

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**



Dissertação

**MANEJO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO COM
EXTRATOS ALELOPÁTICOS E AGENTES BIOLÓGICOS**

André Pich Brunes

Pelotas, 2012
André Pich Brunes

**MANEJO DE PLANTAS DANINHAS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO
ATRAVÉS DE EXTRATOS ALELOPÁTICOS E AGENTES BIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Professor. Dr. Dirceu Agostinetto, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do Título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Agostinetto
Coorientadora: Prof. Dra. Candida Renata Jacobsen de Farias

Pelotas, 2012

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B894m Brunes, André Pich

Manejo de plantas daninhas da cultura do arroz irrigado com extratos alelopáticos e agentes biológicos / André Pich Brunes ; Dirceu Agostinetto, orientador ; Candida Renata Jacobsen de Farias, coorientadora. — Pelotas, 2012.

69 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2012.

1. Oryza sativa. 2. Aeschynomene sp.. 3. Digitaria sp.. 4. Sagittaria montevidensis.. I. Agostinetto, Dirceu, orient. II. Farias, Candida Renata Jacobsen de, coorient. III. Título.

CDD : 633.18

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Banca Examinadora:

Dr. Dirceu Agostinetto
(Orientador)

Dr. Geri Eduardo Meneghello

Dr. Carlos Eduardo Schaedler

Dra. Candida Renata Jacobsen de Farias
(Coorientadora)

Dedico
À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dirceu Agostinetto, pela orientação, confiança e incentivo na realização deste trabalho, ao Professor Francisco Amaral Villela pelas contribuições, ajuda e inestimada dedicação, ao professor Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros por acreditar no meu trabalho e na minha capacidade de luta para alcance de ideais.

Aos funcionários e pesquisadores, Dr. Géri Eduardo Meneghello pelo auxílio e atenção e Rosaria Helena Machado Azambuja, pelo convívio, troca de ideias e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Eng. Agr. Dr Géri Eduardo Meneghello, professora Dr. Candida Renata Jacobsen de Farias e Dr. Carlos Eduardo Schaedler .

À Universidade Federal de Pelotas, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial aqueles professores que contribuíram de forma positiva no meu desenvolvimento pessoal e de obtenção de novos conhecimentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos e colegas deste percurso Lizandro Ciciliano Tavares, André Oliveira de Mendonça, Sandro Oliveira, Elisa Lemes, Cassyo de Araujo Rufino e Daniel Ândrei Robe Fonseca, pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

Aos estagiários Caio Sippel Dör, Felipe Freire Friedrich e Henrique Souza Braz e Igor Leitzke pelo apoio e compreensão nos finais de semana.

A minha mãe Ivone Pich Wieth pelo amor, força e por fazer o possível e o impossível para me manter no caminho certo.

Aos meus irmãos Natalí Wieth, Letícia Pich Brunes e Breno Souza Brunes Junior por estarem sempre comigo me apoiando, e ao meu Tio Paulo Roberto Pich que sempre acreditou e me incentivou a percorrer esse caminho.

À minha namorada, Letícia Winke Dias, pelo amor, companheirismo, incentivo, paciência e ensinamentos.

A todas as pessoas que contribuíram na concretização deste trabalho.

Resumo

Brunes, André Pich. **Manejo de plantas daninhas da cultura do arroz irrigado através de extratos alelopáticos e agentes biológicos**, 2012. 69f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de diferentes cultivares de arroz irrigado na germinação e no vigor de sementes de milhã, angiquinho e arroz-vermelho e pesquisar a micobiota infestante de *Sagittaria montevidensis*, a fim identificar espécies de fungos fitopatogênicos com potencial para atuação como bioherbicida e verificar sua especificidade quanto à cultura do arroz irrigado. O primeiro experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial, onde o fator A testou extrato de folhas frescas das cultivares de arroz (BRS Querência, Irga 424, Roxinho e Cica 07) e o fator B comparou concentrações do extrato (0, 25, 50, 75 e 100%). Avaliaram-se a germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e de raiz e massa seca da parte aérea e de raiz. No segundo experimento o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial onde o fator A foi composto por duas espécies de fungos (*Fusarium semitectum* e *oxyosporum*), isolados previamente das lesões encontradas nas plantas coletadas durante a fase de levantamento na região orizícola de Pelotas e o fator B comparou seis níveis de concentração de esporos ($0; 1 \times 10^3$; 1×10^4 ; 1×10^5 ; 1×10^6 e 1×10^7 esporos ml^{-1}) aplicados no estágio em que as plantas de sagitária apresentavam uma folha sagitada e nas plantas de arroz no estágio de desenvolvimento R4. Extratos de folhas de arroz das cultivares Cica 07, Querência, Roxinho e Irga 424 em elevadas concentrações, reduzem a germinação e o vigor de sementes de milhã e angiquinho. Os isolados de *F. oxyosporum* e *F. semitectum* não são efetivos no controle de *S. montevidensis* quando aplicados de forma singular e no estágio fenológico de plântula com uma folha sagitada, entretanto, quando aplicados na fase de floração das plantas de arroz irrigado, causam perdas de produtividade e redução no comprimento radicular.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Aeschynomene* sp., *Digitaria* sp., *Sagittaria montevidensis*.

Abstract

Brunes, André Pich. **Weed management of rice culture by allelopathic extracts and biological agents**, 2012. 69f. Master of Seed and Science Tecnology – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The objective of this study was to evaluate the allelopathic potential of aqueous extract of leaves of different rice cultivars in germination and seed vigor of weeds *Digitaria*, *Aeschynomene* and red rice and search the mycoflora of *S. montevidensis* in order to identify species of pathogenic fungi with the potential to act as bioherbicide and verify their specificity as to plants of irrigated rice. The first experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in a factorial design, where the first factor tested of fresh leaves of rice cultivars (BRS Querência, Irga 424, Roxinho and Cica 07) and factor B concentrations of the extract compared (0, 25, 50, 75 and 100%). Evaluations of germination, first count of germination, velocity of germination, shoot length and root, dry mass of shoot and root. In the second experiment, the experimental design was completely randomized with five replications and the treatments arranged in a factorial design where the first factor was composed of two species of fungi (*Fusarium semitectum* and *Fusarium oxyosporum*), previously isolated from lesions found in plants collected during phase of suvery in the region of Pelotas paddy and factor B compared six levels of Spore concentration (0, 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 spores ml^{-1}) applied at the stadium where the plants had a leaf arrowhead and sagittate in rice plants at growth stage R4. Extracts from leaves of rice cultivars Cica 07, Querência, Roxinho and Irga 424, in high concentrations, reduce germination and seed vigor of *Digitaria* and *Aeschynomene*. The isolates of *F. oxyosporum* and *F. semitectum* are not effective in controlling *S. montevidensis* when applied in a unique way and the developmental stage of seedling leaf with a sagittate, however, when applied at flowering stage of rice plants, and cause losses in yield and reduction in root length. Keywords: *Oryza sativa*, *Aeschynomene* sp., *Digitaria* sp., *Sagittaria montevidensis*.

Lista de Figuras

Figura 1:	Primeira contagem da germinação (A) e germinação de sementes (B) de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> sp.), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	24
Figura 2:	Comprimento de parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011	26
Figura 3:	Massa seca da Parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> sp.), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.....	28
Figura 4:	Índice de velocidade de germinação de sementes de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	29
Figura 5:	Primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de sementes de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	31
Figura 6:	Comprimento de parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de oriundas de sementes de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	32
Figura 7:	Massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	34

Figura 8:	Índice de velocidade de germinação de sementes de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	35
Figura 9:	Primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de sementes de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	37
Figura 10:	Comprimento de Parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de oriundas de sementes de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	39
Figura 11:	Massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	40
Figura 12:	Índice de velocidade de germinação de sementes de arroz vermelho (<i>Oryza sativa</i>), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.....	41
Figura 14:	Características Macroscópicas de duas espécies de <i>Fusarium</i> isoladas de plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i> oriundas da região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Em “A” <i>F. oxysporum</i> , e “B” <i>F. semitectum</i> . Capão do Leão, 2012.....	51
Figura 15:	Características microscópicas de duas espécies de <i>Fusarium</i> isoladas de plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i> oriundas da região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Em “A” macro e microconídios, e “B” filíades de <i>F. oxysporum</i> , em “C” filíades e macroconídios, e “D” conídios e esporodóquios de <i>F. semitectum</i> . Capão do Leão, 2012.....	51
Figura 16:	Porcentagem de incidência das principais espécies de fungos fitopatogênicos ocorrentes em plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i> na região sul do estado do Rio Grande do Sul. Capão do Leão, 2011.....	53
Figura 17:	Porcentagem de incidência dos principais fungos fitopatogênicos ocorrentes em <i>Sagittaria montevidensis</i> em três municípios da região Sul do Rio Grande do Sul. Em “A” Arroio Grande, “B” Santa Vitória do Palmar e “C” Capão do Leão. Capão do Leão, 2011.....	54

- Figura 18: Em “A” comprimento de parte aérea e “B” comprimento de raiz de plântulas de arroz da cultivar Irga 424 oriundas de plantas submetidas a solução com diferentes concentrações de esporos de *F. oxysporum* e *F. semitectum*. Capão do Leão, 2011..... 58
- Figura 19: Em “A” rendimento de sementes por planta, “B” número de sementes cheias e “C” número de sementes vazias produzidas por plantas de arroz, cultivar Irga 424 submetidas à solução com diferentes concentrações de esporos de *F. oxysporum* e *F. semitectum*. Capão do Leão, 2011..... 59

Lista de Tabelas

Tabela 1:	Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011	23
Tabela 2:	Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011	25
Tabela 3:	Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	27
Tabela 4:	Índice de velocidade de germinação de sementes de angiquinho (<i>Aeschynomene</i> spp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	29
Tabela 5:	Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>) submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	30
Tabela 6:	Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	32
Tabela 7:	Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	33

Tabela 8:	Índice de velocidade de germinação de sementes de milhã (<i>Digitaria sanguinalis</i>), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	34
Tabela 9:	Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>) submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	36
Tabela 10:	Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	38
Tabela 11:	Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	39
Tabela 12:	Índice de velocidade de germinação de sementes de arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.....	41
Tabela 13:	Locais de coleta de plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i> em três municípios da região sul do Rio Grande do Sul	46
Tabela 14:	Escala descritiva de notas utilizada para quantificação de sintomas provocados por duas espécies de <i>Fusarium</i> em plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i>	47
Tabela 15:	Espécies de fungos fitopagotogênicos ocorrentes em plantas de <i>Sagittaria montevidensis</i> coletadas em três municípios da região sul do Rio Grande do Sul. Capão do Leão, 2011	52
Tabela 16:	Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), de sementes de arroz, rendimento de sementes por planta (P), sementes cheias (SC) e sementes vazias (SV) produzidas de plantas de arroz, cultivar Irga 424 submetidas à inoculação de duas espécies de <i>Fusarium</i> . Capão do Leão, 2011	57
Tabela 17:	Porcentagem de sementes e arroz da cultivar Irga 424 infestadas com duas espécies de <i>Fusarium</i> , oriundas de plantas de arroz submetidas à aplicação de duas espécies de fungos. Capão do Leão, 2011	60

Sumário

Resumo	xi
Abstract	xiii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. Capítulo I - Efeito alelopático de extratos de folhas de arroz sobre diferentes espécies de plantas daninhas.....	20
2.1. Introdução.....	20
2.2. Material e métodos	21
2.3. Resultados e discussão	23
2.4. Conclusão	42
3. Capítulo II - Identificação de espécies de fungos fitopatogênicos associados a lesões em plantas de <i>Sagitaria montevidensis</i> e seletividade à cultura do arroz irrigado	43
3.1. Introdução	43
3.2. Material e métodos	45
3.3. Resultados e discussão	47
3.4. Conclusão	60
4. Considerações finais.....	61
5. Referências Bibliográficas	62

1. Introdução Geral

O arroz é um dos principais cereais consumidos pelo homem, representando cerca de 30% da produção mundial de grãos (YADAV e JINDAL, 2008; LUANGMALAWAT et al., 2008). O Brasil destaca-se como grande produtor com uma produção na safra 2011/12 de 11,8 milhões de toneladas, sendo que o Rio Grande do Sul produziu 7,74 milhões de toneladas, o equivalente a aproximadamente 65% da produção, sendo o maior produtor do País (CONAB, 2012).

Entre os fatores bióticos que podem vir a limitar o potencial de produtividade do arroz irrigado, destaca-se a interferência ocasionada pelas plantas daninhas, principalmente aquelas habituadas a sobreviverem em ambiente inundado (AGOSTINETTO et al., 2010). As plantas daninhas são responsáveis por perdas substanciais de produtividade das culturas, quando não são corretamente manejadas (CONCENÇO et al., 2008). A diversidade de espécies, aliada à alta infestação, dificulta o controle, ocasiona problemas durante o cultivo, facilita o acamamento da cultura e dificulta outros tratos culturais, além de causar maiores perdas na colheita (FLECK et al., 2004). Na ausência de controle de plantas daninhas, a redução na produtividade de grãos da cultura do arroz pode alcançar 80 a 90% (ANDRES e MACHADO, 2004).

Para controle de plantas daninhas, o método comumente utilizado é o químico e poucos mecanismos de ação de herbicidas são utilizados em arroz, sendo os inibidores de acetolactatosintase (ALS) e acetil coenzima A carboxilase (ACCase) os grupos frequentes. Em vista disso, a resistência a herbicidas tornou-se um problema grave e generalizado em muitas áreas, envolvendo diversos grupos químicos (VALVERDE e ITOH, 2001).

O desenvolvimento de resistência a herbicidas é um processo evolutivo impulsionado principalmente pela pressão de seleção imposta pelo herbicida

(eficácia, persistência e frequência da aplicação), a frequência do gene inicial e aptidão dos biótipos resistentes e suscetíveis (TABACCHI et al., 2004). A maioria dos biótipos resistentes evoluíram em situações em que a rotação de culturas e/ou modos de ação de herbicidas estavam ausentes ou limitados (HEAP e LEBARON, 2001).

O controle de plantas daninhas através de organismos vivos, como bioherbicidas, ou com o uso de extratos alelopáticos da própria cultura, além de apresentarem-se menos nocivos ao ambiente, em relação ao controle químico, podem ser alternativas viáveis de controle, auxiliando no manejo de plantas daninhas resistentes.

O controle biológico de plantas daninhas pode ser definido como a ação de organismos vivos para controlar ou reduzir população de espécies de plantas indesejáveis (VAN DEN BOSH et al., 1987). A estratégia mais amplamente utilizada de controle biológico é a inundativa ou do bioherbicida, onde se utiliza o microrganismo de uma forma maciça sobre uma população de planta daninha a fim de gerar rápido e alto nível de doença, com consequente morte ou supressão de populações da planta daninha em questão (CHARUDATTAN, 1991). Neste tipo de controle biológico, normalmente se empregam microrganismos nativos da área onde são aplicados e podem ser fungos e bactérias. O produto formulado que contém o microrganismo é chamado de bioherbicida e normalmente necessita de reaplicação (TEBEEST, 1988).

Fungos fitopatogênicos têm progressivamente despertado a atenção, tendo em vista sua utilização como agentes microbianos em programas de manejo de plantas daninhas (MORAES, 2009). O controle biológico utilizando fungos é uma das alternativas mais importantes, com amplo potencial de utilização sem deterioração dos recursos naturais (PADIN et al., 1995). Para introduzir o patógeno em programas de manejo de plantas daninhas, são necessários conhecimentos básicos de sua fisiologia, como por exemplo, de suas características nutricionais, de modo a estabelecer condições favoráveis para o crescimento e esporulação do fungo, e estudos de sua relação com o hospedeiro para o estabelecimento de metodologia adequada que permita sua produção massal (PENARIOL, 2006).

Apesar de haver apenas cerca de 11 bioherbicidas sendo disponibilizadas no mercado, uma pesquisa literária com base no banco de dados da ISI Web of Science¹ revelou 509 trabalhos publicados que mencionam bioherbicidas ou

micoherbicidas desde 1987 até 2010 (ASH, 2010). A maior parte destes trabalhos foram conduzidos nos Estados Unidos (36%), Canadá (20%) e Austrália (7,8%). Durante o mesmo período foram mais de 17.000 artigos publicados que mencionavam herbicidas sintéticos (ASH, 2010). Isso reflete, entre outras coisas, o financiamento diferenciado despendido nas diferentes áreas. Até 15.000 compostos por ano tiveram sua atividade herbicida para cada herbicida que chegou ao mercado com sucesso na década de 1980, por exemplo, (HOAGLAND, 2001).

Atualmente, a aplicação de bioherbicidas é empregada na produção de alimentos orgânicos, devido à compatibilidade com a filosofia de produção de alimentos orgânicos, desde que o agente não tenha sido geneticamente modificado (ROSSKOPF e KOENIG, 2003). Outro possível nicho de mercado é o controle de plantas parasitas (HALLETT, 2005), devido ao fato de plantas parasitas não serem devidamente controladas através do uso de herbicidas sintéticos ou pelas estratégias tradicionais de manejo de plantas daninhas (ALY, 2007). Como exemplo desta abordagem, pode se citar o controle de *Cuscuta spp.* (cuscuta) atacada pelo patógeno *Alternaria destruens* (BEWICK et al., 2000; ASH, 2010). Dois bioherbicidas foram obtidos de cepas deste patógeno, Smolder G[®] e Smolder WP[®], ambos registrados nos Estados Unidos. Além disso, Lubao II[®], uma formulação de *Colletotrichum gloeosporides f.sp. cuscutae*, tem sido utilizada na China para controle desta planta (ZHANG, 1985). Pesquisas também foram realizadas para o controle biológico de striga (*Striga spp.*) (ELZEIN et al., 2006; SAUERBORN et al., 1996) e orobanche (*Orobancha spp.*) (SAUERBORN et al, 1996; BOARI e VURRO, 2004; MÜLLER-STÖVER et al, 2004; HALLETT, 2005; ELZEIN et al, 2006; ALY, 2007; GHANNAM et al, 2007; ZERMANE et al, 2007).

