

68. RESISTÊNCIA DE ARROZ-VERMELHO (*Oryza sativa* L.) A HERBICIDAS DO GRUPO QUÍMICO DAS IMIDAZOLINONAS NO SUL DO BRASIL

Valmir Gaedke Menezes¹, Carlos Henrique Paim Mariot², Carlos Alberto Oliveira de Oliveira³, Augusto Kalsing⁴, Daniel da Costa Soares³

Palavras-chaves: arroz-vermelho, resistência, imidazolinonas

INTRODUÇÃO

O Sistema Clearfield® de Produção (BASF, 2004) vem sendo amplamente utilizado no Rio Grande do Sul (RS) desde o lançamento oficial da cultivar IRGA 422CL, sendo esta cultivar atualmente adotada em mais da metade da área de produção de arroz irrigado no Estado. Este sistema tem como principal objetivo o controle do arroz-vermelho que é a principal planta daninha da cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, por estar disseminado em quase toda área de orizicultura, interferir negativamente em práticas de manejo importantes para a alta produtividade, como a adubação nitrogenada, ser da mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa*) e, conseqüentemente, por não haver até então herbicida seletivo.

As cultivares utilizadas no Sistema Clearfield® de Produção são portadoras de gene que confere tolerância a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas como o Only® (imazapic + imazethapyr, SL 25 + 75 g L⁻¹). Esta ferramenta, além de reduzir as perdas de produção e qualidade pela competição com o arroz-vermelho, em áreas livres desta planta daninha permite a semeadura na época mais adequada e a utilização de doses de adubos conforme as recomendações, fatores estes, essenciais para o aumento da produtividade na cultura do arroz irrigado (MENEZES et al., 2004). A esta tecnologia atribui-se parte dos ganhos de produtividade alcançados pela lavoura de arroz irrigado nos últimos anos, de tal forma que é considerada a mais importante ferramenta disponibilizada aos produtores no controle seletivo do arroz-vermelho, uma vez que é a única a propiciar o controle químico seletivo.

Contudo, o uso inadequado desta tecnologia em muitas lavouras do estado do RS, como o cultivo por mais de duas safras e principalmente o não controle de escapes de plantas de arroz-vermelho (não controladas pelo herbicida), além de o uso continuado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, pode ocasionar a seleção de indivíduos resistentes na população. Da mesma forma, a presença de cultivares de arroz resistentes próximas a biótipos de arroz-vermelho cria a oportunidade para a ocorrência de fluxo gênico e, em decorrência, o surgimento de resistência (RAMIREZ, 2003).

Aos produtores que adotam o sistema Clearfield® de Produção, a recomendação oficial é que, após o segundo ano de cultivo, o agricultor faça rotação com soja, quando possível, ou deixe a área em pousio, ou retorne com alguma cultivar de arroz convencional. Porém, por razões variadas, nem sempre esta recomendação é seguida.

Considerando a ocorrência de falhas no controle de arroz-vermelho (escapes) e o uso freqüente de sementes contaminadas com grãos de arroz-vermelho pelos agricultores, em lavouras comerciais de arroz irrigado conduzidas sob o Sistema Clearfield® de Produção no RS, o presente trabalho objetivou avaliar a ocorrência de populações de arroz-vermelho resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, por meio de curvas de dose-resposta, através do fator de resistência das populações.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação na Estação Experimental do Arroz (EEA), pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), localizada em Cachoeirinha, RS. Amostras de grãos de arroz-vermelho de plantas não-controladas (escapes), de lavouras comerciais com no mínimo 2 anos de uso do Sistema Clearfield, foram coletas de forma que se obtivesse um número representativo

¹ Eng. Agr. M.Sc., Diretor Técnico e Pesquisador do IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930030, Cachoeirinha-RS, e-mail: doat-gab@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador do IRGA, carlos-mariot@irga.rs.gov.br

³ UFRGS, Bolsista de iniciação científica IRGA/FDRH

⁴ Mestrando em Agronomia da UFRGS

das seis regiões orizícolas do Estado: Fronteira Oeste, Campanha, Depressão Central, Planície Costeira Interna, Planície Costeira Externa e Zona Sul.

Foram utilizadas 228 e 271 amostras de sementes de arroz-vermelho nas safras 2006/07 e 2007/08, respectivamente, bem como as cultivares comerciais de arroz IRGA 417 e Puitá INTA CL, suscetível e resistente, respectivamente, aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Devido ao grande volume de material coletado, o ensaio foi conduzido em duas etapas, descritas a seguir.

Na primeira etapa as sementes foram semeadas em bandejas com capacidade para 10 L, contendo como substrato solo adubado conforme as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2007). Cada recipiente acondicionou oito amostras de sementes de arroz-vermelho e as cultivares comerciais IRGA 417 (suscetível) e Puitá INTA CL (resistente) como controle.

A semeadura foi realizada em lotes de 100 sementes por bandeja. Diariamente, no início da manhã e fim da tarde, os tratamentos foram irrigados à capacidade de campo do solo. Quando as plantas atingiram o estágio V3 (COUNCE et al., 2000), foram aspergidas com o herbicida Only® (imazethapyr + imazapic - 75 + 25 g L⁻¹) na dose de 1,2 L ha⁻¹. A aplicação foi realizada com pulverizador portátil de precisão pressurizado por gás carbônico, com barra de aplicação munida de pontas em leque modelo DG Teejet 110.015, à pressão constante, e volume de calda aplicado equivalente a 150 L ha⁻¹. Avaliou-se a fitointoxicação causada pelo herbicida aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação do tratamento (DAT), adotando-se escala visual, em que a ausência de injúria correspondeu ao valor 0, enquanto a morte das plantas correspondeu ao valor 100.

Na segunda etapa, utilizaram-se apenas as populações selecionadas como resistentes na fase anterior, avaliando o fator de resistência (FR) através de curvas de dose-resposta. O critério utilizado para selecionar as populações foi fitointoxicação aos 28 DAA inferior ao valor 50%. As condições de cultivo das plantas e da aplicação dos tratamentos foram similares às da etapa anterior. Os tratamentos constaram da combinação fatorial entre as populações de arroz-vermelho e seis doses do herbicida Only, a seguir (L p.c. ha⁻¹): 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0, e testemunha sem aplicação.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As curvas de dose-resposta foram ajustadas de forma que melhor representassem a população sensível e as populações de arroz-vermelho resistentes aos 28 DAA com auxílio do programa computacional Sigmaplot. A partir das equações das curvas de dose-resposta determinou-se o GR₅₀, ou seja, o valor que representa a dose necessária para obter 50% de fitointoxicação ou reduzir em 50% a massa seca da população sensível e das populações resistentes. O fator de resistência (FR) foi calculado pelo quociente entre o GR₅₀ das populações resistentes e o GR₅₀ da população sensível (Adaptado de Vidal et al., 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa, os resultados de fitointoxicação demonstraram distintos níveis de sensibilidade entre as populações de arroz-vermelho na dose de 1,2 L p.c. ha⁻¹ do herbicida. Na avaliação realizada aos 28 DAA aproximadamente 56% e 71% das populações de arroz-vermelho apresentavam valores de fitointoxicação, inferiores ao critério de seleção (Tabela 1) nas safras de 2006/07 e 2007/08, respectivamente. Ademais, na mesma avaliação, os resultados de fitointoxicação foram variáveis entre as populações advindas das distintas regionais orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul. A regional da Depressão Central demonstrou 68% das populações de arroz-vermelho com baixa fitointoxicação na dose testada de Only na safra 2006/07. E a mesma regional na safra 2007/08 apresentou 91% das populações de arroz-vermelho com baixa fitointoxicação. Na observação de todos os resultados de baixa fitointoxicação nas seis regionais orizícolas, esta variou em percentual entre 32% e 77% e entre 48% e 91% nas safras 2006/07 e 2007/08, respectivamente. Estes resultados podem indicar um aumento das populações com biótipos de arroz-vermelho resistentes da safra 2006/07 para a safra 2007/08 em quase todas as regionais avaliadas, exceto na regional da Campanha que apresentava 77% na safra 2006/07 e apresentou 56% na safra 2007/08.

Convém ressaltar que cada população conteve sementes de panículas de diversas plantas que ocorriam no local de coleta em questão. Desta forma, a variabilidade genética entre as populações de arroz-vermelho permitiu que certas populações sobrevivessem à exposição ao herbicida.

Tabela 1 - Percentual de populações de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistentes a herbicidas imidazolinonas de acordo com as diferentes regiões orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul nas safras 2006/07 e 2007/08. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS. 2009.

Regional	Populações de arroz-vermelho				Resistência (%)	
	Coletadas		Resistentes		2006/07	2007/08
	2006/07	2007/08	2006/07	2007/08		
Campanha	35	43	27	24	77	56
Depressão Central	82	116	56	105	68	91
Fronteira Oeste	22	21	10	21	45	48
Planície Costeira Externa	23	28	13	28	57	61
Planície Costeira Interna	38	41	12	41	32	63
Zona Sul	28	22	10	22	36	50
Total	228	271	128	193	56	71

A caracterização de uma espécie daninha como resistente a um herbicida implica que quando o produto foi introduzido e o rótulo foi desenvolvido, a maioria dos indivíduos em todas as populações desta espécie era sensível ao herbicida (VIDAL et al., 2007). Nesta ótica, a falta de controle de parte das populações avaliadas foi atribuída à provável resistência destas ao herbicida Only, pois as plantas sobreviveram a uma dose 20% superior àquela que tipicamente proporciona controle eficaz do arroz-vermelho em áreas agrícolas.

Na segunda etapa, os resultados de fitointoxicação, provocada pelas distintas doses do herbicida Only, demonstram diferentes níveis de sensibilidade aos tratamentos entre as populações avaliadas.

Para a fitointoxicação avaliada aos 28 DAA houve interação entre as populações de arroz-vermelho resistentes, sendo que estas foram agrupadas em função do nível de resistência ao herbicida com base na classificação proposta por Vidal et al. (2007). Assim, na safra 2006/07 124 populações formaram um grupo caracterizado por baixo nível de resistência, e 4 populações formaram um grupo caracterizado por alto nível de resistência. Já na safra 2007/08 192 populações formaram um grupo caracterizado por baixo nível de resistência e 1 população foi caracterizada por alto nível de resistência.

Na Figura 1(A) observa-se que Only nas doses de 1,0 e 2,0 L do p.c. ha⁻¹ proporcionou controle eficaz (98%) da população sensível, enquanto que as populações com baixo nível de resistência apresentaram controle de 15 e 68%, respectivamente, e as populações com alto nível de resistência, por sua vez, apresentaram controle de 3 e 12%, respectivamente. A maior dose de Only (4,0 L do p.c. ha⁻¹) apresentou total controle sobre a população sensível, aos 28 DAA, enquanto as populações de arroz-vermelho resistentes com baixo nível de resistência apresentaram elevado controle (96%), e as populações de arroz-vermelho com alto nível de resistência apresentavam controle moderado (57%).

Na Figura 1(B) observa-se que Only nas doses de 1,0 e 2,0 L do p.c. ha⁻¹ proporcionou controle eficaz de 76 e 86% da população sensível, respectivamente, enquanto que as populações com baixo nível de resistência apresentaram controle de 56 e 73%, respectivamente, e a população com alto nível de resistência, por sua vez, apresentou controle de 24% em ambas as doses. A maior dose de Only (4,0 L do p.c. ha⁻¹) apresentou controle de 90% da população sensível, aos 28 DAA, enquanto as populações de arroz-vermelho resistentes com baixo nível de resistência apresentaram um controle significativo de 83%, e a população de arroz-vermelho com alto nível de resistência apresentou controle baixo (24%).

Na safra 2006/07 as populações de arroz-vermelho com baixo e elevado níveis de resistência apresentaram os seguintes fatores de resistência: 5,2 e 11,6, para a variável fitointoxicação, em relação a safra 2007/08 o fator de resistência obtido foi (9,0) para o nível baixo de resistência, no caso da população caracterizada pelo elevado nível de resistência não foi possível obter valor para o fator de resistência devido a amostra não apresentar fitointoxicação de 50% da população mesmo na utilização da máxima dose empregada (4,0 L). Isto pode indicar que esta população possui um tipo de resistência que responde pouco ao aumento da dose aplicada de herbicida.

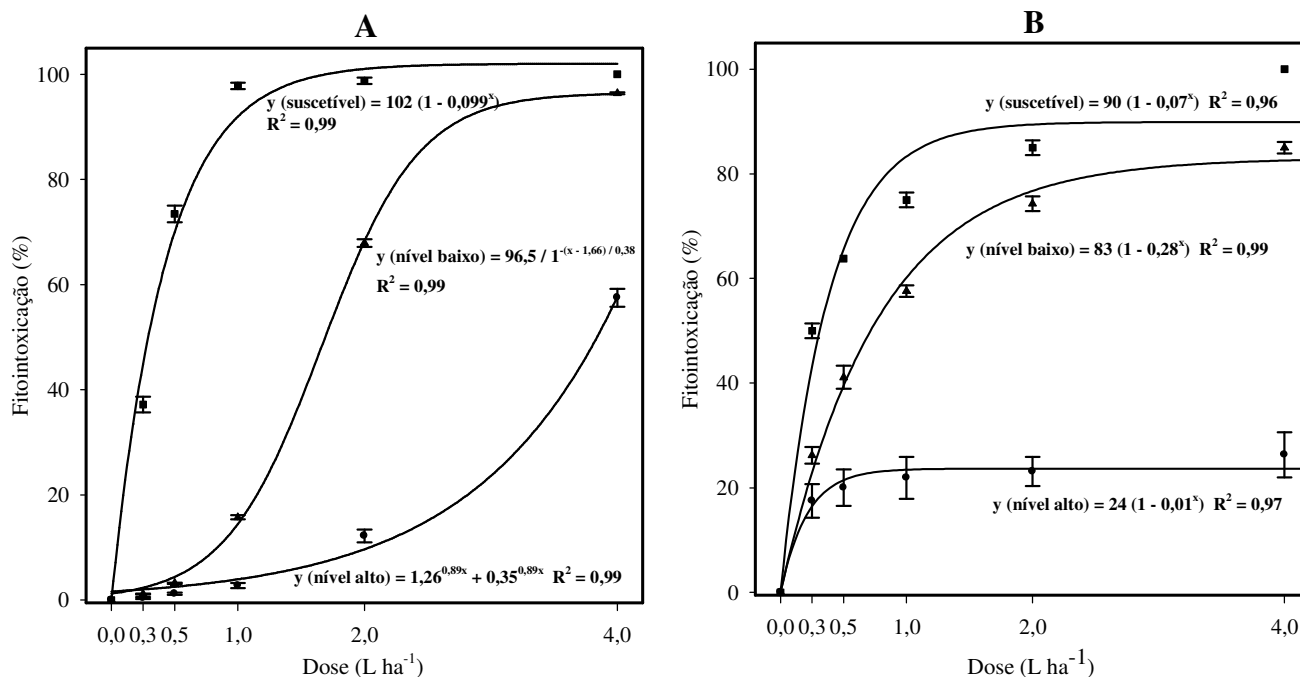


Figura 1 - Fitointoxicação em população de arroz (*Oryza sativa* L.) sensível (IRGA 417) e populações de arroz-vermelho (*O. sativa* L.) com baixo e alto níveis de resistência a herbicidas imidazolinonas, em função de doses crescentes do herbicida Only (imazethapyr + imazapic - 75 + 25 g L⁻¹), aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), safras 2006/07 (A) e 2007/08 (B). EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS. 2009.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir a existência de populações resistentes de arroz-vermelho a herbicidas imidazolinonas em lavouras de arroz irrigado conduzidas sob o Sistema Clearfield® de Produção. Estas populações podem ser agrupadas em baixo e alto nível de resistência a herbicidas imidazolinonas. O fenômeno da resistência do arroz-vermelho está distribuído por todas as regiões orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os técnicos dos Núcleos de Assistência Técnica e Extensão Rural (NATEs), do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), que participaram das coletas das amostras de sementes de arroz-vermelho para realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASF BRASILEIRA S.A. **Sistema Clearfield de Produção**. 2009. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/UI/Clearfield/clearfield-modelo-prevencao.aspx>. Acesso em 21/06/2009.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- MENEZES, V. G.; MACEDO, V. R. M.; ANGHINONI, I. **Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS**. Cachoeirinha, RS. IRGA. Divisão de Pesquisa, 32 p., 2004.
- RAMÍREZ, H.B. **Polinização cruzada em arroz irrigado**. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas, 2003. 125p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, Sosbai, 2007. 164 p.
- VIDAL, R.A. et al. Definindo resistência aos herbicidas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.100, p.18-19, 2007.

