de formas de controle de pragas e plantas invasoras, podendo tais compostos funcionarem como herbicidas e pesticidas naturais. *Acacia longifolia* é uma árvore de pequeno porte natural da Austrália cujo potencial alelopático já foi observado em espécies diferentes. A soja é um importante grão usado para alimentação tanto humana quanto de outros animais. Culturas de soja possuem diversos invasores, um deles sendo o arroz vermelho. O presente trabalho avaliou os efeitos alelopático de *A. longifolia* sobre a soja e arroz vermelho, para seu possível uso no controle de arroz vermelho que invadem as culturas de soja. Para isso, foram preparados extratos aquosos de diferentes concentrações usando os filódeos de *A. longifolia*. As concentrações foram de 0, 2, 4, 6, 8 e 10%. Foram calculados o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e a porcentagem de germinação. Também foram feitas medidas e pesagens de indivíduos a fim de determinar se o investimento em massa também foi afetado. Os resultados obtidos mostraram que os extratos, mesmo na maior concentração testada, não afetaram a germinação das plantas alvo. Tanto a soja quanto o arroz vermelho apresentaram pouca variação no tempo de germinação. Foi observada uma diminuição no peso dos indivíduos de ambas espécies conforme o aumento da concentração. Na concentração 10%, a soja teve seu crescimento afetado, tendo todos os indivíduos apresentado pouco crescimento em relação às outras concentrações.

Palavras-chave: Alelopatia, agroecologia, *Glycine max*, *Oryza sativa*

Abstract

Allelopathy is the term used to define how substances released by plants are able to interfere in the development of other plants. These substances, resulting from secondary metabolism, are named allelochemicals. Substances that can act as allelochemicals are important for the plant's self-defense since they are linked to activities such as signaling and mechanisms against predators or competition. Thus, allelopathy has become an agroecological tool for the development of ways to control pests and weeds, such as using allelochemicals as natural herbicides and pesticides. *Acacia longifolia* is a small tree species natural from Australia. Its allelopathic potential has been verified by previous studies. The soybean is an important grain used for food in Brazil. Soybean crops suffer from many invaders, including red rice. The present work evaluated the allelopathic effects of *A. longifolia* on soybean and red rice, so that it may be used as a herbicide against red rice. For this, aqueous extracts of different concentrations were prepared using the follicles of *A. longifolia*. The concentrations were as following: 0, 2, 4, 6.8 and 10%. Germination rate index, mean germination time and germination percentage were evaluated. Some individuals from each concentration were measured and weighted for possible effect on plant mass. The results showed that the extracts, even at the highest concentration tested, did not affect the germination of the target plants. Both soybean and red rice showed little variation in germination time. There was a decrease in weight as the concentration increased in both species. In 10% concentration, soybean had its growth affected, as all individuals showed little growth when compared to other concentrations.

Keywords: Allelopathy, agroecology, *Glycine max*, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO GERAL

Alelopatia

A alelopatia é definida como a capacidade de uma planta de liberar metabólitos secundários no meio ambiente e interferir, tanto positivamente quanto negativamente, no metabolismo de outras que entrem em contato com essas substâncias (Rice 1984). Essa interferência pode afetar a germinação, o crescimento e/ou sobrevivência do organismo.

Alelopatia (do grego alelon=mútuo e phatós=prejuízo) foi um termo criado pelo botânico Hans Molisch em 1973, que definiu essa interação como prejudicial para a planta alvo. Desde então, o pesquisador foi apelidado como sendo o “pai da alelopatia”. Em 1984, seria Rice quem iria dar uma nova definição à palavra, dizendo que esse efeito também poderia ser estimulatório (Chou, 2006). Porém, registros de observações desse tipo de interação entre plantas datam desde pelo menos 300 a.C., quando o filósofo grego Teofrasto publicou em seu livro “Historia Plantarum” sobre como o grão-de-bico é capaz de esgotar o solo e destruir ervas daninhas (Willis 2007).

Aleloquímicos

Aleloquímicos são as substâncias oriundas do metabolismo secundário das plantas. Eles são produzidos em diversas partes como nas folhas, raízes, flores, rizomas, etc, porém em diferentes quantidades. (Bertin *et al.* 2003; Gatti *et al.* 2004; Grisi *et al.* 2012). Os aleloquímicos estão relacionados a diversas atividades, dentre elas a transmissão de sinais, os mecanismos de defesa contra predação e competição entre plantas vizinhas (Rizvi *et al.* 1992).

Existem diversos grupos de metabólitos secundários, como as fitoalexinas, os flavonóides, as ligninas e os taninos. (King & Ambika 2002). As fitoalexinas são metabólitos que atuam contra a ação microbiana, podendo impedir ou reduzir atividade de agentes patógenos (Purkayastha 1995); flavonóides possuem uma variedade de funções como proteção contra a luz ultravioleta, coloração de vários tecidos (Davies & Yáñez 2012) e sinalização de bactérias simbióticas na simbiose de rizóbios e leguminosas (Zhang *et al.* 2009); a lignina confere rigidez e impermeabilidade à parede celular; os taninos possuem um papel contra a herbivoria. (Barbehenn & Constabel 2011).

Para que os aleloquímicos consigam afetar a planta vizinha, eles precisam entrar em contato com a mesma. Existem diversas rotas para que os aleloquímicos sejam lançados no ambiente como exsudação e deposição nas folhas, volatilização ou exsudação radicular (Fig. 1). Além disso, os aleloquímicos são liberados no ambiente em quantidades variadas, não

isoladamente, mas sim vários tipos de substâncias diferentes sendo liberadas pela mesma planta. Por isso, deve-se considerar que alguns aleloquímicos possam apenas causar efeitos em certos graus de concentração ou quando agindo em sinergia com outros compostos (Albuquerque *et al.* 2011).