Outros exemplos do sucesso de bioherbicidas podem ser citados, como o controle de *Cyperus esculentus* através do patógeno *Puccinia canaliculata*, registrado como Dr. BioSedge, e indicado para várias culturas (PHATAK, 1987); controle de *Prunus serotina* em áreas de reflorestamento através de *Chondrostereum purpureum*, com nome comercial BioChon[™] (De JONG et al., 1990) e controle de *Cassia obtusifolia* através do patógeno *Alternaria cassiae*, registrado como CASSAT[†] (BOYETTE, 2000). No Brasil, o primeiro programa para o desenvolvimento de bioherbicidas foi desenvolvida por pesquisadores da Embrapa soja, visando o controle de *Euphorbia hetherophylla* (leiteira) através do patógeno *Bipolaris euphorbiae* iniciado em 1980 (MORAES et al., 1991), e o trabalho pioneiro

foi desenvolvido para o controle de *Aeschynomene* spp. (angiquinho) em lavouras arrozeiras, através do bioherbicida Colego® (RIBEIRO e ANDRADE, 1995).

Uma outra estratégia seria a alelopatia, a qual trata de qualquer processo envolvendo metabólitos secundários ou agentes biológicos que influenciem o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos (SAXENA et al., 1996). Esses compostos são metabólitos bioativos (aleloquímicos) oriundos do metabolismo secundário (ALVES et al., 2004), entre eles taninos, glicosídeos cianogênicos, alcalóides, sesquiterpenos, flavonóides e ácidos fenólicos, entre outros, apresentam atividade alelopática (KING e AMBIKA, 2002).

No meio ambiente estes compostos podem ocasionar interferência em outras plantas podendo prejudicá-las ou favorecê-las, de forma direta ou indireta (FERREIRA e AQUILA, 2000). Quando os metabólitos agem negativamente a germinação das sementes e o crescimento das plantas são as etapas mais afetadas (RICE, 1984; CHON e KIM, 2004). Os efeitos diretos compreendem alterações em níveis celulares e metabólicos, incluindo mudanças no funcionamento das membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética, respiratória, fitormonal, entre outras (RICE 1984; RIZVI et al. 1992). A produção de metabólitos tem fundamental importância no que diz respeito à autodefesa propiciada pela liberação dos aleloquímicos por diferentes rotas (volatilização, exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos) (MACÍAS et al. 2007).

As plantas daninhas podem ser suprimidas por meio de plantas vivas ou de seus resíduos (PUTNAM e DEFRANK, 1983). Sugerem-se três propostas pelas quais a alelopatia poderia ser manipulada no manejo de plantas daninhas, sendo elas: Uso de aleloquímicos obtidos das plantas como herbicidas, consistindo em um método seguro e efetivo uma vez que são produtos naturais biodegradáveis e não persistem no solo como poluentes; uso de rotação de culturas, combinando culturas sucessoras capazes de reduzir a população de plantas daninhas por meio do seu potencial alelopático; e por fim, transferência de genes responsáveis pela síntese de aleloquímicos entre as culturas (KOHLLI et al., 1998). Estes mesmos autores relatam resultados positivos no uso de plantas de cobertura para suprimir espécies indesejadas, por exemplo, exudatos radiculares de *Lupinus albus* (tremoço) reduziram o crescimento e aumentaram a atividade enzimática da catalase e peroxidase em *Amaranthus retroflexus* (Caruru) e em *Chenopodium album* (ançarinha-branca); extrato aquoso de soja inibiram a germinação de *Brassica rapa*

(mostarda), *Medicago sativa* (alfafa) e *Raphanus sativus* (rabanete); resíduo de sorgo e de girassol reduziram a germinação de sementes de trigo, entre outros (KOHLI et al., 1998).

Diversos são os aleloquímicos que podem ser utilizados como herbicidas naturais, em substituição aos químicos, com destaque para os alcalóides, benzoxiazinonas, derivados do ácido cinâmico, cumarinas e compostos cianogênicos, pelo elevado potencial alelopático destes compostos (PUTNAM, 1988). Tem-se como exemplo o uso de herbicida de origem natural cinmethylin, derivado de terpenóide biologicamente ativo encontrado em plantas do gênero *Artemisia* sp., onde a função desta substância inclui, principalmente, a inibição da germinação de sementes e do crescimento das plantas daninhas (DUKE et al. 1988). Na literatura são encontrados diversos outros produtos químicos sintetizados a partir de compostos naturais oriundos de plantas e microorganismos, que são comercializados para o controle de plantas daninhas, dentre eles pode se citar: Anisomicina isolado de *Streptomyces* sp., e comercializada com o nome de Methoxyphenone; Cineole, isolado de diversas plantas e comercializado com o nome de Cinmethyline e ácido quinolínico oriundo de *Nicotiana tabacum*, comercializado com o nome de Quinclorac (HATZIOS, 1987).

Outra abordagem no uso da alelopatia é a utilização de cultivares com maior expressão dessa característica. A alelopatia em plantas de arroz tem recebido atenção desde que se identificaram cultivares de arroz com potencial alelopático contra *Heteranthera limosa* (DILDAY et al., 1998). Varias cultivares testadas em diferentes países demonstraram efeito alelopático contra algumas das espécies mais problemáticas de plantas daninhas em lavouras arrozeiras, como *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv (capim arroz), *Ammannia* spp. (amania) e *Cyperus* spp. (tiririca) (DILDAY et al., 1994, 1998, HASSAN et al., 1998). Metabólitos secundários, tais como: ácidos fenólicos, ácidos fenil alcanóicos, ácidos hidroxâmicos, ácidos graxos, terpenos e indóis, foram identificados nos extratos de arroz (RIMANDO e DUKE, 2003).

Em vista disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do manejo de plantas daninhas da cultura do arroz irrigado através de extratos alelopáticos de cultivares de arroz e através de agentes biológicos isolados de plantas daninhas.

2 Capítulo I - Efeito alelopático de extratos de folhas de arroz sobre diferentes espécies de plantas daninhas

2.1. Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul produz mais de 50% do arroz do país, notadamente irrigado, que tem elevada produtividade, comparada ao arroz de terras altas (SOSBAI, 2010). Nos últimos anos, constatou-se aumento, tanto na área cultivada quanto na produtividade e produção de arroz no país, a área cultivada na safra de 2010/11 foi de 2,86 milhões de hectares, 3,7% maior do que a safra anterior, com produtividade de 4,58 toneladas por hectare, sendo 8,7% superior em relação à anterior (CONAB 2012). Esse incremento se deve principalmente ao clima favorável aliado ao uso de alta tecnologia em lavouras de arroz irrigado.

A utilização contínua de áreas com a cultura do arroz tem apresentado alguns problemas, especialmente o aumento da incidência de plantas daninhas, que têm sido um dos fatores limitantes da produção (SILVEIRA FILHO, 1992). Dentre elas, destacam-se espécies da mesma família da espécie cultivada como *Echinochloa* sp. (capim-arroz), *Digitaria sanguinalis* (milhã) e *Oryza sativa* L. (arroz-vermelho), o qual pertence também à mesma espécie do arroz cultivado, e principal planta daninha para a cultura, bem como espécies de famílias diferentes como o angiquinho (*Aeschynomene* spp.).

Independente do sistema de cultivo, o controle químico de plantas daninhas amplamente utilizado, em decorrência da alta eficiência e praticidade (AGOSTINETTO et al., 2007). Entretanto, a preocupação com os efeitos danosos dos agrotóxicos à saúde pública e a conscientização sobre a necessidade de proteção ambiental e utilização racional dos recursos naturais têm aumentado a demanda por agentes biologicamente renováveis, como os herbicidas naturais.

Os aleloquímicos são comuns nos vegetais e comprovadamente tóxicos para as plantas, mas de ação seletiva. Admite-se a possibilidade de, conhecida a estrutura química dos componentes ativos envolvidos, se obter a partir destes produtos, herbicidas com as vantagens ecológicas dos produtos naturais (PIRES e OLIVEIRA 2011). Diversos são os aleloquímicos que podem ser utilizados como herbicidas naturais, em substituição aos químicos, com destaque para os alcalóides, benzoxiazinonas, derivados do ácido cinâmico, coumarinas e compostos cianogênicos, pelo elevado potencial alelopático destes compostos (PUTNAM, 1988).

Estruturas químicas de inibidores do crescimento e da germinação tais como inecetonas, S (+) - dehydrovomifoliol, momilacetona-C, ácido p-cumárico, momilacetonas A e B foram isoladas da casca de arroz da cultivar Koshihikari, (KATO et al., 1977). Inibidores diretos dos componentes do fotossistema II, interrupção da respiração no escuro, síntese de ATP e as interrupções no metabolismo de aminoácidos foram relatados como alguns dos mecanismos bioquímicos e fisiológicos que podem ser mediados por aleloquímicos (WEIR et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de diferentes cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa*) na germinação e no vigor de sementes de *Aeschynomene* sp. (angiquinho), *Digitaria sanguinalis* (milhã) e *Oryza sativa* (arroz-vermelho).

2.2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análises de Sementes localizado no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S), em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial A x B sendo o fator A: extrato de folhas frescas das cultivares BRS Querência, Irga 424, Roxinho e Cica 07, e Fator B: concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100%, nas quais submeteram-se as sementes de angiquinho, milhã e arroz-vermelho separadamente, com quatro repetições. Optou-se por escolher duas cultivares atualmente cultivadas, Querência e Irga 424, e duas cultivares antigas Cica 07 e Roxinho, a fim de verificar se genes responsáveis por maior expressão de características alelopáticas se perderam ao longo do desenvolvimento de cultivares mais produtivas.

O extrato foi obtido de folhas da cultura, que estava no estágio fenológico R3, quando as plantas apresentam a exsurgência das panículas (SOSBAI, 2010). Coletadas na área experimental de arroz-irrigado da Embrapa clima temperado, localizada no distrito do Capão-do-Leão. As folhas foram trituradas por 2,5 min com auxílio de liquidificador adicionando-se água destilada para viabilizar este processo. A quantidade de água utilizada foi obtida da relação entre a massa fresca (MF) e a massa seca (MS) das folhas na proporção peso/volume (p/v). As amostras foram coletadas e pesadas determinando-se assim a MF, em seguida o material foi colocado em estufa, a temperatura de 60°C, por 72 horas, sendo determinada a MS. A partir da relação MF/MS foi obtido um índice, que multiplicado pela MF (100g) resultou na quantidade de água (mL) a ser utilizada na trituração (em uma amostra de 100 g onde se constata 50 g de água por exemplo, o resultado seria o seguinte: $(100 \text{ g} / 50 \text{ g}) \times 100 \text{ g} = 200 \text{ ml}$ de água a ser adicionado para trituração). Após, o material foi centrifugado a 3000 rpm durante 10 min e filtrado em papel de filtro (com auxílio de uma bomba de vácuo, utilizando pressão de 25 kgf cm^{-2}). O extrato obtido após a filtração foi considerado concentrado (100%), sendo a partir dele feitas diluições para 75, 50 e 25% do extrato concentrado e o tratamento controle (0%), utilizou-se somente água destilada. Os extratos das cultivares Querência, Irga 424, Roxinho e Cica 07 utilizados apresentavam pH de 4,75, 4,55, 5,23 e 3,91, respectivamente.

As sementes das plantas daninhas foram submetidas a testes de qualidade. A germinação foi realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, colocadas em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido com o extrato utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 25°C. Realizaram-se contagens diárias até o sétimo dia, sendo consideradas germinadas somente as plântulas com protrusão da raiz primária superior a 2 mm. Aos quatro dias foi realizada a primeira contagem da germinação (PCG) e aos sete dias a germinação (G) das plântulas normais. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado segundo Maguire (1962).

Juntamente com o teste de germinação aos sete dias após a semeadura, retiraram-se as plântulas normais medindo-se com auxílio de régua graduada o comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), em 10 plântulas, sendo os resultados expressos em cm plântula^{-1} . Após a determinação do CPA e CR realizou-se a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), pela secagem

em estufa, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 70°C, por 48 horas. Posteriormente, cada repetição foi pesada em balança analítica e os resultados foram expressos em mg plântula⁻¹.

Os dados obtidos foram analisados quanto à sua homocedasticidade e submetidos à análise de variância e havendo significância, realizou-se comparação de médias através do teste de Tukey para o fator cultivar e regressão linear para o fator concentração, todos a 5% de probabilidade. O programa utilizado foi o Winstat (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

2.3. Resultados e Discussão

Para todas as variáveis avaliadas, referentes à planta daninha angiquinho, foi constatado interação entre os fatores cultivar e concentração. Observou-se que o extrato da cultivar Cica 07 apresentou maior supressão da germinação na primeira contagem, nas concentrações superiores a 50 % em comparação aos extratos das demais cultivares, a exceção da cultivar Querência na maior concentração, as quais não diferiram (Tabela 1). Com relação às concentrações, verificou-se que a redução da primeira contagem da germinação foi mais acentuada para os extratos das cultivares Cica 07 e Querência, onde ocorreu diminuição na ordem de 0,58 e 0,56 pontos percentuais por unidade de aumento na concentração do extrato, respectivamente (Figura 1A).

Tabela 1. Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Primeira contagem da germinação (%)				Germinação (%)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	72 a*	72 a	72 a	72 a	86 a	86 a	86 a	86 a
25	65 ab	64 ab	55 b	68 a	76 a	65 b	57 c	70 ab
50	33 c	46 b	71 a	72 a	70 a	69 a	56 b	61 b
75	24 d	45 b	56 a	34 c	58 a	63 a	51 b	59 a
100	20 c	37 b	50 a	19 c	49 b	63 a	50 b	46 b
Média	33	46	56	68	70	65	56	62
C.V. (%)	9,23				4,71			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para a germinação o extrato da cultivar Irga 424, em geral, apresentou maior redução na variável (Tabela 1). Entretanto, observando-se o comportamento linear obtido na análise de regressão, a maior redução na germinação foi verificada para os extratos das cultivares Cica 07 e Querência, sendo de 0,36 pontos percentuais por unidade de aumento da concentração para ambas (Figura 1B). Atribui-se este efeito as flavonas e ciclohexanos presentes nas plantas de arroz, compostos os quais que são responsáveis por atividades inibitórias de plantas daninhas e agentes patogênicos (KONG et al., 2004).

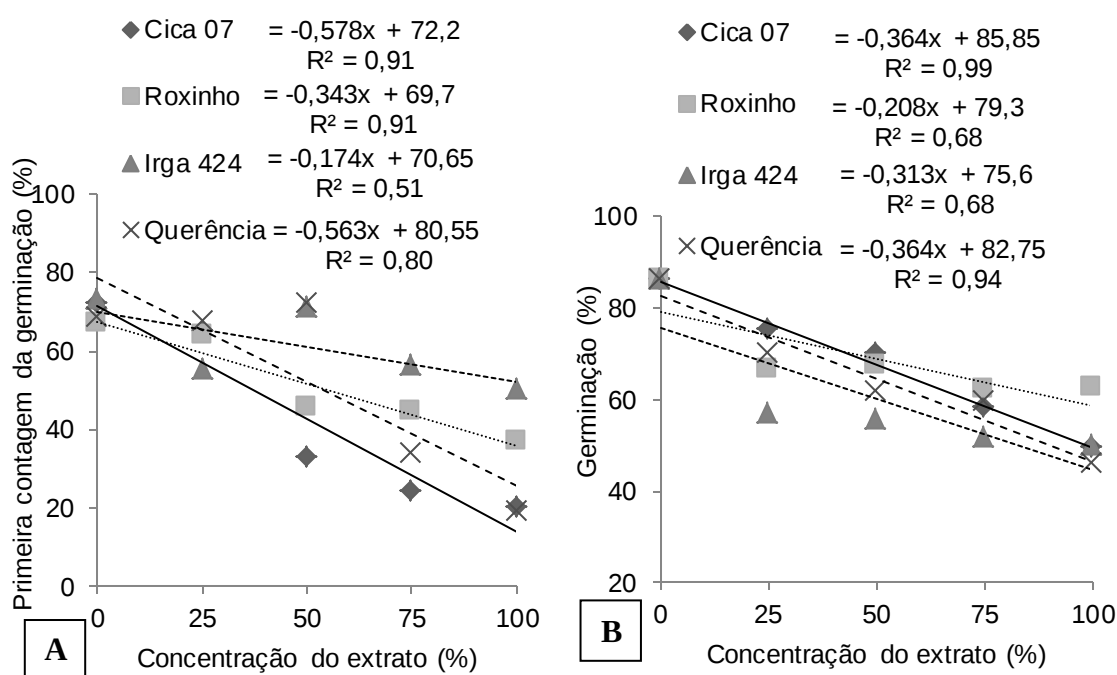


Figura 1. Primeira contagem da germinação (A) e germinação de sementes (B) de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Para a variável comprimento da parte aérea de plântulas de angiquinho, comparando os extratos das cultivares nas concentrações, constatou-se que o extrato da cultivar Cica 07 nas concentrações entre 25 a 75% foi o que mais inibiu o desenvolvimento da parte aérea das plântulas, no entanto, a concentração de 100% foi menos efetiva, sendo inferior aos demais extratos (Tabela 2). O comprimento da parte aérea foi reduzido linearmente pelo extrato da cultivar Querência, sendo essa redução de 0,012 centímetros para cada unidade de aumento da concentração do

extrato. Os resultados permitem inferir que o extrato da cultivar Cica 07 foi o mais nocivo ao crescimento da parte aérea que os demais extratos no intervalo de concentrações estudadas, tendo seu ponto de mínima em 47,3% de concentração do extrato, onde a redução foi em torno de 30% em relação ao tratamento com água (Figura 2A). Vale ressaltar que, o crescimento da plântula é mais sensível aos aleloquímicos do que a germinação, pois o modo de ação direto dos aleloquímicos atua a partir da ligação nas membranas da planta receptora ou penetra nas células, provocando interferência no metabolismo (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Tabela 2. Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Comprimento de parte aérea (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	4,7 a*	4,7 a	4,7 a	4,7 a	2,4 a	2,4 a	2,4 a	2,4 a
25	3,3 c	3,8 b	4,1b	4,7 a	2,9 a	1,8 b	0,9 c	1,5 b
50	3,3 c	3,7 bc	4,1 ab	4,3 a	2,2 a	1,1 c	0,9 c	1,5 b
75	3,1 c	3,6 ab	3,3 bc	3,9 a	1,8 a	0,8 c	0,9 c	1,3 b
100	4,1 a	3,6 b	3,8 ab	3,6 b	0,7 a	0,7 a	0,6 a	0,7 a
Média	3,7	3,8	3,8	4,1	2,0	1,5	0,9	1,5
C.V. (%)	6,77				14,21			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para o comprimento da raiz, de modo geral, os extratos das cultivares Irga 424 e Roxinho foram os mais efetivos, apresentando maior inibição já nas concentrações mais baixas (Tabela 2). Na concentração mais alta todos os extratos apresentaram alta eficiência na inibição do crescimento de raízes. À medida que aumenta a concentração dos extratos de folhas de arroz das cultivares Roxinho e Querência o comprimento das raízes de plântulas de angiquinho é reduzido de forma linear, com uma redução na ordem de 0,017 e 0,014 centímetros por unidade de aumento da concentração, para Roxinho e Querência, respectivamente (Figura 2B).