69. IDENTIFICAÇÃO DE MUTAÇÕES DO GENE ALS E DO MECANISMO DE RESISTÊNCIA EM ARROZ VERMELHO RESISTENTE AOS HERBICIDAS IMIDAZOLINONAS ATRAVÉS DE MARCADORES SNAP

Ana Carolina Roso¹, Aldo Merotto Jr.², Carla Andréa Delatorre², Nestor Saldain³, Valmir Gaedke Menezes⁴, Bianca Silva Assis⁵

Palavras-chave: Controle seletivo, *Oryza sativa* L., Resistência

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho é a principal planta daninha infestante da cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS). Entre os prejuízos causados está a diminuição da produção de arroz influenciando a economia da cadeia produtiva orizícola. O controle seletivo do arroz vermelho com herbicidas na cultura do arroz era impossibilitado devido ao fato de que ambas plantas pertencem a mesma espécie. O desenvolvimento de cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas possibilitou o controle químico do arroz vermelho de forma seletiva na cultura do arroz. Entretanto, plantas de arroz vermelho resistentes a estes herbicidas foram encontradas em lavouras de arroz do RS em um período inferior a 5 anos do início da utilização desta tecnologia. Recentemente foi realizado um estudo de monitoramento da ocorrência de arroz vermelho resistente a herbicidas imidazolinonas em lavouras comerciais do RS onde foram analisadas 228 amostras de sementes (MENEZES *et al.*, 2008). Neste trabalho, foi constatado que 55,7% das amostras analisadas apresentaram indivíduos resistentes ao herbicida imazethapyr + imazapic. Estes resultados indicaram a grande frequência da ocorrência de arroz vermelho resistente aos herbicidas imidazolinonas. O surgimento de biótipos de arroz vermelho resistentes pode ocorrer em função do fluxo gênico a partir de cultivares de arroz resistentes, ou por processo de evolução independente gerado pela pressão de seleção ocasionada pelo uso contínuo de um mesmo herbicida. O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a mutação do gene ALS existente em populações de arroz vermelho como forma de determinação do mecanismo de resistência a herbicidas através de análises moleculares com marcadores do tipo 'single nucleotide amplified polymorphism' (SNAP).

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal utilizado neste trabalho constou de amostras de sementes de arroz vermelho coletadas em áreas de lavouras de arroz do RS com ausência de controle através do herbicida Only (imazethapyr + imazapic). Este material foi cedido pelo setor de Herbologia do Instituto Rio Grandense do Arroz e corresponde a 16 populações de arroz vermelho coletadas na safra 2006/07 e, 22 populações coletadas na safra de 2007/08. A informação dos níveis de resistência ao herbicida nas populações de 2006/07 foram obtidas no trabalho publicado por Menezes *et al.*, (2008). A confirmação da resistência nas populações de 2007/08 foi recentemente realizada pelo mesmo grupo de pesquisa e encontra-se em fase de publicação (Menezes, Mariot e Oliveira, comunicação pessoal).

O material vegetal da safra 2006/07 constituiu-se das seguintes populações, com os respectivos locais de origem apresentados entre parênteses: 198NB (Cacequi), 172NB (Rosário do Sul), 38NB (Palmares do Sul), 182NB (Restinga Seca), 133NB (Caçapava do Sul), 53NA (Guaíba), 60NB (Cachoeira do Sul), 98 NB (Viamão), 144NB (São Francisco de Assis), 15NB (Alegrete), 22NA (Palmares do Sul), 04NB (Rio Pardo), 223 NB (Santa Maria), 75NB (São Lourenço do Sul), 109NB (São Pedro do Sul) e 31NB (Rio Grande). O material vegetal da safra 2007/08 constitui-se das seguintes populações com respectivos locais de origem entre parênteses: 267NB (Rosário do Sul), 265NB

¹ Eng. Agrônoma, estudante do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712, 91740-000. Porto Alegre-RS. Email: roso_ac@yahoo.com.br.

² UFRGS

³ INIA-Uruguai

⁴ IRGA

⁵ ULBRA.

(Rosário do Sul), 136NB (Agudo), 66NB (Alegrete), 47NM (Caçapava do Sul), 48NM (São Martinho da Serra), 49NM (São Martinho da Serra), 50NM (Santa Maria), 51NM (Santa Maria), 274NM (Uruguaiana), 207MA (Camaquã), 201MA (Camaquã), 212MA (Dona Francisca), 208MA (Camaquã), 206MA (Camaquã), 32AN (Restinga Seca), 235AN (São Gabriel), 90NA (Cachoeira do Sul), 124NA (Novos Cabrais), 25NA (Restinga Seca), 135NA (Dona Francisca), 66NA (Alegrete). Ambos os grupos de populações foram classificados quanto ao nível de resistência através da avaliação visual da fitointoxicação resultante da ação do herbicida, utilizando-se as doses de 75 + 25 e 150 + 50 g ha⁻¹ i.a, de imazethapyr + imazapic, respectivamente. As testemunhas utilizadas foram as cultivares resistentes IRGA 422CL, SATOR CL e PUITÁ INTA CL e a cultivar suscetível IRGA 417. Esta classificação originou as denominações dos níveis de resistência como: nível baixo (NB), nível médio (NM), nível médio-alto (MA) e nível alto de resistência (NA). Foram utilizadas 208 plantas referentes à safra de 2006/07, e 273 plantas da safra 2007/08, totalizando 481 plantas. A identificação do tipo de mutação que ocorreu nestas populações foi realizada através de marcadores moleculares SNAP, os quais discriminam as mutações das cultivares de arroz IRGA 422CL, SATOR CL e PUITÁ INTA CL, cujas mutações presentes são G₆₅₄E, S₆₅₃D e A₁₂₂T, respectivamente. Estes marcadores foram obtidos a partir de trabalhos anteriores (ROSO *et al.*, 2008) onde foram utilizadas as cultivares acima descritas como referência.

A extração do DNA foi realizada conforme o protocolo de Haberer *et al.* (1996). As reações de PCR utilizando os marcadores SNAPS desenvolvidos em trabalhos anteriores (ROSO *et al.*, 2008) seguiram o seguinte protocolo: 50 ng de DNA, 0,166 µM de cada sequência nucleotídica iniciadora (*forward* e *reverse*), 0,166 mM deoxinucleotídeos trifosfatos (dNTPs), 0,2 U de Taq DNA polimerase, 1x tampão, 1,3 µL de DMSO 100% e 1,5 mM de cloreto de magnésio, em um volume total de 30 µL por reação. As reações de PCR foram sujeitas a 3 minutos de desnaturação a 94°C, 30 ciclos de 1 minuto a 94°C, 1 minuto a 55°C, e 1,5 minutos a 72°C, e por fim 10 min a 72°C. Os produtos da reação de PCR foram separados em gel de agarose (2 %) corado com brometo de etídeo na proporção de 0,02 µL.ml⁻¹, por 120 minutos a 110 V em tampão TBE 0,5X (40mM Tris, 1mM EDTA, pH=8,0). Após, cada gel foi fotografado com o auxílio do programa KODAK DIGITAL SCIENCE 1D.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise fenotípica da resistência das populações analisadas indicou que o nível de resistência foi alto, médio e baixo em 12, 37 e 50% para as populações de 2006/07 e alto, médio-alto, médio e baixo nível em 32, 23, 27 e 18% para as populações de 2007/08, respectivamente (Figura 1). Destaca-se que o nível médio-alto de resistência só foi avaliado nas populações de arroz vermelho resistente provenientes da safra 2007/08.

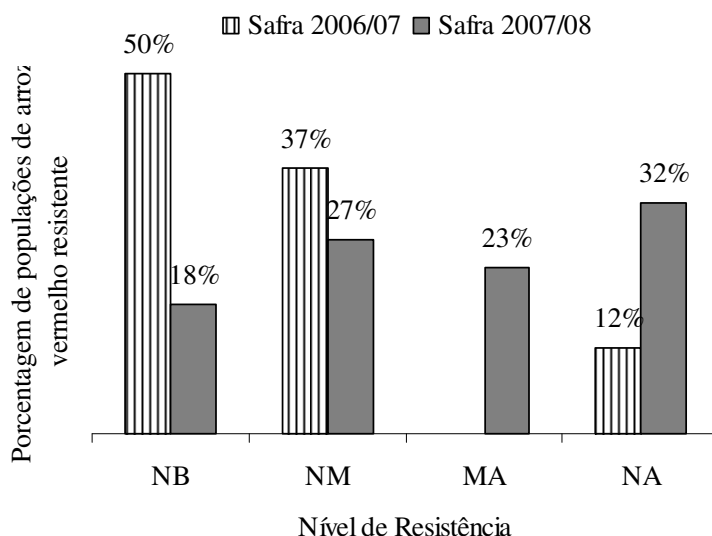


FIGURA 1. Nível de resistência de 16 e 22 populações de arroz vermelho coletadas como escape em lavouras comerciais de arroz irrigado no RS, nas safras 2006/07 e 2007/08, respectivamente, sendo: NB = nível baixo; NM = nível médio; MA = nível médio-alto; NA = nível alto. IRGA / EEA, 2009.

As mutações S₆₅₃D, A₁₂₂T e G₆₅₄E estão presentes nas cultivares SATOR CL, PUITÁ INTA CL e IRGA 422CL, respectivamente (ROSO *et al.*, 2008). Os marcadores SNAP, a semelhança dos marcadores SNP, permitem a identificação precisa de alteração de um certo nucleotídeo em relação a uma sequência padrão, e são utilizados como ferramenta para diagnóstico de resistência de plantas a herbicidas (DÉLYE *et al.*, 2002) e de insetos a inseticidas (TSAGKARAKOU *et al.*, 2009). Os resultados obtidos com estes marcadores indicaram que a mutação S₆₅₃D foi diagnosticada com o marcador SNPSatFW1 (Figura 2A), a A₁₂₂T com o SNPpTaRev1 (Figura 2B) e a G₆₅₄E com o SNP422FW1 (Figura 2C). A análise da distribuição das mutações do gene ALS nas 481 plantas analisadas foi realizada contabilizando a frequência de cada mutação entre e dentro das populações estudadas. A análise demonstrada na Tabela 1 refere-se a frequência de populações que apresentaram ao menos uma planta com a determinada mutação, ou seja, a frequência entre populações. Por outro lado, a frequência média de plantas dentro de cada população que apresentam certa mutação é apresentada na Tabela 2. A mutação G₆₅₄E foi a de maior ocorrência tanto entre as populações (Tabela 1) como dentro das populações (Tabela 2). Ainda, também foram encontrados indivíduos contendo as outras duas mutações, S₆₅₃N e A₁₂₂T, isoladas ou em combinação (Tabela 1 e 2).

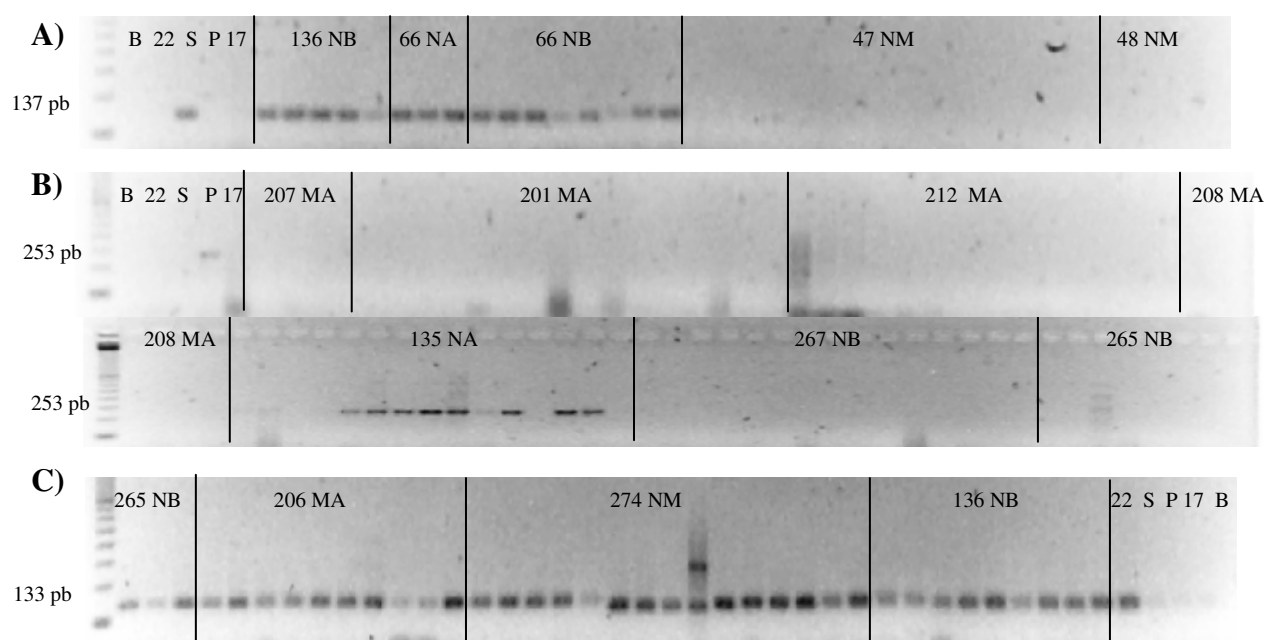


FIGURA 2. Reações de PCR utilizando os marcadores SNAPs em populações de arroz vermelho resistentes oriundas da safra 2007/08. A) SNPSatFW1 (137 pb) em: branco (B), IRGA 422CL (22), SATOR CL (S), PUITÁ INTA CL (P) e IRGA 417 (17), e nas populações de arroz vermelho resistente: 136 NB, 66 NA, 66 NB; B) SNPpTaRev1 (253 pb) em: branco (B), IRGA 422CL (22), SATOR CL (S), PUITÁ INTA CL (P) e IRGA 417 (17), e na população de arroz vermelho resistente: 135 NA; C) SNP422FW1 (133 pb) em: branco (B), IRGA 422CL (22), SATOR CL (S), PUITÁ INTA CL (P) e IRGA 417 (17), e nas populações de arroz vermelho resistente: 265 NB, 206 MA, 274 NM e 136 NB.

TABELA 1. Frequência (%) entre populações com pelo menos uma planta de arroz vermelho resistente, devido as mutações G₆₅₄E, S₆₅₃D e A₁₂₂T, no gene ALS, coletadas nas safras 2006/07 e 2007/08. UFRGS, 2008.