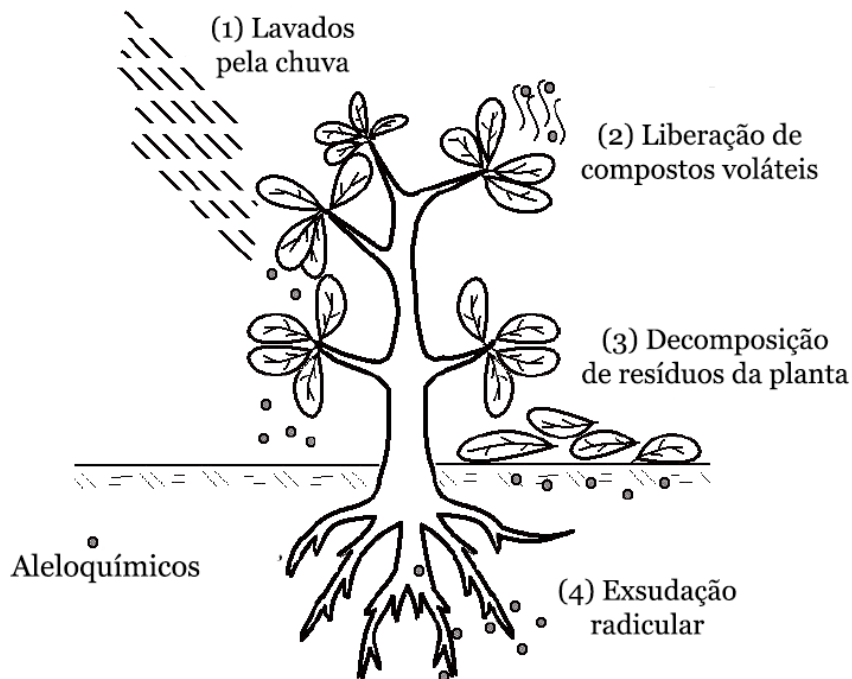


Figura 1. Desenho ilustrando as diversas maneiras pelas quais os aleloquímicos podem ser liberados no ambiente (Adaptado de Albuquerque *et al.* 2011).

Os aleloquímicos podem atuar de forma (1) direta, quando se ligam às membranas da planta alvo ou penetram em suas células, interferindo no metabolismo das mesmas; ou (2) indireta, quando alteram as propriedades do solo, a disponibilidade de nutrientes ou afetam as populações de microrganismos próximos (Ferreira & Aquila 2000). Podem também afetar a concentração de hormônios, síntese proteica, funcionamento dos estômatos, fotossíntese, absorção de minerais, relações hídricas e até mesmo alterações no DNA e RNA (Rizvi & Rizvi 1992). Em uma revisão bibliográfica feita por Albuquerque *et al.* (2011), são citadas outras duas classificações quanto a liberação de aleloquímicos: quando a planta libera aleloquímicos que causam danos para uma espécie diferente de planta, é chamado de heterotoxicidade, inversamente, quando eles causam danos para a própria planta, esse fenômeno é chamado de autotoxicidade. Pesquisadores explicam autotoxicidade como uma forma da planta mais velha evitar competição (em termos de nutrientes, água, luz) contra indivíduos mais jovens.

Alelopatia na agroecologia

Nas últimas décadas, o uso e dependência de herbicidas, pesticidas e fungicidas sintéticos vêm aumentando gradativamente com a influência de grandes indústrias. Tais produtos trazem preocupação para pequenos produtores e consumidores pela sua toxicidade tanto para o meio ambiente (contaminação do solo e rios) quanto para animais e humanos, que pode afetar até gerações seguintes (Farooq *et al.* 2011).

Nesse contexto, o uso da alelopatia como uma forma de gestão de pestes e plantas invasoras na forma de herbicidas e pesticidas se tornou uma opção sustentável (Macías *et al.* 2000). A fitotoxicidade é baixa ou nula para animais ou insetos benéficos, além de uma taxa de degradação relativamente alta, segundo revisão feita por Farooq *et al.* (2011). Cada vegetal possui diferentes níveis de tolerância para certos aleloquímicos, tornando possível inibir ou diminuir o crescimento de uma sem afetar o desenvolvimento da outra. Na agricultura, a alelopatia pode ser usada como coberturas mortas, herbicidas naturais, incorporação de genes de substâncias com potencial alelopático e rotações de culturas.

***Acacia longifolia* (espécie testada)**

A *Acacia longifolia* (Andr.) Willd., popularmente conhecida como acácia-de-espigas, é uma leguminosa pertencendo ao gênero *Acacia* e à subfamília Mimosoidea (Fabaceae). Seu nome originou devido às suas longas folhas (longi = longo, folia = folha).



Figura 2. Imagem das flores e folhas de *Acacia longifolia*. (Fonte: Wikipedia)

As folhas longas características de diversas espécies em *Acacia* são na verdade filódios: longos pecíolos que agem como o limbo das folhas.

É uma espécie nativa da Austrália, assim como muitas de seu grupo. Em Portugal, é considerada uma planta invasora, sendo seu sucesso atribuído ao rápido crescimento, grande produção de sementes e eficiência em dispersão, além da ausência de competidores nas áreas nas quais foi introduzida (Marchante *et al.* 2003). No Brasil, outras espécies do gênero como *A. mearnsii* e *A. magnium* são cultivadas. Em uma revisão feita por Attias *et al.* (2013), é mencionado que no Rio Grande do Sul, pelo menos 30 mil pequenos produtores cultivam *A. mearnsii* para que seu produto seja exportado para o Japão para fabricação de celulose.

Estudos envolvendo alelopátia com *A. longifolia* sobre fungos foram feitos, onde ela estimulou o crescimento micelial em *Colletotrichum acutatum* e inibiu o crescimento micelial em *Fusarium oxysporum* (Lima *et al.* 2013).

Alelopátia foi observada em outras espécies de *Acacia* também: extratos das folhas de *A. auriculiformis* afetaram negativamente a germinação de sementes de arroz e feijão-de-corda (Jadhav & Gaynar 1992); *Acacia menoxylon*, em uma área dominada por *Quercus robur* e apresentou grande efeito inibitório devido a fitotoxinas produzidas ao início de sua decomposição (González 1995), e folhas e flores de *A. dealbata*, além de amostras de solo ao redor da planta, foram utilizados para testar o seu potencial alelopático sobre a germinação e crescimento da raiz e hipocótilo de *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Phleum praiense* e *Lolium perenne*. Tanto o material vegetal quanto o solo apresentaram inibição. (Bhaskar & Dasappa 1986). Em um experimento realizado em Portugal, bactérias do solo apresentaram maior sensibilidade aos aleloquímicos de *A. dealbata* do que os fungos (Lorenzo *et al.*, 2013). Em um estudo por Muhammad *et al.* (2011) que testava a alelopátia de flores e filódios de *Acacia maloxynon*, as flores apresentaram maior redução no índice e tempo de germinação em sementes de *D. glomerata*, *L. perenne*, e *L. sativa*.