Já, para o extrato da cultivar Cica 07 percebeu-se que houve pequeno estímulo no crescimento das raízes até a dose de 23,7%, sendo este o ponto de inflexão da curva, a partir daí o aumento da concentração afetou negativamente a variável. O extrato da cultivar Irga 424 foi o que apresentou maior inibição nesta variável, na

concentração de 25% houve uma redução de cerca de 63% no comprimento das raízes em comparação com o tratamento com água.

Alterações no crescimento de raiz por extratos alelopáticos já foi constatado em diversos trabalhos, podendo ser benéfico ou prejudicial, neste último caso cita-se o estudo realizado com extrato de canola, o qual quando a concentração foi aumentada de zero para 100% reduziu em cerca de 80% o comprimento radicular de plântulas de *Bidens pilosa* (picão-preto) (RIZZARDI et al., 2008). Também para o extrato de *Schinus terebinthifolius* (aroeira-mansa) foi constatado efeito inibitório no comprimento de raiz e no número de raízes secundárias em plântulas de *Brachiaria decumbens* (papuã) (PESSANHA et al., 2010). Efeito benéfico foi encontrado em extrato volátil de óleo de *Pilocarpus jaborandi* (jaborandi) no comprimento radicular de plântulas de *Lactuca sativa* (alface). (ALVES et al., 2004).

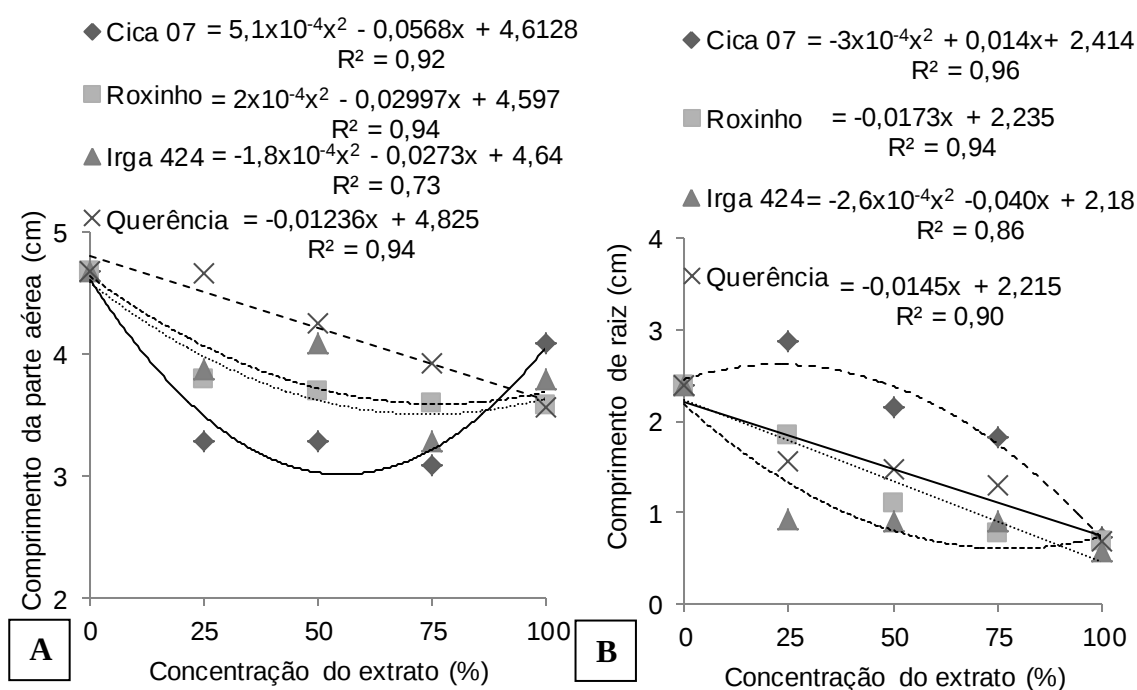


Figura 2. Comprimento de parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Os extratos das cultivares Irga 424 e Querência foram os mais prejudiciais para massa seca pela parte aérea das plântulas de angiquinho, (Tabela 3). O mesmo foi

constatado na regressão linear, onde o aumento da concentração do extrato resultou em redução linear de 0,25 e 0,27 mg na massa seca da parte aérea para cada unidade de aumento da concentração das cultivares Irga 424 e Querência, respectivamente (Figura 3A). Em baixas concentrações, os extratos de folhas das cultivares Cica 07 e Roxinho interferiram positivamente no acúmulo de Massa seca, sendo o ponto de máximo acúmulo nas concentrações de 49,15 e 18,84% de concentração para as cultivares Cica 07 e Roxinho respectivamente.

Em contrapartida para a massa seca da raiz, o extrato da cultivar Irga 424 foi o menos efetivo, enquanto os extratos das cultivares Roxinho e Querência apresentaram de modo geral, maior inibição (Tabela 3). Tanto a cultivar Cica 07 quanto a IRGA 424 obtiveram respostas lineares decrescentes de 0,20 e 0,27mg, respectivamente, para cada unidade de aumento da concentração do extrato. A inibição no acúmulo de massa de raiz foi mais acentuada para os extratos das cultivares Roxinho e Querência, onde ambas obtiveram redução de aproximadamente 69% em relação ao tratamento padrão (água), em extrato concentrado de 25%, entretanto, concentrações superiores mantiveram comportamento próximo da estabilidade.

Tabela 3. Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Massa seca da parte aérea (mg)				Massa seca de raiz (mg)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	45,0 a*	45,0 a	45,0 a	45,0 a	31,6 a	31,6 a	31,6 a	31,6 a
25	48,0 b	54,0 a	41,7 c	46,0 bc	16,2 b	9,6 c	36,0 a	9,9 c
50	52,0 a	45,3 b	31,4 c	35,9 c	12,6 ab	10,4 b	15,0 a	11,3 ab
75	49,0 a	36,9 b	22,0 d	29,4 c	12,5 b	10,0 bc	19,0 a	7,9 c
100	45,4 a	31,5 b	23,0 c	20,4 c	8,2 ab	9,8 a	7,5 ab	5,0 b
Média	47,9	45,0	32,3	35,0	16,2	10,7	19,0	9,9
C.V. (%)	6,63				14,29			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O índice de velocidade de germinação das sementes de angiquinho apresentou comportamento semelhante para todos os extratos estudados, onde, de modo geral, o aumento da concentração resultou em redução no índice de velocidade de germinação (Tabela 4). Para os extratos das cultivares Cica 07 e Irga

a redução foi linear na ordem de 0,12 e 0,08, respectivamente (Figura 4). O resultado mais expressivo foi encontrado para o extrato da cultivar Querência, onde na maior concentração houve cerca de 9 unidades de redução no IVG em comparação a testemunha. De maneira semelhante, o efeito alelopático sobre o IVG foi comprovado anteriormente para sementes de picão-preto quando expostos ao extrato de mucuna-preta (TEIXEIRA et al., 2004) e para sementes de alface quando expostos a extratos de raízes e folhas de *Raphanus raphanistrum* (nabo forrageiro) (WANDERSCHEER e PASTORINI, 2008) ou *Persea americana* Mill. (BORELLA et al., 2009).

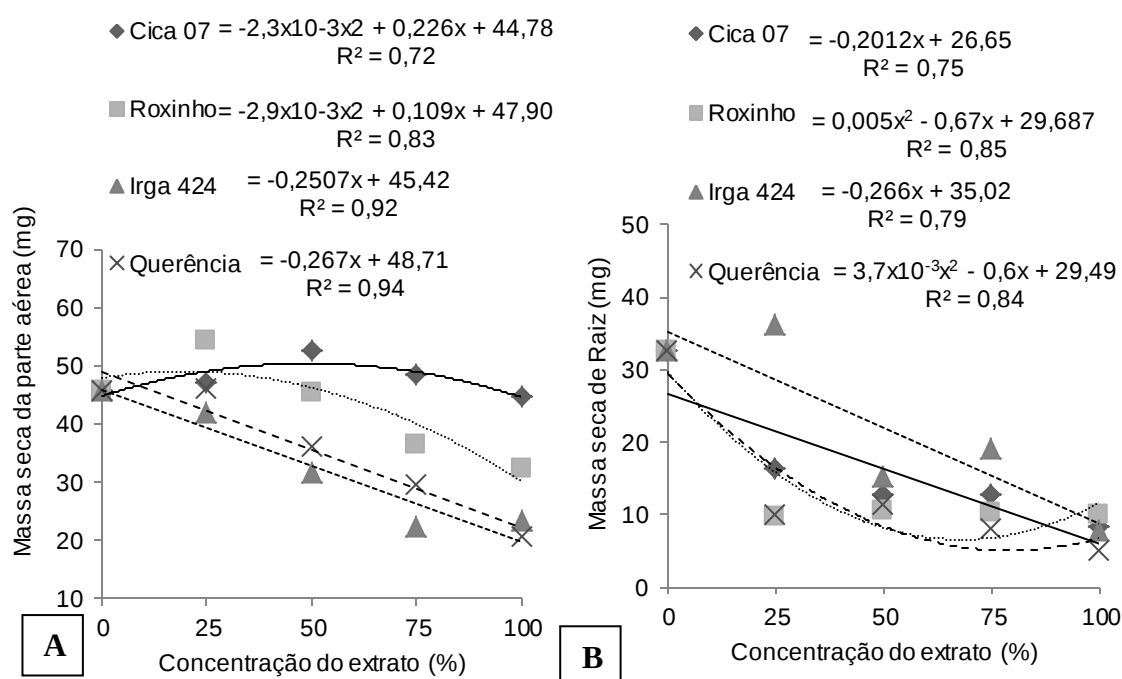


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Índice de velocidade de germinação			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	25,2 a*	25,2 a	23,2 a	23,6 a
25	23,6 a	21,2 ab	18,2 b	22,6 a
50	20,6 a	19,5 a	22,8 a	22,4 a
75	19,1 a	17,7 a	17,3 a	16,1 a
100	13,6 b	18,4 a	14,0 b	12,7 b
Média	20,4	20,4	19,1	19,5
C.V. (%)	11,18			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

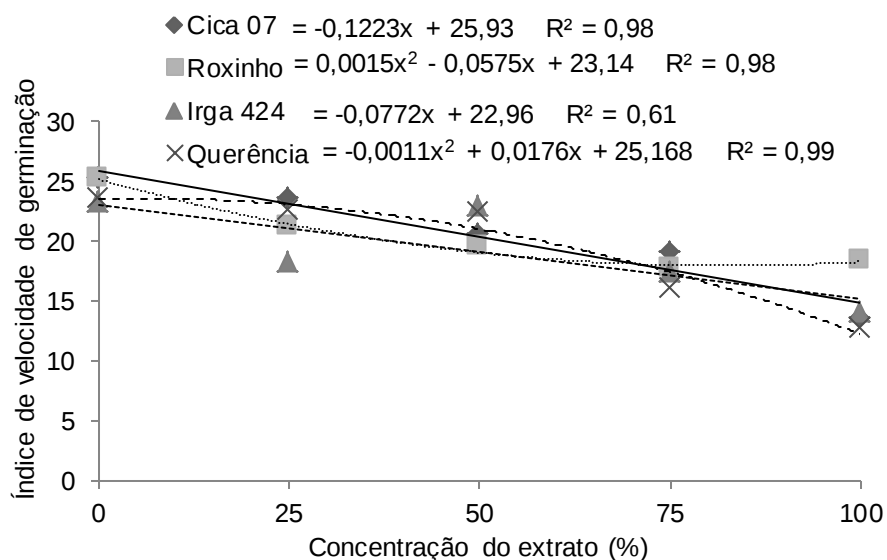


Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Para sementes de milhã constatou-se que houve interação entre os fatores de tratamento (cultivares de arroz x concentrações do extrato) para as variáveis PCG,

CR, MSPA, MSR e IVG, enquanto para variáveis G e CPA verificou-se apenas os efeitos principais.

Na comparação entre as médias da primeira contagem da germinação, a cultivar Querência, de modo geral, apresentou maior inibição na germinação do que as demais cultivares (Tabela 5). Da mesma forma, para regressão linear cada unidade de aumento da concentração do extrato da cultivar Querência acarreta em redução de 0,42% da germinação em comparação com 0,26, 0,30 e 0,39% de redução ocasionados pelos extratos das cultivares Roxinho, Irga 424 e Cica 07, respectivamente (Figura 5A).

Para a variável germinação, a comparação pelas médias gerais entre as cultivares mostrou que, de modo semelhante ao IVG, o extrato da cultivar Querência foi mais nocivo do que os demais extratos (Tabela 5). Independente da cultivar, o aumento da concentração do extrato de folhas de arroz resultou em redução de 0,27% da germinação para cada unidade de aumento do extrato (Figura 5B). Em estudo conduzido com extrato aquoso de cinza de casca de arroz em sementes de picão preto (*Bidens pilosa*), foi constatada redução na germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação sobre as mesmas, conforme aumentou-se a concentração do extrato (HOFFMANN et al., 2006).

Tabela 5. Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*) submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Primeira contagem da germinação (%)				Germinação (%)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	59 a*	59 a	59 a	59 a	59	59	59	59
25	55 a	48 ab	55 a	36 b	57	54	57	39
50	49 a	43 ab	34 bc	30 c	51	46	39	33
75	38 a	36 a	34 a	16 b	42	40	43	26
100	16 b	31 a	30 a	14 b	27	34	32	29
Média	49	43	34	30	51 a	46 a	43 a	33 b
C.V. (%)	13,47				15,14			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

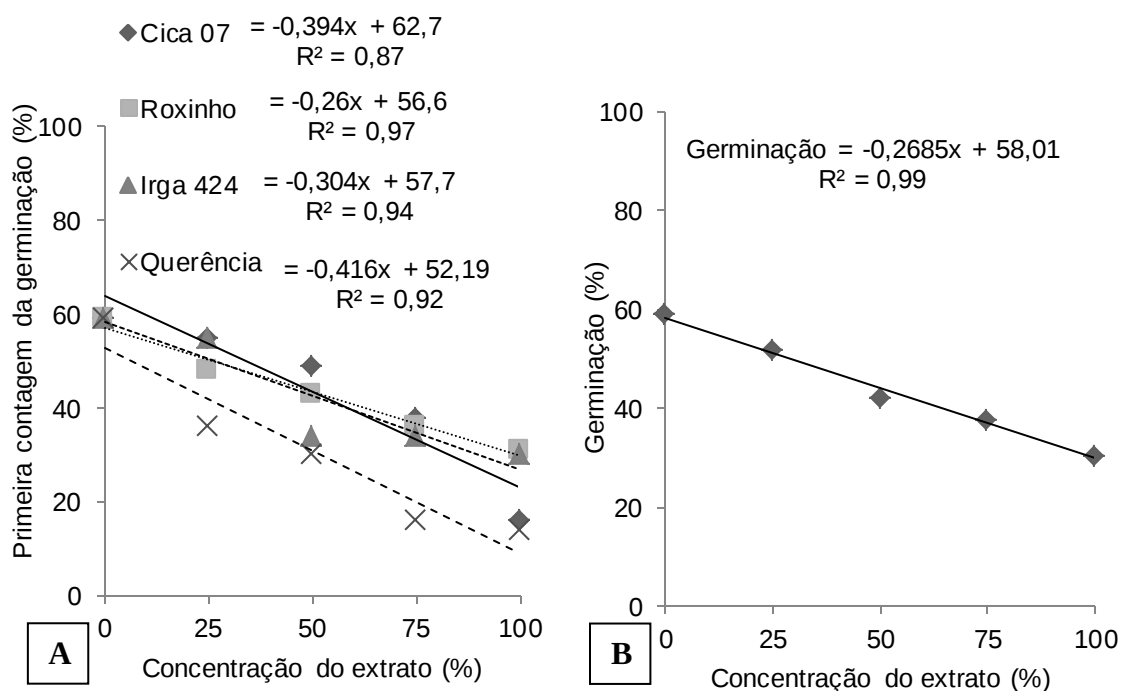


Figura 5. Primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Em se tratando do comprimento da parte aérea a comparação com base nas médias gerais demonstrou que o extrato da cultivar Irga 424 apresentou a menor média, entretanto não diferiu da média da cultivar Cica 07 (Tabela 6). Do modo contrário ao verificado para a germinação, observou-se que o comprimento da parte aérea foi estimulado em 0,003 centímetros por unidade de aumento da concentração dos extratos (Figura 6A). Assim como já foi constatado para plântulas de alface, o incremento na parte aérea pode ser atribuído a um desequilíbrio nos fitorreguladores através da interferência com os aleloquímicos (ÁQUILA et al., 1999), além da presença de nutrientes no extrato bruto (açúcares, aminoácidos, sais) (SAUSEN et al., 2009).

