

DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ DE DIFERENTES CULTIVARES NA PRESENÇA DO HERBICIDA GLUFOSINATO DE AMÔNIO¹

CLÁUDIO GILNEI LILGE²; MARIA ÂNGELA ANDRÉ TILLMANN³; FRANCISCO AMARAL VILLELA³; LUCIANA BICCA DODE⁴

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo verificar a sensibilidade de cultivares de arroz ao herbicida glufosinato de amônio. Foram conduzidos dois ensaios baseados no teste de germinação de sementes das cultivares BRS-Taim, BRS-Chuí e BRS-Firmeza. No ensaio 1 foi empregado substrato umedecido com herbicida e no ensaio 2, embebição das sementes em solução contendo o herbicida. No ensaio 1 utilizou-se concentrações de 0,0; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16 do princípio ativo glufosinato de amônio e no ensaio 2 de 0,0; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,4; 0,6; 1,0 e 2,0. Foram avaliados a germinação e os comprimentos da raiz, da parte aérea e das plântulas normais. Conclui-se que: a) cultivares de arroz apresentam variabilidade quanto à sensibilidade ao herbicida glufosinato de amônio, b) concentrações do herbicida glufosinato de amônio de 0,04% em substrato umedecido e de 1,0% na solução de embebição, inibem a germinação de sementes de arroz.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, sementes, herbicida, cultivares.

BEHAVIOR OF DIFFERENT RICE SEED CULTIVARS TO AMMONIUM GLUPHOSINATE HERBICIDE

ABSTRACT - This research aimed to detect the sensitivity of rice varieties to ammonium gluphosinate herbicide. Two assays were conducted based on the germination test of the Varieties: BRS-Chuí, BRS-Taim and BRS-Firmeza. In the first assay moist germination paper with herbicide was used and in the second assay, the seeds were imbibed in a solution containing herbicide. In the first assay, ammonium gluphosinate concentrations: 0,0; 0,4; 0,008; 0,12; 0,16% were tested and in the second, the concentrations were: 0,0; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,4; 0,6; 1,0 and 2,0%. The following parameters: germination %; roots and shoots length of normal seedlings and total seedling length were analyzed after 7 and 14 days. It was concluded: a) there is a variation in the cultivar sensitivity to ammonium gluphosinate, b) the germination of rice seeds is inhibited when, the concentration of ammonium gluphosinate is 0,04% in moist germination paper, or 1,0% when imbibing the seeds in herbicide solution.

Index terms: *Oryza sativa*, seeds, herbicide, varieties.

INTRODUÇÃO

O Brasil cultiva anualmente cerca de 1,3 milhões de hectares de arroz em sistema irrigado, sendo que o Estado do Rio Grande do Sul é responsável por 74% desse cultivo.

Atualmente, grande parte da área cultivada com arroz irrigado está inviabilizada pela presença de arroz vermelho. Guimarães & Sant'ana (1999) mencionam que cerca de 30% da área cultivada com arroz irrigado no Rio Grande do Sul está sendo abandonada, devido aos altos índices de infestação de arroz daninho. A ocorrência de 30 panículas de arroz vermelho por metro quadrado pode ocasionar perdas superiores a 40% na produção de grãos de arroz cultivado, não só devido à competição mas, sobretudo, pelos prejuízos oriundos do acamamento de plantas. A qualidade do arroz beneficiado é também sensivelmente afetada, com reflexos diretos no valor comercial (Amaral & Pinto, 1998).

¹ Aceito para publicação em 27/11/2003.

² Eng^o Agr^o, MSC, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel, Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS.

³ Prof. Adjunto, Dr., Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel; e-mail: matilman@ufpel.tche.br

⁴ Prof^a, Dra., Universidade Católica de Pelotas, 96015-560, Pelotas, RS.

Botanicamente, o arroz daninho pertence à mesma espécie de arroz cultivado, com características morfológicas e fisiológicas similares (Hoagland, 1978), por isso seu controle é considerado difícil, sendo inviável o uso de herbicidas seletivos ao arroz, como é o caso do controle do capim arroz (Cobucci & Noldin, 1999). Em geral, as plantas de arroz vermelho caracterizam-se pela grande rusticidade que, aliada a fácil debulha, favorecem a infestação crescente das lavouras. Essa situação tem levado à busca de outras alternativas para seu controle. Apesar dos esforços empreendidos até o momento, nenhuma medida isolada tem sido satisfatória. Desta forma, seu controle mais efetivo é dependente do somatório de práticas integradas, envolvendo as culturais, físicas e químicas (Amaral & Pinto, 1998).