Soja (espécie alvo)

A soja (*Glycine max*) faz parte da família Fabaceae e é nativa da Ásia Oriental. É um grão de grande importância no Brasil por ser usado tanto na alimentação humana (na forma de óleo, molho, leite, etc) quanto animal (ração). Além de ser rica em proteínas, a soja também possui isoflavonas, compostos em que foram observados efeitos benéficos sobre doenças crônicas (Esteves & Monteiro 2001). Sementes de soja também foram objetivos de estudo com alelopátia, a exemplo do trabalho desenvolvido por Bortollini & Fortes (2005), onde a soja teve a porcentagem da germinação de sementes afetada por exsudados radiculares de milho, trigo e ervilhaca, mas sem efeito alelopático sobre a velocidade média da germinação.

Arroz Vermelho (espécie alvo)

O Arroz Vermelho é considerado como sendo da mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa L.*) e é caracterizado pela coloração avermelhada do pericarpo dos grãos. É o principal invasor de culturas de arroz, mas também pode ser encontrado em culturas de soja, milho, causando perda na produtividade (Agrolink 2017).

Nesse contexto, sendo o arroz vermelho uma das plantas responsáveis por perdas em lavouras de soja, é necessário procurar alternativas para o controle dessas infestações sem que ocorra perda de produtividade, principalmente como alternativa para pequenos produtores com base na agricultura familiar.

Objetivos

Gerais: Avaliar a capacidade alelopática de *A. longifolia* para o seu possível uso como um herbicida natural sobre cultivos de Soja ou outros cultivos afetados pelo Arroz Vermelho.

Específicos:

- Calcular o Índice de Velocidade de Germinação de sementes de soja e de arroz vermelho
- Calcular Tempo Médio de Germinação de sementes de soja e de arroz vermelho
- Calcular Porcentagem de Germinação de sementes de soja e de arroz vermelho
- Avaliar se o crescimento inicial de plântulas de soja e arroz vermelho foi afetado

MANUSCRITO

Revista Brasileira de Agroecologia

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE FILÓDIOS DE *ACACIA LONGIFOLIA* SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE SOJA E ARROZ VERMELHO

Allelopathic potential of aqueous extracts of *Acacia longifolia* phyllodes on the germination and growth of soybean and red rice

RUBIRA, A. R.¹; COLARES, I. G.²; MARTINAZZO, E. G.³

¹ Graduanda em Ciências Biológicas – Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande, alana.rubira@gmail.com; ² Doutora em Oceanografia Biológica, Professora do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande, dmbioni@furg.br; ³ Doutora em Fisiologia Vegetal, Professora do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande, emartinazzo@gmail.com;

RESUMO

Alelopatia é o termo usado para definir como substâncias liberadas por plantas são capazes de interferir no desenvolvimento de outras plantas. Essas substâncias, resultadas do metabolismo secundário, são denominadas aleloquímicos. A alelopatia se tornou uma ferramenta agroecológica para o desenvolvimento sustentável de formas de controle de pragas e plantas invasoras, podendo tais compostos agirem como herbicidas e pesticidas naturais. *Acacia longifolia* é uma árvore de pequeno porte natural da Austrália cujo potencial alelopático já foi observado sobre espécies diferentes. O presente trabalho avaliou os efeitos alelopático de *A. longifolia* sobre a soja e arroz vermelho, para seu possível uso no controle de arroz vermelho que invadem as culturas de soja. Para isso, foram preparados extratos aquosos de diferentes concentrações usando os filódios de *A. longifolia*. As concentrações foram de 0, 2, 4, 6, 8 e 10%. Foram calculados o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e a porcentagem de germinação. Também foram feitas medidas e pesagens de indivíduos a fim de determinar se o investimento em massa também foi afetado. Os resultados obtidos mostraram que os extratos, mesmo na maior concentração testada, não afetaram a germinação das plantas alvo. Tanto a soja quanto o arroz vermelho apresentaram pouca variação no tempo de germinação. Foi observada uma diminuição no peso dos indivíduos de ambas espécies conforme o aumento da concentração. Na concentração 10%, a soja teve seu crescimento afetado, tendo todos os indivíduos apresentado pouco crescimento em relação às outras concentrações.

Palavras-chave: Alelopatia, agroecologia, *Glycine max*, *Oryza sativa*

ABSTRACT

Allelopathy is the term used to define how substances released by plants are able to interfere in the development of other plants. These substances, resulting from secondary metabolism, are named allelochemicals. Allelopathy has become an agroecological tool for the development of ways to control pests and weeds, such as using allelochemicals as natural herbicides and pesticides. *Acacia longifolia* is a small tree species natural from Australia. Its allelopathic potential has been verified by previous studies. The present study evaluated the allelopathic effects of *A. longifolia* on soybean and red rice, so that it may be used as a herbicide against red rice. For this, aqueous extracts of different concentrations were prepared using the follicles of *A. longifolia*. The concentrations were as following: 0, 2, 4, 6.8 and 10%. Germination rate index, mean germination time and germination percentage were evaluated. Some individuals from each concentration were measured and weighted for possible effect on plant mass. The results showed that the extracts, even at the highest concentration tested, did not affect the germination of the target plants. Both soybean and red rice showed little variation in germination time. There was a decrease in weight as the concentration increased in both species. In 10% concentration, soybean had its growth affected, as all individuals showed little growth when compared to other concentrations.

Keywords: Allelopathy, agroecology, *Glycine max*, *Oryza sativa*

INTRODUÇÃO

Alelopatia (do grego alelon=mútuo e phatós=prejuízo) é um termo usado para definir como a liberação de substâncias por uma planta pode afetar o desenvolvimento (germinação, crescimento, sobrevivência) de outros organismos, incluindo outras plantas. Essa interferência pode ser tanto positiva quanto negativa. (Rice, 1984). Tais substâncias alelopáticas são denominadas aleloquímicos, oriundos do metabolismo secundário das plantas. Segundo revisão de Albuquerque *et al.* (2011), eles são produzidos em diversas regiões da planta em diferentes quantidades. Os aleloquímicos podem estar relacionados a mecanismos de defesa ou competição. (Rizvi *et al.*, 1992).