O comprimento das raízes, em geral, foi inferior para a cultivar Irga 424 nas concentrações entre 50 e 100% (Tabela 6). O extrato da cultivar Roxinho não foi efetivo para inibição do crescimento radicular de plântulas de milhã, tendo causado estímulo linear de 0,018cm (Figura 6B). De maneira semelhante, a cultivar querência

também estimulou o crescimento das raízes até a concentração de 55%, onde foi constatado seu ponto de máxima, e para as demais cultivares nenhum dos modelos testados se ajustou. De modo geral, pode-se inferir que os extratos de folhas frescas de arroz não foram eficientes em inibir o crescimento de raízes de milhã.

Tabela 6. Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de milhã (*Digitaria sanguinalis*), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Comprimento de parte aérea (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,1 a	1,1 a	1,1 a	1,1 a
25	1,9	2,2	2,3	2,0	1,6 a	1,6 a	1,5 a	1,7 a
50	1,9	2,2	1,6	2,2	1,5 b	2,5 a	0,5 c	1,7 b
75	2,2	2,6	2,1	2,5	1,2 c	2,6 a	1,3 c	2,0 b
100	2,0	2,5	1,8	2,6	1,7 b	3,1 a	1,1 b	1,1 b
Média	2,0 ab*	2,2 a	1,9 b	2,2 a	1,5	2,5	1,1	1,7
C.V. (%)	15,25				20,32			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

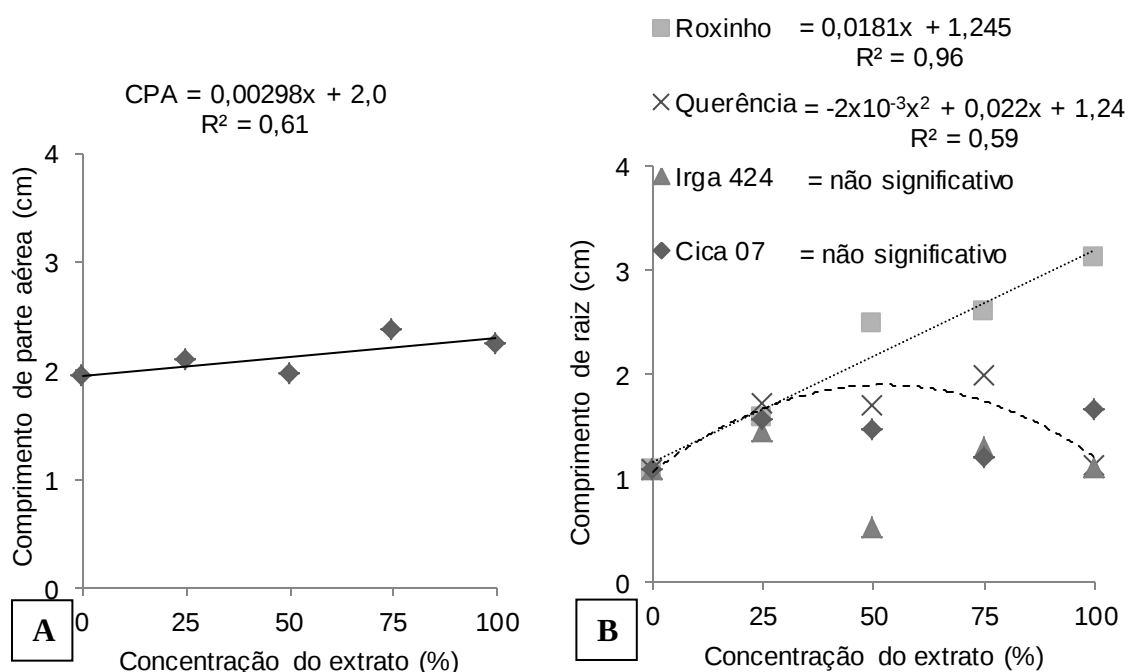


Figura 6. Comprimento de parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de milhã (*Digitaria sanguinalis*), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Para a variável massa seca da parte aérea, os resultados mais expressivos foram encontrados para o extrato da cultivar Querência, enquanto que a cultivar Cica 07 estimulou o acúmulo de massa pela parte aérea, sendo superior aos demais extratos em todas as concentrações (Tabela 7). O ganho de massa acarretado por este extrato foi de 0,073 mg por unidade de aumento da concentração (Figura 7A). A cultivar Irga 424 causou redução linear de 0,0094 mg de massa seca por unidade de aumento da concentração, diferente das cultivares Roxinho e Querência, que apresentaram resposta quadrática negativa para essa variável, sendo nocivas até os pontos de mínima de 39,4 e 50% respectivamente.

A cultivar Roxinho, de modo geral, foi a mais prejudicial para o acúmulo de massa seca pelas raízes, mesmo em concentrações baixas do extrato (Tabela 6). A cultivar Cica 07 induziu um acúmulo linear de massa pelas raízes na ordem de 0,73 mg por unidade de aumento da concentração do extrato, enquanto que as cultivares Roxinho e Querência responderam de forma quadrática negativa. O extrato da cultivar Irga 424 foi a única que respondeu de forma linear negativa, entretanto essa redução foi de apenas 0,009 mg por unidade de aumento da concentração.

Tabela 7. Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de milhã (*Digitaria sanguinalis*), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Massa seca da parte aérea (mg)				Massa seca de raiz (mg)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	3,5 a*	3,5 a	3,5 a	3,5 a	3,3 a	3,3 a	3,3 a	3,3 a
25	5,5 a	2,3 bc	2,8 b	1,3 c	6,0 b	1,0 c	8,5 a	2,5 c
50	3,3 a	1,4 b	3,1 a	2,7 a	7,0 a	3,4 b	2,5 b	6,5 a
75	8,4 a	3,0 b	2,7 b	3,0 b	5,5 a	3,0 ab	1,9 c	3,0 bc
100	11 a	6,1 b	2,4 c	3,5 c	10,0 a	1,5 c	1,2 c	4,0 b
Média	4,1	3,2	2,9	2,8	6,0	3,0	2,5	3,5
C.V. (%)	17,68				18,35			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

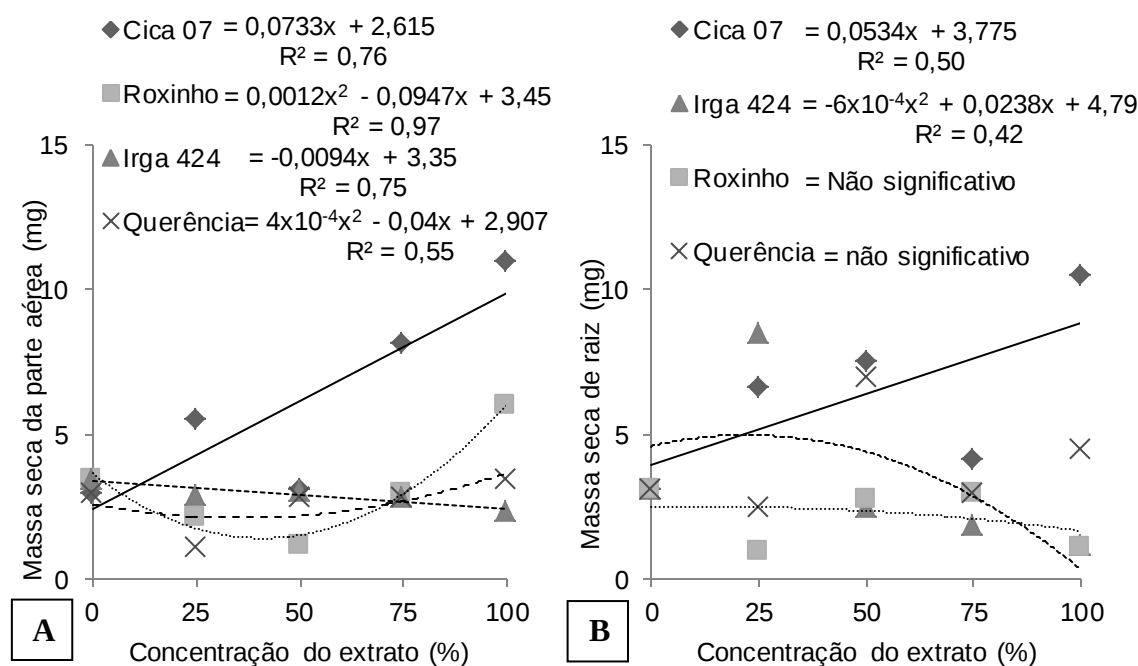


Figura 7. Massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de milhã (*Digitaria sanguinalis*), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Tabela 8. Índice de velocidade de germinação de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Índice de velocidade de germinação			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	6,2	5,8	6,6	6,4
25	5,1	4,9	5,3	3,9
50	4,3	4,1	3,2	2,9
75	3,6	3,6	3,1	2,0
100	2,3	2,7	2,6	1,8
Média	4,3 a	4,2 a	4,2 a	3,4 b
C.V. (%)	19,27			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A comparação de médias entre as cultivares para a variável IVG evidenciou que o extrato mais efetivo foi o da cultivar Querência (Tabela 8). Para a regressão

linear, o IVG foi reduzido em 0,038 unidades por unidade de aumento da concentração dos extratos (Figura 5A).

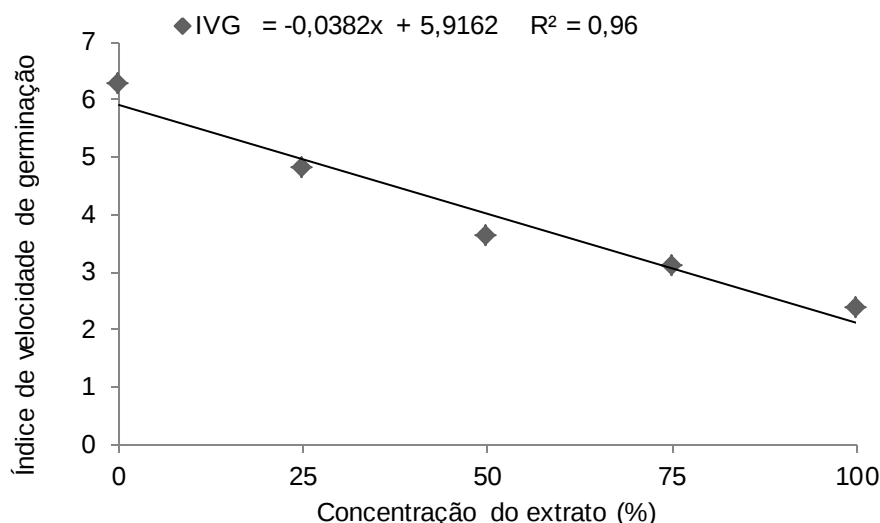


Figura 8. Índice de velocidade de germinação de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Submetendo sementes de arroz-vermelho aos mesmos extratos e concentrações descritos, obteve-se significância para as variáveis CPA, CR, MSPA e MSR, não sendo significativo para PCG, G e IVG onde se procederam às análises somente os efeitos principais.

Para a primeira contagem da germinação, não houve diferença entre os extratos das cultivares avaliadas (Tabela 9). A análise de regressão linear para a média das quatro cultivares apresentou comportamento quadrático, entretanto, a variação da germinação foi de apenas cerca de 2%, sendo praticamente insignificante (Figura 9). Esses resultados contrastam com os obtidos nas sementes de angiquinho e milhã, em que o aumento da concentração dos extratos reduziu linearmente a porcentagem de germinação, sendo menos efetiva para o controle do arroz-vermelho.

Também para a germinação, somente o fator concentração apresentou efeito significativo (Tabela 9), sendo que o aumento da concentração dos extratos resultou em comportamento quadrático, tendo seu ponto de máxima na concentração de

41,2% (Figura 9A), ou seja, nas concentrações mais baixas o extrato de folhas de arroz interfere positivamente na germinação de sementes de arroz-vermelho, sendo tóxico somente em concentrações mais altas.

Tabela 9. Primeira contagem da germinação e germinação de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Primeira contagem da germinação (%)				Germinação (%)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	96	96	96	96	96	96	96	96
25	99	96	99	100	99	96	99	100
50	98	96	99	96	98	97	99	96
75	99	96	99	100	99	97	99	100
100	95	98	93	91	95	98	93	91
Média	98 a*	96 a	99 a	96 a	98 a	97 a	99 a	96 a
C.V. (%)	2,38				2,29			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É provável que a baixa eficiência no controle da germinação desta espécie se deva a alta semelhança que a planta daninha apresenta com o arroz cultivado e a outra hipótese estaria relacionada à baixa resposta apresentada por plantas de arroz quando submetidas a diferentes extratos alelopáticos, como já constatado para cultivar de arroz Atlanta, onde a germinabilidade e primeira contagem da germinação não foram alterados a quando submetida a diferentes concentrações do extrato de folhas de capim arroz (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), junquinho (*Cyperus sp.*) e sagitária (*Sagittaria montevidensis*) (COMIOTTO, 2006).

O comprimento da parte aérea praticamente não diferiu entre os extratos das cultivares, destacando-se somente a cultivar Irga 424 na concentração de 25% que apresentou maior inibição para essa variável (Tabela 10). As cultivares CICA 07, Roxinho e Querência apresentaram comportamento quadrático positivo para o comprimento de parte aérea, tendo seus pontos de máxima eficiência nas concentrações de 44,6, 44 e 44,3 respectivamente (Figura 10A). Já, a cultivar IRGA 424 não apresentou ajuste aos modelos testados.

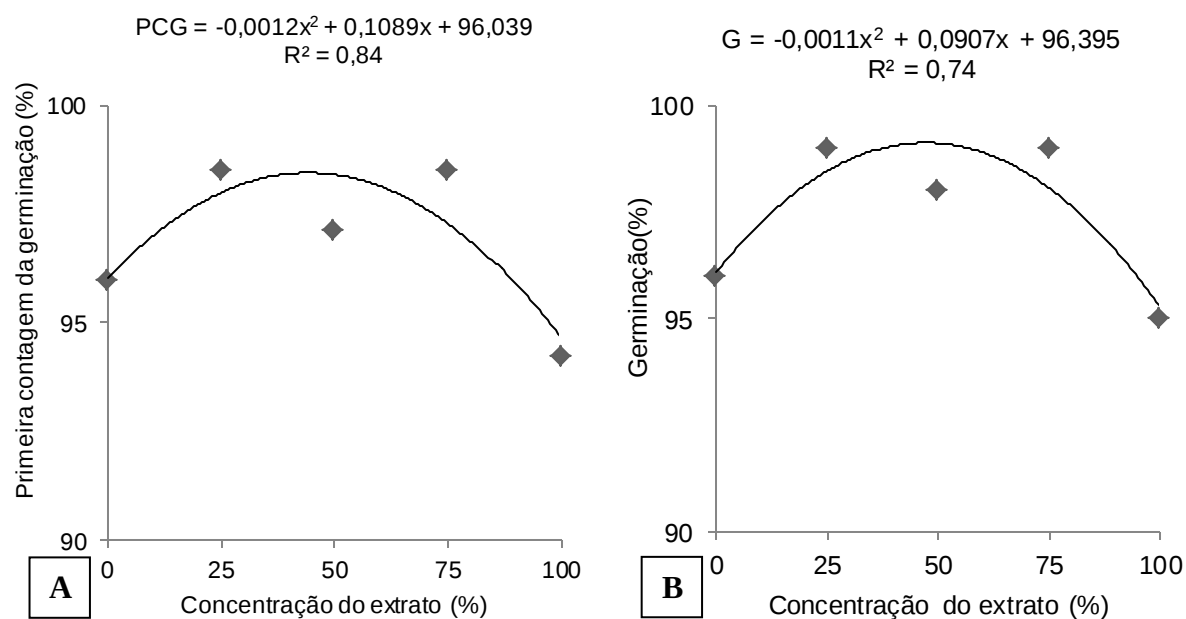


Figura 9. Primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

O comprimento de raiz, de modo geral, foi menor no extrato da cultivar Irga 424 em comparação aos demais extratos, apresentando maior potencial de inibição do crescimento das raízes (Tabela 10). Da mesma forma, na curva de regressão linear, foi evidenciado que o extrato da cultivar Irga 424 apresentou os melhores resultados, o qual respondeu de forma quadrática negativa, com ponto de mínima na concentração de 79,6%, onde o comprimento de raiz foi reduzido para 4,5 centímetros (Figura 10). Em contraste com a curva de resposta das cultivares Roxinho e Querência, que apresentaram comportamento quadrático positivo com ponto de máxima eficiência nas concentrações de 23,7 e 20,6%, respectivamente. Nenhum modelo testado se ajustou a regressão Linear para a cultivar CICA 07.

Tabela 10. Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), submetidas a diferentes concentrações de extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Comprimento da Parte aérea (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	6,9 a*	6,9 a	6,9 a	6,9 a	6,8 a	6,8 a	6,8 a	6,8 a
25	6,7 b	8,1 a	6,1 c	8,6 a	7,3 b	8,5 a	6,4 c	7,3 bc
50	7,5 a	7,8 a	7,5 a	8,0 a	6,6 a	6,6 a	3,9 b	6,7 a
75	7,4 a	7,5 a	7,3 a	7,0 a	6,4 a	5,6 b	4,4 c	6,3 ab
100	6,2 b	6,4 ab	7,0 a	6,0 b	6,7 a	3,8 c	4,3 bc	4,8 b
Média	6,9	7,5	7,0	7,0	6,7	6,6	4,4	6,7
C.V. (%)	4,76				6,92			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na comparação de médias para a variável massa seca da parte aérea observou-se que o extrato da cultivar Querência acarretou menor acúmulo de massa pelas plântulas de arroz-vermelho do que os demais extratos nas concentrações de 25 e 50%, e não diferiu estatisticamente dos extratos das cultivares Roxinho e Querência nas concentrações de 75 e 100%, mas foi inferior ao extrato da cultivar Cica 07 (Tabela 11). As regressões polinomiais das cultivares Cica 07, Roxinho e IRGA 424 apresentaram resposta quadrática positiva (Figura 10A), representando estímulo no acúmulo de massa seca até as concentrações de 67,8, 36,7 e 39,7% para as cultivares Cica 07, Roxinho e Irga 424, respectivamente. Nenhum modelo testado se ajustou para o extrato da cultivar Querência.