Conforme Gomes (1999), as estimativas para o ano de 2025 indicam a necessidade de 400 milhões de toneladas adicionais de arroz e as alternativas para atender a essa futura demanda, mais comumente destacadas em termos mundiais, se relacionam ao aumento de produtividade, via adoção de novas tecnologias, a incorporação de novas fronteiras agrícolas com características edafoclimáticas favoráveis e a utilização da biotecnologia.

Para Guimarães & Sant'ana (1999), o Brasil apresenta grande potencial para incremento da produção de arroz, sendo necessário aumentar a área cultivada no Rio Grande do Sul, mas isso requer a reutilização das áreas abandonadas por problemas de plantas daninhas, proibição da presença de sementes de arroz vermelho nas sementes certificadas, desenvolvimento e implementação de medidas eficazes de controle de arroz vermelho, envolvendo, possivelmente, a utilização de cultivares transgênicas, tolerantes a herbicidas, e o emprego do cultivo mínimo e do plantio direto.

O maior benefício da obtenção de plantas resistentes a um herbicida é criar oportunidade para a aplicação de novas estratégias e aumentar a flexibilidade no manejo e controle de invasoras (Duke, 1996).

A L-fosfinotricina (PPT), ou glufosinato, é um princípio ativo que age como inibidor competitivo da enzima glutamina sintetase, promovendo acúmulo de amônio e a morte de células (Dekeyser et al., 1989; Wilmink & Dons, 1993). Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a sensibilidade de cultivares de arroz ao herbicida glufosinato de amônio.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto de Biologia da Uni-

versidade Federal de Pelotas e no Laboratório de Cultura de Tecidos da Estação Experimental Terras Baixas, pertencente ao Centro de Pesquisas Agropecuárias de Clima Temperado (CPACT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Foram utilizadas sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), das cultivares BRS-Taim, BRS-Chuí e BRS-Firmeza, provenientes de campos de produção da Unidade de Produção de Capão do Leão, do Escritório de Negócios de Passo Fundo, do Serviço de Negócios Tecnológicos (SNT) da EMBRAPA, RS, produzidas na safra 98/99.

Foram conduzidos dois ensaios. No ensaio 1 as sementes foram semeadas em substrato umedecido com herbicida e no ensaio 2, as sementes foram submersas em solução contendo o herbicida.

Ensaio 1 - Substrato umedecido com solução do herbicida

As sementes das três cultivares foram submetidas ao teste de germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes- RAS (Brasil, 1992), com exceção do número de sementes, que foi de 100, dividido em duas repetições iguais. O substrato utilizado foi papel toalha umedecido com soluções aquosas do herbicida glufosinato de amônio, princípio ativo (4-hidroxi(metil) fosfinol-DL-holoalanina sal de amônio) nas concentrações: 0,0; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16% em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos para impedir o contato entre rolos contendo diferentes concentrações. A extremidade superior permaneceu aberta para facilitar a ventilação. O germinador foi regulado a temperatura constante de 25°C e a avaliação efetuada aos 10 dias. Foram avaliados a germinação e os comprimentos da parte aérea, do sistema radicular e das plântulas normais.

Ensaio 2 - Embebição da semente em solução do herbicida

Conforme o fabricante do herbicida Finale[®], a absorção do glufosinato de amônio é lenta e requer de quatro a seis horas, sem a ocorrência de chuvas, após a aplicação, para adequado controle de plantas daninhas. Desta forma, a metodologia foi baseada nessa informação e também, levando em conta que foram necessárias seis horas para atingir a fase 1 do processo de embebição, em estudos preliminares com sementes de diferentes cultivares..

Desta forma, as sementes foram imersas em solução de glufosinato de amônio, em copos plásticos de 50 ml, por seis horas a temperatura de 20°C. As soluções aquosas apresenta-

ram as concentrações: 0,0; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,4; 0,6; 1,0 e 2,0% do princípio ativo.

Transcorrido o período de embebição, as sementes foram retiradas da solução e submetidas ao teste de germinação em rolo de papel, a temperatura de 25°C, conforme Brasil (1992), com exceção do número de sementes, que foi de 100, dividido em duas repetições iguais. O substrato utilizado foi papel toalha umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco.