Devido a liberação de substâncias capazes de afetar o desenvolvimento de outras plantas, produtores adotaram a alelopatia como uma forma sustentável na gestão de pestes e plantas invasoras (Macías *et al.*, 2000). Na agricultura, a aplicação da alelopatia pode ocorrer na forma de coberturas mortas, herbicidas naturais, incorporação de genes de substâncias com potencial alelopático e rotações de culturas.

A *Acacia longifolia* (Andr.) Willd., popularmente conhecida como acácia-de-espigas, é uma leguminosa pertencendo ao gênero *Acacia* e à subfamília Mimosoidea (Fabaceae). É uma espécie nativa da Austrália, assim como muitas de seu grupo. Em Portugal, é considerada uma planta invasora (Marchante *et al.* 2003). Seu potencial alelopático já foi avaliado em diferentes espécies alvo (Peitz 2003; Lima *et al.* 2013; Tourinho & Martinazzo 2016). A soja (*Glycine max*) é um grão de grande importância no Brasil por ser usado tanto na alimentação humana (na forma de óleo, molho, leite, etc) quanto animal (ração). O Arroz Vermelho (*Oryza sativa* L.) é caracterizado pela sua coloração avermelhada do pericarpo dos grãos e considerado um dos invasores de cultura de soja, causando perda na produtividade (Agrolink, 2017).

Sendo o arroz vermelho uma das plantas responsáveis por perdas em lavouras de soja, é válido procurar alternativas sustentáveis para diminuir ou inibir sua proliferação nessas culturas sem a perda da produtividade, principalmente como alternativa para pequenos produtores com base na agricultura familiar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a coleta das folhas de *Acacia longifolia* no Campus Carreiros da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, localizada geograficamente em 32°04'24.0"S e 52°09'51.6"W. O material coletado foi levado ao laboratório de Fisiologia Vegetal, do

Instituto de Ciências Biológicas da FURG, onde foi realizada uma triagem, descartando folhas apresentando injúrias e/ou sinal de predação, e preservando folhas íntegras que foram lavadas. A primeira lavagem foi realizada em hipoclorito de sódio 1%, após, em água corrente e água destilada. As folhas foram colocadas em sacos de papel e levadas a uma estufa de ventilação forçada, com temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante. Após seco, o material foi levado para a Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, onde foi feita a trituração em moinho “tipo Willey” e padronizado com peneira de 10 *mesch* para a obtenção de uma farinha.

O extrato aquoso foi feito a partir de uma solução estoque 10% (100g/1L) diluída em água destilada, posteriormente sendo colocada em um frasco ambar e mantida em repouso na geladeira ($10^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$) por 48 horas. Por último, a mistura foi filtrada em funil-de-büchner com papel de filtração.

Foram usadas sementes das espécies alvo soja (*Glycine max*) e arroz vermelho (*Oryza sativa*) testadas sob diferentes concentrações do extrato aquoso (2, 4, 6, 8 e 10%) e uma concentração controle (0%) contendo apenas água destilada. Para a avaliação da germinação, foram feitas oito repetições de 25 sementes de soja e oito repetições de 25 sementes de arroz vermelho, totalizando 200 sementes de cada espécie por tratamento. Foi feita a assepsia das sementes de ambas espécies com hipoclorito de sódio (1%) por 3 minutos. Ambas as espécies foram semeadas entre rolos de papel, após embebição prévia nos extratos, umedecidas com 2,5 vezes o valor de sua massa seca com água destilada. Os rolos de papel foram acondicionados em BOD, com fotoperíodo de luz constante e uma temperatura de 25°C , por oito e quatorze dias respectivamente para soja e arroz vermelho. Foram feitas contagens diárias de germinação, sendo consideradas germinadas as plantas que apresentaram protrusão da raiz. Com os valores de germinação das sementes, foram calculadas as seguintes variáveis:

- Índice de Velocidade de Germinação (IVG): $\Sigma(N_i/T_i)$ onde: N_i – número de sementes germinadas no tempo ‘i’ e T_i – tempo de duração do experimento de cada espécie (1-8 dias para a soja e 1-14 dias para o arroz vermelho).

- Tempo Médio de Germinação (TMG): $(\Sigma N_i/T_i)/\Sigma N_i$ onde: N_i – número de sementes germinadas diariamente, T_i – duração do experimento de cada espécie.

- Porcentagem de germinação: foi avaliada pelo número de plântulas normais ao final do teste de germinação de acordo com Brasil (2009).

Ao final dos testes de germinação, foram utilizadas 10 plântulas de quatro repetições por tratamento avaliação do crescimento inicial. Foram medidos o comprimento da parte aérea e da raiz de cada plântula. Os resultados foram expressos em cm plântula⁻¹. Para obtenção da massa seca, as plântulas foram inseridas em envelopes de papel e colocadas na

secagem em estufa sob temperatura de $70^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$. Os resultados foram expressos em mg plântula^{-1} .

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. A análise dos dados foi feita no programa estatístico R 3.4.2. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e foram ajustados por polinômios ortogonais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo buscou avaliar o possível uso de *A. longifolia* como uma ferramenta agroecológica no controle de arroz vermelho em cultivos de soja. Para isso, deve ser levado em consideração a tolerância de ambos em relação às concentrações, visando inibir ou atrasar o desenvolvimento do arroz vermelho sem afetar negativamente o desenvolvimento da soja.

No experimento com a soja, o número total de sementes germinadas em cada tratamento foi atingido dentro de 4 dias. Os resultados podem ser encontrados na figura 1. O menor número foi registrado no tratamento 10% (171), demonstrando 85,5% de germinação. O tratamento controle apresentou 93% para total de sementes germinadas, o que talvez possa significar que a baixa porcentagem observada nos tratamentos (inclusive o controle) seja por fatores não somente relacionados à alelopatia.