Mutações	Safra 2006/07	Safra 2007/08
G ₆₅₄ E	94	91
S ₆₅₃ D	50	23
A ₁₂₂ T	31	9
G ₆₅₄ E e S ₆₅₃ D	18	14
G ₆₅₄ E e A ₁₂₂ T	12	5
A ₁₂₂ T e S ₆₅₃ D	6	0

Estes resultados indicam que a resistência aos herbicidas Imidazolinonas nas populações de arroz vermelho avaliadas deve-se, em sua maioria, a alteração do local de ação na enzima ALS, provocado pela mutação G₆₅₄E. A elevada frequência da mutação G₆₅₄E, nas populações de arroz vermelho resistentes, pode ser explicada em função da grande utilização da cultivar IRGA 422CL nas

lavouras orizícolas gaúchas, sugerindo desta forma, que a provável origem da resistência seja devido ao fluxo gênico entre a cultivar IRGA 422CL e o arroz vermelho. Recentemente, a mesma mutação encontrada na cultivar IRGA 422CL, G₆₅₄E, foi identificada em biótipos de arroz vermelho resistente no Estado do Arkansas (SALES *et al.*, 2008), porém estes autores concluíram que esta evolução da resistência se deu por um processo de evolução independente ocasionada pela pressão de seleção do herbicida, sendo esta conclusão fundamentada no fato de encontrarem, nos mesmos biótipos, a presença de uma outra mutação.

TABELA 2. Frequência (%) média dentro das populações de arroz vermelho resistente, devido as mutações G₆₅₄E, S₆₅₃D e A₁₂₂T no gene ALS, coletadas nas safras 2006/07 e 2007/08. UFRGS, 2008.

Mutações	Safra 2006/07	Safra 2007/08
G ₆₅₄ E	59	88
S ₆₅₃ D	10	32
A ₁₂₂ T	14	34
G ₆₅₄ E e S ₆₅₃ D	12	8
G ₆₅₄ E e A ₁₂₂ T	8	7
A ₁₂₂ T e S ₆₅₃ D	7	0

CONCLUSÕES

A resistência a herbicidas inibidores de ALS presente em populações de arroz vermelho resistentes coletados como escapes nas lavouras orizícolas do RS nas safras 2006/07 e 2007/08 está associada ao mecanismo de resistência de local de ação alterado. Estas populações apresentam mutações do tipo G₆₅₄E, S₆₅₃N e A₁₂₂T. A mutação G₆₅₄E é a de maior ocorrência nas populações estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de mestrado ao primeiro autor, a FONTAGRO e ao CNPq pelo apoio financeiro, e ao IRGA pelo fornecimento do material vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DÉLYE, C.; CALMES, E.; MATÉJICEK, A. SNP markers for black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) genotypes resistant to acetyl-CoA-carboxylase inhibiting herbicides. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v.104, n.6-7, p.1114-1120, 2002.
- HABERER, G.; FISCHER, T. C.; TORRES-RUIZ, R. A. Mapping of the Nucleolus Organizer Region on Chromosome 4 in *Arabidopsis thaliana*. **Molecular and General Genetics**, Berlin, v. 250, n.1, p.123-128, 1996.
- MENEZES, V. G.; KALSING, A.; MARIOT, C. H. P. Monitoramento da resistência do arroz-vermelho em áreas cultivadas com o sistema de produção Clearfield. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto:SBCPD**, 2008. 1 CD-ROM.
- SALES, M. A.; SHIVRAIN, V. K.; BURGOS, N. R.; KUK, Y. I. Amino acid substitutions in the acetolactate synthase gene of red rice (*Oryza sativa*) confer resistance to imazethapyr. **Weed Science**, Champaign, v.56, p.485-489, 2008.
- ROSO, A. C.; MEROTTO Jr., A.; DELATORRE, C. A.; FISCHER, A.J.; SALDAIN, N. Determinação do mecanismo de resistência e das mutações do gene ALS em cultivares de arroz resistentes a herbicidas para identificação de híbridos através de marcadores SNP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto:SBCPD**, 2008. 1 CD-ROM.
- TSAGKARAKOU, A.; NIKOU, D.; RODITAKIS, E.; SHARVIT, M. Molecular diagnostics for detecting pyrethroid and organophosphate resistance mutations in the Q biotype of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v 94, 49-54. 2009.

70. POLIMORFISMO DE NUCLEOTÍDEO ÚNICO (SNPs) E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DO DEGRANE EM GENÓTIPOS DE ARROZ CULTIVADO, VERMELHO E SILVESTRE

Anderson Luis Nunes¹, Aldo Merotto Jr.², Carla a. Delatorre², Ives C.G.R. Goulart¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., arroz vermelho, debulha natural.

INTRODUÇÃO

Apesar do arroz vermelho e do arroz cultivado pertencerem a mesma espécie botânica, diferenças relacionadas à cor avermelhada do grão (Sweeney et al., 2006), degrane (Li et al., 2006b) e dormência fisiológica (Finkelstein et al., 2008) das sementes são apresentadas como alguma das características que tornam o arroz vermelho indesejável e que resultam em prejuízos ao arroz cultivado. O arroz vermelho é considerado daninho, principalmente, devido à característica do degrane ou debulha natural que impossibilita a colheita total do produto e resulta no aumento do banco de sementes no solo.

O degrane é uma característica evolutiva e adaptativa para a dispersão e distribuição de sementes em espécies daninhas e silvestres do arroz (Li et al., 2006b). Este caráter contribui na dispersão e distribuição do arroz vermelho através de diversas formas. Primeiramente, o degrane permite que uma parte das sementes produzidas seja distribuída sobre a superfície do solo antes e durante a colheita, evitando que estas sejam removidas do sistema de produção. Em segundo lugar, o principal fluxo de queda das sementes, na maioria dos tipos de arroz vermelho, ocorre alguns dias antes ou no momento que ocorre a maturação fisiológica das sementes (Delouche et al., 2007).

A debulha natural no arroz é controlada por múltiplos genes ou QTLs. Usando cruzamentos entre *O. sativa* spp. *indica* e *O. rufipogon* (espécie silvestre e perene) detectou-se quatro (Cai & Morishima, 2000) e cinco (Konishi et al., 2006) QTLs associados à debulha natural. Análises genéticas de uma população F₂ proveniente do cruzamento entre *Oryza sativa* ssp. *indica* e *O. nivara* (espécie silvestre e anual) identificaram três QTLs (*sh3*, *sh4* e *sh8*) responsáveis pela redução da debulha natural de grãos no arroz cultivado (Li et al., 2006a). Neste estudo, verificou-se que o QTL *sh4* localizado no cromossomo 4 é dominante e explica 69% da variância fenotípica. Já os QTLs *sh3* e *sh8* explicam apenas 6,0 e 3,1%, respectivamente. Entretanto, analisando geneticamente uma população F₂ oriunda do cruzamento entre *O. sativa* spp. *indica* e *O. sativa* spp. *japonica* detectou-se cinco QTLs, sendo que, o alelo *sh1* presente no cromossomo 1 explica 69% da variância fenotípica (Konishi et al., 2006).

O arroz é a planta cultivada mais conhecida em nível genômico. Com as informações provenientes do sequenciamento é possível entender alguns processos importantes como a especiação, domesticação, ploidização e adaptação ecológica. Associando o sequenciamento do arroz com a variabilidade genética do gênero *Oryza* é possível entender o comportamento de caracteres que tornam as plantas de arroz vermelho daninhas, como por exemplo, o degrane das sementes. Com melhor compreensão destes caracteres será possível determinar práticas de manejo que permitam reduzir os problemas da principal planta daninha do sistema orizícola do Brasil. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar fenotipicamente genótipos de arroz em relação ao degrane e verificar nestes genótipos a sequência nucleotídica de parte dos genes *SH1* e *SH4*.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram fenotipados 15 cultivares de arroz, 15 ecótipos de arroz vermelho e duas espécies silvestres quanto ao nível de degrane. As sementes destes genótipos foram fornecidas pelo IRGA, EPAGRI, EMBRAPA/CNPAP e RICETEC. A semeadura foi realizada em tanques de concreto contendo solo hidromórfico classificado como gleissolo. Foram semeadas linhas de 30 cm para cada população, com densidade de 50 sementes por metro linear. No período de maturação foi avaliada a resistência à tensão de ruptura (RTR) em quatro grãos do terço superior, mediano e inferior de quatro

¹ Estudante de pós-graduação em Fitotecnia. UFRGS. Faculdade de Agronomia. Av. Bento Gonçalves, 7712. Cx. P. 15100. Cep 91501-970. Porto Alegre, RS.

² Professor Adjunto. Faculdade de Agronomia. UFRGS. Porto Alegre, RS. E-mail: merotto@ufrgs.br

panículas por população, totalizando 16 repetições por população. Foi considerada planta madura a que apresentava sementes resistentes à pressão da unha, com aproximadamente 23% de umidade. A determinação da RTR foi realizada por meio de pesos com massa conhecida que eram inseridos em um gancho que envolvia o grão de arroz até o desprendimento do grão do pecíolo. Posteriormente, foi extraído o DNA de algumas populações anteriormente fenotipadas baseado no protocolo de Doyle & Doyle (1990). Com auxílio do programa *Primer3*, sequências nucleotídicas iniciadoras (*primers*) foram desenhadas para amplificação de regiões de aproximadamente 500 kb. O desenho das sequências nucleotídicas iniciadoras foi baseado no alinhamento de sequências nucleotídicas dos genes *SH1* e *SH4*, relacionados ao degrane disponíveis no GenBank. As reações de PCR (*Polimerase Chain Reaction*) foram realizadas com a programação para um passo inicial de 94 °C por 3 min, seguido de 35 ciclos de 1 min a 94 °C, 1 min a 55 °C e 1 min a 72 °C. Cada reação utilizou 20 ng de DNA, 10 µM de cada seqüência nucleotídica iniciadora (*forward* e *reverse*), 10 mM deoxinucleotídeos trifosfatos (dNTPs), 5 unidades de DNA polimerase, 10 µL de tampão (10x), e 50 mM de cloreto de magnésio, em um volume final de 100 µL por reação. Os produtos amplificados foram analisados por eletroforese em gel de agarose 1,0%, submetido a uma tensão elétrica de 110 V por 2 h, em tampão TBE, 0,5 X. Os géis foram visualizados em transluminador UV. O tamanho dos fragmentos foi determinado com a utilização do programa Kodak EDAS 290 (*Electrophoresis Documentation and Analysis System*) comparando com o padrão DNA *ladder* 100 bp.

Os fragmentos da reação de PCR foram sequenciados usando o produto da reação de PCR (15 ng), seqüências nucleotídicas iniciadoras *forward* e *reverse* (1,7 µM), kit para sequenciamento BigDye 3.1 (1 µL) (Applied Biosystems) e tampão BigDye 3.1 (0.5X) (Applied Biosystems) em um volume total de 5 µL. O produto obtido foi precipitado usando acetato de etanol/sódio. O fragmento de DNA resultante foi ressuspendido em 10 µL de formamida, mantido em gelo durante 5 minutos e desnaturado durante 5 minutos à 95 °C. A análise foi realizada no sequenciador ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Ambas as fitas de DNA amplificadas foram sequenciadas usando seqüências nucleotídicas iniciadoras *forward* e *reverse* individualmente. As seqüências foram editadas e alinhadas usando o programa BioEdit v7.0.9 (Ibis Therapeutics). As seqüências nucleotídicas obtidas foram comparadas com as seqüência dos alelos *sh1* e *sh4* de forma a identificar os SNP entre estas. A presença dos SNPs descritos por Konishi et al. (2006) e Li et al. (2006) indicam a origem da ausência de debulha em genótipos de arroz cultivado. Dessa forma, foi possível relacionar a análise fenotípica do degrane (RTR) com a composição nucleotídica dos genes relacionados a esta característica em arroz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da RTR individualizada por terço da panícula indicou que somente três ecótipos apresentam diferente degrane em relação a diferentes partes da panícula. Nos ecótipos de arroz vermelho AV 04A e AV 144 a RTR no terço inferior foi maior que nos terços superior e mediano (Figura 1A). Já para o ecótipo de arroz cultivado Lacassine a RTR foi menor no terço inferior quando comparado com os terços superior e mediano. Os resultados da RTR, considerando a panícula como um todo, mostram a formação de três grupos distintos (Figura 1B). Quanto maior a RTR menor é o nível de degrane do ecótipo. No primeiro grupo que compreende do ecótipo silvestre *Oryza glumaepatula* até o ecótipo de arroz vermelho AV 144 a RTR foi de até 70 gf. Este grupo é o que apresenta maior nível de degrane e é composto inteiramente por ecótipos de arroz vermelho, com exceção do ecótipo silvestre de *O. glumaepatula*. Já no segundo grupo que compreende do ecótipo IRGA 417 até a cultivar Kaybonnet a RTR variou entre 77 e 115 gf. Neste grupo o degrane foi moderado e é composto por dois ecótipos de arroz vermelho além das variedades de arroz cultivado. No terceiro grupo estão presentes os materiais com RTR acima de 128 gf que compreende desde *Oryza glaberrima* até a cultivar Nipponbare.

Os resultados acima evidenciam que os ecótipos de arroz vermelho utilizam o degrane como uma das principais formas de dispersão das sementes e perpetuação da espécie. Além disso, os ecótipos de arroz vermelho apresentam pouca variabilidade fenotípica com relação ao degrane. Recentemente, Schwanke et al. (2008) verificaram que ecótipos de arroz vermelho provenientes de lavouras de arroz irrigado também foram pouco variáveis em relação ao degrane das suas sementes na fase da maturação. Dos 16 ecótipos avaliados neste trabalho, 11 apresentaram fácil degrane, quatro foram de degrane

intermediário e apenas um ecótipo apresentou difícil degrane. Neste estudo as cultivares BR-IRGA 409 e 410 e El Paso L 144 foram classificadas como de degrane intermediário, e IRGA 417 de difícil degrane. Com relação ao comportamento do degrane nas espécies de arroz silvestre fica evidente que *O. glaberrima* se encontra em elevado processo de domesticação. Apesar desta espécie ser considerada silvestre, a mesma é cultivada na África e em alguns locais do Brasil.

Com o objetivo de encontrar as origens da variabilidade do degrane demonstrada acima, estudos de isolamento e sequenciamento dos genes presentemente descritos como relacionados a este processo estão sendo conduzidos. Até o momento, parte dos dois principais genes relacionados ao degrane no arroz foram sequenciadas em alguns genótipos do trabalho anterior (Figura 2). No gene *SH1* foi encontrado um polimorfismo nucleotídico simples (SNP) nos ecótipos seqüenciados. Nos ecótipos cultivados, com exceção de Lacassine, encontrou-se a base citosina e no ecótipo de arroz vermelho AV 223 a base adenina. Essa mutação confere a troca na seqüência de aminoácidos de Cisteína para Alanina. Konishi et al. (2006) verificou que a substituição do nucleotídeo Guanina por Timina no gene *SH1* nesta posição resulta na redução no degrane do arroz. Já no gene *SH4* a base adenina foi encontrada na cultivar Wells e a base citosina nos ecótipos de arroz vermelho ITJ 11 e AV 144. Essa mutação confere a troca na seqüência de aminoácidos de Alanina por Ácido Glutâmico. Li et al., 2006 verificou que a substituição do nucleotídeo Guanina por Timina nesta posição resultou na substituição do aminoácido asparagina por lisina e na redução do degrane no arroz. Em um primeiro momento os SNPs encontrados neste trabalho não são os mesmos reportados por Konishi et al. (2006) e Li et al., (2006b), pois a substituição nucleotídica e do aminoácido não são as mesmas.