Aos sete e quatorze dias, foram avaliados a germinação e os comprimentos da parte aérea, do sistema radicular e das plântulas normais. Não houve descarte das plântulas normais aos sete dias, para verificação do desenvolvimento das plântulas na segunda avaliação.

Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado nos dois ensaios foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial A x B (cultivares x concentrações do herbicida), com quatro repetições. Os dados de germinação e da primeira contagem foram transformados em arco-seno. As médias dos valores de germinação observadas para as cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e as relativas às concentrações do herbicida foram submetidas a análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio 1 - Substrato umedecido com solução do herbicida

As sementes das três cultivares de arroz estudadas apresentaram potenciais fisiológicos diferentes, quando colocadas para germinar em substrato umedecido apenas com água. Sementes da cultivar BRS-Firmeza apresentaram menores valores de germinação inicial e dos comprimentos da parte aérea, do sistema radicular e das plântulas normais (Tabela 1). Os valores de germinação encontravam-se abaixo do mínimo exigido nos padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul, que é de 70% para as sementes básicas e de 80% para as sementes registradas, certificadas e fiscalizadas (Rio Grande do Sul, 1998). No entanto, sementes do

lote da cultivar BRS-Taim apresentaram maiores valores de germinação, seguidos dos observados para o lote da cultivar BRS-Chuí. Por outro lado, foi observado que as sementes das três cultivares apresentaram alta sensibilidade ao herbicida glufosinato de amônio, uma vez que o processo de germinação foi inibido com a utilização das concentrações 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16% do princípio ativo. Dode et al. (1999), ao avaliarem o efeito desse herbicida no crescimento e desenvolvimento de plântulas de arroz, verificaram diferenças entre os genótipos estudados, para as cultivares BRS-Taim e BRS-Chuí. Nessa mesma pesquisa, concentrações de 1 mg/l adicionadas ao meio causaram efeitos drásticos no número, crescimento e desenvolvimento de plântulas normais. Sementes da cultivar BRS-Firmeza foram mais tolerantes, apresentando plântulas normais com raízes bem desenvolvidas, mesmo na concentração de 5 mg/l de glufosinato de amônio. Vale destacar que as concentrações do herbicida usadas na referida pesquisa foram acentuadamente inferiores em relação aquelas do presente trabalho e as sementes utilizadas encontravam-se descascadas.

O glufosinato de amônio, herbicida da classe phosphinotricin, não seletivo de ação total, para aplicação em pós-emergência, controlando mono e dicotiledôneas anuais, atua através da inibição da enzima glutamina sintetase, o que propicia a acumulação de amônio em níveis tóxicos às sementes, provocando sua morte (Wilmink & Dons, 1993).

Foi observado que as sementes, das três cultivares, quando expostas às diferentes concentrações do herbicida, inici-

TABELA 1. Avaliação das respostas de sementes de arroz de diferentes cultivares, semeadas em rolo umedecido com água (0,0 %) e com solução à 0,04% do herbicida.

Avaliações	Herbicidas (%)	Cultivares		
		BRS-Firmeza	BRS-Taim	BRS-Chuí
Germinação (%) CV= 2,9	0,0	50aC	96aA	81aB
	0,04	0 b A	0 b A	0 b A
Comp. parte aérea (cm) CV= 0,54	0,0	4,83aC	5,09aB	5,34aA
	0,04	0,00 b A	0,00 b A	0,00 b A
Comp. radicular (cm) CV= 0,31	0,0	11,08aC	12,25aA	11,64aB
	0,04	0,00 b A	0,00 b A	0,00 b A
Comp. total (cm) CV= 0,24	0,0	15,91aC	17,34aA	16,98aB
	0,04	0,00 b A	0,00 b A	0,00 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

am a fase visível da germinação, mas a ação do herbicida impediu o desenvolvimento das plântulas. Assim, é possível observar pela Figura 1, que as sementes, muitas vezes, emitiram raiz primária e coleóptilo.

Vale também ressaltar que durante a germinação, proteínas são, freqüentemente, hidrolizadas (Lea, 1997) e a glutamina sintetase está associada com a remobilização dos componentes de nitrogênio (Lancien et al., 2000). Em algodão, a enzima está presente somente em pequenas quantidades nos cotilédones de sementes maduras e secas, mas aumenta consideravelmente durante os primeiros dois dias após o início da hidratação (Bewley & Black, 1994). Mesmo fato foi verificado em cevada por Marttila et al. (1993). Todavia, em trigo (Solov'era et al., 1998) e em triticale (Chumikina et al., 1999), a enzima foi ativada durante os estádios iniciais da germinação, três a cinco dias após o início da hidratação.

