

# EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE ARROZ SOBRE DIFERENTES ESPÉCIES DE INVASORAS

André Pich Brunes, Letícia Winke Dias, Andréa Bicca Noguez Martins, Lizandro Ciciliano Tavares, Dirceu Agostinnetto e Francisco Amaral Villela

## RESUMO

Para reduzir o uso de herbicidas na lavoura de arroz irrigado faz-se importante adotar novos métodos de manejo das invasoras. Em vista disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de diferentes cultivares de arroz irrigado na germinação e no vigor de sementes de milhã (*Digitaria ciliaris*) e angiquinho (*Aeschynomene denticulata*). Para isso submetem-se as sementes de angiquinho e milhã, aos testes de germinação: primeira contagem da germinação, índice de velocidade de

germinação, comprimento parte aérea e comprimento de raiz de plântulas, em papel germitest umedecido com água (controle) e com extrato aquoso de folhas frescas de arroz das cultivares Cica 07, Querência, Roxinho e IRGA 424, nas concentrações de 25, 75 e 100%. Conclui-se que os extratos de folhas frescas de arroz, quando em elevadas concentrações, reduzem a germinação e o vigor de sementes de milhã e angiquinho, entretanto, em baixas concentrações podem estimular a germinação e o crescimento.

## Introdução

O Brasil está entre os dez países com maior produção de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo que o Estado do Rio Grande do Sul se destaca no contexto nacional, devido ao fato de ser responsável por 68% da produção e apresentar uma área cultivada de  $1,1 \times 10^6$  ha e média de produtividade de  $7700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a maior do país (Conab, 2015). A manutenção, ou até mesmo, o incremento da produtividade das lavouras de arroz, depende de uma série de boas práticas de cultivo, tais como o controle adequado das invasoras que, quando não manejadas competem com a cultura principalmente por espaço e nutrientes.

O controle químico de invasoras é um método amplamente utilizado, em deco-

rrência da alta eficiência e praticidade (Agostinnetto *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, apesar de apresentarem ação seletiva. São substâncias disponíveis na natureza, produzidas pelas plantas ou mesmo por microrganismos, podem oferecer novas e excelentes oportunidades para diversificação do controle de ervas daninhas na agricultura, reduzindo ou eliminando a contaminação do ambiente, preservando os recursos natu-

rais e garantindo o oferecimento de produtos agrícolas com alta qualidade, desprovidos de resíduos de agentes contaminantes (Souza Filho, 2006).

Esse efeito ocorre pela liberação no ambiente de grande variedade de metabólitos primários e secundários, a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição. Tais metabólitos liberados no ambiente poderão interferir em alguma etapa do ciclo de desenvolvimento de outra planta (Lorenzi, 2008) e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais. Contudo, é necessário que essa substância aleloquímica seja acumulada em quantidades suficientes para proporcionar interferência.

Nesse contexto, a alelopatia em plantas de arroz tem recebido grande atenção desde

que se identificaram cultivares de arroz com potencial alelopático contra *Heteranthera limosa* (Dilday *et al.*, 1998). Várias cultivares testadas em diferentes países demonstraram efeito alelopático contra algumas espécies problemáticas de invasoras em lavouras arrozeiras, como capim arroz (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv), amania (*Ammannia* spp.) e tiririca (*Cyperus* spp.) (Dilday *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).

Inibidores diretos dos componentes do fotossistema II, interrupção da respiração no escuro, síntese de ATP e as interrupções no metabolismo

## PALAVRAS-CHAVE / *Aeschynomene* sp. / Alelopatia / Competição / *Digitaria* sp. / *Oriza sativa* L. /

Recebido: 15/05/2016. Modificado: 14/10/2016. Aceito: 03/11/2016.

**André Pich Brunes.** Engenheiro Agrônomo e Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil. Bolsista de Pós Doutorado CAPES, UFPel, Brasil. Endereço: UFPel/FAEM, Programa de Pós-Graduação em C&T de Semen-

tes, cx. 354, CEP: 96001-970, Capão do Leão, RS, Brasil. e-mail: andre.brunes@gmail.com

**Letícia Winke Dias.** Engenheira Agrônoma e Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Brasil.

**Andréa Bicca Noguez Martins.** Engenheira Agrônoma e Dou-

toranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Brasil.