Para a variável massa seca de raiz, pode-se inferir que o acúmulo de massa nas raízes das plântulas de arroz-vermelho na maior concentração do extrato foi inferior para as cultivares Roxinho e Irga 424 (Tabela 11). As cultivares IRGA 424 e Querência reduziram linearmente a massa seca das raízes na ordem de 0,16 e 0,11 mg, respectivamente, por unidade de concentração (Figura 11B).

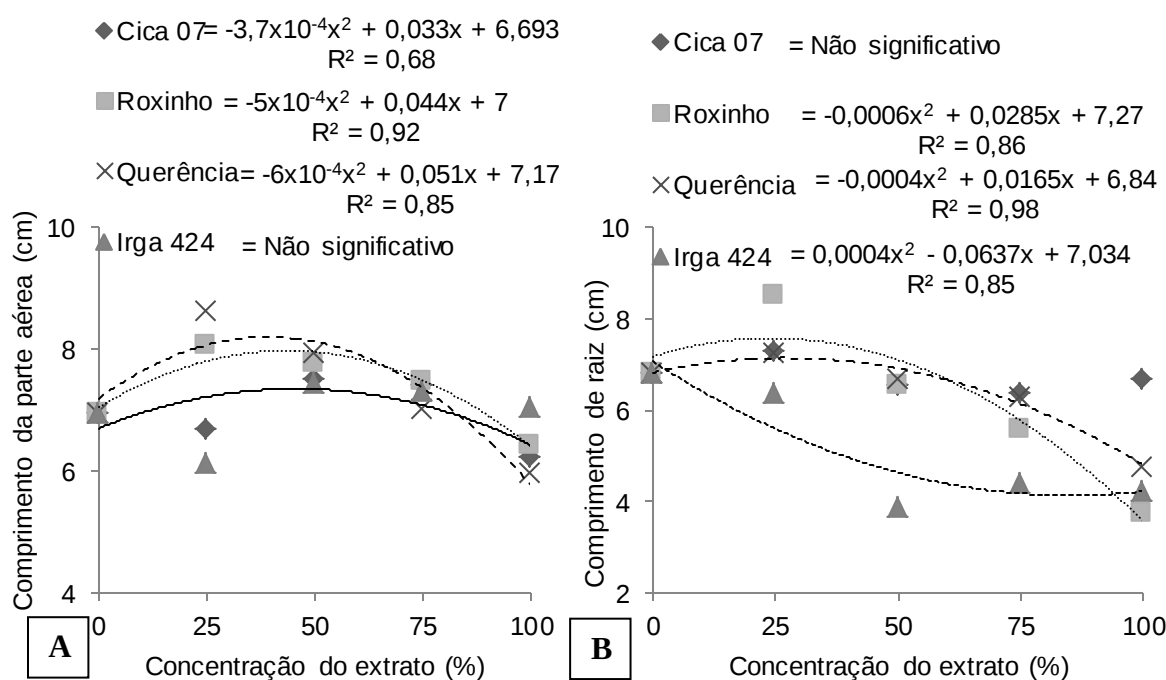


Figura 10. Comprimento de Parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de oriundas de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

Tabela 11. Massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Massa seca da Parte aérea (mg)				Massa seca de raiz (mg)			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	44,0 a*	44,0 a	44,0 a	44,0 a	36,3 a	36,3 a	36,3 a	36,3 a
25	45,0 b	55,0 a	49,0 b	39,2 c	31,5 a	35,8 a	32,7 a	34,8 a
50	49,4 a	46,5 a	50,2 a	41,7 b	31,6 ab	34,0 a	31,9 ab	27,8 b
75	52,6 a	41,7 b	42,6 b	43,2 b	28,0 a	27,0 a	26,1 a	26,5 a
100	46,9 a	40,3 b	39,4 b	35,8 b	29,6 a	18,3 b	19,9 b	26,8 a
Média	46,9	44,0	44,0	41,7	31,5	34,0	31,9	27,8
C.V. (%)	5,96				7,80			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

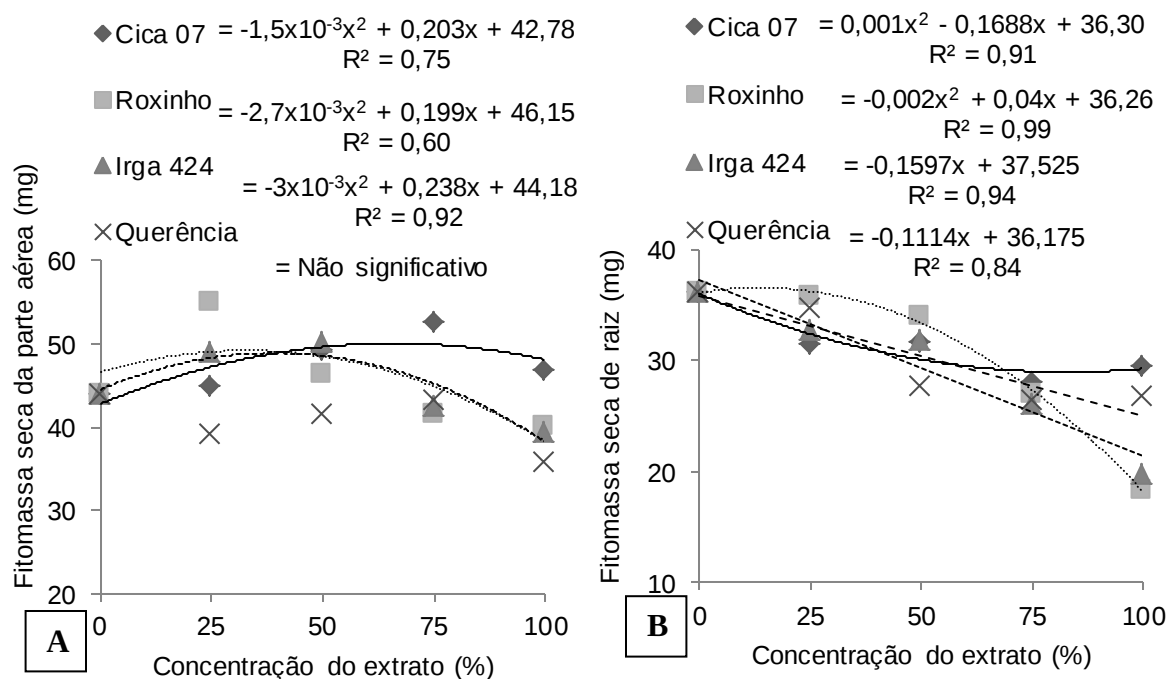


Figura 11. Massa seca da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

O extrato da cultivar Querência, na concentração de 100%, foi o único que apresentou diferença entre os demais, na comparação de médias do IVG, sendo o mais efetivo na redução desta variável (Tabela 12). Em relação à regressão linear, os extratos das cultivares Cica 07, Irga 424 e Roxinho apresentaram redução na ordem de 0,006, 0,007 e 0,008 unidades por unidade de aumento da concentração. O resultado mais expressivo foi para a cultivar Querência, a qual apresentou comportamento quadrático e na maior concentração reduziu cerca de 2 unidades no IVG (Figura 12).

Observou-se que o extrato da cultivar Querência apresentou valores mais expressivos na inibição da germinação e crescimento de plântulas de *Aeschynomene* sp., sendo a mais severa em cerca de 86% das variáveis analisadas.

Tabela 12. Índice de velocidade de germinação de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), submetidas a diferentes concentrações extratos de folhas frescas de arroz de quatro cultivares. Capão do Leão, 2011.

Concentração (%)	Índice de velocidade de germinação			
	Cica 07	Roxinho	Irga 424	Querência
0	15,9 a	15,8 a	15,8 a	16,2 a
25	16,0 a	15,5 a	16,0 a	16,2 a
50	16,1 a	15,7 a	15,7 a	15,7 a
75	15,6 a	15,6 a	15,5 a	15,6 a
100	15,4 a	15,0 a	15,1 a	14,0 b
Média	15,8	15,5	15,6	15,5
C.V. (%)	2,7			

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

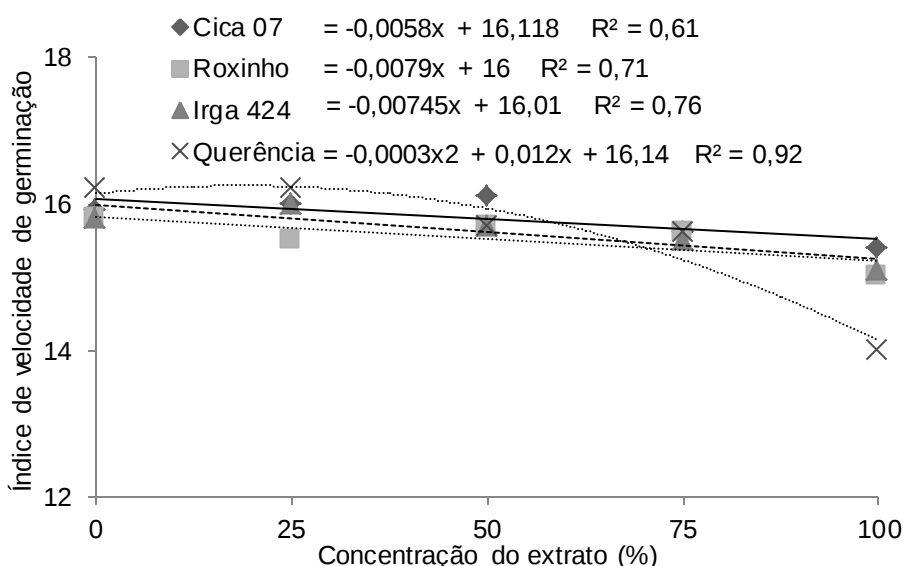


Figura 12. Índice de velocidade de germinação de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz. Capão do Leão, 2011.

No que diz respeito à milhã, os melhores resultados foram obtidos pelos extratos das cultivares Querência e Irga 424, sendo os mais pronunciados em 57% das variáveis estudadas. Apesar da inibição da germinação e crescimento de arroz-vermelho ter sido menos efetiva, os resultados mais expressivos foram encontrados para o extrato da cultivar Irga 424, a qual foi superior em 57% das variáveis. De

maneira geral, infere-se que o efeito alelopático é maior nas cultivares novas, discordando com outros autores, os quais sugeriram que o potencial alelopático não está ligado a características agrônomicas selecionadas nos programas de melhoramento das cultivares de arroz (OLOFSDOTTER e NAVAREZ, 1996), e contrariando afirmativas de que as variedades melhoradas apresentaram menor frequência de genes ligados ao efeito alelopático (FUJII, 1992). Os resultados observados no estudo são promissores, haja visto que o desenvolvimento de cultivares com maior potencial alelopático não vai contra as características produtivas, contudo, ainda há muito o que avançar em termos de decodificação do código genético para expressão do efeito alelopático (OLOFSDOTTER e NAVAREZ, 1996).

O conhecimento das cultivares de arroz que apresentam maior potencial alelopático, permitirá sua utilização como importante prática integrada de manejo para desenvolvimento de sistemas de produção de arroz com menos dependência de herbicidas. Ainda, a seleção de cultivares com maior potencial alelopático possibilitará a realização de estudos visando identificar quais os compostos responsáveis pela eficiência, o que posteriormente permitirá a síntese de novos herbicidas com características ambientais mais favoráveis.

2.4. Conclusão

Extratos de folhas de arroz das cultivares Cica 07, Querência, Roxinho e Irga 424, quando em elevadas concentrações, reduzem a germinação e o vigor de sementes de *Digittaria sanguinalis* (milhã) e *Aeschynomene* sp. (angiquinho), entretanto, em baixas concentrações, de modo geral, podem estimular a germinação e o crescimento de plantas de *Oryza sativa* (arroz-vermelho).

O extrato da cultivar Querência foi o mais nocivo para a espécie angiquinho e para milhã, por outro lado, o extrato da cultivar Irga 424, a qual afeta de forma semelhante a espécie milhã, e maior potencial alelopático para arroz-vermelho.

3. Capítulo II - Identificação de espécies de fungos fitopatogênicos associados a lesões em plantas de *Sagittaria montevidensis* e seletividade à cultura do arroz irrigado

3.1. Introdução

As plantas daninhas competem com a cultura do arroz por luz, água e nutrientes, constituindo-se em um dos principais fatores limitantes da produtividade nas lavouras de arroz irrigado do Brasil (SOSBAI, 2010). No entanto, a interferência pode se dar não somente pela competição, mas também por interferência indireta, servindo de hospedeiro secundário para pragas e patógenos (RADOZEVICH et al., 2007).

Dentre as espécies infestantes a *Sagittaria montevidensis* Cham e Schlecht, caracteriza-se por ser uma planta aquática, perene, que infesta grande parte dos canais de irrigação, bem como lavouras de arroz irrigado no Brasil, nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (NOLDIN et al., 1999), no Japão (GOHBARA e YAMAGUCHI, 1993) e Estados Unidos (PRATHER et al., 2001). Seu controle através do uso de herbicidas com elevada ação residual apresenta maior eficiência, porém a aplicação de maneira indevida pode causar contaminações em cursos de água gerando problemas ambientais e selecionar plantas resistentes.

A ocorrência de plantas de sagitária com resistência cruzada a herbicidas inibidores da ALS foi relatada no final da década de 90, tanto para os herbicidas do grupo das sulfoniluréias como para pirimidinil thiobenzoatos (NOLDIN et al., 1999). Tem-se constatado a ocorrência de populações de sagitária resistente aos herbicidas inibidores da ALS em praticamente todos os municípios produtores de arroz irrigado em Santa Catarina, com carência de alternativas de controle eficientes (CONCENÇO et al., 2007).

Em vista disso, busca-se cada vez mais, por práticas de controle dessa planta daninha que apresentam menor impacto ambiental, dentre eles ressalta-se o controle biológico, que pode ser definido como a ação de organismos vivos para controlar ou reduzir a população de espécies de plantas indesejáveis (VAN DEN BOSH et al., 1987). A taxonomia dos fungos infestantes de *S. montevidensis* no seu centro de origem tem sido realizada no intuito de encontrar fungos patogênicos com potencial para controle biológico desta planta daninha, apresentando excelente banco de dados para pesquisas futuras, sendo eles: *Alternaria alternata*, *Cercospora sagittariae*, *Cercospora apii*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Plectosporium alismatis*, *Pseudocercospora arthrospora*, *Doassansiopsis deformans*, *Narasimhanian cfr. Alismatis* e *Botrytis cinerea*. (SOARES e BARRETO, 2009).

A estratégia inundativa ou do bioherbicida utiliza microrganismo de forma maciça sobre população de planta daninha a fim de gerar rápido e alto nível de doença, com consequente morte ou supressão de populações da planta daninha em questão (CHARUDATTAN, 1991). O sucesso do micoherbicida depende da produção abundante e durável do inóculo em cultura artificial, e o patógeno deve ser geneticamente estável e específico para a planta alvo (FIORILLO, 2007). Não devendo apresentar patogenicidade para a cultura de interesse.

Quando aplicado com sucesso, o controle biológico apresenta-se como alternativa viável e sustentável, pois é considerada econômica (SCHROEDER, 1992), em vista que reduz os custos com sucessivas aplicações, uma vez que se obtenha alta população do patógeno sua presença manterá a população da planta daninha sob controle. Uma característica interessante deste método é que ele não envolve a introdução de qualquer novo organismo para o ambiente, mas apenas o uso de agentes patogênicos específicos do hospedeiro no momento em que eles são mais eficazes (WATSON, 1977).

O controle biológico de plantas daninhas deve ser considerado como componente estratégico dos programas de Manejo Integrado de Plantas Daninhas, pois é menos nocivo ao ambiente em relação aos herbicidas sintéticos e constitui-se em uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Assim, o objetivo do estudo foi pesquisar a microbiota contaminante de *S. montevidensis*, a fim identificar espécies de fungos fitopatogênicos com potencial para atuação como bioherbicida, e verificar sua especificidade quanto à cultura do arroz irrigado.

3.2. Material e Métodos

O estudo foi composto por três experimentos, onde primeiramente realizou-se o levantamento das espécies de fungos patogênicos associados às plantas de *S. montevidensis* coletadas em áreas orizícolas da região sul do RS. Posteriormente os fungos, que apresentaram maior incidência, foram isolados e repicados para aplicação sobre as plântulas de *S. montevidensis*, avaliando-se o nível de controle da planta daninha. Por fim foi testada a seletividade dos isolados para a cultura do arroz, com o objetivo de verificar se estes são patogênicos a mesma.

Levantamento de fungos fitopatogênicos associados a lesões em plantas de sagitária ocorrentes em lavouras de arroz irrigado da região sul do Rio Grande do Sul

Foram realizados mapeamento e coleta de plantas de sagitária em três municípios da zona sul do Estado do Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2011/12, sendo eles Pelotas, Arroio Grande e Santa Vitória do Palmar, os quais apresentam a 2^a, 11^a e 16^a posição entre os municípios com maior produtividade de arroz do Estado, respectivamente (IRGA, 2012). Nestes foram selecionadas três lavouras e em cada uma delas três locais de coleta escolhidos ao acaso (Tabela 13).

Coletaram-se plantas com sintomas causadas por fungos, sendo as mesmas mapeadas com auxílio de GPS (Garmin etrexVista™) e acondicionadas individualmente em vasos de 8 litros preenchidos com solo do local de coleta, sendo então transportadas ao laboratório de fungos fitopatogênicos localizado no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S). As lesões foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1% para desinfestação superficial, posteriormente submetidas à câmara úmida e acondicionadas em sala de crescimento durante período de sete dias a temperatura de 24°C e fotoperíodo de 12 horas luz, adequando as condições ao desenvolvimento do fungo até sua esporulação. Para a identificação das espécies procederam-se estudos detalhados das características microscópicas e macroscópicas da colônia.