Como a enzima está presente em pequena quantidade e é ativada somente após determinado período de hidratação, a ação do herbicida não ocorre imediatamente. Desta forma, a semente inicia o processo germinativo normalmente, tendo o seu desenvolvimento inibido posteriormente.

Ensaio 2 - Embebição da semente em solução do herbicida

Foi observada redução nos valores de germinação e dos comprimentos da parte aérea, do sistema radicular e das plântulas com o aumento da concentração do herbicida glufosinato de amônio (Figuras 2, 3, 4 e 5). Os dados dos parâmetros avaliados ajustaram-se às equações de 2º e 3º graus, indicando redução acentuada nas concentrações mais baixas e decréscimo menos pronunciado nas mais elevadas. Verifica-se também que as sementes dos lotes das três cultivares que não foram embebidas com o herbicida apresenta-



FIG. 1. Plântulas de arroz, cultivares BRS-Taim, BRS-Chuí e BRS-Firmeza, aos 10 dias após semeadura em rolos umedecidos com 0,04% do princípio ativo do herbicida glufosinato de amônio.

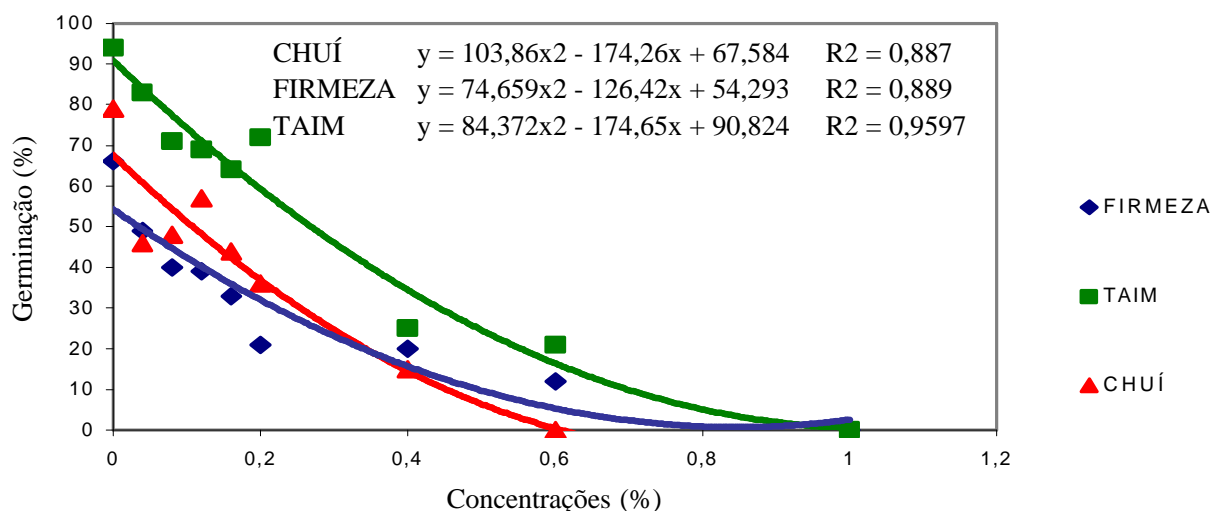


FIG. 2. Germinação de sementes de três cultivares de arroz, após embebição das sementes em solução com diferentes concentrações do herbicida.