**Lizandro Ciciliano Tavares.** Engenheiro Agrônomo e Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel), Brasil.

**Dirceu Agostinnetto.** Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fito-

ssanidade, UFPel, Brasil. Professor, UFPel, Brasil.

**Francisco Amaral Villela.** Engenheiro Agrícola e Doutor em Fitotecnia, USP, Brasil. Professor e Bolsista Produtividade CNPq, UFPel, Brasil.

## ALLELOPATHIC EFFECT OF RICE LEAF EXTRACTS ON DIFFERENT SPECIES OF WEEDS

André Pich Brunes, Leticia Winke Dias, Andréa Bicca Noguez Martins, Lizandro Ciciliano Tavares, Dirceu Agostinetto and Francisco Amaral Villela

### SUMMARY

To reduce the use of herbicides in rice crop it is important to adopt new management methods of weed plants. In view of this, the present study aimed to evaluate the allelopathic potential of aqueous extract of leaves of different rice cultivars in germination and seed vigor of a watergrass (*Digitaria ciliaris*) and a type of jointvetch (*Aeschynomene denticulata*). To this end, seeds of these species underwent germination tests: first count of germination, germination speed index, shoot

length and root length of seedlings, on germitest paper moistened with water (control) or aqueous extract from fresh leaves of rice cultivars Cica 07, Querência Roxinho and IRGA 424, at concentrations of 25, 75 and 100%. It is concluded that the fresh leaves of the rice extracts reduce germination and vigor of seeds of both species when at the higher concentrations; however, in low concentrations they can stimulate germination and growth of both species.

## EFEECTO ALELOPÁTICO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE ARROZ SOBRE DIFERENTES ESPECIES DE MALEZAS

André Pich Brunes, Leticia Winke Dias, Andréa Bicca Noguez Martins, Lizandro Ciciliano Tavares, Dirceu Agostinetto y Francisco Amaral Villel

### RESUMEN

Para reducir el uso de herbicidas en cultivos de arroz se hace importante adoptar nuevos métodos de gestión de las malezas. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el potencial alelopático del extracto acuoso de hojas de diferentes cultivares de arroz en la germinación y en el vigor de las semillas de *Digitaria ciliaris* y *Aeschynomene denticulata*. Para ello se sometió a las semillas de ambas especies a pruebas de germinación: primer conteo de germinación, índice de velocidad de germi-

nación, longitud de tallos y longitud de raíces de plántulas, en papel germitest humedecido con agua (control) o con extracto acuoso de hojas frescas de cultivares de arroz Cica 07, Querência, Roxinho e IRGA 424, en concentraciones de 25, 75 e 100%. Se concluye que los extractos de hojas frescas de arroz en altas concentraciones reducen la germinación y el vigor de las semillas de ambas especies, mientras que en bajas concentraciones pueden estimular la germinación y el crecimiento.

de aminoácidos foram relatados como alguns dos mecanismos bioquímicos e fisiológicos que podem ser mediados por aleloquímicos (Weir *et al.*, 2004).

Este trabalho objetiva 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 milhã (*Digitaria ciliaris*) e angiquinho (*Aeschynomene denticulata*).

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análises de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial AxB (fator A: extrato de folhas frescas de arroz 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 *Aeschy-*

*nomene denticulata* (angiquinho) e *Digitaria ciliaris* (milhã) 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). As folhas foram trituradas por 2,5min em liquidificador adicionando-se água destilada para viabilizar o 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 72h, 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. Após, o material foi centrifugado a 3000rpm durante 10min e filtrado em papel de filtro (com auxílio de uma bomba de vácuo, utilizando pressão de 25kg·cm<sup>-2</sup>). O extrato obtido após a filtragem foi considerado concentrado (100%), sendo a partir dele feitas diluições para 75, 50 e 25% do extrato concentrado. O tratamento controle (0%) foi 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 invasoras foram submetidas a testes de qualidade, sendo que 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 a 25°C. Realizaram-se contagens diárias até o sétimo dia, sendo consideradas germinadas somente as plântulas com protrusão da raiz primária >2mm. 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 da raiz (CR) em 10 plântulas, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

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, 2007).