CONCLUSÃO

Existe grande variabilidade fenotípica do degrane entre os genótipos de arroz vermelho, arroz cultivado e outras espécies silvestres do gênero *Oryza*. Os ecótipos de arroz vermelho apresentam baixa variabilidade fenotípica quanto ao degrane. No gene *SH1* tem um polimorfismo de nucleotídeo único que confere a troca na seqüência de aminoácidos de cisteína para alanina. Já no gene *SH4* o polimorfismo de nucleotídeo único é trocado na seqüência de aminoácidos de alanina por ácido glutâmico.

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), à Embrapa Arroz e Feijão e à Ricetec pelo fornecimento das sementes. A CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAI, H.W.; MORISHIMA, H. Genomic regions affecting seed shattering and seed dormancy in rice. **Theoretical and Applied Genetics**, v.100, p.840-846, 2000.
- DELOUCHE, J.C.; BURGOS, N.R.; GEALY, D.R.; de SAN MARTIN, G.Z.; LABRADA, R.; LARINDE, M.; FINKELSTEIN, R.; REEVES, W.; ARIIZUMI, T.; STEBER, C. Molecular aspects of seed dormancy. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.387-415, 2008.
- KONISHI, S.; IZAWA, T.; LIN, S.Y.; EBANA, K.; FUKUTA, Y.; SASAKI, T.; YANO, M. An SNP caused loss of seed shattering during rice domestication. **Science**, v.312, p.1392-1396, 2006
- LI, C.B.; ZHOU, A.L.; SANG, T. Genetic analysis of rice domestication syndrome with the wild annual species, *Oryza nivara*. **New Phytologist**, v.170, p.185-193, 2006a.
- LI, C.B.; ZHOU, A.L.; SANG, T. Rice domestication by reducing shattering. **Science**, v.311, p.1936-1939, 2006b.
- SCHWANKE, A.M.L.; NOLDIN, J.A.; ANDRES, A.; PROCÓPIO, S.O.; CONCENÇO, G. Caracterização morfológica de ecótipos de arroz daninho (*Oryza sativa*) provenientes de áreas de arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.26, p.249-260, 2008.
- SWEENEY, M.T.; THOMSON, M.J.; PFEIL, B.E.; MCCOUCH, S. Caught red-handed: Rc encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice. **Plant Cell**, v.18, p.283-294, 2006.

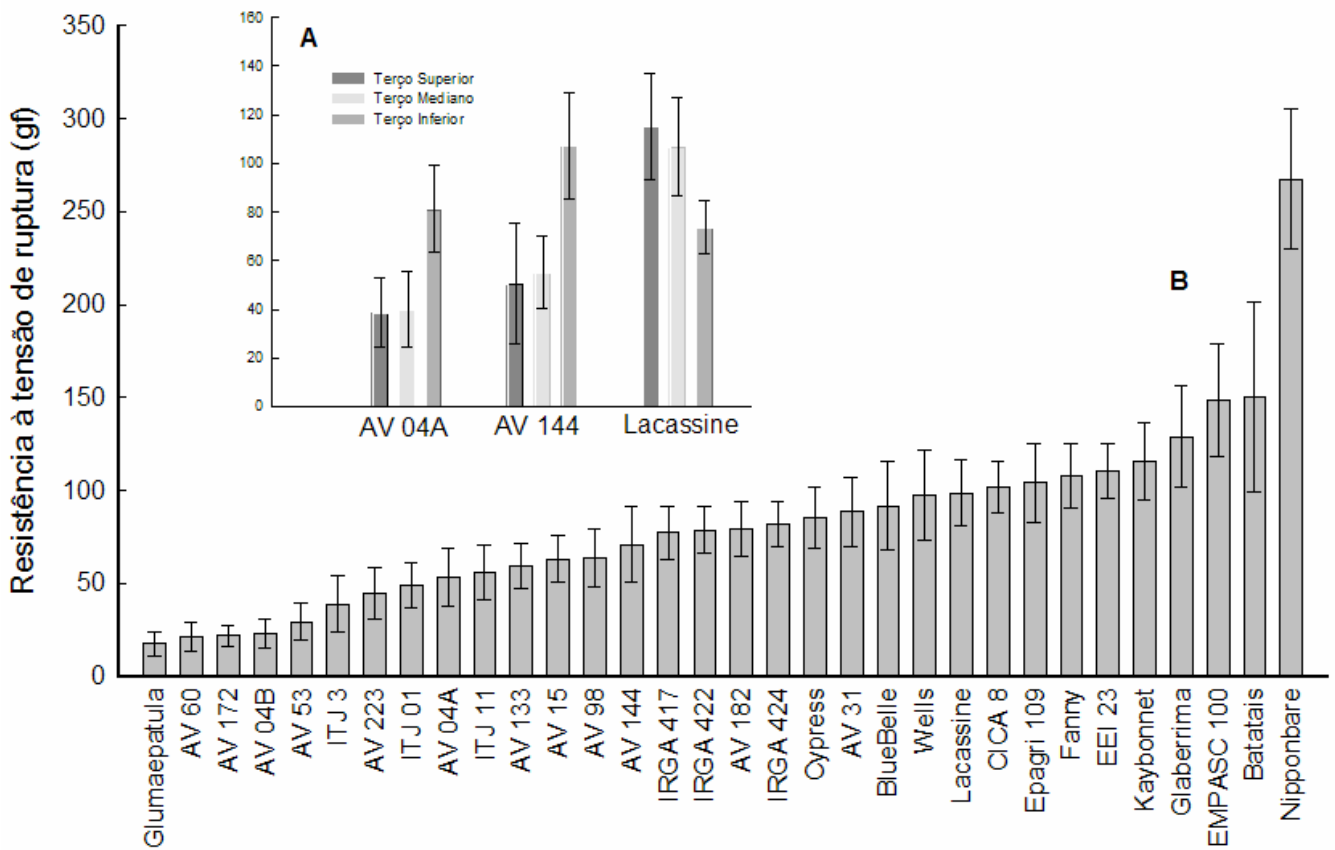


Figura 1. Resistência à tensão de ruptura (RTR) do grão no pecíolo no momento da maturação. A) RTR dos ecótipos que apresentaram diferenças dentro da panícula. B) RTR dos ecótipos avaliados na média dos três terços.

SH1

<i>O. sativa</i> (GB)	TTAGCACAGTCACGTTTGTGCTGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC
Blue Belle	TTAGCACAGTCACGTTTGTGCTGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC
Empasc 100	TTAGCACAGTCACGTTTGTGCTGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC
Wells	TTAGCACAGTCACGTTTGTGCTGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC
Lacassine	TTAGCACAGTCACGTTTGTGATGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC
AV 223	TTAGCACAGTCACGTTTGTGATGCAGTTGCTTCCCTCGCTTTGTCACGCAGGCC

SH4

<i>O. rufipogon</i> (GB)	GTAGCAGTATCTAGTATGGCGTGGCAGGCCGGTGCAGATAAAAAGGGCCCCGGGTTTTG
ITJ 11	GTAGCAGTATCTAGTATGGCGTGGCAGGCCGGTGCAGATAAAAAGGGCCCCGGGTTTTG
AV 144	GTAGCAGTATCTAGTATGGCGTGGCAGGCCGGTGCAGATAAAAAGGGCCCCGGGTTTTG
Wells	GTAGCAGTATCTAGTATGGAGTGGCAGGCCGGTGCAGATAAAAAGGGCCCCGGGTTTTG

Figura 2. Alinhamento das seqüências nucleotídicas de parte dos genes *SH1* e *SH4* dos genótipos de arroz cultivado e arroz vermelho. GB = seqüência obtida Gene Bank.

71. CONTROLE DE PLANTAS ESCAPE DE ARROZ-VERMELHO NO SISTEMA DE PRODUÇÃO CLEARFIELD® NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

Valmir Gaedke Menezes¹, Carlos Henrique Paim Mariot²

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Imazamox, fluxo gênico

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do arroz tolerante a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas proporcionou uma ferramenta eficiente para manejo de arroz-vermelho, permitindo a cultura melhor expressão no seu potencial de produtividade. Esta tecnologia representa uma oportunidade importante para controle eficiente de arroz-vermelho e de outras espécies daninhas. Entretanto, a presença de cultivares de arroz Clearfield® próximas de biótipos de arroz-vermelho cria a oportunidade para cruzamentos e, em decorrência, a transferência de resistência para a planta daninha, o que pode comprometer a tecnologia.

Como em qualquer programa de manejo de plantas daninhas, 100% de controle nem sempre é possível. As plantas de arroz-vermelho não controladas (escapes) na fase de estabelecimento da cultura constituem-se em uma oportunidade para a ocorrência de resistência. Por isso, faz-se necessário utilizar um sistema de produção em arroz tolerante às imidazolinonas, a fim de se controlar completamente o arroz-vermelho e prevenir infestações futuras. Recentemente, pesquisas nos EUA demonstraram que plantas escape de arroz-vermelho no Sistema Clearfield® podem ser controladas com a aplicação de imazethapyr ou imazamox nos estádios de alongamento do colmo e início da formação da panícula desta infestante (MEINS et al., 2003). Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de imazamox para controlar, em diferentes estádios de desenvolvimento, plantas de arroz-vermelho não controladas no Sistema Clearfield® em arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento a campo na safra 2007/08, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha-RS. As principais características físico-químicas da área, conforme a análise de solo, são: 14 % de argila; 1,4 % de matéria orgânica; 33,2 mg L⁻¹ de fósforo; 27 mg L⁻¹ de potássio; 1,9 cmol_c L⁻¹ de cálcio; 0,6 cmol_c L⁻¹ de magnésio. O experimento foi implantado no sistema convencional e o manejo da cultura foi realizado conforme as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2007).

A semeadura foi realizada em 27 de outubro e a emergência das plântulas ocorreu em 11 de novembro de 2007. A cultivar resistente a herbicidas do grupo das imidazolinonas utilizada foi Puitá INTA CL, na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. A adubação de base foi realizada em linhas na ocasião da semeadura, na dose de 400 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 5-20-30. Na adubação de cobertura foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) antes da irrigação, quando as plantas de arroz estavam entre os estádios V3 e V4 (COUNCE et al., 2000) e 40 kg ha⁻¹ de N no estádio V8, antes da diferenciação do primórdio da panícula.

A população de arroz-vermelho na área experimental foi estabelecida a partir de uma população natural e uniformizada com a semeadura de novas sementes. Para controle dessa espécie daninha foi aplicado o herbicida Only na dose de 0,6 L ha⁻¹. A dose utilizada foi abaixo da recomendada para o manejo dessa espécie com a finalidade de estimular a incidência de plantas escape de arroz-vermelho. Para o controle de outras espécies de plantas daninhas foram aplicados os herbicidas cyhalofop-butyl (360 g ha⁻¹) e penoxsulam (48 g ha⁻¹).

¹ Eng. Agr. M.Sc., Diretor Técnico e Pesquisador do IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930030, Cachoeirinha-RS, e-mail: doat-gab@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador do IRGA, carlos-mariot@irga.rs.gov.br

Os tratamentos constaram de cinco doses (0, 30, 45, 60 e 90 g ha⁻¹) do produto comercial Sweeper (700 g L⁻¹ de imazamox), pertencente ao grupo químico das imidazolinonas, e de quatro épocas de aplicação de acordo com os estádios de desenvolvimento de arroz-vermelho (alongamento do colmo; diferenciação do primórdio da panícula - DPP; emborrachamento e florescimento). As doses de imazamox foram 0; 21; 31,5; 42 e 63 g ha⁻¹ (ingrediente ativo). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em fatorial 5 x 4, com três repetições. As unidades experimentais mediram 11,9 m² de área (1,7 m x 7,0 m), constituídas de 10 linhas de arroz separadas em 17 cm entre si. A análise estatística dos parâmetros foi realizada através do F-teste e a comparação entre médias dos tratamentos pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade. Os fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram redução diferenciada emissão de panículas de arroz-vermelho em função de dose do herbicida imazamox e da época de aspersão. Os melhores resultados de supressão de panículas de arroz-vermelho observados foram a partir da dose de 42 g ha⁻¹ de imazamox (Figura 1) e quando o herbicida foi aspergido no emborrachamento e no florescimento do arroz-vermelho (Figura 2). A menor supressão de panículas dessa infestante foi quando o produto foi aspergido no estádio de alongamento do colmo seguido do estádio de diferenciação do primórdio da panícula (Figura 2). Nesses dois estádios, observou-se que houve supressão das panículas do colmo principal na maioria das plantas. Entretanto, também ocorreu emissão de uma ou mais panículas a partir dos nós inferiores e principalmente quando a aspersão do herbicida aconteceu no estádio de alongamento do colmo. Isto pode ser atribuído ao maior tempo de recuperação para a planta em relação aos demais estádios.

Para a variável n° de grãos de arroz-vermelho por panícula houve interação entre época de aspersão e dose do herbicida. Foi observada redução linear para o estádio de alongamento do colmo e de forma quadrática para os demais estádios de crescimento do arroz-vermelho com o incremento da dose de imazamox (Figura 3). A maior redução ocorreu nos estádios de emborrachamento e florescimento a partir da dose de 32 g ha⁻¹ de imazamox.

O rendimento de grãos de arroz, cultivar Puitá INTA CL, não variou tanto em função de dose do herbicida imazamox (Figura 4A) como de época de aspersão (Figura 4B).

CONCLUSÕES

A época ideal para controle de escapes de arroz-vermelho no sistema Clearfield com o herbicida imazamox é no estádio de emborrachamento do arroz-vermelho.

A dose de 42 g ha⁻¹ de imazamox (60 g ha⁻¹ de Sweeper) é suficiente para controlar plantas escape de arroz-vermelho e/ou suprimir emissão de panículas de arroz-vermelho.

O rendimento de grãos da cultivar Puitá INTA CL não é afetado pelo herbicida imazamox, independente da dose ou época de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

MEINS, K.B. et al. **Tolerance of Clearfield® Rice to Imazamox**. 2003. Disponível em: <http://arkansasagnews.uark.edu/517-17.pdf>. Acesso em 03/07/2009.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 2007. 164 p.

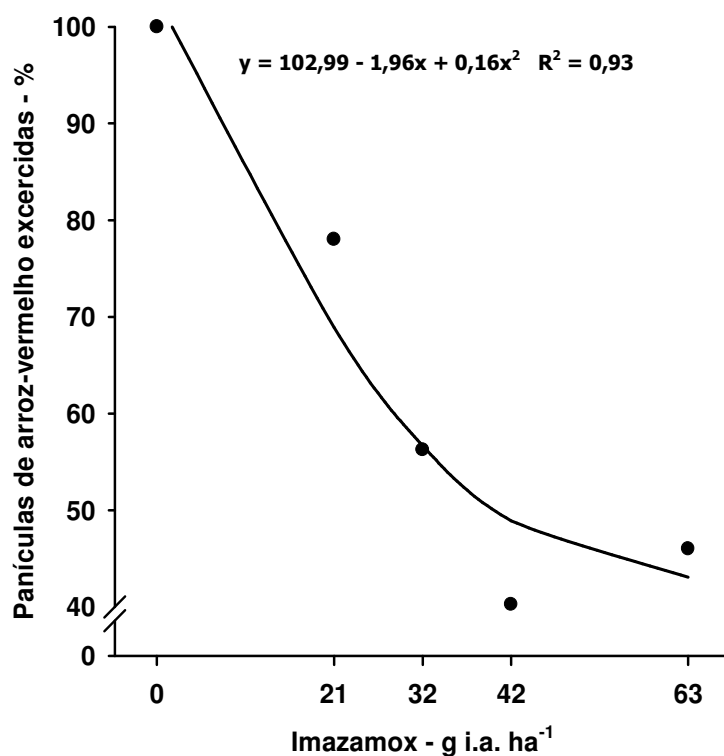


Figura 1 - Percentual de panículas excercidas de arroz-vermelho em função de dose de imazamox, na média de quatro épocas de aspersão. EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08.