Tabela 13. Locais de coleta de plantas de *Sagittaria montevidensis* em três municípios da região sul do Rio Grande do Sul.

Cidade	Lavoura	Ponto de coleta	*Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
Arroio Grande	A	1	-32,233873	-53,050668
		2	-32,235538	-53,047969
		3	-32,238315	-53,043354
	B	1	-32,296559	-52,857952
		2	-32,297469	-52,857333
		3	-32,302948	-52,880343
	C	1	-32,273930	-52,906804
		2	-32,278284	-52,912075
		3	-32,284448	-52,916591
Santa Vitória	A	1	-33,496170	-53,402065
		2	-33,500792	-53,403213
		3	-33,523434	-53,414976
	B	1	-33,637232	-53,493301
		2	-33,633542	-53,488591
		3	-33,630501	-53,484463
	C	1	-33,588147	-53,445569
		2	-33,583750	-53,439468
		3	-33,576687	-53,430936
Pelotas	A	1	-31,807567	-52,482595
		2	-31,807520	-52,481492
		3	-31,806793	-52,481217
	B	1	-31,809076	-52,464923
		2	-31,809617	-52,465209
		3	-31,809957	-52,464450
	C	1	-31,812786	-52,472415
		2	-31,813949	-52,472404
		3	-31,813983	-52,473972

*Datum: Sad-69

Os dados foram expressos em percentual, através da estatística descritiva, procurando-se estabelecer os fungos patogênicos presentes em plantas de sagitária que infestam lavouras de arroz irrigado da região sul do Rio Grande do Sul.

Nível de controle de *Sagittaria montevidensis*:

O experimento foi realizado em casa de vegetação e laboratório de fungos fitopatogênicos localizado no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S). As plantas de sagitária foram coletadas em estágio de plântula com

3 a 4 folhas lanceoladas em área experimental de arroz irrigado, sendo antes vistoriadas e coletadas somente as com boa qualidade sanitária. As unidades experimentais constaram de copos plásticos de 500 ml com três plântulas por copo, preenchidos com solo PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (STRECK et al., 2008), retirado da mesma área de coleta das plântulas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos arranjos em esquema fatorial onde o fator A foi composto por duas espécies de fungos isolados previamente das lesões encontradas nas plantas coletadas no estudo 1, e o fator B comparou seis níveis de concentração de esporos (0 (testemunha), 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 e 1×10^7 esporos ml^{-1}) aplicados no estádio em que as plantas apresentaram uma folha sagitada.

As concentrações foram obtidas através de diluições da solução mais concentrada, a qual foi preparada pelo método de raspagem da colônia pura do fungo cultivadas em placas de petri com meio de cultura BDA, adicionando 50 ml de água destilada esterilizada e determinando a concentração dos esporos através da quantificação em câmara de Neubauer em microscópio óptico comum de 400 vezes.

Tabela 14. Escala descritiva de notas utilizada para quantificação de sintomas provocados por duas espécies de *Fusarium* em plantas de *Sagittaria montevidensis*.

Nota de severidade	Área foliar lesionada (%)
0	0
1	1-2
2	3-5
3	6-11
4	12-24
5	25-49
6	50-74
7	75-87
8	88-93
9	94-96
10	97-99
11	99-100

Fonte: Campbell e Madden, (1990).

A aplicação foi realizada com aspersor manual, em volume suficiente para se obter o escoamento superficial da solução de esporos sobre as folhas. Em seguida as unidades experimentais permaneceram em câmara úmida durante o período de 21 dias. Ao final deste período se procedeu a determinação da severidade da doença, pela escala descritiva de Horsfall-Barrett (CAMPBELL e MADDEN, 1990) atribuindo-se notas de acordo com a percentagem de área foliar lesionada, sendo nota 0 (zero) para as folhas sadias e nota 11 para as folhas mortas (Tabela 14).

Os resultados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância. Havendo significância, realizaram-se comparação de médias pelo teste t para o fator espécie de fungo e regressão polinomial para o fator concentração de esporos, todos a 5% de probabilidade. O programa utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat – Versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

Seletividade dos isolados com a cultura do arroz irrigado

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS localizado no município do Capão do Leão – Brasil - RS (Latitude 31°48'02.69" S), na safra agrícola de 2011/12, em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. O experimento foi conduzido em esquema fatorial onde o fator A avaliou duas espécies de fungos (*Fusarium semitectum* e *Fusarium oxysporum*), isolados previamente das lesões encontradas nas plantas coletadas durante a fase de levantamento na região orizícola de Pelotas, e o fator B contrastou seis níveis de concentração de esporos (0 (testemunha), 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 e 1×10^7 esporos ml^{-1}) aplicados no estágio de desenvolvimento R4 (SOSBAI, 2010).

A cultivar utilizada foi a IRGA 424 sendo semeadas 10 sementes por vaso com capacidade de 8 kg preenchidos com solo PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, (STRECK et al., 2008), pertencente à unidade de mapeamento Pelotas. A calagem e a adubação com NPK foram realizadas sete dias antes da semeadura, de acordo com os resultados da análise de solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004). Após a semeadura as unidades experimentais foram irrigadas diariamente mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo até o estabelecimento definitivo da lâmina de água, realizado

aos 30 dias após a emergência. O desbaste foi efetuado após a emergência, estabelecendo-se quatro plantas por vaso.

Anteriormente a aplicação, os vasos foram mantidos em câmara umida durante período de 24 horas. A aplicação dos esporos foi realizada com aspersor manual, em volume suficiente para se obter o escorrimento superficial da solução de esporos sobre as folhas. Em seguida as unidades experimentais foram novamente mantidas em câmara umida por período de 24 horas, a fim de manter as condições favoráveis para a penetração do patógeno.

A colheita foi realizada quando as plantas estavam nos estádios R8 e R9, caracterizando a maturidade fisiológica das sementes. Após foram determinados a produção de sementes (P): obtido pela pesagem das sementes colhidas, sendo a umidade corrigida para 13% e os resultados expressos em grama planta⁻¹. Sementes cheias por panícula (SC): determinado através da contagem manual de 5 panículas por repetição e expressos em número de sementes cheias panícula⁻¹. Sementes vazias por panícula (SV): quantificado através da contagem manual de 5 panículas por repetição e expressos em número de sementes vazias panícula⁻¹.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de: Germinação (G): realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, sendo a semeadura realizada em substrato de papel, previamente umedecido em água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, e os rolos mantidos em germinador à temperatura de 25°C. As avaliações foram efetuadas aos 14 dias após a instalação do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. Primeira contagem da germinação (PCG): avaliada aos sete dias após a instalação do teste por ocasião da realização do teste de germinação. Envelhecimento acelerado (EA): realizado em caixa tipo gerbox com tela metálica. Para isso, adicionaram-se 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa e sobre a tela foram distribuídas uniformemente as sementes de cada tratamento. Em seguida, as caixas, contendo as sementes, foram tampadas e acondicionadas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, onde permanecerão por 96 horas. Após este período, submeteram-se as sementes ao teste de germinação e avaliou-se no sétimo dia (DELOUCHE e BASKIN, 1973). Teste de frio (TF): conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada unidade experimental, sendo os rolos de papel colocados em sacos plásticos, os quais foram vedados e mantidos em câmara regulada à

temperatura de 10 °C durante sete dias. Após esse período, foram transferidas para germinador e mantidas nas mesmas condições do teste de germinação, sendo avaliadas após sete dias (CÍCERO e VIEIRA, 1994). Sanidade: A determinação da sanidade das sementes foi realizada pela incubação em papel de filtro “blotter test”, onde foram avaliadas oito repetições com 25 sementes. As sementes foram dispostas em caixas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel mata borrão previamente umedecido com água destilada, as quais foram tampadas e colocadas em câmara de incubação com temperatura de 23°C +/- 2°C, e fotoperíodo de 12h durante sete dias, conforme as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). As sementes contendo os fungos foram classificadas visualmente em quatro classes de acordo com o potencial de inóculo sobre as sementes sendo elas Classe 0, 1, 2 e 3, onde a classe 0 corresponde as sementes sadias e classe 3 com alto nível de potencial de inóculo.

Em seguida realizou-se o teste de transmissibilidade com as sementes oriundas do teste de incubação em papel de filtro semeando quatro repetições de 25 sementes para cada concentração e potencial estudados, em gerbox preenchidos com vermiculita previamente autoclavada a 120 °C por 60 minutos, e umedecida com 50% da capacidade de campo. As caixas foram colocadas em câmara de incubação com temperatura de 23 °C +/- 2 °C e fotoperíodo de 12 h durante 21 dias, conforme as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram então analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e, posteriormente submetidos, à análise de variância e havendo significância, realizou-se comparação de médias através do teste t para o fator espécie de fungo e regressão polinomial para o fator concentração de esporos, todos a 5% de probabilidade. O programa utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat – Versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003). Os dados referentes à sanidade das sementes foram analisados através de estatística descritiva.

3.3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos estão apresentados separadamente na ordem que os estudos foram conduzidos.

Levantamento de fungos patogênicos sobre plantas de sagitária ocorrentes em lavouras de arroz irrigado da região sul do Rio Grande do Sul

A partir das observações das estruturas morfológicas dos fungos foi possível identificar os gêneros *Botrytis* sp., *Cercospora* sp. E *Fusarium* spp. associados as lesões nas plantas de sagitária. O gênero *Fusarium*, por estar associado a 100% das amostras foi identificado em espécies sendo as características observadas comparadas com as descritas por NELSON et al., 1983 e SUTTON et al., 1998 (Figuras 13 A e B, e 14 A, B, C e D).

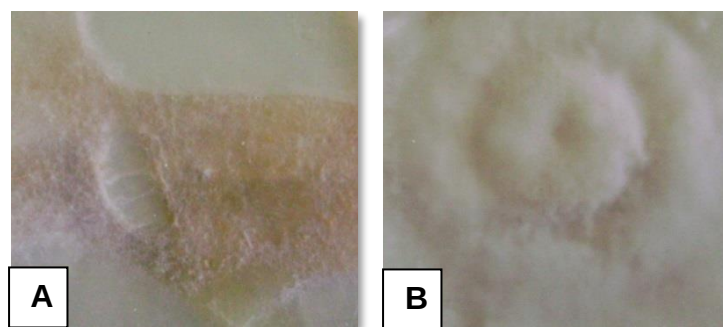


Figura 13. Características macroscópicas de duas espécies de *Fusarium* isoladas de plantas de *Sagittaria montevidensis* oriundas da região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Em “A” *F. oxysporum*, e “B” *F. semitectum*. Capão do Leão, 2012.

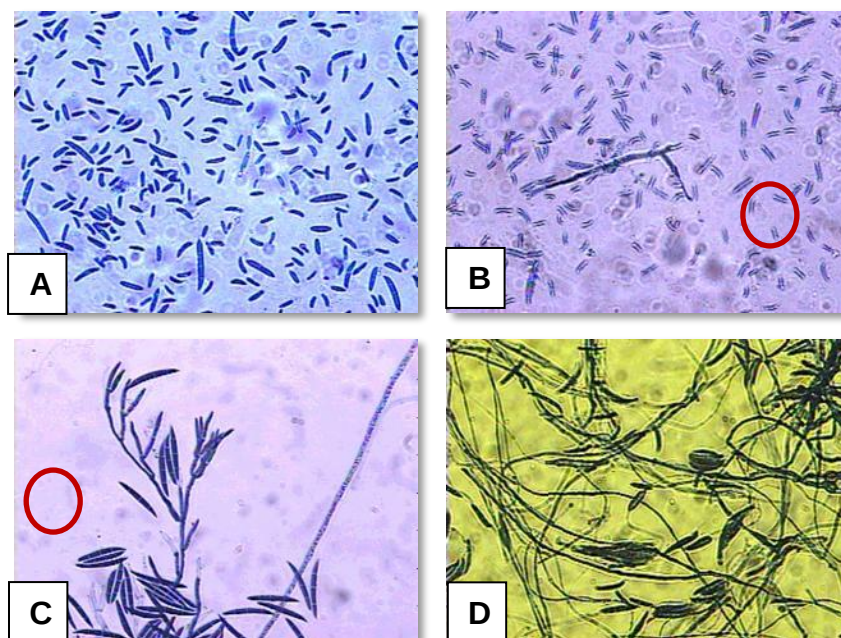


Figura 14. Características microscópicas de duas espécies de *Fusarium* isoladas de plantas de *Sagittaria montevidensis* oriundas da região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Em “A” macro e microconídios, e “B” filíades de *F. oxysporum*, em “C” filíades e macroconídios, e “D” conídios e esporodóquios de *F. semitectum*. Capão do Leão, 2012.

Tabela 15. Espécies de fungos fitopatogênicos ocorrentes em plantas de *Sagittaria montevidensis* coletadas em três municípios da região sul do Rio Grande do Sul. Capão do Leão, 2011.

Cidade	Lavoura	Coleta	Espécies de fungo
Arroio Grande	A	1	* <i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp.
	B	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
	C	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
Santa Vitória	A	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Cercospora</i> sp.
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
	B	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Cercospora</i> sp.
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Cercospora</i> sp.
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
	C	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Botrytis</i> sp., <i>Cercospora</i> sp.
Pelotas	A	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
	B	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
	C	1	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		2	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>
		3	<i>F. semitectum</i> , <i>F. oxysporum</i>

Observou-se que 100% das amostras apresentaram-se infectadas pelos fungos *F. oxysporum* e *semitectum*, sendo predominante a presença de *F. oxysporum* nas folhas e de *F. semitectum* no caule (Tabela 15). Do total de amostras, 38% apresentaram-se infectadas com *Cercospora* sp. e 31% com *Botrytis* sp. As lesões causadas pelo fungo *Cercospora* sp. distribuíam-se entre caules e

folhas, enquanto que as lesões de *Botrytis* sp. foram observadas nos frutos e aquênios (Figura 2).

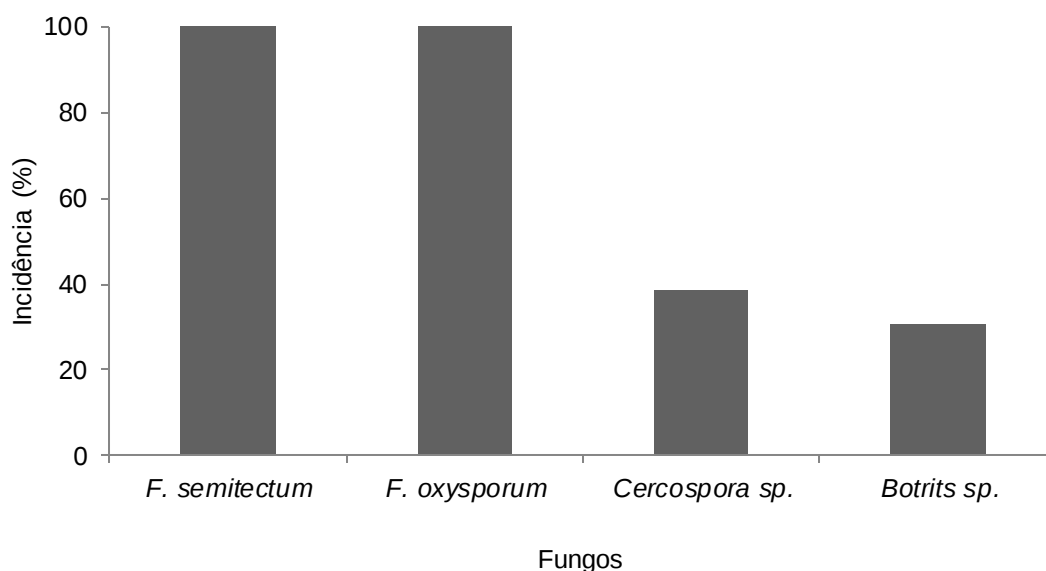


Figura15. Porcentagem de incidência das principais espécies de fungos fitopatogênicos ocorrentes em plantas de *Sagittaria montevidensis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. Capão do Leão, 2011.

Nas amostras coletadas no município de Arroio Grande 11% das amostras apresentaram-se infestadas por *Cercospora* sp. e 22% infestadas por *Botrytis* (Figura 16A). No município de Santa Vitória do Palmar foi constatada a maior incidência de *Cercospora* sp. e *Botrytis* sp., onde 100 e 67% das amostras estavam infestadas com os fungos, respectivamente (Figura 16B). As amostras coletadas no município de Pelotas apresentaram somente infestação com as espécies *F. oxysporum* e *F. semitectum* (Figura 16C).