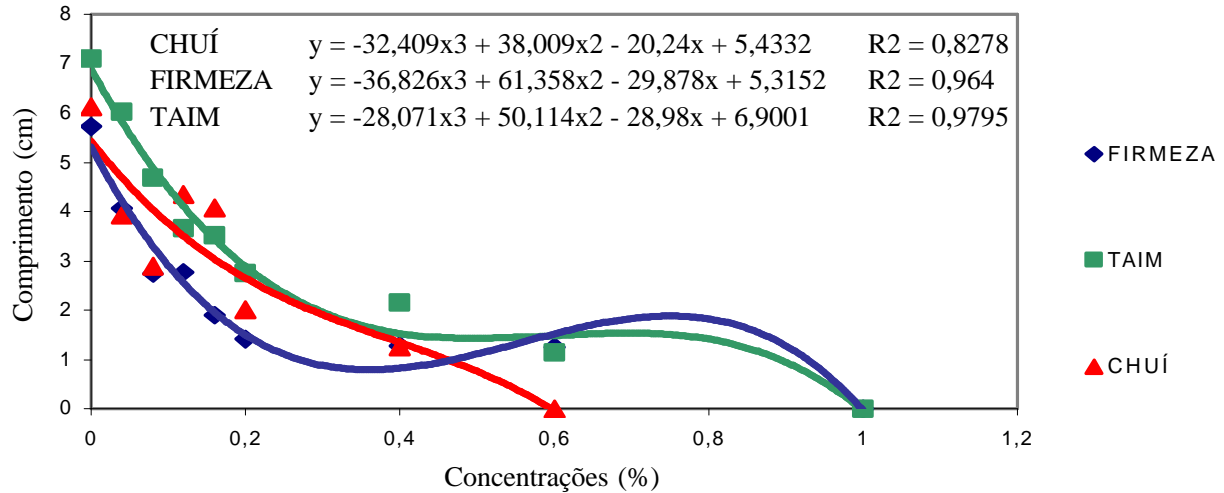


FIG. 3. Comprimento da parte aérea de plântulas de três cultivares de arroz, após embebição das sementes em solução com diferentes concentrações do herbicida.

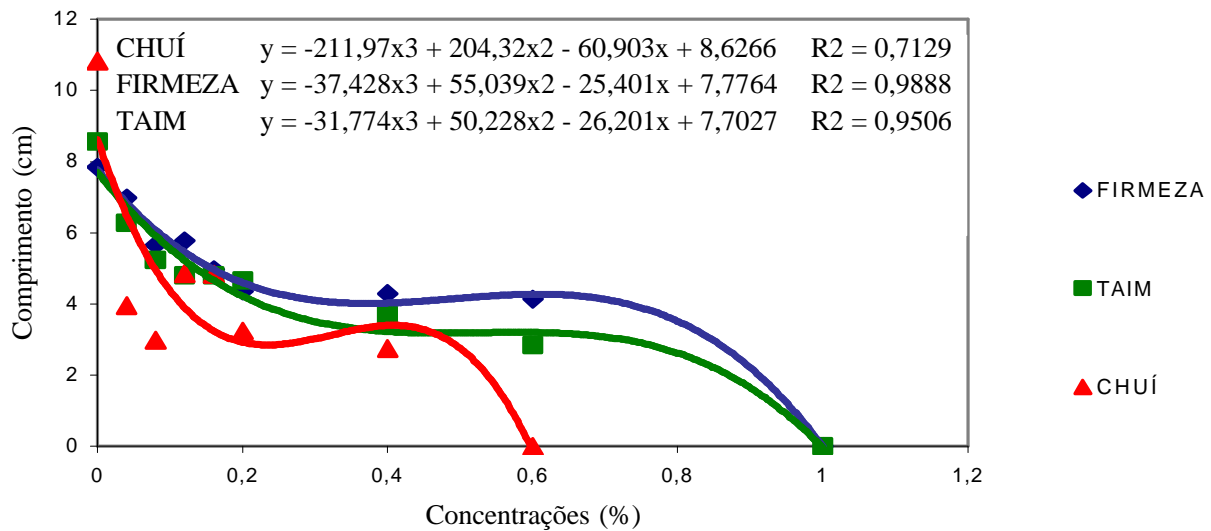


FIG. 4. Comprimento do sistema radicular de plântulas de três cultivares de arroz, após embebição das sementes em solução de diferentes concentrações do herbicida.

ram inicialmente atributos fisiológicos diferentes, quando avaliadas pelo teste de germinação e comprimento da parte aérea de plântulas. Sementes da cultivar BRS-Taim apresentaram maiores valores de germinação e os da BRS-Firmeza, menores valores em relação aos da cultivar BRS-Chuí, conforme verificado no ensaio 1. Pelos resultados da figura 2, nota-se que o percentual de germinação das sementes de todas as cultivares foi reduzindo gradativamente na medida que a concentração foi aumentada. No lote da cultivar BRS-Taim, esses valores permaneceram mais elevados até a concentra-