### Resultados e Discussão

Para todas as variáveis analisadas, referentes à espécie 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 >50% em comparação aos extratos das demais cultivares, a exceção da cultivar Querência, sendo essa redução de 0,012cm 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 ~30% em relação ao control (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).

Para a germinação, o extrato da cultivar IRGA 424, em geral, apresentou maior redução na variável (Tabela I). 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% por unidade de aumento da concentração para ambas (Figura 1b). Credita-se este efeito as flavonas e ciclohexanos presentes nas plantas de arroz, compostos que são responsáveis por atividades inibitórias de invasoras e agentes patogênicos (Kong *et al.*, 2004).

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 concen-

TABELA I  
PRIMEIRA CONTAGEM DA GERMINAÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ANGIQUINHO (*Aeschynomene* sp.) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATOS DE FOLHAS FRESCAS DE ARROZ DE QUATRO CULTIVARES

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
CV (%)	9,23				4,71			

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

tração de 100% foi menos efetiva que os demais extratos (Tabela II). O comprimento da parte aérea foi reduzido linearmente pelo extrato da cultivar Querência, sendo essa redução de 0,012cm 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 ~30% em relação ao control (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).

Para o comprimento da raiz, de modo geral, os extratos das cultivares IRGA 424 e Roxin-

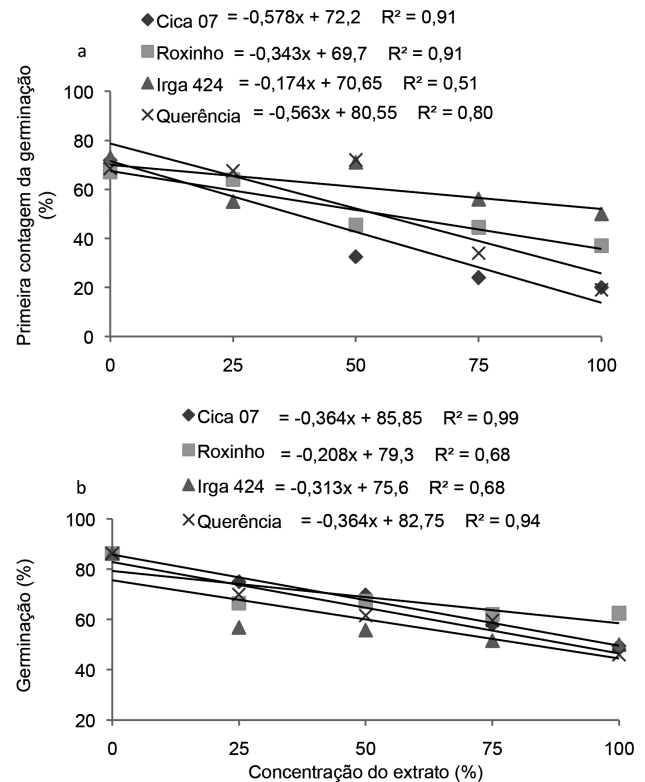


Figura 1. a: Primeira contagem da germinação, e b: germinação de sementes de angiquinho (*Aeschynomene* sp.), submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