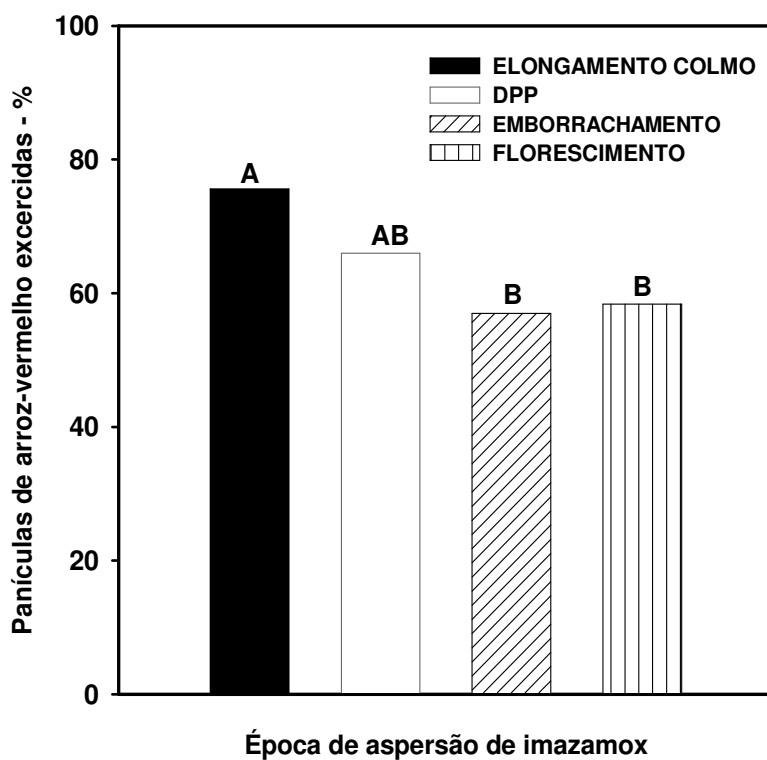


Figura 2 - Percentual de panículas excercidas de arroz-vermelho em função de época de aspersão de imazamox, na média de cinco doses. EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08.

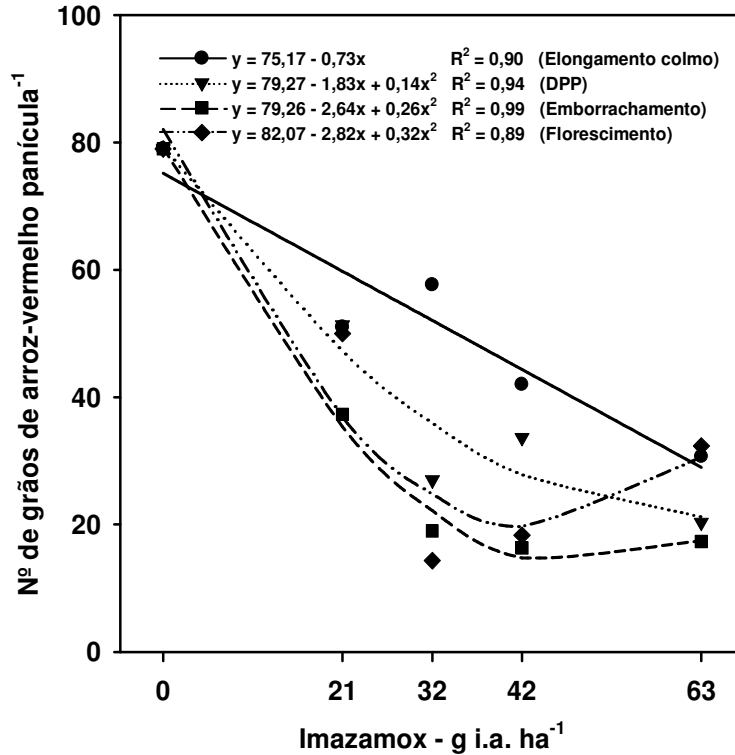


Figura 3 - N° de grãos de arroz-vermelho por panícula, em função de dose de imazamox, em quatro épocas de aspersão, EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08.

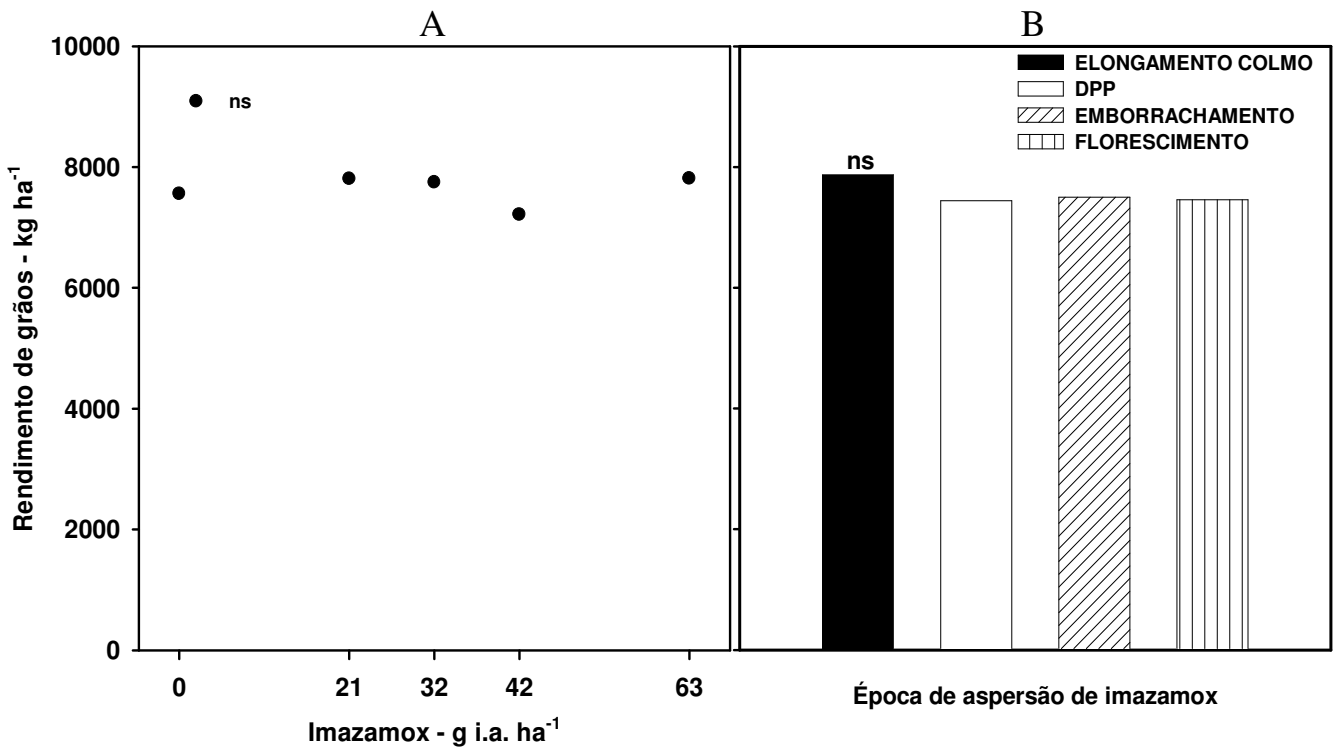


Figura 4 - Rendimento de grãos de arroz irrigado em função de dose de imazamox, na média de quatro épocas de aspersão (A), e em função de época de aspersão de imazamox, na média de cinco doses (B), EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08.

72. INTERFERÊNCIA DO ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa*) NO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

Domingos Sávio Eberhardt¹, José Alberto Noldin², Sonia Andrade³

Palavras-chave: planta daninha, competição, níveis de infestação

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho (AV) é a planta daninha que causa os maiores danos econômicos às lavouras de arroz irrigado de Santa Catarina, estimando-se perdas de 10% na safra 2008/09.

O Sistema Clearfield[®] (CL) tem possibilitado excelentes níveis de controle do AV, principalmente no Rio Grande do Sul, onde é utilizado em pelo menos 50% da área de cultivo. No entanto, o uso intensivo deste sistema possibilitou a seleção de ecótipos resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, já sendo relatados inúmeros casos de resistência de AV no Rio Grande do Sul (IRGA, 2009). Diante desta situação, torna-se imperativo o uso do manejo integrado no controle desta planta daninha.

Entre as tecnologias utilizadas no controle do AV em Santa Catarina, destaca-se o sistema pré-germinado, que tem possibilitado razoável controle desta planta daninha em função da viabilidade da manutenção de uma lâmina de água durante os estádios iniciais de desenvolvimento do arroz, o que impede a germinação da maior parte das sementes. Métodos de controle biológicos, tais como o uso de marrecos na entressafra e de rizipiscicultura (EBERHARDT et al., 2003) reduzem o banco de sementes de AV no solo, mas apresentam restrições de uso em grandes áreas. A densidade de semeadura adequada às cultivares de arroz é apontada como uma alternativa para aumentar a competitividade com as plantas daninhas (SOSBAI, 2007). Em estudo conduzido por Eberhardt e Noldin (2005) foram constatadas acentuadas diferenças no nível de dano causado pelo AV ao arroz irrigado, sendo a densidade das plantas de arroz cultivado um dos fatores responsáveis pelo grau de interferência do AV.

O objetivo deste trabalho foi verificar a interferência de diferentes níveis de infestação de AV em arroz irrigado, cultivado em três densidades de semeadura no sistema pré-germinado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Epagri, Estação Experimental de Itajaí, na safra 2007/08, em um modelo fatorial 3x10, sendo o primeiro fator constituído pelas densidades de semeadura do arroz de 90, 120 e 150 kg/ha e o segundo fator por níveis de infestação de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 plantas de AV/m² e uma testemunha sem infestação. Foram utilizadas 6 repetições, totalizando 180 parcelas. A dimensão das unidades experimentais foi de 2 m por 2 m (4 m²), isoladas por ruas de um metro de largura, sendo que todas as avaliações foram realizadas na área central de 1 m², delimitada por estacas. As plantas das parcelas foram tutoradas com auxílio de cordas e estacas de bambu, no perímetro externo da parcela e cruzando a parcela nos sentidos longitudinal e transversal, de maneira que cada parcela foi segmentada por cordas em módulos de um metro quadrado, com o objetivo de evitar o acamamento causado pelas plantas de AV. A cultivar de arroz utilizada foi a Epagri 109 e o ecótipo de AV designado de ITJ 139, procedente do município de Camboriú e que possui características típicas das populações que ocorrem na região de Itajaí. As sementes da cultivar de arroz e do AV foram pré-germinadas e semeadas uniformemente nas parcelas.

A semeadura do arroz e do AV foi realizada no dia 05/11/07 e a colheita no dia 02/05/08. O controle das demais plantas daninhas presentes na área experimental foi realizado através da aplicação dos herbicidas Nominee (125 mL/ha) e Basagran (1,6 L/ha). As larvas de bicheira-da-raiz foram controladas com Furadan (10 kg/ha) e os percevejos do grão com Carbaril (1,5 L/ha). Foram feitas duas

¹ Eng. agr., MSc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5217, e-mail: savio@epagri.sc.gov.br

² Eng. agr., PhD., Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

³ Bolsista, Univali/Epagri.

aplicações de Stratego (0,75 L/ha) na fase reprodutiva preventivamente ao aparecimento de doenças. A área foi fertilizada com 60 kg/ha de P₂O₅ e 80 kg/ha de K₂O, aplicados 18 dias após a semeadura do arroz e com 100 kg/ha de N, fracionado em três aplicações em cobertura.

Os parâmetros avaliados foram submetidos a análise de variância e os resultados ajustados através de testes de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu interação significativa entre a densidade de semeadura do arroz com os níveis de infestação de AV, observando-se redução exponencial na produtividade do arroz na proporção do aumento da infestação do AV. A redução mais expressiva ocorreu na densidade de semeadura de 90 kg/ha. Nas densidades de semeadura de 120 e 150 kg/ha houve comportamento similar na relação entre produtividade de grãos e a densidade de infestação do AV (Figura 1). Tomando-se como exemplo a densidade de 50 plantas de AV/m², as produtividades foram de 1.923 kg/ha, 3.948 kg/ha e 3.959 kg/ha, respectivamente para as densidades de semeadura de 90, 120 e 150 kg/ha.

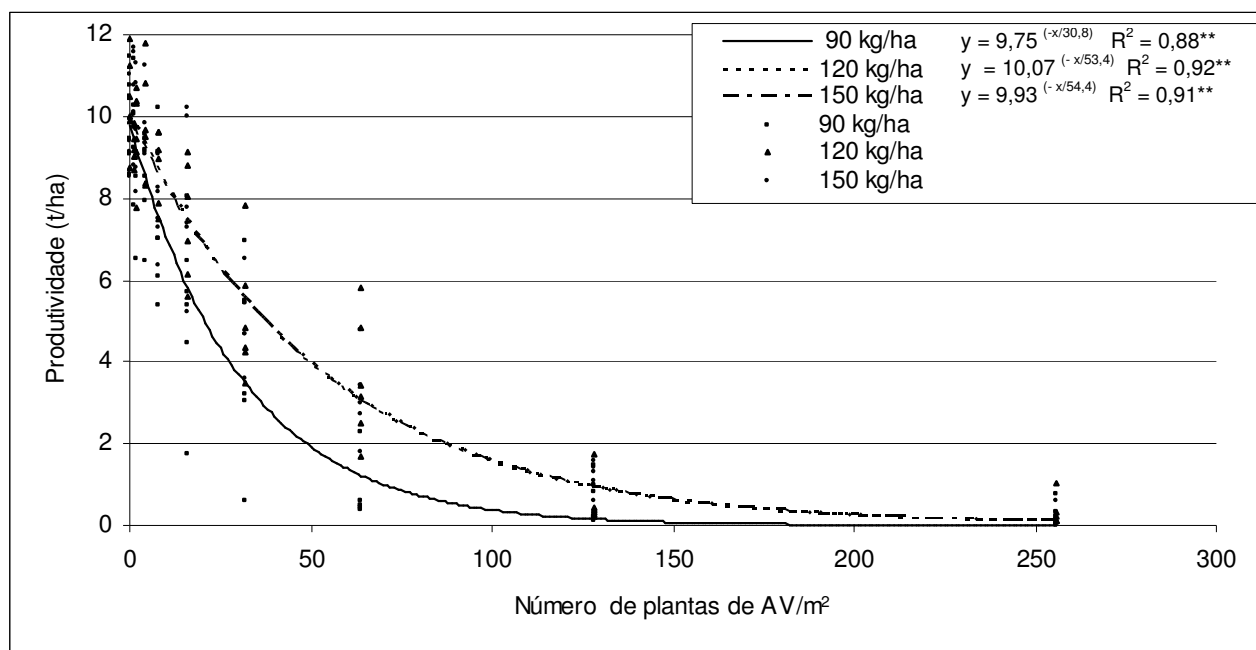


Figura 1. Produtividade do arroz em função da densidade de semeadura e do nível de infestação do arroz vermelho (AV). Itajaí, SC, 2007/08.

A produtividade média do arroz na ausência de infestação de AV foi de 9.753kg/ha, 10.073 kg/ha e 9.927 kg/ha, respectivamente para as densidades de semeadura de 90 kg/ha, 120 kg/ha e 150 kg/ha (Figura 1).