ção de 0,6%. A inibição total ocorreu na concentração de 0,6%, para a cultivar BRS-Chuí e na de 1% para os outros dois genótipos estudados. Essas concentrações foram 15 vezes maiores para a cultivar BRS-Chuí e 25 vezes para as cultivares BRS-Taim e BRS-Firmeza em relação às observadas no ensaio 1. No ensaio 1, no qual as sementes foram semeadas em substrato umedecido com herbicida, as mesmas permaneceram em contato direto com a solução do herbicida durante todo o período de condução do teste de germinação. No ensaio 2, o contato da semente com o herbicida somente ocor-

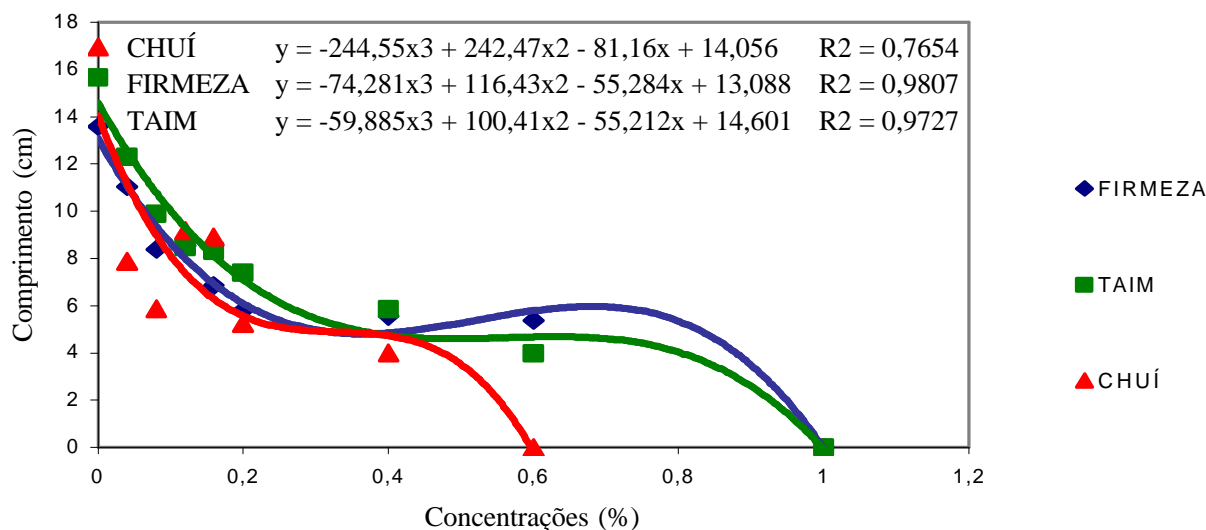


FIG. 5. Comprimento total de plântulas de três cultivares de arroz, após embebição das sementes em solução de diferentes concentrações do herbicida.

reu durante as seis horas de embebição. Assim, a absorção da quantidade do princípio ativo glufosinato de amônio que possui a capacidade de inibir a enzima glutamina sintetase, deve ocorrer nesse período, que compreende, aproximadamente, a fase de embebição.

Em relação ao comprimento de plântulas, pode-se observar que as estruturas avaliadas foram afetadas pelo herbicida de forma significativa, quando comparados à testemunha. O comprimento da parte aérea (Figura 3) evidenciou comportamento semelhante ao do teste de germinação, sendo observado valores mais elevados em sementes das cultivares que apresentaram maior qualidade inicial. Entretanto, o efeito no sistema radicular diferiu das avaliações anteriores, ou seja, sementes da cultivar BRS-Firmeza, que tiveram o pior desempenho inicial, apresentaram valores superiores de comprimento do sistema radicular em relação aos observados para os outros genótipos, quando submetido ao herbicida (Figura 4). Este resultado concorda com Dode et al. (1999) que verificaram maior tolerância *in vitro* desse genótipo na concentração de 5mg/l de glifosinato de amônio, inclusive com algumas plântulas normais apresentando raízes bem desenvolvidas. Da mesma forma, o comprimento total das plântulas das três cultivares apresentou comportamento similar ao observado no comprimento do sistema radicular, evidenciando a maior sensibilidade da cultivar BRS-Chuí ao herbicida (Figura 5).