TABELA II  
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

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
CV (%)	6,77				14,21			

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

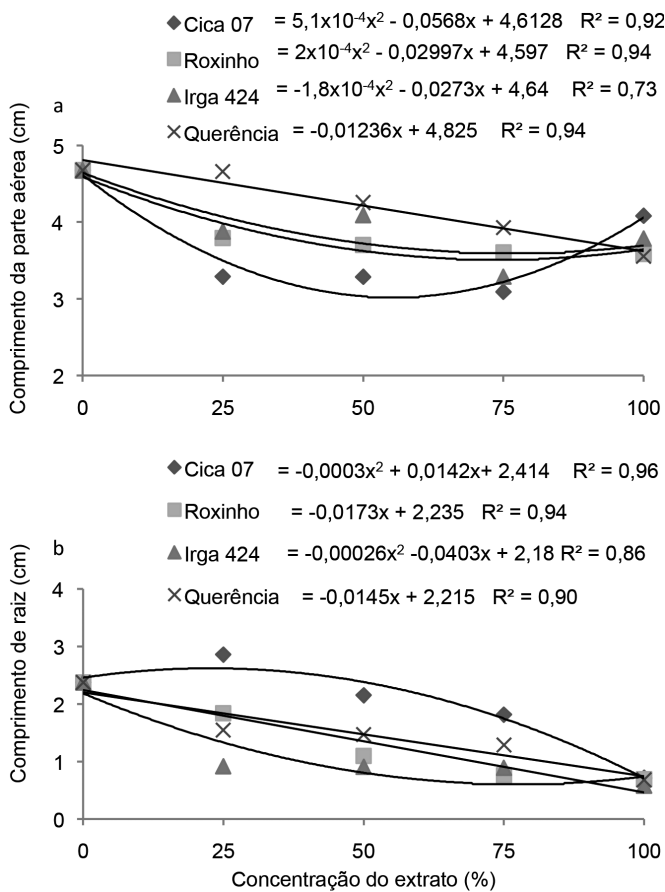


Figura 2. Comprimento de parte aérea (a) e de raiz (b) de plântulas de angiquinho (*Aeschynomene* spp.) oriundas de sementes submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

ho foram os mais efetivos, apresentando maior inibição já nas concentrações mais baixas (Tabela II). 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, sendo essa redução na ordem de 0,017 e 0,014cm 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 ao controle.

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* (Rizzardi *et al.*, 2008). Também para o extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava, em concentrações de 25 e 75%, quando comparado com a testemunha, foi constatado efeito inibitório no comprimento de raiz (Ferreira *et al.*, 2010).

A velocidade de germinação das sementes de angiquinho apresentou efeito inibitório à medida que a concentração do extrato foi aumentada, a exceção da cultivar roxinho (Tabela III). Ocorreu redução na velocidade de germinação na ordem de 0,49; 0,46 e 0,40 por unidade de aumento da concentração das cultivares Cica 07, Querência e IRGA 424, respectivamente, enquanto que a cultivar Roxinho respondeu de forma quadrática, pois apresentou uma tendência de estabilidade nas concentrações do extrato >50%. De maneira semelhante, o efeito alelopático sobre o IVG foi comprovado 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* (Wanderscheer e Pastorini, 2008) ou *Persea americana* Mill. (Borella *et al.*, 2009).

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

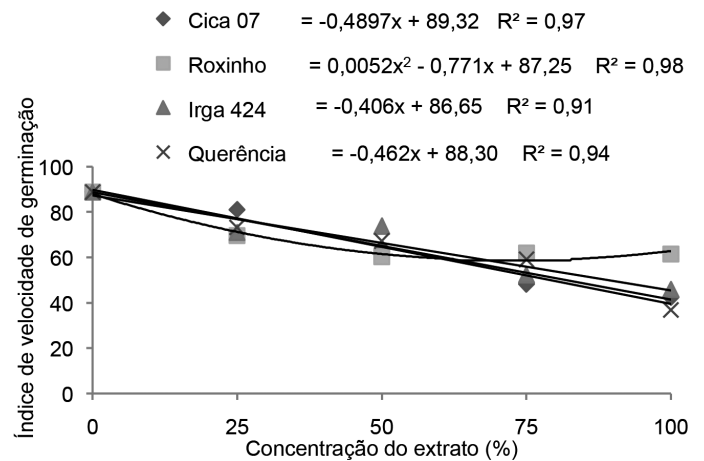


Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de angiquinho (*Aeschynomene* spp.) submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