Quando a infestação foi de apenas uma planta de AV/m², na densidade de semeadura de 90 kg/ha, ocorreu uma redução de produtividade do arroz em 312 kg/ha, enquanto que nas maiores densidades de semeadura, esta redução foi de aproximadamente 180 kg/ha (Figura 2). Nos níveis de infestação de AV mais elevados, a redução de produtividade por planta de AV foi equivalente nas três densidades de semeadura do arroz.

O número de panículas por planta de AV também foi influenciado pela densidade de semeadura do arroz e pelo nível de infestação do AV. Quanto menor a infestação do AV, maior foi a emissão de panículas, principalmente na densidade de semeadura do arroz de 90 kg/ha, onde ocorreu a maior taxa e o melhor ajuste da curva (Figura 3, R² = 0,6). Na proporção do aumento da infestação, ocorreu redução da emissão de panículas de AV em função da competição intra-específica, independentemente da densidade de semeadura do arroz.

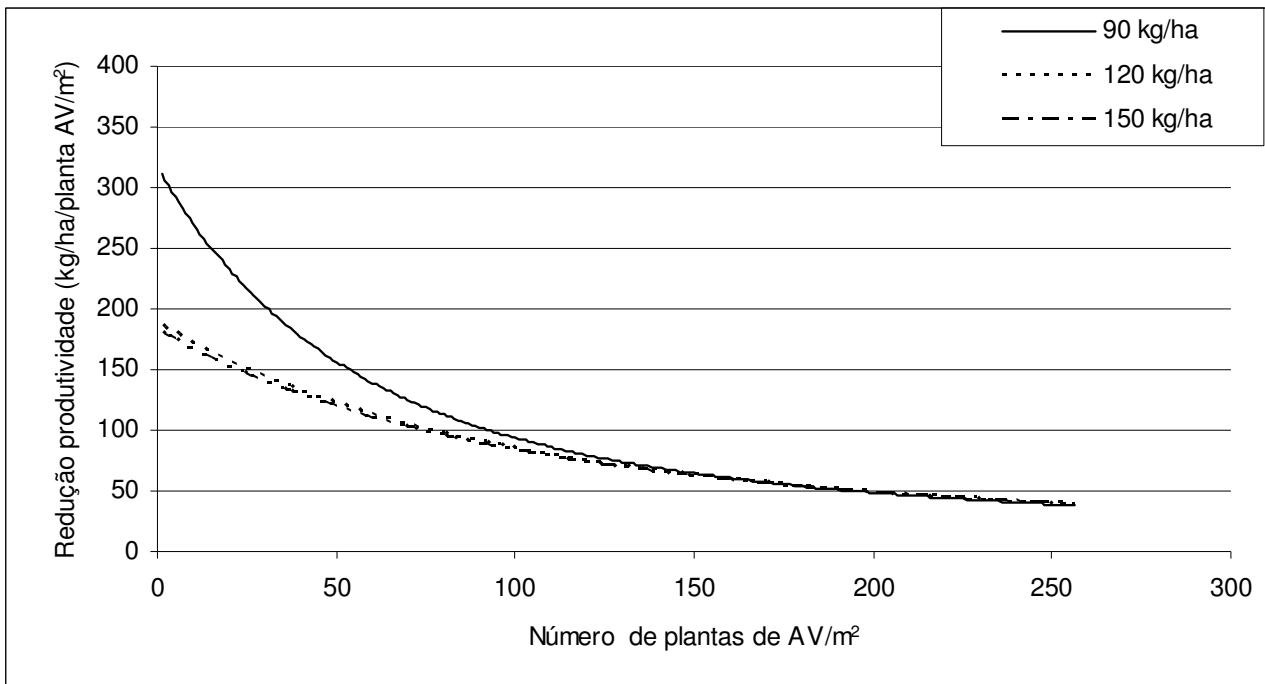


Figura 2. Redução da produtividade do arroz em função da densidade de sementeira e do nível de infestação do arroz vermelho (AV). Itajaí, SC, 2007/08.

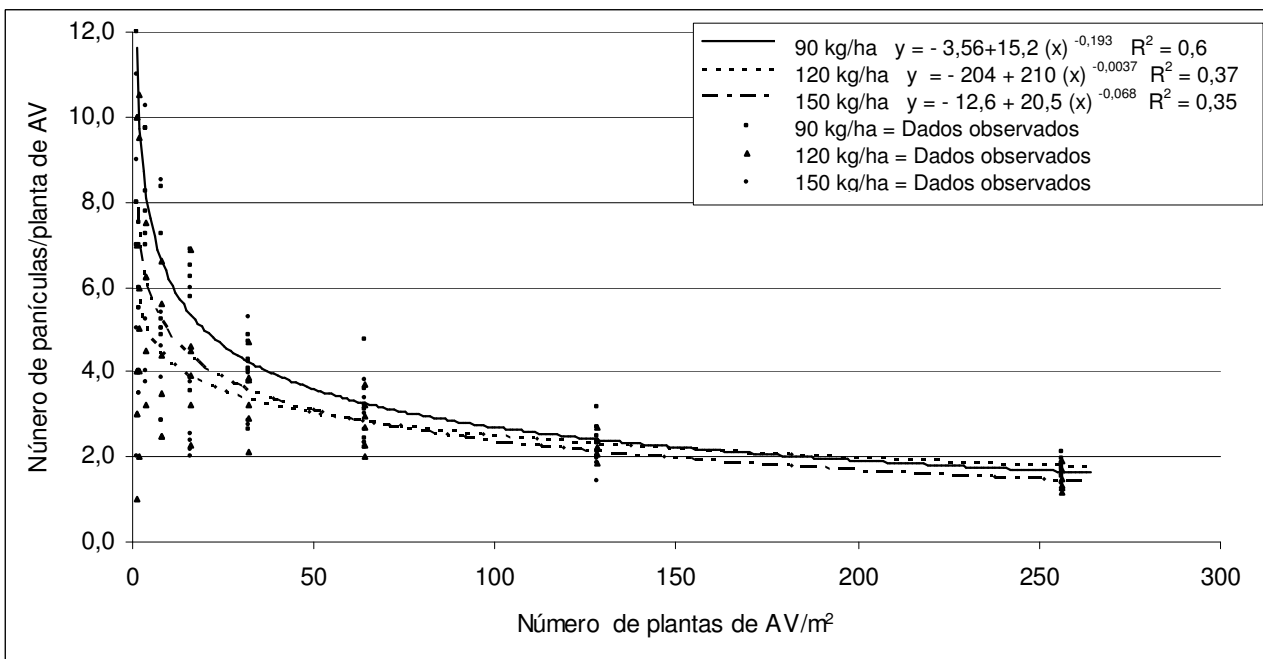


Figura 3. Número de panículas por planta de arroz vermelho (AV) em função da densidade de sementeira do arroz e do nível de infestação do AV. Itajaí, SC, 2007/08.

O ciclo da cv. Epagri 109 foi de 148 dias e do AV de aproximadamente 125 dias. O ciclo do arroz, aproximadamente 23 dias maior que o do AV, acarretou maior disponibilidade de radiação solar ao arroz no período de enchimento e maturação dos grãos, sendo este um fator de redução da competitividade do AV em relação ao arroz cultivado (Shivrain et al., 2009).

A estatura média das plantas de arroz cultivar Epagri 109 foi de 99,5 cm e das plantas de AV de 133,7 cm, não ocorrendo alterações significativas em função da densidade de sementeira do arroz e do nível de infestação do AV. A diferença aproximada de 34,2 cm de estatura entre a cultivar e a planta daninha é uma das características que conferem grande competitividade a este ecótipo de AV. Eberhardt e Noldin (2005) observaram reduções de produtividade do arroz de 55,5 kg/ha para cada panícula de AV/m² deste mesmo ecótipo, enquanto que em outro, de menor vigor, esta redução foi de apenas 15,9

kg/ha/panícula.

Os resultados obtidos indicam que a densidade de semeadura de 120 e 150 kg/ha, proporcionam melhor relação de competitividade com o AV. Convém destacar que a densidade de semeadura recomendada para o sistema pré-germinado em Santa Catarina é de 120 kg/ha, mas que o estabelecimento de plântulas na lavoura é comumente muito abaixo do preconizado. As principais causas são o estabelecimento de lavouras em períodos de baixa temperatura, danos físicos às sementes na semeadura, ataque de predadores e preparo do solo inadequado.

CONCLUSÃO

O prejuízo causado pelo arroz vermelho é proporcionalmente maior em lavouras com baixa densidade de plantas de arroz. Na proporção do aumento no nível de infestação do AV diminui a influência da densidade de semeadura na determinação do nível de dano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A.; SATO, G.; PRANDO, H.F.; KNOBLAUCH, R. Manejo de marrecos-de-pequim (*Anas* sp) no controle de arroz-vermelho (*Oryza sativa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p.555-7.
- EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A. Dano de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) em lavouras de arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005, p.184-186.
- IRGA. Campanha alerta para riscos da resistência do arroz-vermelho às lavouras do RS. *Lavoura Arrozeira*, vol. 57, n.448, p.38-41.
- SHIVRAIN, V.K. et al. Red Rice (*Oryza sativa*) Emergence Characteristics and Influence on Rice Yield at Different Planting Dates. **Weed Science**, v.57, n.1, p.94-102, 2009.
- Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado [SOSBAI]. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Sosbai, 2007. 161 p.

73. CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO EM FUNÇÃO DA ASPERSÃO ISOLADA DE ONLY E EM MISTURA COM GLIFOSATO

Carlos Henrique Paim Mariot¹, Valmir Gaedke Menezes²

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., ponto-de-agulha, Clearfield®

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de arroz tolerante a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas proporcionou uma ferramenta eficiente para manejo de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), permitindo aos agricultores atingir maior potencial de produtividade de arroz. Esta tecnologia, denominada Clearfield, representa uma oportunidade importante para controle eficiente de arroz-vermelho e de outras espécies daninhas. Entretanto, quando não utilizada de forma adequada, como aplicações tardias do herbicida quando as plantas de arroz-vermelho encontram-se na fase de perfilhamento, por exemplo, resulta em ausência do controle destas, tornando-se escapes. Outro problema é a presença de cultivares de arroz resistente próximas de biótipos de arroz-vermelho criando a oportunidade para cruzamentos e, em decorrência, o surgimento de resistência, que pode comprometer a tecnologia.

Como em qualquer programa de manejo de plantas daninhas, a totalidade do controle nem sempre é possível. As plantas de arroz-vermelho não controladas (escapes) na fase de estabelecimento da cultura constituem-se em uma oportunidade para a ocorrência de fluxo gênico do caráter da resistência ao herbicida. Neste sentido, a aplicação de herbicida de ação total (glifosato) em pré-emergência constitui-se em importante estratégia para controle tanto de plantas de arroz-vermelho como de outras plantas daninhas emergidas antes da cultura. Isto também favorece maior flexibilidade para o posterior controle de ervas em pós-emergência. Além disso, esta prática é fundamental em semeaduras de épocas do cedo (até meados de outubro), quando o período entre a semeadura e a emergência das plântulas normalmente é mais prolongado, devido às baixas temperaturas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de arroz-vermelho com aspersão de Only de forma isolada em pré e pós-emergência e em mistura com glifosato em pré-emergência (“ponto-de-agulha”).

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento a campo na safra 2007/08, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha-RS. As principais características físico-químicas da área, conforme a análise de solo, são: 15 % de argila; 1,4 % de matéria orgânica; 27,7 mg L⁻¹ de fósforo; 42 mg L⁻¹ de potássio; 2,0 cmol_c L⁻¹ de cálcio; 0,5 cmol_c L⁻¹ de magnésio. O experimento foi implantado no sistema convencional e o manejo da cultura foi realizado conforme as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2007).

A semeadura foi realizada em 9 de novembro e a emergência das plântulas ocorreu em 23 de novembro de 2007. A cultivar utilizada foi Puitá INTA CL, resistente a herbicidas do grupo das Imidazolinonas, na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. A adubação de base foi realizada em linhas na ocasião da semeadura, na dose de 400 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 5-20-30. Na adubação de cobertura foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) antes da irrigação, quando as plantas de arroz estavam entre os estádios V3 e V4 (COUNCE et al., 2000) e 40 kg ha⁻¹ de N no estágio V8, antes da diferenciação do primórdio da panícula. A população de arroz-vermelho na área experimental foi estabelecida a partir de uma população natural e uniformizada com a semeadura de novas sementes.

Os tratamentos constaram de seis doses de Only (imazapic + imazethapyr – SL 25 + 75 g L⁻¹), pertencente ao grupo químico das imidazolinonas, em pré + pós-emergência: 0,0+0,0 (Testemunha); 0,0+0,8; 0,0+1,0; 0,5+0,5; 0,5+0,7; 0,7+0,7 L ha⁻¹ com e sem glifosato em pré-emergência no “ponto-de-agulha” e em mistura na dose de 2,5 L ha⁻¹. O chamado “ponto-de-agulha” é o momento em que

¹ Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador do IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930030, Cachoeirinha-RS, e-mail: carlos-mariot@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M.Sc., Diretor Técnico e Pesquisador do IRGA

ocorre o rompimento da camada superficial do solo pelo coleóptilo da plântula de arroz no processo de emergência, em fase que antecede o surgimento da primeira folha. Após a abertura desta primeira folha em uma quantidade considerável de plantas de arroz, esta prática torna-se inviável, uma vez que pode comprometer a população inicial do arroz. Nas parcelas com tratamento testemunha, a fim de manter as plantas de arroz-vermelho e para controle das demais plantas daninhas foram aspersos os herbicidas Ricer (Penoxsulam – SC 240 g L⁻¹) na dose de 0,2 L ha⁻¹ e Clincher (cyhalofop-butyl – EC 180 g L⁻¹) na dose de 2,0 L ha⁻¹. As plantas de arroz e de arroz-vermelho durante as aspersões em pós-emergência estavam no estágio V3.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em fatorial 6 x 2, com quatro repetições. As unidades experimentais mediram 11,9 m² de área (1,7 m x 7,0 m), constituídas de 10 linhas de arroz separadas em 17 cm entre si. A análise estatística dos parâmetros foi através do F-teste e a comparação entre médias dos tratamentos pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estande de plantas de arroz e de arroz-vermelho foi afetado pelo efeito simples do herbicida glifosato (Figura 1). O uso desse herbicida em pré-emergência do arroz cultivado (ponto-de-agulha) reduziu em 75% a população de arroz-vermelho, cujas plantas estabeleceram-se antes da cultura, demonstrando a importância na adição desta prática no manejo desta invasora. Houve redução também no estande do arroz em 28%, uma vez que algumas plantas já haviam emitido a primeira folha antes da aspersão do glifosato. Contudo, esta redução observada não interferiu no rendimento de grãos do arroz (Figura 2).

Na avaliação de controle de arroz-vermelho houve interação significativa entre os tratamentos com Only e Glifosato (Tabela 1). Com ou sem a aspersão de glifosato, o controle foi satisfatório quando se aspergiu Only, independente da dose ou forma de aplicação (pré+pós ou pós), sendo superior a testemunha sem aplicação deste herbicida. Comparando-se entre o uso ou não de glifosato, somente houve diferença na testemunha sem aspersão de Only, em que o controle de arroz-vermelho com aspersão de glifosato foi 73% superior à testemunha sem o produto.

Tabela 1 - Controle de arroz-vermelho na pré-colheita, em função de dose de Only com e sem mistura de glifosato em pré-emergência. EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08.