A análise conjunta dos lotes de todas as cultivares permitiu verificar que apesar das sementes da cultivar BRS-

Taim terem apresentado maiores valores de germinação, na ausência do herbicida em relação às das outras cultivares, não houve diferença com relação à tolerância ao herbicida comparativamente à cultivar BRS-Firmeza. Ambas apresentaram inibição da germinação na presença do herbicida na concentração de 1%. Por outro lado a cultivar BRS-Chuí mostrou-se menos resistente, uma vez que a germinação foi inibida já na concentração de 0,6%. Desta forma, os resultados concordam com Dode et al. (1999) que verificaram nesses genótipos diferenças quanto ao comportamento da germinação *in vitro* em relação à presença do herbicida glufosinato de amônio.

CONCLUSÕES

- As cultivares de arroz apresentam variabilidade quanto à sensibilidade ao herbicida glufosinato de amônio.
- Concentração do herbicida glufosinato de amônio de 0,04% em substrato umedecido e 1,0% na solução de embebição, inibe a germinação de sementes de arroz.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. dos S.; PINTO, J.J.O. Controle de plantas daninhas. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998 p.207-272.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994, p.293-343.

- BRASIL, Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365p.
- CHUMIKINA, L.V.; SOLOV'ERA, N.A.; ARABOVA, L.I.; SIDEL'NIKOVA, L.I.; SHAPOSHNIKOV, G.L.; MALIKOV, V.F.; EVSTIGNEEVA, Z.G.; SHATILOV, V.R. Changes in the composition of proteins and free amino acids and the activities of enzymes responsible for the metabolism of glutamine and malate in germinating triticale seeds. **Applied Biochemistry and Microbiology**, New York, v.35, n.6, p.621-629. 1999.
- COBUCCI, T.; NOLDIN, J.A. Plantas daninhas e seu controle. In: VIEIRA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANT'ANA, E.P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA arroz e feijão, 1999. p.375-415.
- DEKEISER, D.; CLAES, B.; MARICHAL, M.; MONTAGU, M.B.; CAPLAN, A. Evaluation of selectable markers for rice transformation. **Plant Physiology**, Bethesda, v.90, p.217-223, 1989.
- DODE, L.B.; OLIVEIRA, L.A.A. de; GONÇALVES, F.S.M.; MAGALHÃES Jr., A.M. de; PETERS, J.A. Efeito do glufosinato de amônio no desenvolvimento de calos e na germinação *in vitro* de arroz (*Oryza sativa* L.). **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v.2, n.2, p.199-205, 1999.
- DUKE, S.O. Herbicide resistant crops. Boca Raton. Flórida, **Lewis publishers**. 1996, 420p.
- GOMES, A. Congresso do arroz irrigado. **Seeds News**, Pelotas, v.3,n.5, p.26, 1999.
- GUIMARÃES, E.P.; SANT'ANA, E.P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANT'ANA, E.P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA arroz e feijão, 1999. P.17-35.
- HOAGLAND, R.E. Isolation and properties of an aryl acylamidase from red rice, *Oryza sativa* L., that metabolizes 3', 4'-dichloropropionamide. **Plant cell physiology**, Tokio, v.19, p.1019-1029, 1978.
- LANCIEN, M.; GADAL, P.; HODGES, M. Enzyme redundancy and the importance of 2-oxoglutarate in higher plant ammonium assimilation. **Plant Physiology**, Rockville, v.123, p.817-824, 2000.
- LEA, P.J. Primary nitrogen metabolism. In: DEY, P.M.; HARBORNE, J.B. **Plant biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1997. p.273-313.
- MARTTILA, S.; SAARELAINEN, R.; PORALI, L.; MIKKONEN, A. Glutamine-synthetase in germinating barley seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.88, n.4, p.612-618, 1993.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Vegetal. Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Estado do Rio Grande do Sul (P. Alegre, RS). **Normas e padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 2ª edição, 1998. 156p.
- SOLOV'ERA, N.A.; SIDEL'NIKOVA, L.I.; SHAPOSHNIKOV, G.L.; EVSTIGNEEVA, Z.G.; SHATILOV, V.R. Activity of enzymes responsible for the metabolism of nitrogen and carbon in germination wheat seeds. **Applied Biochemistry and Microbiology**, New York, v.34, n.2, p.173-176. 1998.
- WILMINK, A.; DONS, J.J.M. Selective agents and marker genes for use in transformation systems of monocotyledonous plants. **Plant Molecular Biology**, Reporter, Wageningen, v.11, n.2, p.165-185, 1993.