TABELA III  
 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ANGIQUINHO (*Aeschynomene* sp.) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EXTRATOS DE FOLHAS FRESCAS DE ARROZ DE QUATRO CULTIVARES

Concentração (%)	Índice de velocidade de germinação			
	Cica 07	Roxinho	IRGA 424	Querência
0	89 a*	89 a	89 a	89 a
25	81a	70 b	71 b	73 b
50	63 bc	60 c	74 a	67 b
75	48 b	62 a	52 b	59 a
100	42 b	61 a	46 b	37 c
Média	63	62	71	67
CV (%)	4,71			

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



TABELA IV  
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

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
CV (%)	13,47				15,14			

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

sentou maior inibição na germinação do que as demais cultivares (Tabela IV). 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.

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 que os demais extratos (Tabela IV). 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 4b). Em estudo conduzido em plântulas de alface e picão-preto submetidas a extratos de espirradeira e comigo-ninguém-pode, foi constatada redução na germinação, primeira contagem de germinação e IVG conforme aumentou-se a concentração do extrato (Hoffmann *et al.*, 2007).

Para o 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 V). Do modo contrário ao verificado para a germinação, observou-se que o comprimento da

parte aérea foi estimulado em 0,003cm por unidade de aumento da concentração dos extratos (Figura 5a). Assim, como já foi constatado para plântulas de alface, o incre-

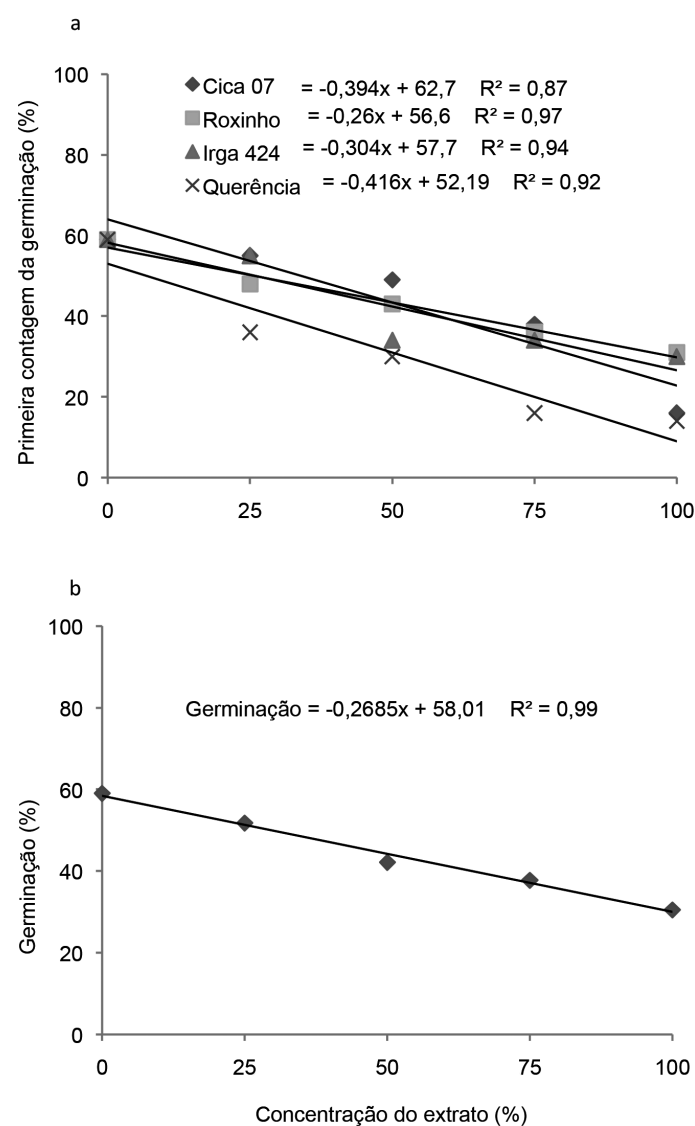


Figura 4. a: Primeira contagem da germinação, e b: germinação de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*) submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

mento na parte aérea pode ser atribuído a um desequilíbrio nos fitorreguladores através da interferência com os aleloquímicos (Áquila *et al.*, 1999).