Dose de Only (pré + pós-emergente) (L ha ⁻¹)	Glifosato (pré-emergente – “ponto-de-agulha”)	
	2,5 L ha ⁻¹	0,0 L ha ⁻¹
	----- Controle (%) -----	
0,0 + 0,0	A 73 b ¹	B 0 b
0,0 + 0,8	A 100 a	A 99 a
0,0 + 1,0	A 100 a	A 100 a
0,5 + 0,5	A 99 a	A 100 a
0,5 + 0,7	A 100 a	A 100 a
0,7 + 0,5	A 100 a	A 100 a
CV (%):	4,1	

¹Médias antecedidas de letras maiúsculas distintas na linha e seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade; ²ns = não significativo.

O rendimento de grãos de arroz, cultivar Puitá INTA CL, variou somente em função de dose de Only (Figura 2). O rendimento foi inferior somente no tratamento testemunha sem aspersão de Only. Entre os demais tratamentos com uso deste herbicida, o rendimento de grãos não apresentou diferença significativa.

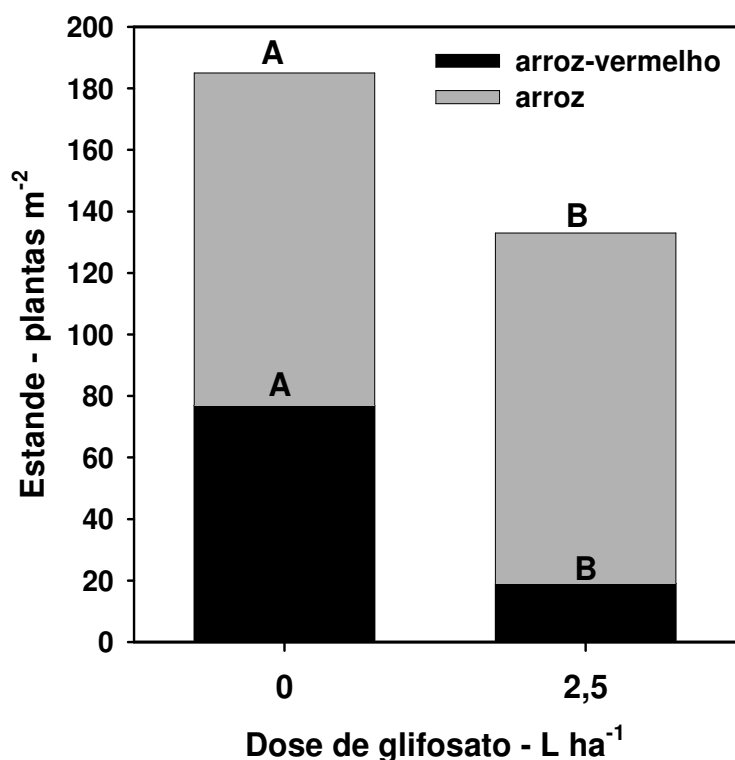


Figura 1 - Estande de plantas de arroz e de arroz-vermelho, em função da aspersão de glifosato em “ponto-de-agulha”, na média de 6 doses de Only aspergido em pré e pós-emergência. EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08. Barras seguidas de letras distintas, médias diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

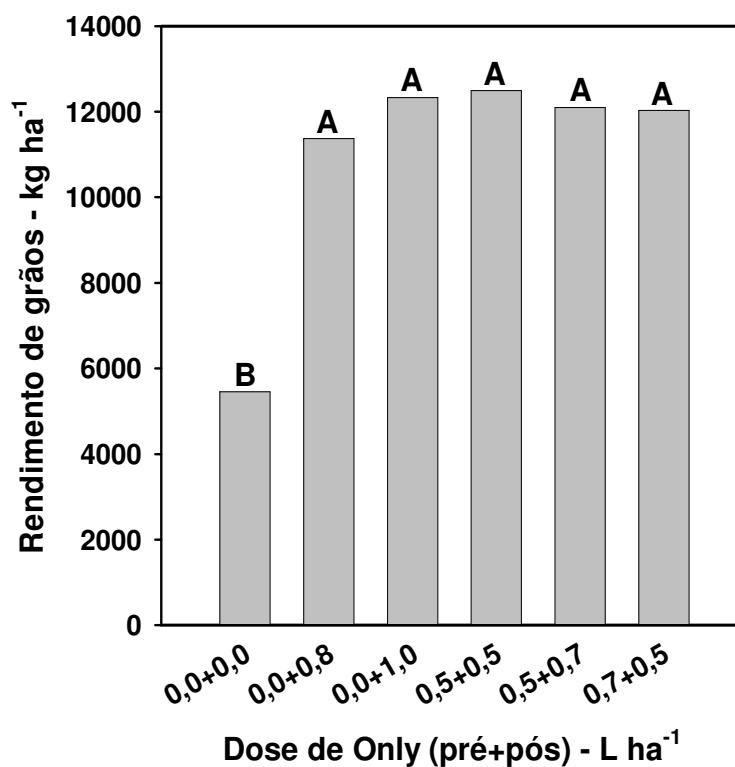


Figura 2 - Rendimento de grãos de arroz irrigado, cultivar Puitá INTA CL, em função de dose de Only, na média de duas doses de glifosato. EEA/IRGA, Cachoeirinha-RS, 2007/08. Barras seguidas de letras distintas, médias diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o trabalho, o uso de glifosato não interfere na eficiência de Only no controle de arroz-vermelho, mas reduz substancialmente a população de arroz-vermelho emergida antes da cultura do arroz. Sendo assim, esta prática pode ser considerada muito importante em áreas com presença de populações de arroz-vermelho resistentes ao herbicida Only ou com plantas em estádios de crescimento avançados, quando provavelmente não seriam controladas em aplicação pós-emergente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 2007. 164 p.

74. RESISTÊNCIA DE CAPIM-ARROZ A HERBICIDAS DO GRUPO QUÍMICO DAS IMIDAZOLINONAS NO SUL DO BRASIL

Valmir Gaedke Menezes¹, Carlos Henrique Paim Mariot², Carlos Alberto Oliveira de Oliveira³, Augusto Kalsing⁴, Daniel da Costa Soares³

Palavras-chaves: *Echinochloa* spp, Clearfield[®], Only

INTRODUÇÃO

Como os herbicidas constituem-se na principal medida de controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado e com o advento e uso do Sistema de Produção Clearfield[®] (BASF, 2004), em mais de 50% da área do Rio Grande do Sul (IRGA, 2008), e a resistência de plantas daninhas caracteriza-se como um fenômeno evolutivo (Vidal et al, 2006), a pressão de seleção causada pelo uso contínuo de produtos com o mesmo mecanismo de ação pode provocar a seleção de biótipos resistentes, como ocorreu com arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), que apresenta biótipos resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas em todas as regiões orizícolas do Rio Grande do Sul. Neste caso o herbicida recomendado para o Sistema Clearfield[®] é Only, também indicado para outras daninhas como junquinho (*Cyperus* spp) e capim-arroz (*Echinochloa* spp).

Devido à constatação de que plantas de capim arroz não estavam sendo controladas, foi dado início a um trabalho de monitoramento da resistência de capim-arroz, planta pertencente ao gênero *Echinochloa*. Esta Poaceae se apresenta associada ao arroz irrigado, em função de sua adaptabilidade ao ecossistema da cultura. Este gênero já apresenta biótipos resistentes ao herbicida quinclorac, que é um mimetizador de auxina, com eficiência de controle de *Echinochloa* spp. e *Aeschynomene* spp., e seletividade à cultura do arroz. No entanto biótipos de capim-arroz resistentes ao herbicida quinclorac estão amplamente distribuídos nas áreas arrozeiras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde as práticas de manejo se caracterizam por cultivos intensivos, baseados no controle químico de plantas daninhas e ausência de rotação de culturas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a resistência de capim-arroz ao herbicida Only do grupo químico das imidazolinonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Estação Experimental do Arroz (EEA), pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, RS.

Plantas de capim-arroz (*Echinochloa* spp), não controladas pelo herbicida do grupo químico das imidazolinonas, representando oito conjuntos de amostras oriundas de lavoura em que foi adotado o Sistema Clearfield[®] de Produção na safra 2007/08, foram coletadas no município de São Gabriel, localizado na região da campanha do Rio Grande do Sul. Estas plantas foram transplantadas para baldes e conduzidas com o intuito de obtenção de suas sementes posteriormente, para teste de resistência ao herbicida do grupo químico das imidazolinonas Only[®]. Cada balde continha 10 kg de solo, 3 g de adubo 5-20-30, 1,5 g de uréia e 4 plantas. A adubação nos baldes consistiu em misturar, 300 g do adubo mineral e 150 g de uréia ao solo dos 50 baldes na forma de monte sobre piso revestido de cimento. Na safra 2008/09 foram coletadas amostras de sementes de plantas de capim arroz não controladas e com suspeita de resistência ao herbicida Only, em lavouras nos municípios de Palmares do Sul, Mostardas, Bagé, Itaqui, São Gabriel, Rio Grande e São Borja no RS e em Tubarão em SC. No entanto, até o momento ainda estão sendo realizados testes com estas amostras a fim de confirmar se há ou não resistência a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

Os baldes já adubados e contendo as plantas de capim-arroz, permaneceram em casa de vegetação e eram irrigados pelo menos uma vez por dia até a fase de maturação dos grãos. As panículas

¹ Eng. Agr. M.Sc., Diretor Técnico e Pesquisador do IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930030, Cachoeirinha-RS, e-mail: doat-gab@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador do IRGA, carlos-mariot@irga.rs.gov.br

³ Acadêmico de Agronomia da UFRGS, Bolsista de iniciação científica IRGA/FDRH

⁴ Mestrando em Agronomia da UFRGS

de capim-arroz foram cobertas por sacos de papel para coleta das sementes maduras. Após a coleta das sementes estas foram colocadas em estufa a temperatura de 50 °C e mantidas durante 96 horas para indução a quebra de dormência. Cada população conteve sementes de panículas de diversas plantas que ocorriam no mesmo local e, neste caso, cada população pode conter mais de um biótipo de capim-arroz.

As sementes foram semeadas em bandeja com capacidade para 10 L, contendo como substrato solo adubado conforme as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2007). O recipiente acondicionou 8 amostras de sementes de capim-arroz com suspeitas de resistência e uma amostra de capim-arroz conhecidamente não-resistente proveniente do campo experimental da EEA como padrão suscetível para controle, todas as populações foram dispostas de forma linear.

Diariamente, no início da manhã e fim da tarde, os tratamentos foram irrigados à capacidade de campo do solo. Quando as plantas de capim-arroz atingiram estágio de três folhas, foram aspergidas com o herbicida Only® (imazethapyr + imazapic - 75 + 25 g L⁻¹) na dose de 1,2 L ha⁻¹. A calda herbicida foi adicionada adjuvante na concentração de 0,5%. A aplicação foi realizada com pulverizador portátil de precisão pressurizado por gás carbônico, com barra de aplicação munida de pontas em leque modelo DG Teejet 110.015, à pressão constante, e volume de calda aplicado equivalente a 150 L ha⁻¹. Avaliou-se a fitointoxicação causada pelo herbicida aos 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), adotando-se método visual, em que se verificou morte das plantas considerando estas suscetíveis e sobrevivência das plantas expostas ao herbicida aplicado descrevendo estas como resistentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação visual de fitointoxicação demonstrou que as amostras analisadas apresentaram níveis elevados de sensibilidade ao herbicida adotado na dose de 1,2 L p.c. ha⁻¹ com retardo do desenvolvimento das plantas em relação ao que acontece com plantas não-acometidas de ação herbicida. No entanto, ao final dos 35 dias após a aplicação (DAA), em nenhuma das populações suspeitas ocorreu a morte de todas as plantas, fato ocorrido com a linha da amostra controle dias após este período. Isto evidencia distintos níveis de tolerância dentro das amostras, possivelmente por estas conterem sementes de panículas de diversas plantas o que possibilita que cada amostra possua mais de um biótipo e também variação de tolerância entre as amostras suspeitas de resistência e a amostra suscetível.

As amostras suspeitas apresentaram recuperação à ação do herbicida, superando as injúrias geradas, demonstrando rebrote da parte vegetativa e emissão de novas folhas. As avaliações de fitointoxicação constam na tabela 1.

Tabela 1. Fitointoxicação de plantas de amostras de capim arroz provenientes do município de São Gabriel-RS, aos 21, 28 e 35 dias após aspersão do herbicida Only (DAA), EEA/IRGA, 2009

Amostra	Fitointoxicação ¹ (%)		
	21 DAA	28 DAA	35 DAA
1	20	50	70
2	15	40	50
3	5	20	45
4	25	45	55
5	40	55	65
6	20	40	45
7	20	40	45
8	15	35	40
9 (testemunha)	15	50	75

¹Avaliação em escala de 0 a 100%, onde 0 significa ausência de fitointoxicação e 100 morte total das plantas;

CONCLUSÃO

A falta de controle das populações avaliadas foi atribuída à provável resistência destas ao herbicida Only®, pois as plantas sobreviveram a uma dose 20% superior àquela que tipicamente proporciona controle eficaz do capim-arroz em lavouras comerciais de arroz irrigado.

Estudos de doses respostas serão necessários para mensuração dos níveis de resistência dos biótipos de capim-arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASF BRASILEIRA S.A. **Sistema Clearfield de Produção**. 2009. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/UI/Clearfield/clearfield-modelo-prevencao.aspx>. Acesso em 21/06/2009.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Arroz: Rio Grande do Sul cumpre seu papel. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.56, n.446, p.6-19, 2008.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, Sosbai, 2007. 164 p.

VIDAL, R.A. et al. Diagnóstico da resistência aos herbicidas em plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.3, p.597-604, 2006.

75. CAPIM-ARROZ COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A HERBICIDAS EM SANTA CATARINA

José Alberto Noldin¹, Domingos Sávio Eberhardt², Sonia Andrade³, Gabriela Fabiane Pinheiro³

Palavras-chave: *Echinochloa*, auxinas sintéticas, inibidores da ALS

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa* spp) é uma das principais plantas daninhas da cultura de arroz irrigado em Santa Catarina em função da ocorrência na totalidade da área cultivada e dos elevados prejuízos causados à produção.

Nos últimos 10 anos, contatou-se uma rápida expansão de populações de capim-arroz resistentes ao herbicida Facet (quinclorac) (Schaedler et al., 2008). O primeiro relato em Santa Catarina foi efetuado no ano de 2000, na região Sul (Eberhardt et al., 2000). No Rio Grande do Sul, também tem sido relatada a ocorrência de populações de capim-arroz resistente ao herbicida Facet (Merotto Jr. et al., 2000; Menezes e Ramirez, 2000). Eberhardt et al. (2000) constataram que as populações resistentes ao herbicida Facet eram controladas pelos herbicidas Nominee (bispiribac-sodium), Stam 360 (propanil) e Furore (fenoxaprop), sendo o mecanismo de ação inibidor da enzima ALS (acetolactato sintase), inibidor da fotossíntese e inibidor da enzima ACCASE (Acetil Coa Carboxilase), respectivamente. No entanto, observou-se gradualmente o relato de produtores sobre a existência de áreas com baixa eficiência de controle desta planta daninha por herbicidas inibidores da ALS. Atualmente, os herbicidas inibidores da ALS, Ricer e Nominee, estão entre os mais utilizados pelos produtores de arroz irrigado em SC. Recentemente foi disponibilizado aos orizicultores catarinenses, o sistema de produção Clearfield (Noldin et al., 2007), o qual propicia o controle de várias plantas daninhas importantes em arroz irrigado, com destaque para o arroz vermelho e capim-arroz, utilizando o herbicida Only (imazethapyr+imazapic), que também é um inibidor da ALS e para o qual já foi relatada a ocorrência de resistência de capim-arroz (Valverde, 2007).