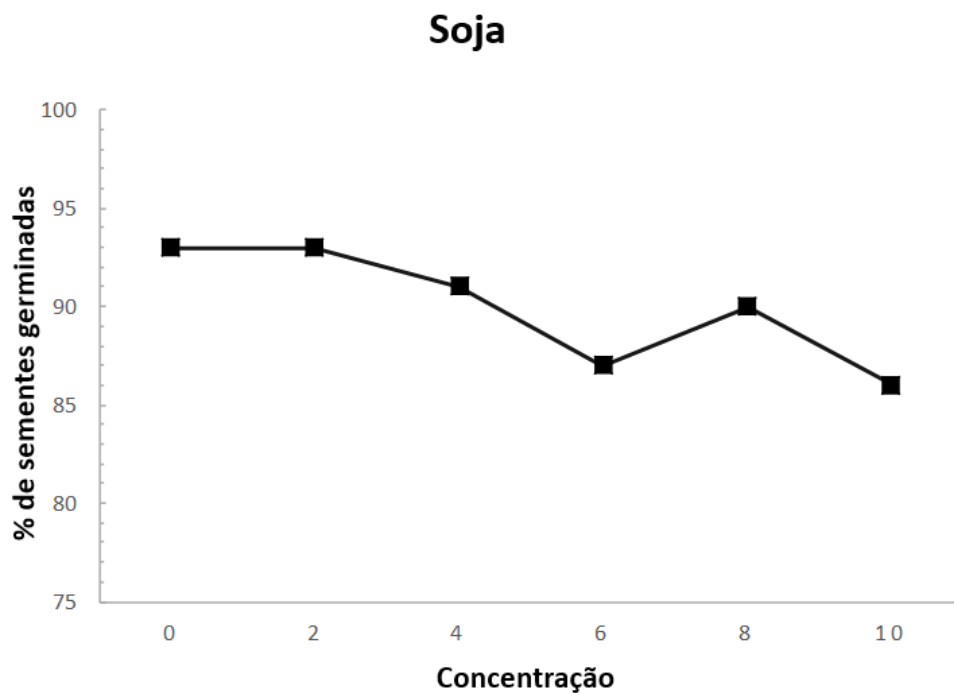


Figura 1. Gráfico ilustrando os resultados obtidos para porcentagem de sementes germinadas de soja em diferentes concentrações de *A. longifolia*.

Tanto o índice de velocidade de germinação quanto o tempo médio de germinação (Fig.2A e 2B) apresentaram pouca variação entre os tratamentos.

Os resultados obtidos para IVG e TMG de soja demonstraram que não houve interferência significativa para esses parâmetros, similar ao encontrado em trabalho desenvolvido por Bortollini & Fortes (2005), onde exsudatos radiculares de milho, trigo e ervilhaca afetaram a porcentagem da germinação de sementes, mas sem apresentar efeito alelopático sobre o tempo e velocidade média da germinação. O contrário foi observado no mesmo trabalho, onde a aveia preta afetou negativamente o tempo e velocidade média de germinação.

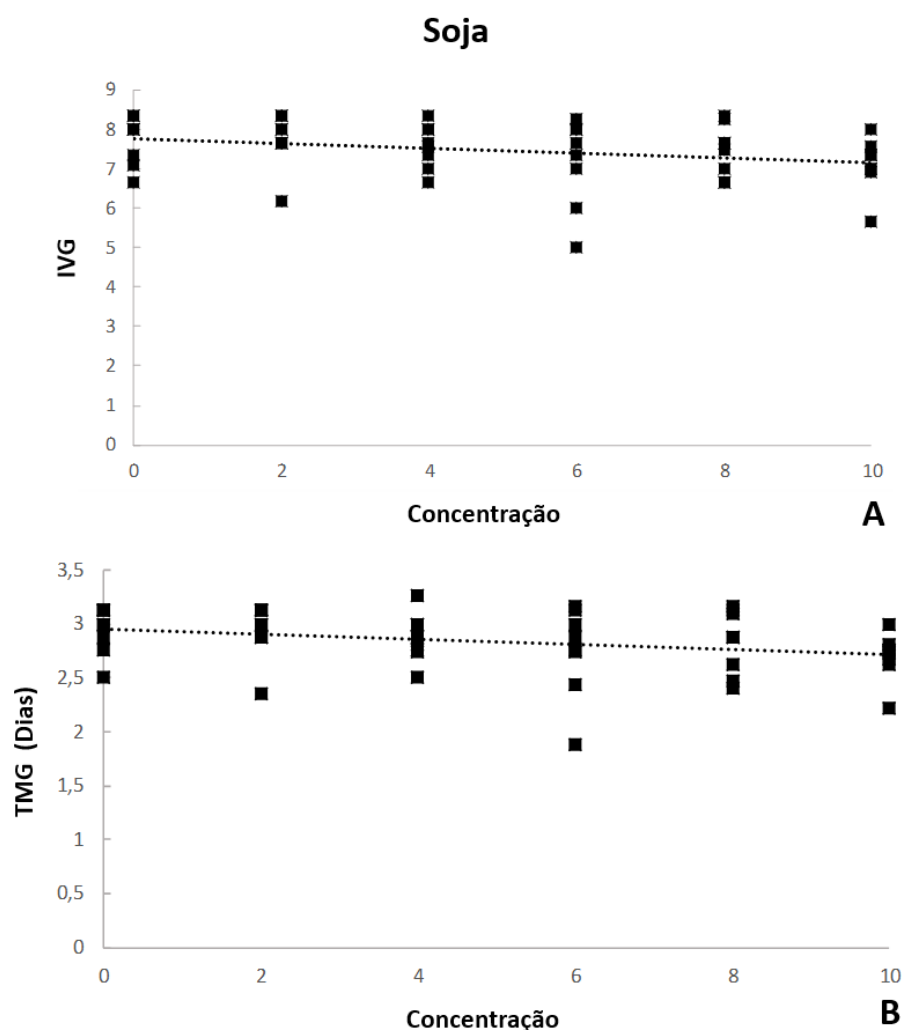


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (A) e tempo médio de germinação (B) de sementes de soja em diferentes concentrações de extrato aquoso de *A. longifolia*.

Quanto, ao crescimento inicial da soja, foi observada pouca variação entre os tratamentos 0 e 6%. Plântulas do tratamento 10% apresentaram pouco desenvolvimento tanto da parte aérea quanto radicular (Tabela 1), e conseqüentemente uma grande diminuição em massa, demonstrando interferência negativa no crescimento inicial da planta nessa concentração.