O comprimento das raízes, em geral, foi inferior para a cultivar IRGA 424 nas concentrações entre 50 e 100% (Tabela V). O extrato da cultivar Roxinho não foi efetivo para inibição do crescimento radicular de plântulas de milhã, tendo ocasionado estímulo linear de 0,018cm (Figura 5b). 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.

Para a variável IVG, a cultivar Querência, de maneira geral, foi a que apresentou maior inibição, porém, na maior concentração do extrato não houve diferença entre as cultivares (Tabela VI). Foi constatado na regressão linear que o extrato da cultivar Querência foi o mais nocivo à velocidade de germinação das sementes de milhã, resultado este que está de acordo com o resultado observado na determinação da PCG (Figura 6). A redução no índice de velocidade de germinação por unidade de aumento da concentração desta cultivar foi na ordem de 0,51 sendo superior as demais cultivares.

## 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 milhã e angiquinho. Entretanto, em baixas concentrações, geral, podem estimular a germinação e o crescimento.

TABELA V  
 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

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
CV (%)	15,25				20,32			

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

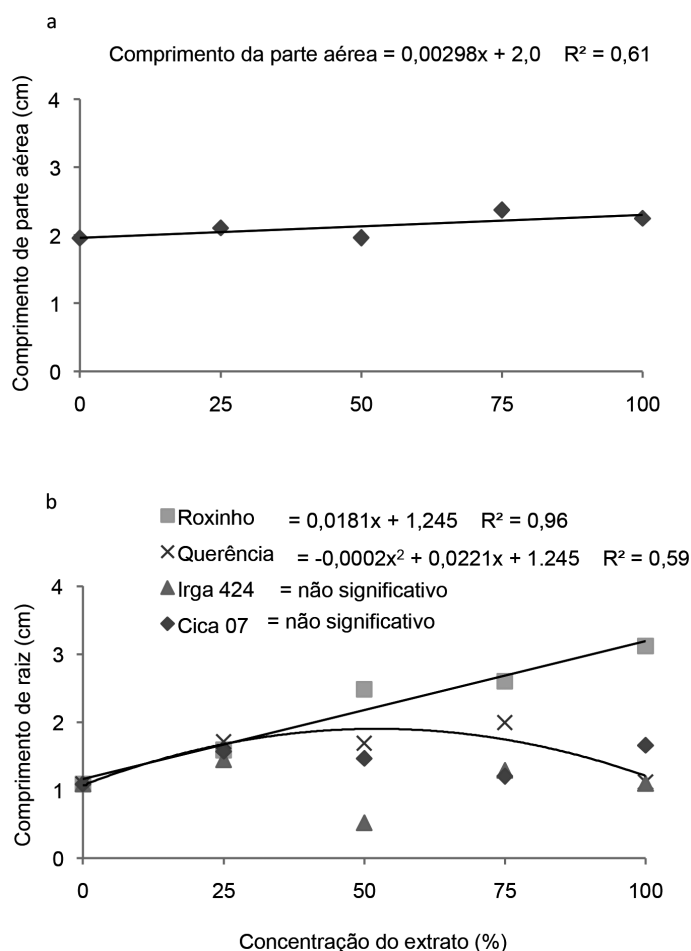


Figura 5. Comprimento de parte aérea (a) e de raiz (B) de plântulas oriundas de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*) submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