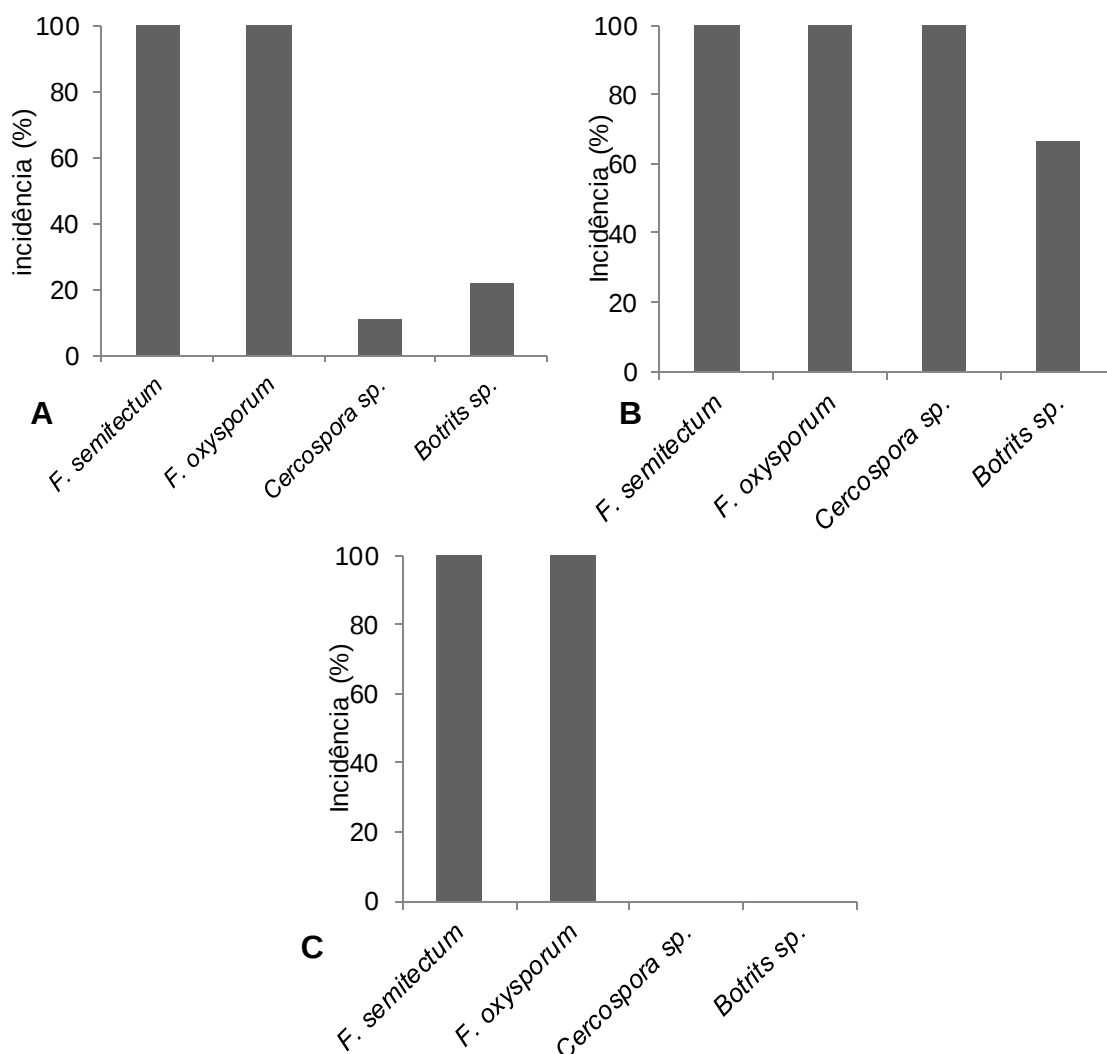


Figura 16. Porcentagem de incidência dos principais fungos fitopatogênicos ocorrentes em *Sagittaria montevidensis* em três municípios da região Sul do Rio Grande do Sul. Em “A” Arroio Grande, “B” Santa Vitória do Palmar e “C” Capão do Leão. Capão do Leão, 2011.

Consta na literatura uma gama de espécies de fungos fitopatogênicos infestando folhas de *S. montevidensis*, dentre elas *Pseudocercospora arthrospora*, encontrada na região do Paraná, Santa Catarina e Rio de Janeiro causando necrose nas folhas; *Plectosporium alismatis*, encontrado nos Estados do sul do Brasil, Rio de Janeiro e Minas Gerais; *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose, comumente encontrado nos Estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *Cercospora sagittariae* encontrada em seis Estados do Brasil e causadora de manchas necróticas nas folhas; *Cercospora apii*, essa ocorrendo somente nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais; *Botrytis cinerea*, encontrada

infestando folhas de sagitária somente em canais drenados e terras altas no rio de Janeiro; e, *Alternaria alternata* encontrada somente no Estado do Rio Grande do Sul e causadora de danos moderados nas folhas (SOARES e BARRETO, 2009). Cabe destacar que não foram encontrados relatos de tabalhos que tenham constatado a presença de *F. oxysporum* e *F. semitectum* infectando esta planta daninha.

Efeito de diferentes concentrações de espécies de *Fusarium* em plântulas de sagitária:

A partir dos resultados obtidos durante a fase de levantamento optou-se por conduzir os testes de controle da planta daninha apenas com as espécies de *Fusarium*, devido a sua maior ocorrência na regiões orizícolas levantadas.

A análise de normalidade e homocedasticidade demonstrou que os dados não necessitam ser transformados. Não houve interação entre os fatores analisados e nem efeitos principais de espécies de *Fusarium* ou concentrações.

Constatou-se que a aplicação das duas espécies de *Fusarium* ou as concentrações de esporos não foi efetiva no controle das plântulas de *S. montevidensis* quando as mesmas encontravam-se no estágio de uma folha sagitada (dados não apresentados). Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a efetividade dos mesmos, em vista de que as plantas adultas isoladas apresentavam lesões consideráveis, sendo necessário testar a efetividade em diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Além disso, o estudo carece de testar um maior número de aplicações, visto que já foi constatada em pesquisas semelhantes, maior efeciência no controle de plantas daninhas através de agentes biológicos quando se realizaram aplicações sequenciais dos mesmos (FIORILLO, 2007). Como exemplo, pode se citar a aplicação de *Cylindrocarpon* sp. no controle dessa mesma planta daninha foi mais efetivo quando realizaram-se de duas a três aplicações consecutivas em intervalos de 21 dias, ou ainda três aplicações espaçadas em 14 dias, aplicados em estádios fenológicos mais avançados (FIORILLO, 2007).

Interação dos isolados com a cultura do arroz irrigado

Além dos danos anteriormente descritos, causados pela interferência direta das plantas daninhas nas lavouras de arroz, vale ressaltar que durante os períodos de pousio as plantas infestantes podem servir de hospedeiro secundário a

patógenos associados à cultura, aumentando assim a fonte de inóculo inicial quando a cultura se fizer presente. Essa característica se faz particularmente importante ao se tratar de espécies de *Fusarium*, os quais podem ter uma ampla gama de hospedeiros. Existem mais de 70 espécies do gênero *Fusarium* presentes em diversas regiões do mundo (LESLIE e SUMMERELL, 2006), entre as formas especializadas de *F. oxysporum*, por exemplo, existem algumas com total especificidade por hospedeiro, outras, entretanto, como *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, não possuem essa característica, devido ao fato de não serem altamente especializadas, o que proporciona a ocorrência de hospedeiros alternativos, denominados hospedeiros secundários (MACHADO, 2008). Nesse contexto torna-se particularmente importante investigar a interação entre essas duas espécies a cultura do arroz irrigado.

Os resultados foram submetidos à análise de normalidade e homocedasticidade, não sendo necessária a transformação dos dados. Constatou-se que para as variáveis PCG, G, TF e EA não houve interação entre os fatores de tratamento ou efeitos principais (dados não apresentados), para as demais variáveis constatou-se interação entre os fatores de tratamento.

A ausência de resposta à inoculação com *Fusarium* diferem do que foi constatado em sementes de pepino, quando as mesmas foram inoculadas com *Fusarium moliniforme* a germinação e o vigor foram reduzidos (MENEZES, 2009). Entretanto, o fungo em questão apresentava-se associado às sementes, diferente do presente estudo, no qual os isolados encontravam-se associados as plantas de *S. montevidensis*.

Autores apontam *Fusarium* sp. como causador de podridões radiculares, manchas em sementes e redução da massa das sementes, assim como foi constatado em sementes de arroz irrigado (MOTTA BICCA et al., 1998). A respeito da especificidade do patógeno em estudo com análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) para testar a especificidade de espécies de *Fusarium solani* em soja e feijoeiro, foi constatado que 17 isolados não demonstraram especificidade de hospedeiros (OLIVEIRA e COSTA 2002).

Tabela 16. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), de plântulas de arroz, rendimento de sementes por planta (P), sementes cheias (SC) produzidas de plantas de arroz, cultivar Irga 424 submetidas à inoculação de duas espécies de *Fusarium*. Capão do Leão, 2011.

Concentração (Esporos ml ⁻¹)	CPA (cm)		CR (cm)	
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. semitectum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. semitectum</i>
0 (testemunha)	5,65 a	5,65 a	15,95 a	15,95 a
10 ³	5,20 a	5,08 a	12,46 a	9,16 b
10 ⁴	5,38 a	4,69 b	12,34 a	9,82 b
10 ⁵	4,60 a	4,88 a	8,96 a	9,98 a
10 ⁶	4,54 a	4,74 a	8,70 a	8,89 a
10 ⁷	4,51 b	5,22 a	8,75 a	10,65 a
Média	4,98	5,04	11,19	10,74
C.V.(%)	6,63		13,37	

Concentração (Esporos ml ⁻¹)	P (g planta ⁻¹)		SC	
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. semitectum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. semitectum</i>
0 (testemunha)	3,19 a	3,19 a	85 a	85 a
10 ³	2,49 b	3,19 a	66 a	60 a
10 ⁴	2,47 a	1,83 b	80 a	70 a
10 ⁵	1,79 a	1,96 a	73 a	66 a
10 ⁶	1,74 a	2,00 a	89 a	55 b
10 ⁷	1,75 a	1,78 a	77 a	64 a
Média	2,24	2,32	78	66
C.V.(%)	13,31		14,59	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de T a 5% de probabilidade.

Para o comprimento da parte aérea (CPA) e de raiz (CR) das plântulas, *F. semitectum* foi mais prejudicial do que o *F. oxysporum* na concentração de 10⁴ esporos ml⁻¹, e o contrário quando aplicados na concentração de 10⁷ esporos ml⁻¹ (Tabela 16). A espécie *F. semitectum* foi mais prejudicial também para o comprimento da raiz das plântulas, quando aplicados nas concentrações de 10³ e 10⁴ esporos ml⁻¹. Observando o comportamento da curva de comprimento de parte aérea em função da concentração de esporos para cada uma das espécies, pode-se inferir que a espécie *F. oxysporum* causou redução linear no comprimento da parte aérea das plântulas, sendo essa redução na ordem de 0,16 cm por aumento exponencial da concentração, enquanto que *F. semitectum* apresentou em

comportamento quadrático negativo, sendo mais prejudicial na concentração de $10^{5,2}$ esporos ml^{-1} (Figura 17A).

O comprimento de raiz, de maneira semelhante a parte aérea, foi reduzido linearmente pela espécie *F. oxysporum*, na ordem de 0,99 cm de raiz por unidade de aumento da concentração de esporos, enquanto *F. semitectum* demonstrou comportamento quadrático negativo, sendo mais prejudicial na concentração de $10^{5,6}$ esporos ml^{-1} (Figura 17B). Já é conhecido que este patógeno pode se manifestar de diferentes formas, de acordo com a cultura existente (GRUSZYNSKI, 2001), sendo que seu ataque nem sempre causa a morte das plantas, pode também causar diminuição no crescimento, e também o aparecimento de folhas “queimadas” de cor marrom na parte basal das plantas (MENEZES, 2009).

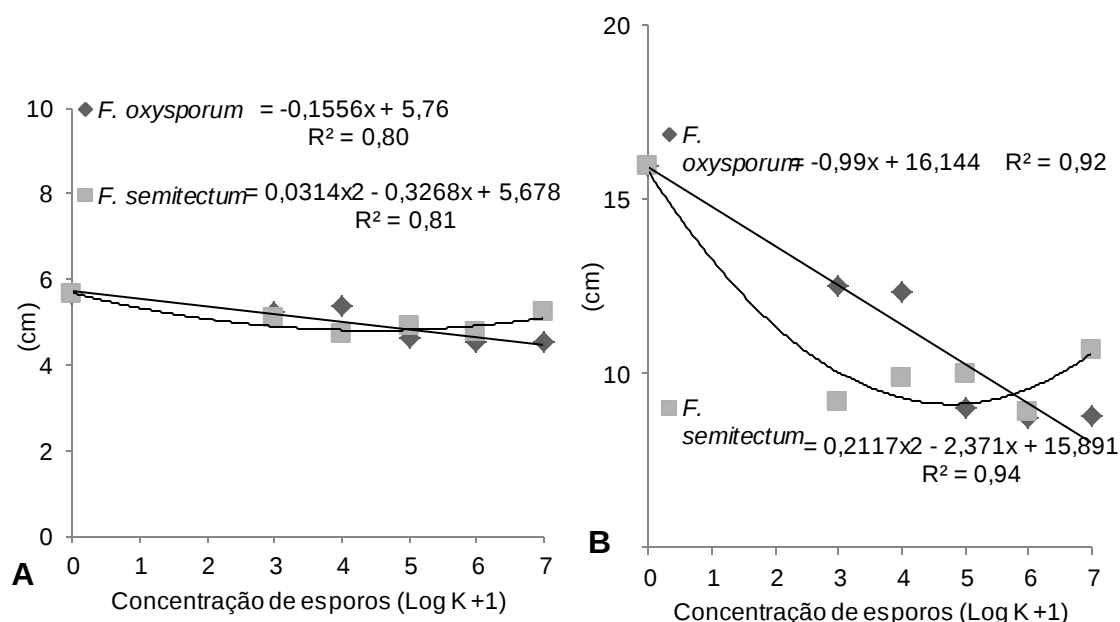


Figura 17. Em “A” comprimento de parte aérea e “B” comprimento de raiz de plântulas de arroz da cultivar Irga 424 oriundas de plantas submetidas a solução com diferentes concentrações de esporos de *F. oxysporum* e *F. semitectum*. Capão do Leão, 2011.

Para a variável produção de sementes por planta (P) a espécie *F. oxysporum* apresentou-se mais prejudicial na menor concentração de esporos testada, entretanto na concentração de 10^4 esporos ml^{-1} a espécie *F. semitectum* causou maior queda na produção de sementes, acima dessa concentração as espécies de *Fusarium* não diferiram entre si (Tabela 16). Para ambas as espécies o rendimento de sementes por planta reduziu linearmente com o aumento da concentração de

esporos, sendo esta redução na ordem de aproximadamente 0,20 gramas planta⁻¹ por unidade de aumento da concentração de esporos (Figura 18A).

O número de sementes cheias por panícula (SC) diferiu somente na concentração de 10⁶ esporos ml⁻¹, onde a espécie *F. semitectum* foi mais prejudicial causando menor número de sementes cheias (Tabela 16). A redução observada para *F. semitectum* foi na ordem de 3,29 sementes cheias por unidade de aumento da concentração de esporos, enquanto que para *F. oxysporum* não foi constatado efeito significativo para essa variável (Figura 18B). Não foi constatado efeito significativo para os fatores de tratamento para a variável SV (dados não apresentados).

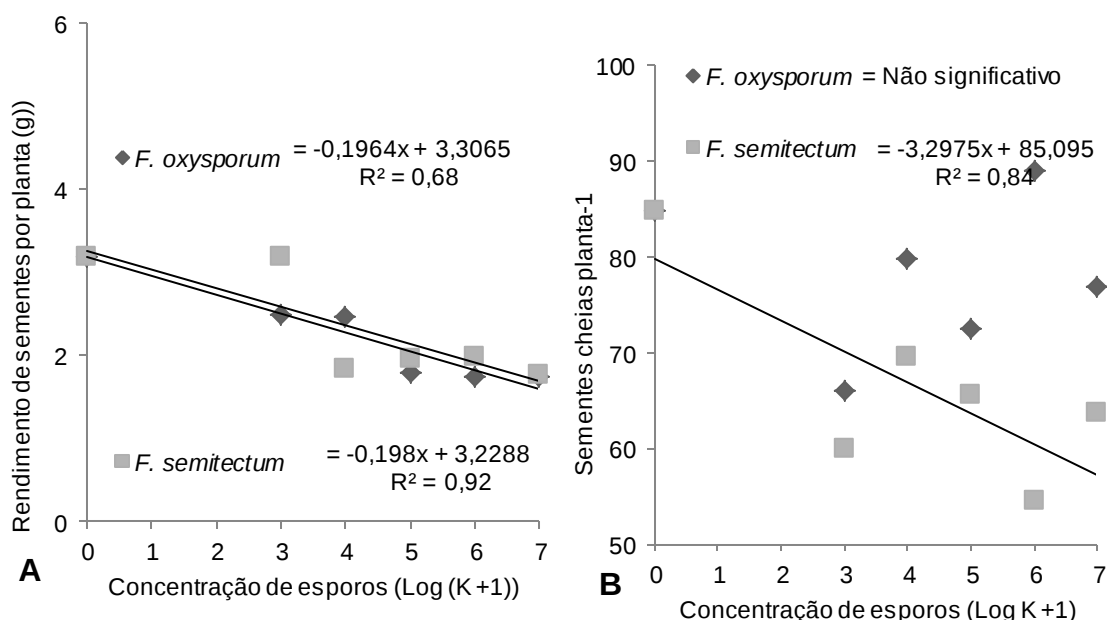


Figura 18. Em “A” rendimento de sementes por planta, “B” número de sementes cheias produzidas por plantas de arroz, cultivar Irga 424 submetidas à solução com diferentes concentrações de esporos de *F. oxysporum* e *F. semitectum*. Capão do Leão, 2011.

A porcentagem de sementes de arroz classificadas na classe 1 aumentou com o incremento da concentração de esporos da solução aplicada sobre as plantas, sendo que a concentração de 10⁷ aumentou em 14,5% a porcentagem de sementes infectadas nessa classe, comparativamente a testemunha (Tabela 17). O número de sementes infestadas na classe 2 aumentou em 6% na maior concentração em relação a testemunha enquanto que na classe 3 a concentração de 10⁵ foi superior as demais. Para a espécie *F. semitectum* a concentração de 10³

apresentou maior número de sementes infestadas nas classes 1 e 2, e praticamente não alterou o número de sementes infestadas na classe 3.

Tabela 17. Porcentagem de sementes e arroz da cultivar Irga 424 infestadas com duas espécies de *Fusarium*, oriundas de plantas de arroz submetidas à aplicação de duas espécies de fungos. Capão do Leão, 2011.