Tabela 1. Valores referentes ao crescimento inicial da soja após a contagem final. Comprimento médio (cm) e peso da massa seca (mg). * Desvio padrão.

Tratamento	Comprimento médio	Peso
0%	25,6	0,4687
2%	24,7	0,3908
4%	25,2	0,4698
6%	24,4	0,4431
8%	25,5	0,5101
10%	14,1	0,2858

No experimento realizado com arroz vermelho, levaram até 6 dias para que cada tratamento atingisse seu número total de germinação. A maioria das sementes apresentou protrusão da raiz no segundo dia. O menor número de germinação total de sementes registrado foi para os tratamentos 8 e 10% (196), representando uma porcentagem de germinação de 98% (Fig. 3). Houve pequena diminuição no índice de velocidade de germinação conforme o aumento da concentração (Fig.4A) enquanto o tempo médio de germinação apresentou pouca variação (Fig.4B).

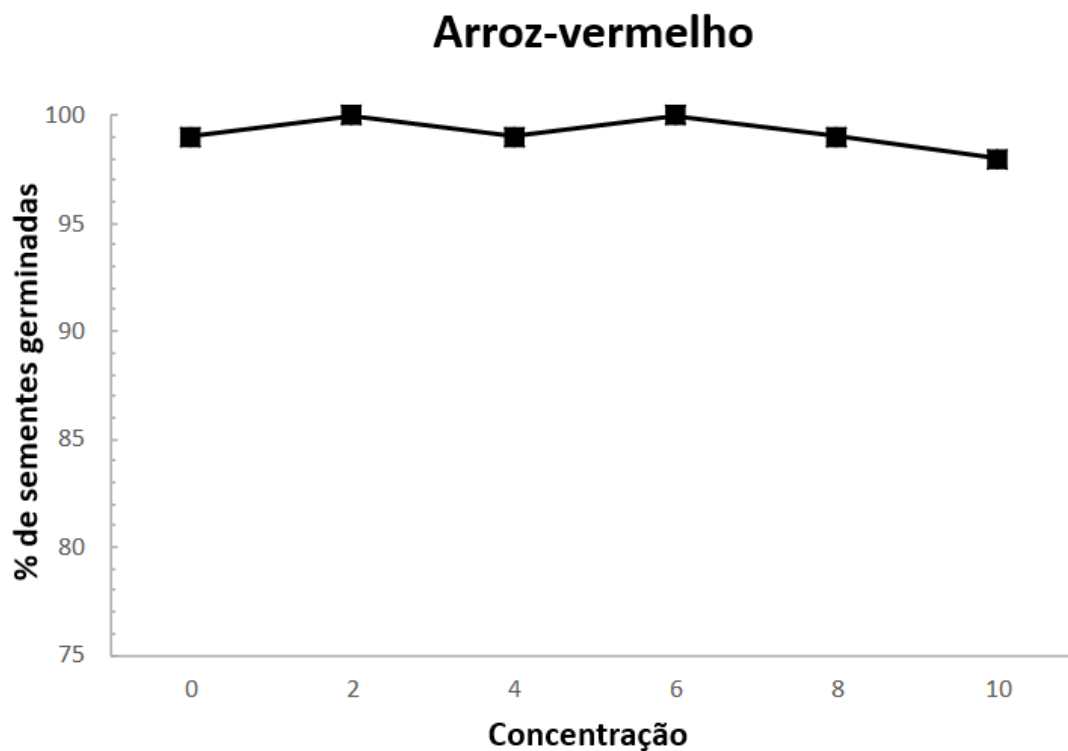


Figura 3. Porcentagem de sementes germinadas de soja em diferentes concentrações de *A. longifolia*.

O arroz vermelho é uma planta daninha que causa perdas de produtividade para diversas culturas, principalmente o arroz irrigado. Entre os métodos visando diminuir sua presença em cultivos, destacam-se o uso de sementes pré-germinadas, preparo antecipado do solo e rotação de culturas (Agostinetto *et al.*, 2001). No presente estudo, *A. longifolia* não mostrou capacidade de atrasar ou inibir a germinação deste invasor.

Quanto a crescimento inicial (Tabela 2), o arroz vermelho apresentou diminuição do peso seco e comprimento nos tratamentos com extrato em comparação ao tratamento controle. Alguns indivíduos dos tratamentos com extrato apresentaram raízes maiores.