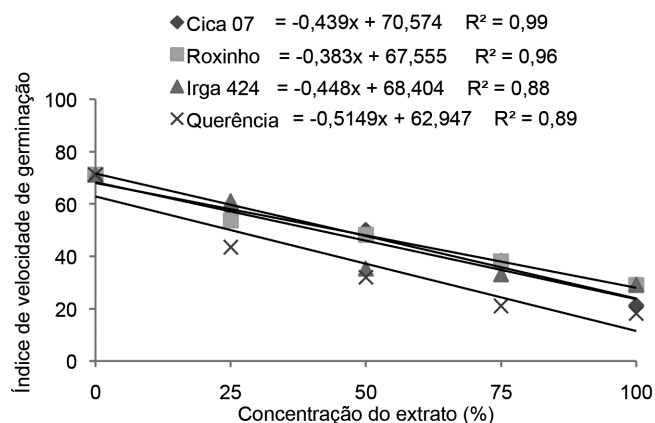


Figura 6. Índice de velocidade de germinação de sementes de milhã (*Digitaria sanguinalis*) submetidas a diferentes concentrações de extrato alelopático de folhas frescas de quatro cultivares de arroz.

TABELA VI  
 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE  
 SEMENTES DE MILHÃ (*Digitaria sanguinalis*)  
 SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES  
 EXTRATOS DE FOLHAS FRESCAS DE ARROZ DE  
 QUATRO CULTIVARES

Concentração (%)	Índice de velocidade de germinação			
	Cica 07	Roxinho	IRGA 424	Querência
0	71,2 a*	71,2 a	71,2 a	71,2 a
25	57,9 a	53,7 ab	62,7 a	42,7 b
50	50,1 a	48,2 ab	31,5 bc	30,4 c
75	38,3 a	38,0 a	33,3 ab	21,3 b
100	21,3 a	29,0 a	27,3 a	17,8 a
Média	50,1	48,2	33,3	30,4
CV (%)	14,99			

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

## REFERÊNCIAS

- Agostinetto D, Galon L, Moraes PVD, Tironi SP, Dal Magro T, Vignolo GK (2007) Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. *Planta Daninha* 25: 689-696.
- Áqüila MEA, Ungaretti JAC, Michelin A (1999) Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. *Acta Hort.* 502: 383-388.
- Borella J, Wandscheer CD, Bonatti LC, Pastorini LH (2009) *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. *Rev. Bras. Biocs.* 7: 260-265.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2015) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2014/2015. Brasília, Brasil. 29 pp.
- Dilday RH, Yan WG, Moldenhauer KAK, Gravois KA (1998) Allelopathic activity in rice for controlling major aquatic weeds. *Weed Res.* 40: 7-26.
- Ferreira EGBS, Matos VP, Sena LHM, Sales AGFA (2010) Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. *Ciênc. Agron.* 4: 463-467.
- Hoffmann CEF, Neves LAS, Bastos CF, Wallau GL (2007) Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca xativa* L. e *Bidens pilosa* L. *Rev. Ciênc. Agrovet.* 6: 11-21.
- Kong C, Xu X, Zhou B, Hu F, Zhang, C, Zhang M (2004) Two compounds from allelopathy rice accession and their inhibitory activity on weeds and fungal pathogens. *Phytochemistry* 65: 1123-1128.
- Lorenzi H (2008) Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Plantarum. Nova Odessa, Brasil, 640 pp.
- Machado A, Conceição AR (2007) *Programa Estatístico Winstat: Sistema de Análise Estatístico para Windows*. Pelotas, Brasil.
- Maguire J (1962) Speed of germination-Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176.
- Rimando AM, Duke SO (2003) Studies on rice allelochemicals. Em Smith CW, Dilday RH (Eds.) *Rice: Origin, History, Technology, and Production*. Wiley. Hoboken, NJ, EEUU. pp. 221-244.
- Rizzardi A, Rizzardi MA, Lamb TD, Johann LB (2008) Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. *Planta Daninha* 26: 717-724.
- SOSBAI (2010) *Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil*. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Porto Alegre, Brasil.
- Souza Filho APS, Borges FC, Santos LS (2006) Análise comparativa dos efeitos alelopáticos das substâncias químicas tironina e tironina acetilada. *Planta Daninha* 2: 205-210.
- Teixeira CM, Araújo JBS, Carvalho GJ (2004) Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). *Ciênc. Agrotecnol.* 28: 691-695.
- Wandscheer ACD, Pastorini LH (2008) Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciênc. Rural* 4: 949-953.
- Weir TL, Park SW, Vivanco JM (2004) Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7: 472-479.