Espécie	Concentração	Classe 0	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)
<i>F. oxysporum</i>	0 _(testemunha)	85,0	7,0	4,0	4,0
	10 ³	88,5	4,5	4,5	2,5
	10 ⁴	80,0	9,5	6,0	4,5
	10 ⁵	62,0	15,5	10,0	12,5
	10 ⁶	73,5	15,0	6,0	5,5
	10 ⁷	64,5	21,5	10,0	4,0
<i>F. semitectum</i>	0 _(testemunha)	85,0	7,0	4,0	4,0
	10 ³	70,5	17,5	8,5	3,5
	10 ⁴	83,5	11,5	3,5	1,5
	10 ⁵	82,5	9,0	4,0	4,5
	10 ⁶	95,0	1,0	2,0	2,0
	10 ⁷	88,0	5,0	4,0	3,0

Não houve efeito significativo para a transmissibilidade dos fungos presentes nas sementes infestadas para as plântulas de arroz, sendo praticamente nula a presença de plântulas com sintomas de fusariose (dados não apresentados).

3.4. Conclusão

Os fungos *Fusarium oxysporum* e *Fusarium semitectum* apresentam maior incidência sobre as plantas de *Sagittaria montevidensis* ocorrentes em lavouras orizícolas da região sul do estado do Rio Grande do Sul.

Os isolados de *F. oxysporum* e *F. semitectum* não são efetivos no controle de *Sagittaria montevidensis* quando aplicados de forma singular e no estágio fenológico de plântula com uma folha sagitada.

A aplicação de *F. oxysporum* e *F. semitectum*, quando aplicados na fase de floração das plantas de arroz irrigado, podem causar perdas de rendimento e redução no comprimento radicular, entretanto, praticamente não alteram a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

4. Considerações finais:

O conhecimento de cultivares de arroz que apresentam maior potencial alelopático, permitirá sua utilização como importante prática integrada de manejo para desenvolvimento de sistemas de produção de arroz com menos dependência de herbicidas. Ainda, a seleção de cultivares com maior potencial alelopático possibilitará a realização de estudos visando identificar quais os compostos responsáveis pela eficiência, o que posteriormente permitirá a síntese de novos herbicidas com características ambientais mais favoráveis.

São necessários maiores estudos em relação às duas espécies de *Fusarium* isoladas das plantas de sagitária, visto que esses fungos encontravam-se associados às mesmas em todas as amostras coletadas, estando geralmente associados às lesões, e não causaram patogenicidade na cultura do arroz. Para pesquisas posteriores recomenda-se avaliar aplicações sequenciais do patógeno em diferentes estádios de desenvolvimento das plântulas de sagitária e a interação com diferentes adjuvantes.

5. Referências

- AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.; TIRONI, S.P.; DAL MAGRO, T.; VIGNOLO, G. K. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta daninha**, v.25, p. 689-696, 2007.
- AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SILVA, J.M.V.B.; TIRONI, S.P.; ANDRES, A. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta daninha**, v.28, p. 993-1003, 2010.
- ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.T. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1083-1086, 2004.
- ALY, R. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v.43, p.304-317, 2007.
- ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.
- ÁQUILA, M.E.A.; UNGARETTI, J.A.C.; MICHELIN, A. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. **Acta Horticulturae**, v. 502, p.383-388, 1999.
- ASH, G.J. The science, art and business of successful bioherbicides. **Biological Control**, v. 52, p. 230-240, 2010.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4th ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 1998.218p.
- BEWICK, T.A., PORTER, J.C., OSTROWSKI, R.C., SOMOLDERTM. A bioherbicide for suppression of dodder (*Cuscuta* spp.). In: **Proceedings of the Southern Weed Science Society**, v. 53, 2000. 152 p.
- BOARI, A., VURRO, M. Evaluation of *Fusarium* spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobancha ramosa*). **Biological Control**, v.30, p.212-219, 2004.

BORELLA, J.; WANDSCHEER, C.D.; BONATTI, L.C.; PASTORINI, L.H. *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L.. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, p.260-265, 2009.

BOYETTE, C.D.; HOAGLAND, 2000. R.E. Synergizing chemical herbicides with weed biocontrol agents. **Phytopathology**. v 49, p.90-98, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS, 2009. p.395.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. **Wiley-Interscience Publication**, 1990. p.532.

CHARUDATTAN, R. The mycoherbicide approaches with plant pathogens. In: TE BEEST (Ed.) **Microbial control of weeds**. New York: Chapman and Hall, 1991. p. 24-57.

CHON, S.J., KIM, Y.M. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. **Jornal of Agronomy and Crop Science**. v. 190, p. 145-150. 2004.

CÍCERO, S.M. e VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.151-164. 1994.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.

COMIOTTO, A. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface**. Pelotas, 2006, 42f, Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2011/2012: Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2012**.

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 11 de Nov 2012.

CONCENÇO, G.; MELO, P.T.B. S.; ANDRES, A.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A.A. Métodos rápido para detecção de resistência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) ao quinclorac. **Planta daninha**, v.26, p. 429-437, 2008.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; GALON, L.; REIS, M.R.; D'ANTONIO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v.26, p.595-600, 2008.

CONCENÇO, G.; NOLDIN, J. A.; LOPES, N. F.; COMIOTTO, A. Aspectos da resistência da *Sagittaria montevidensis* ao herbicida pirasulfuron-ethyl inibidor da ALS. **Planta Daninha**, v.25, p.187-194, 2007.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**. v.1, p.427-452.

DILDAY, R. H.; LIN, J.; YAN, W. Identification of allelopathy in the USDA-ARS rice germoplasm collection. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.34, p.907-910. 1994.

DILDAY, R. H.; YAN, W. G.; MOLDENHAUER, K. A. K.; GRAVOIS, K. A. Allelopathic activity in rice for controlling major aquatic weeds. p.7-26. In **weed research**. v. 40. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK. 1998.

DUKE, S.O.; PAUL JR, R.N.; LEE, S.M. Terpenoids from the genus *Artemisia* as potential pesticides. In: CUTLER, H. G., (Ed.). **Biologically Active Natural Products: Potential use in agriculture**. Washington, EUA: American Chemical Society, 1988. p. 171-188.

ELZEIN, A., KROSCHER, J., LETH, V. Seed treatment technology: an attractive delivery system for controlling root parasitic weed *Striga* with mycoherbicide. **Biocontrol Science and Technology**. v.16 p.3–26. 2006.

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

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FIORILLO, C.M.T. **Controle biológico de *Sagittaria montevidensis* com *Cylindrocarpon* sp.** (Tese de Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias.- Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2007. 88p.

FLECK, N.G. et al. Manejo e controle de plantas daninhas em arroz irrigado. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 251-321.

FUJII, Y. 1992 The allelopathic effect of some rice varieties. p. 1-6. In Proc. Int. Symp. on Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia, **Anais...** Tsukuba, Japan. 20-23 Oct. 1992. National Agric. Res. Center, Tsukuba, Japan.

GHANNAM, I., BARAKAT, R., AL-MASRI, M., Biological control of Egyptian broomrape (*Orobancha aegyptiaca*) using *Fusarium* spp.. **Phytopathologia Mediterranea**. v.46, p.177–184. 2007.

GOHBARA, M.; YAMAGUCHI, K. Biological agents for the control of paddy weeds in Japan. **Food & Fertil. Technology. Center**, 1993. p. 1-10.(Extension Bulletin, 369).

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.

HALLETT, S.G., Where are the Bioherbicides? **Weed Science Society of America**. pp. 404-415. 2005.

HASAN, S.M.; AIDY, I.R.; BASTAWISI, A.O.; DRAZ, A.E. weed management using allelopathic rice varieties in Egypt. p. 27-38. In M. OLOFSDOTTE (Ed.) Allelopathy in rice. Proc. Workshop on Allelopathy in Rice, **Anais...** Manila, Philippines. 25-27 Nov. 1996. IRRI. Makati City, Philippines. 1998.

HATZIOS, K.K. Biotechnology applications in weed management: now and in the future. **Advances in Agronomy**, v.41, p.325-375. 1987.

HEAP, I.; LEBARON, H. Introduction and overview of resistance. In: Powles, S.B. and Shaner, D.L. (eds.), **Herbicide resistance in World Grains**, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p. 1-22. 2001.

HOAGLAND, R.E., Microbial Allelochemicals and Pathogens as Bioherbicidal Agents. **Weed Science Society of America**. v.15, p. 835-857. 2001.

HOFFMANN, C.E.; SCHAEDELER, L.; AZAMBUJA, N.; NEVES, L.A.S. Alelopatia casca de arroz na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de picão-preto (*Bidens pilosa* L. – Asteraceae). In XVII CIC / X ENPOS - UFPel, **Anais...** Pelotas/RS. 2006.

IRGA - INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. **[informações]** Porto Alegre, 2012. Disponível em: <5ara://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safradetalhes&cod_dica=276> Acesso em: 26 de junho 2012.

JENSEN, L.B.; COURTOIS, B.; SHEN, L.; LI, Z.; OLOFSDOTTER, M.; MAULEON, R.P. Locating genes controlling allelopathic effects against Barnyardgrass in upland rice. **Agronomy Journal**, v.93, p.21-26. 2001.

KATO, T.; TSUNAKAWA, M.; SAZAKI, N.; AIZAWA, H.; FUJITA, K.; KITAHARA, Y.; TAKASHI, N. Growth and germination inhibitors in rice husks. **Phytochemistry** v.16, p.45-48. 1977.

KING, S.R.; AMBIKA, R.. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). **Allelopathy Journal** 9, v.1, p.35-41. 2002.

KOHL, R.K.; BATISH, D.; SINGH, H.P. Allelopathy and its implications in agroecosystems. **Journal of crop Production**, v.1, p.169-201, 1998

KONG, C.; XU, X.; ZHOU, B.; HU, F.; ZHANG, C.; ZHANG, M. Two compounds from allelopathy rice accession and their inhibitory activity on weeds and fungal pathogens. **Phytochemistry**, v.65. p.1123-1128, 2004.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B.A. **The Fusarium laboratory manual**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. 2006. p. 388.

LUANGMALAWAT, P.; PRACHAYAWARAKORN, S.; NATHAKARANAKULE, A.; SOPONRONNARIT, S. Effect of temperature on drying characteristics and quality of cooked rice. **Food Science and Thecnology**, v.41, p.716-723, 2008.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Sistema de Análise Estatística para Windows - Winstat**. Versão 1.0. UFPel, 2003.

MACÍAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.G.; VARELA, R.M.; GALINDO, J.C.G. Allelopathy – A natural alternative for weed Control. **Pest Management Science**, v. 63, p.327-348. 2007.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MENEZES, V.O. **Inoculação de *Fusarium moniliforme* (Sheld.) em sementes de duas cultivares de pepino através da técnica da restrição hídrica e sua influência sobre a qualidade fisiológica**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2009.

MORAES, C. **Produção massal e influência de fatores físicos no cultivo e viabilidade de *Bipolaris euphorbiae***. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, julho 2009.

MORAES, I.O.; CAPALBO, D.M.F.; MORAES, R. de O. Multiplicação de agentes de controle biológico. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle Biológico de Doenças de Plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA. p.253-272. (Documentos, 15). 1991.

MOTTA BICCA, F.; BAUDET, L.; ZIMMER, G.J. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.106-111, 1998.

MÜLLER-STÖVER, D., THOMAS, H., SAUERBORN, J., KROSCHER, J. Two granular formulations of *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* to mitigate sunflower broomrape *Orobancha cumana*. **Biocontrol**. v.49, p.595-602. 2004.

NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; MARASAS, W.F.O. ***Fusarium* species. An illustrated manual for identification**. Pennsylvania State University Press, University Park, PA. 1983.

NOLDIN, J.A; EBERHARDT, D.S.; KNOBLAUCH, R. Resistência de *Sagittaria montevidensis* a herbicidas: primeiras evidências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURADO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1999. p. 566-569.

OLIVEIRA, V.C.; COSTA, J.L.S. Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f sp. *glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.631-634, 2002.

OLOFSDOTTER, M.; NAVAREZ, D. Allelopathic rice for *Echinochloa crus-galli* control. Proceedings of the Second International Weed Control Congress. **Anais...** 25-28 June 1996, Copenhagen, Denmark. v. 4, p. 1175-1181. 1996.

PADIN, S.; DAL BELLO, G.M.; VASICEK, A.L. Potencial bioinseticida de hongos entomopatogenos de plagas em granos armazenados. **Revist de la Facultad de Agronomia**, v. 15, p.1-7, 1995.

PENARIOL, M.C. **Requisitos nutricionais e produção massal de *Bipolaris euphorbiae***. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, junho de 2006.

PESSANHA, A.C.; SANTOS, L.M.; FREITAS, S.P.; HUZWARA, E. Efeito alelopático de extrato de *Schinus terebinthifolius* L. EM *Brachiaria decumbens*. In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirão Preto, 2010. **Anais...** Ribeirão Preto. p.488 - 492, 2010.

PIRES, N.M.; OLIVEIRA, V.R. Alelopatia. In. OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. 2011. 348 p.

PHATAK, S. Rust (*Puccinia canaliculata*) and Nutsedges (*Cyperus* sp.). Proc. VII. Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 6-11 March 1988, **Anais...** Rome, Italy. Delfosse, E.S. (ed.). Ist. Sper. Patol. Veg. (MAF), p. 539-43. 1988.

PRATHER, T.S.; DITOMASSO, J.M.; HOLT, J.S. **Herbicide resistance: definition and management strategies**. 2001. Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu>> Acesso em 21 jun. 2012.

PUTNAM, A.R. allelochemicals from plants as herbicides. **Weed Technology**, v.2, p.510-518. 1988

PUTNAM, A.R.; DEFRANK, j. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**, v. 2 p.173-181, 1983.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S.; GHERSA, C.M. **Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management**. 3.ed. Hoboken: John Wiley e Sons, 2007.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2 ed. London: Academic Press, 1984. 422p.

RIBEIRO, A. S.; ANDRADE, V. A. Controle biológico de angiquinho (*Aeschynomene* spp.). **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.38, 1985.

RIMANDO, A. M.; DUKE, S.O. 2003. Studies on rice allelochemicals. In. SMITH, C. W.; DILDAY, R.H. (Eds) **Rice; Origin, History, Technology and Production**, John Wiley e Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, p. 221-244.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, V.K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V.(Eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: CHAPMAN e HALL, 1992. p.1-10.

RIZZARDI, A.; RIZZARDI, M.A.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, v. 26, p. 717-724, 2008.

ROSE, F. L.; KOKE, J.; KOEHN, R.; SMITH, D. Identification of the etiological agent for necrotizing scute disease in the Texas tortoise. **Journal of Wildlife Diseases**. n.37 p. 223-228, 2001.

ROSSKOPF, E., KOENIG, R. Are bioherbicides compatible with organic farming systems and will businesses invest in the further development of this technology? In: VI International Bioherbicide Group Workshop, **Anais...** Canberra, Australia, p. 16. 2003.

SAUERBORN, J., DORR, I., ABBASHER, A., THOMAS, H., KROSCHEL, J. Electron microscopic analysis of the penetration process of *Fusarium nygamai*, a hyperparasite of *Striga hermonthica*. **Biological Control** v.7, p.53-59. 1996.

SAUSEN, T. L.; LÖWE, T. R.; FIGUEIREDO, L. S.; BUZATTO, C. R. Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* dc. e *Acca sellowiana* (o. Berg) burret. **Polibotânica**, v.27, p.145-158, 2009

SAXENA, A.; SINGH, D. V.; JOSHI, N.L. Allelopathy in agroecosystems. **Field Crop Abstracts**, v. 49, p. 891-899, 1996.

SCHROEDER, D. Biological control of weeds: A review of principles and trends. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira.**, Brasília, v. 27, p. 191-212, 1992.

SILVEIRA FILHO, A. **Integração de métodos cultural, manual, e químico no controle de plantas daninhas e na produção de arroz (*Oryza sativa* L.), irrigado por submersão e em várzea úmida.** Piracicaba, 1992. 155p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SOARES, D. J.; BARRETO, R.W. Brazilian mycobiota of the aquatic weed *Sagittaria montevidensis*. **Mycologia**, v. 101, p. 401-416, 2009.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Porto Alegre: SOSBAI, 2010.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008, 222 p.

SUTTON, D. A.; FOTHERGILL, A. W.; RINALDI, M. G. **Guide to Clinically Significant Fungi**, 1ed. WILLIAMS e WILKINS, Baltimore. 1998.

TABACCHI, M.; SCARABEL, L.; SATTIN, M. **Herbicide resistance in italian rice crops: a late developing but fast-evolving story.** Proc. MED-RICE Conference, Torino, Italy. 13th to-15th, 2004.

TEBEEST, D. O. Additions to host range of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Aeschynomene*. **Plant Disiase**. v. 72, p. 16-18, 1988.

TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciências Agrotécnicas**, v.28, p.691-695, 2004.

VALVERDE, B. E.; ITOH, K. 2001. World rice and herbicide resistance. In POWLES, S. R.; SHANER, D. eds. **Herbicide Resistance in World Grains.** CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 195-249. 2001

VAN DEN BOSH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1987. 247p.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L.. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.4, p.949-953. 2008.

WATSON, A.K. The biological control of Russian knapweed with a nematode. Proc. IV International Sym. Biol. Contr. Weeds (in press). **Anais...** Vancouver, 1977.

WEIR, T.L.; PARK, S.W.; VIVANCO, J.M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**. v.7 p.472-479. 2004.

YADAV, B.K.; JINDAL, V.K. Changes in head rice yield and whiteness during of rough rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Food Engineering**. v.86, p.113-121. 2008.

ZERMANE, N., SOUISS, T., KROSCHER, J., SIKORA, R. Biocontrol of broomrape (*Orobancha crenatitia* Forsk. and *Orobancha foetida* Poir.) by *Pseudomonas fluorescens* isolate BV-9 from the faba bean rhizosphere. **Biocontrol Science and Technology**. v.17, p. 483-497, 2007.

ZHANG, T.Y. A forma specialis of *Colletotrichum gloeosporioides* on *Cuscuta* sp.. **Acta Mycologica Sinica**. v. 4, p.223–239.1985.