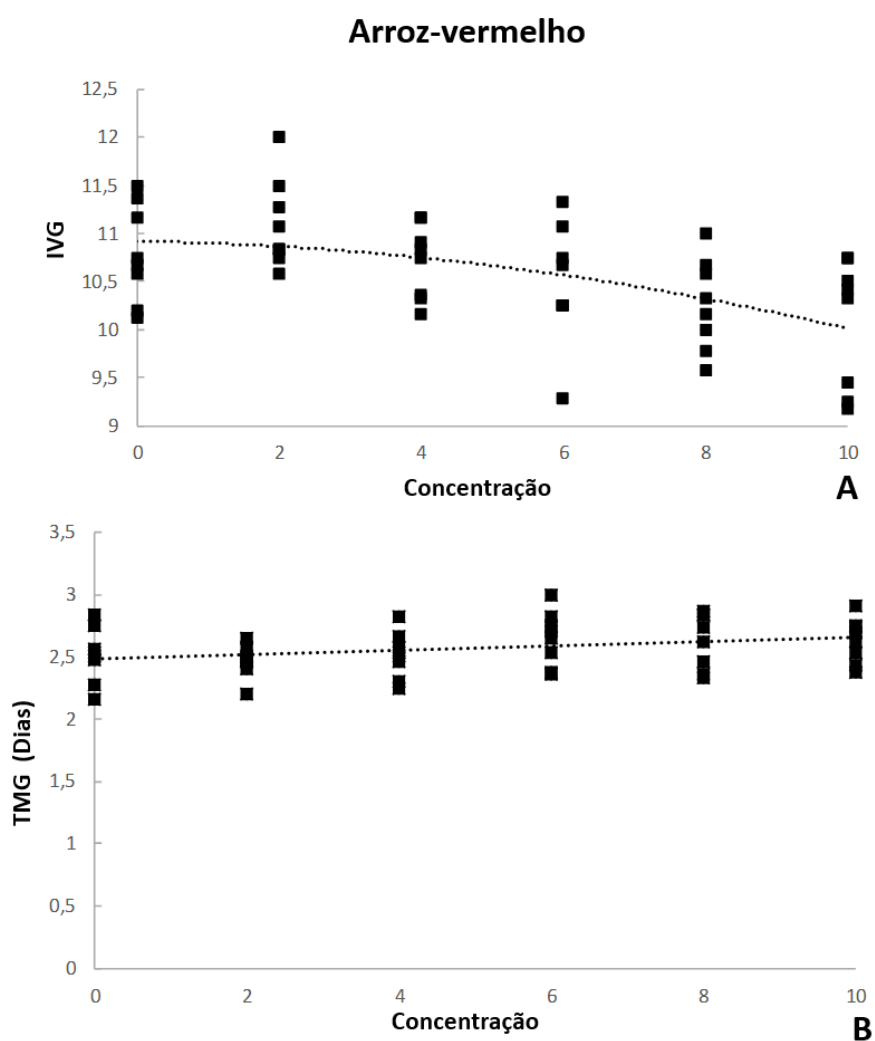


Figura 4. Índice de velocidade de germinação (A) e tempo médio de germinação (B) de sementes de arroz vermelho em diferentes concentrações de extrato aquoso de *A. longifolia*.

Tabela 2. Valores referentes ao crescimento inicial do arroz vermelho após a contagem final. Comprimento médio (cm) e peso da massa seca (mg). * Desvio padrão.

Tratamento	Comprimento médio	Peso
0%	29,9	0,1779
2%	29,3	0,1659
4%	28,9	0,1439
6%	25,6	0,1149
8%	26,6	0,1379
10%	26,7	0,1299

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos pelas funções polinomiais. Para todas as variáveis observadas, o coeficiente de determinação observado foi muito baixo, indicando que o modelo não conseguiu explicar os dados coletados. O índice de velocidade de germinação e a porcentagem de germinação apresentaram valores negativos no modelo quadrático.

Tabela 3. Funções expressando os valores de porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). * valor significativo à $P \leq 0,05$.

Planta Alvo	PG	R ²
Soja	$y = 0,0279x^2 - 0,5558x + 24,402$	R ² = 0,1967*
Arroz Vermelho	$y = -0,0117x^2 + 0,1029x + 24,665$	R ² = 0,0514-
IVG		
Soja	$y = -0,061x + 7,7634$	R ² = 0,0795*
Arroz Vermelho	$y = -0,008x^2 - 0,0102x + 10,919$	R ² = 0,2792*
TMG		
Soja	$y = -0,0238x + 2,9541$	R ² = 0,0839*
Arroz Vermelho	$y = 0,0176x + 2,4811$	R ² = 0,0936*

Em trabalho realizado por Tourinho & Martinazzo (2016), foi avaliado o efeito alelopático de flores, folhas e raízes de *A. longifolia*, no qual flores apresentaram efeito superior. No presente estudo, as concentrações de extrato aquoso das folhas testadas não apresentaram efeito alelopático o suficiente que pudesse interferir na germinação das espécies alvo, mas foram observados efeitos no crescimento inicial.

Os dados obtidos mostram que o crescimento inicial da soja foi gravemente afetado na maior concentração, enquanto os efeitos no arroz vermelho foram mais evidentes na pesagem da massa seca. Assim, enquanto *A. longifolia* mostrou efeitos alelopáticos sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de soja, a mesma resposta não foi observada, na mesma intensidade, para o arroz vermelho. Consequentemente, é importante destacar que o uso de extratos de *A. longifolia* sobre um cultivo de soja, não seria uma opção de herbicida alternativo, uma vez que pode trazer efeitos contrários ao esperado, com maior dano a cultura do que sobre a planta daninha a ser erradicada, no caso do arroz vermelho.

CONCLUSÕES

Os extratos aquosos não afetaram a germinação de ambas espécies testadas. O arroz vermelho apresentou poucas variações entre o comprimento e peso da massa seca. A soja não conseguiu desenvolver as partes aéreas e radicular apropriadamente na concentração mais alta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N.G.; MENEZES, V.G.; COSTA, E.L.N. Supressão da produção de sementes de arroz-vermelho pela aplicação de herbicidas em arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, n.1, p.57-65. 2002.

Arroz vermelho ou Arroz preto (*Oryza sativa*). AGROLINK. Disponível em: <http://agrolink.com.br/culturas/problema/arroz-vermelho_102.html> Acesso em: 15 de jun. de 2017.

BORTOLINI, .MF.; FORTES, A.M.T. 2005. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max* L.Merrill). **Semina: Ciências Agrárias**. v.26, n1, p.5-10. 2005

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. 395p.

LIMA, C.P.; CUNICO, M.M.; AUER C.G.; MIGUEL M.D.; MIGUEL O.G.; SILVA, C.B.; ANDRADE, C.A.; KERBER, V.A. Potencial alelopático e antifúngico do extrato das folhas de *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. **Visão Acadêmica**. v14, n.4, p.16-25. 2013.

MARCHANTE, H.; MARCHANTE, E.; FREITAS, H. Invasion of the Portuguese dune ecosystems by the exotic species *Acacia longifolia* (Andrews) Willd.: Effects at the community level. In: CHILD, L. **Plant Invasion: Ecological Threats and Management Solutions**. Leiden: Backhuys Publishers, 2003. p.75-85.

TOURINHO, M.P.; MARTINAZZO, E.G. **Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* (alface)**. Rio Grande, 29p, 2016. Disponível em: < <http://argo.furg.br/?RG001366063>> Acesso em: 23 mar. 2017.

MACIAS, F.A.; GALINDO J.C.; MOLINILLO J.M.G; CASTELLANO D. Dehydrozaluzein C: a potent plant growth regulator with potential use as a natural herbicide template. **Phytochemistry**, v.54, n.2, p.165-171. 2000.

PEITZ, C. **Estudo fitoquímico, alelopático e antimicrobiano de *Acacia longifolia* Andr. (Willd.)**. 2003. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: < http://200.17.203.155/index.php?codigo_sophia=308481> Acesso em: 15 jun. 2017.

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

RIZVI, S.J.H; HAQUE, H.; SIGH, U.J.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H; RIZVI, V. **Allelopathy: Basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, 1992. p.1-10.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande – FURG onde foi realizado o presente estudo. À Universidade Federal de Pelotas – UFPEL por disponibilizar seu equipamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que *A. longifolia* nas concentrações testadas não é apropriado para uso como herbicida em relação as espécies alvo. Deve-se considerar que plantas possuem tolerâncias diferentes para aleloquímicos diferentes, e a planta daninha aqui testada apresenta maior tolerância para os aleloquímicos lançados por *A. longifolia*. Futuramente, o experimento utilizando a planta daninha como alvo poderia ser repetido utilizando-se das flores para fazer o extrato (pelo seu efeito alelopático superior ao das folhas) ou em concentrações maiores. Através deste estudo também foi observado que os efeitos alelopático de *A. longifolia* afetam negativamente no desenvolvimento das partes aéreas e radicular da soja.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

AGROLINK. 2017. Arroz vermelho Arroz preto (*Oryza sativa*). Disponível em: http://agrolink.com.br/culturas/problema/arroz-vermelho_102.html Acesso em: 29 de Outubro de 2017.

ALBUQUERQUE, MB, RC SANTOS, LM LIMA, PA MELO FILHO, RJMC NOGUEIRA, CAG CÂMARA, AR RAMOS. 2010. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 31:379-395.

ATTIAS, N, MF SIQUEIRA, HG BERGALLO. 2013. Acácias Australianas no Brasil: Histórico, Formas de Uso e Potencial de Invasão. *BioBrasil*. 2:74-96.

BARBEHENN, RV, CP CONSTABEL. 2011. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72:1551-1565.

BERTIN, C, LA WESTON, H KAUR. 2008. Allelopathic crop development: Molecular and traditional plant breeding approaches. In: JANICK J. (Ed.), Plant Breeding Reviews. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Vol.30, 231-258.

BHASKAR, V, V DASAPPA. 1986. Ground flora in Eucalyptus plantation of different ages. In: SHARMA JK, CS NAIR, S KEDARNATH, S KONDA. Eucalyptus in India: Past, Present, and Future. Kerala, Forest Research Institute. 213-224.

BORTOLINI, MF, MT FORTES. 2005. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max* L.Merrill). *Semin., Ciênc. Agrár.*, 26:5-10.

BRASIL. 2009. Regras para Análise de Sementes. Brasília, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.

CHOU, CH. 2006. Introduction to allelopathy. In: REIGOSA, MJ, N PEDROL, L GONZÁLEZ (Eds.). Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications. Springer, Netherlands, Chap. 1:1-9.

DAVIES N, JA YÁÑEZ. 2012. Flavonoid Pharmacokinetics: Methods of Analysis, Preclinical and Clinical Pharmacokinetics, Safety, and Toxicology. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 338p.

ESTEVEES, EA, JBR MONTEIRO. 2001. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. *Rev. Nutr.*, 14:43-52.

FAROOQ, M, K JABRAN, ZA CHEEMA, A WAHID, KHM SIDDIQUE. Muhammad. 2011. The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Manag Sci.*, 67: 493–506.

FERREIRA, AG, MEA AQUILA. 2000. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. *R. Bras.Fisiol.Veg.*, 12:175-204.

GATTI, AB, SCJGA PEREZ, MIS LIMA. 2004. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esepanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta bot. bras.*, 18:459-472.

GRISI, PU, MA RANAL, SCJ GUALTIERI, DG SANTANA. 2012. Allelopathic potential of *Sapindus saponaria* L. leaves in the control of weeds. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34:1-9

KING, SR, R AMBIKA. 2002. Allelopathic plants. 5. *Chromolaen odorata* (L.). *Allelopathy J.* 9:35-41.

GONZÁLEZ, L, CX SOUTO, MJ REIGOSA. 1995. Allelopathic effects of *Acacia melanoxyton* R. Br. phyllodes during their decomposition. *For. Ecol. Manage.*, 77: 53-63.

JADHAV, BB, DG GAYNAR. 1992. Allelopathic effects of *Acacia auriculiformis* A. Cunn on germination of rice and cowpea. *Indian j. plant physiol.*, 35:86-89.

KING, SR, R AMBIKA. 2002. Allelopathic plants. 5. *Chromolaen odorata* (L.). *Allelopathy J.*, 9:35-41.

LIMA, CP, MM CUNICO, CG AUER, MD MIGUEL, OG MIGUEL, CB SILVA, CA ANDRADE, VA KERBER. 2013. Potencial alelopático e antifúngico do extrato das folhas de *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. *Visão acad.*, 14:16-25.

LORENZO, P, CS PEREIRA, S RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA. 2013. Differential impact on soil microbes of allelopathic compounds released by the invasive *Acacia dealbata* Link. *Soil biol. Biochem*, 57:156-163.

MARCHANTE, H, E MARCHANTE, H FREITAS. 2003. Invasion of the Portuguese dune ecosystems by the exotic species *Acacia longifolia* (Andrews) Willd.: Effects at the community level. In: CHILD, L. Plant Invasion: Ecological Threats and Management Solutions, Leiden: Backhuys Publishers. 75-85.

MUHAMMAD, IH, L GONZÁLEZ, MJ REIGOSA. 2011. Allelopathic potential of *Acacia melanoxyton* on the germination and root growth of native species. *Weed biol manag*, 11:18-28.

PURKAYASTHA, RP. 1995. Progress in phytoalexin research during the past 50 years. In: DANIEL M, RP PURKAYASTHA. Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action. New York, Marcel Dekker. 1-39p.

RICE, EL. 1984. Allelopathy. New York: Academic Press. 422p.

RIZVI, SJH, H HAQUE, UK SINGH, V RIZVI. 1992. A discipline called allelopathy. In: RIVI SJH, V RIZVI. Allelopathy: Basic and applied aspects. London, Chapman & Hall, Chap. 1:1-10.

RIZVI, SJH, V RIZVI. 1992. Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: RIZVI SJH, V RIZVI. Allelopathy: Basic and applied aspects. London, Chapman & Hall. Chap. 25:443-472.

WILLIS, RJ. 2007. The History of Allelopathy. Dordrecht: Springer. 316p.

ZHANG, J S SUBRAMANIAN, G STACEY, O YU. 2009. Flavones and flavonols play distinct critical roles during nodulation of *Medicago truncatula* by *Sinorhizobium meliloti*. *Plant J.* 57:171–183.