A ocorrência de populações de capim-arroz com resistência múltipla a inibidores da ALS, inibidores da ACCASE e inibidores da fotossíntese, em vários países da América Latina, foi relatada por Valverde (2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de populações de capim-arroz resistente à herbicidas com diferentes mecanismos de ação no estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos (I e II) foram conduzidos em casa-de-vegetação na Epagri – Estação Experimental de Itajaí. No experimento I, sementes de 24 ecótipos de capim-arroz coletados em lavouras nas regiões produtoras de arroz irrigado de SC foram semeadas em copos plásticos de 500 mL. No estágio de 2-3 folhas foram submetidas à aplicação dos herbicidas Facet, Nominee e Aura, nas doses equivalente a 1 e 4X, sendo X igual a dose comercial recomendada.

No experimento II, foram avaliados três ecótipos de capim-arroz, sendo ECH 15 e ECH 13, suscetível e resistente ao herbicida Facet, respectivamente, e ECH 55, procedente de uma lavoura do município de Tubarão, com suspeita de resistência a diferentes herbicidas. A implantação do experimento II seguiu a mesma metodologia do Experimento I. Os herbicidas avaliados foram Facet, Nominee e Only, nas doses de 0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 e 16X. As doses recomendadas (X) para os herbicidas avaliados nos Experimentos I e II, foram: Facet - 750 g ha⁻¹, Nominee - 125 mL ha⁻¹, Aura - 600 mL ha⁻¹, Only - 1 L ha⁻¹ e Ricer - 200 mL ha⁻¹. Os herbicidas foram aspergidos com auxílio de

¹Eng. agr., Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5217, e-mail: noldin@epagri.sc.gov.br

²Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí

³Bolsista Univali, Itajaí, SC.

pulverizador costal de pressão constante (CO₂), equipado com ponta Teejet 110.015 e pressão de 30 psi, resultando num volume de 170 L ha⁻¹ de volume de aplicação.

A eficiência dos tratamentos no controle de capim-arroz foi constatada através de avaliações, realizadas visualmente, aos 30 e 36 DAA (dias após a aplicação), respectivamente para os experimentos I e II, utilizando-se a escala percentual de zero a 100, onde zero corresponde a nenhum controle e 100 corresponde a morte das plântulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 24 populações de capim-arroz avaliadas no experimento I, 13 mostraram um alto grau de resistência ao herbicida Facet, com percentual de controle que variou de zero a 54% (Figura 1). Onze ecótipos apresentaram aumento no percentual de controle com a aplicação de 4 vezes a dose recomendada (3 kg/ha de Facet PM), mas, no entanto, apenas seis ecótipos tiveram controle superior a 90% na dose máxima aplicada. Isto sugere que os ecótipos com controle inferior a 80%, na dose máxima avaliada, também apresentam algum grau de resistência ao herbicida.

O controle proporcionado pelo herbicida Nominee foi bastante variável, como já constatado em experimentos preliminares (dados não publicados), sendo que apenas dois ecótipos apresentaram controle superior a 90% na dose máxima avaliada (500 mL ha⁻¹) e em 16 populações, o controle médio foi inferior a 60%, sugerindo a ocorrência de resistência ao herbicida em diversos locais. Os percentuais de controle dos ecótipos ECH 44-1, ECH 45, ECH 45-1 e ECH 45-2 pelos herbicidas Facet e Nominee na doses 4X, variou de 10 a 52%, sugerindo que estas populações apresentem resistência múltipla a dois mecanismos de ação: inibidores das auxinas sintéticas (Facet) e inibidores da enzima ALS (Nominee).

O herbicida Aura na dose comercial (1X), proporcionou controle adequado (96 a 100%) de todas as populações de capim-arroz (Figura 1) e, com quatro vezes a dose, controlou 100% das plantas, evidenciando que o mesmo pode ser utilizado como alternativa de manejo nas áreas com ocorrência de populações resistentes.

Os resultados do experimento II (Figura 2) mostraram que o ecótipo de capim-arroz (ECH 55), apresenta alto grau de resistência a Facet, Only, Nominee e Ricer, pois não foi observado controle, mesmo na dose máxima avaliada, exceto para o herbicida Ricer, que apresentou algum controle na dose de 16X. O ecótipo ECH 55 é suscetível ao herbicida Aura. O ecótipo ECH 13, conhecido resistente ao herbicida Facet (Eberhardt & Noldin, 2000; Schaedler et al., 2008) apresentou suscetibilidade aos herbicidas Only e Aura, e resistência intermediária, com controle máximo de 70 a 80% na dose máxima, aos herbicidas Nominee e Ricer. O ecótipo ECH 15, utilizado como padrão suscetível a Facet, também apresentou suscetibilidade a Only, Nominee e Aura, mas foi resistente ao herbicida Ricer.

Os resultados observados nestes experimentos confirmam o crescimento da ocorrência de populações de capim-arroz resistente a herbicidas em Santa Catarina.

CONCLUSÕES

É crescente a ocorrência de populações de capim-arroz resistente a herbicidas nas lavouras de arroz irrigado no Estado de Santa Catarina.

O ecótipo de capim-arroz ECH 55, oriundo de lavoura no município de Tubarão, em Santa Catarina, apresenta resistência múltipla ao herbicida Facet (auxina sintética) e inibidores da enzima ALS (Only, Nominee e Ricer).

O herbicida Aura, inibidor da enzima ACCASE, constitui-se em alternativa para o controle de populações de capim-arroz resistentes aos herbicidas Facet, Only, Nominee e Ricer.

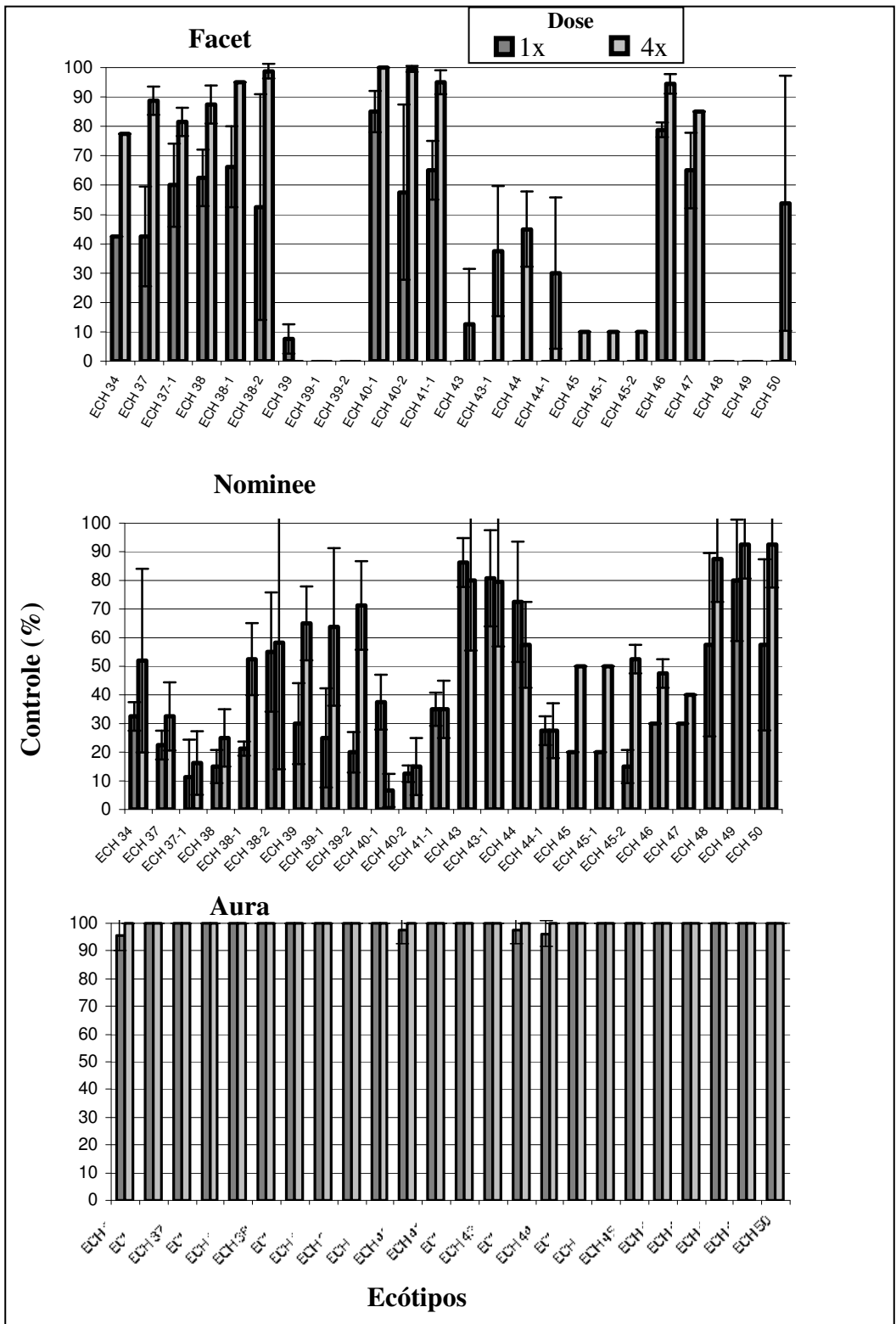


Figura 1. Percentagem de controle de ecótipos de capim-arroz submetidos a aplicação de duas doses (1X e 4X) dos herbicidas Facet, Nominee e Aura. Epagri/EEL, Itajaí, SC, 2009.

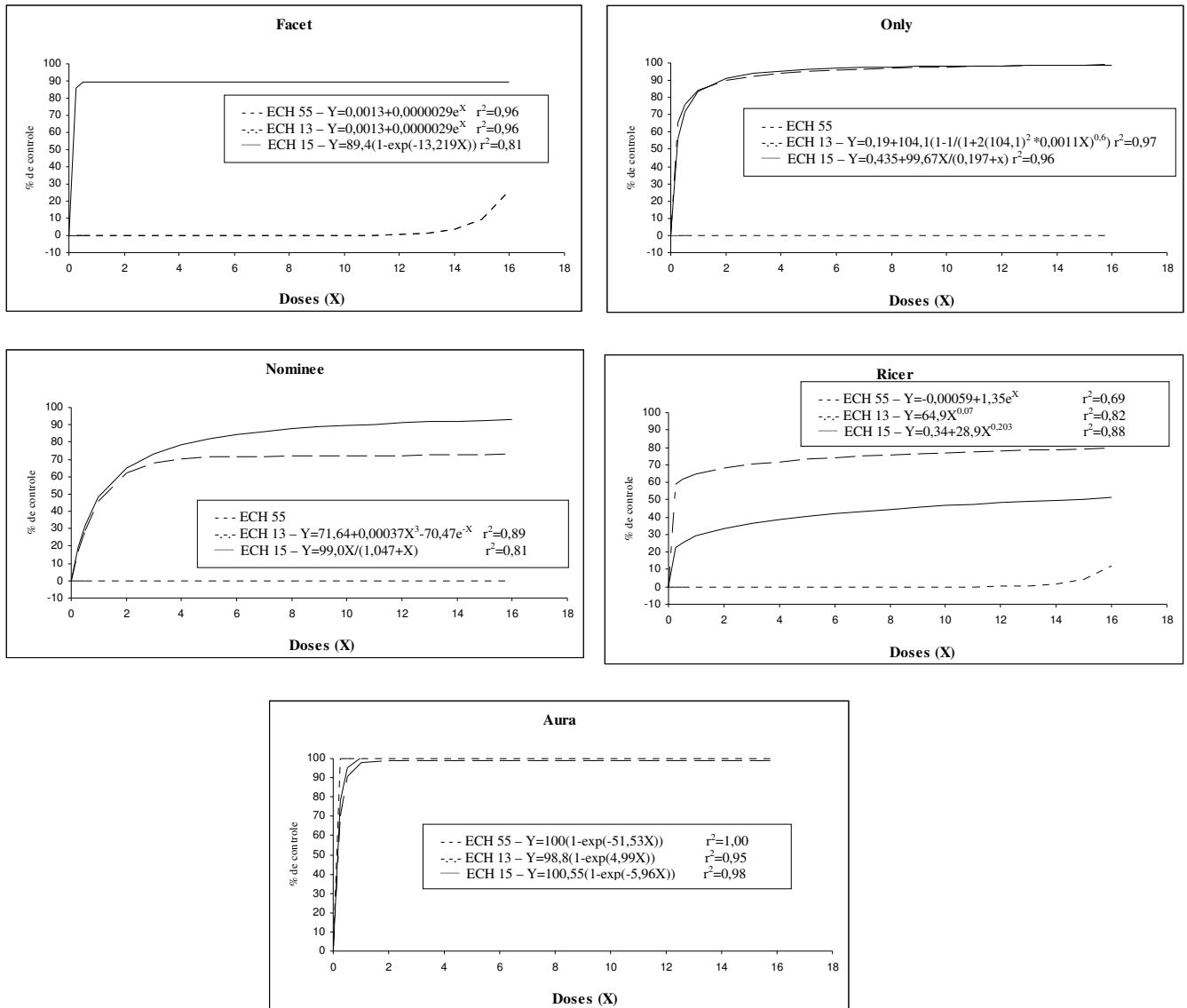


Figura 2. Percentagem de controle de três ecótipos de capim-arroz em função de doses, sendo X= 750 g/ha, 125 mL ha⁻¹, 200 mL ha⁻¹, 1 L ha⁻¹ e 600 mL ha⁻¹, respectivamente, para os herbicidas Facet, Nominee, Ricer, Only e Aura. Epagri/EEI, Itajaí, SC, 2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EBERHARD, D.S.; NOLDIN, J.A. Resistência de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) ao herbicida quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p.512..
- MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H. Resistance *Echinochloa crus-galli* L. to quinclorac in flooded rice in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, 3., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Corvallis: IWSC, 2000. p.140.
- MEROTTO JUNIOR, A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N. G.; REIS, B.; ANDRES, A. Resistência de *Echinochloa crus-galli* à quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p.513
- NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. Nova tecnologia para o controle do arroz-vermelho: o sistema Clearfield de produção de arroz irrigado, sistema pré-germinado. **Agropecuária Catarinense**, v.20, n.3, p.54-57, 2007.
- SCHAEDLER, C.E.; MORAES, P.V.D.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. Resistência de capim-arroz ao herbicida quinclorac em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.21, n.3, p.68-73, 2008.
- VALVERDE, B.E. Status and management of grass-weed herbicide resistance in Latin América. **Weed Technology**, v.21, p.310-323, 2007.

76. RESISTÊNCIA DE CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crusgalli*) A HERBICIDAS INIBIDORES DA ENZIMA ALS

Aldo Merotto Jr.¹, Valmir Kupas², Anderson L. Nunes³, Rodrigo F. da Costa²

Palavras-chave: resistência cruzada, sulfoniluréias, arroz irrigado

INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) é uma das plantas daninhas mais frequentes em lavouras de arroz irrigado em todo o mundo. Os prejuízos do capim-arroz em lavouras de arroz irrigado estão relacionados principalmente aos efeitos da competição por luz e nutrientes, e também por causar o acamamento das plantas de arroz, aumentar os custos de produção, causar depreciação do produto colhido, atuar como hospedeiro de pragas e moléstias e por diminuir o valor comercial das áreas cultivadas (Agostinetto et al., 2007). Os efeitos da competição do capim-arroz causaram a diminuição do rendimento de grãos de arroz de 50 a 60 % em trabalho realizado na Colômbia onde a infestação do capim-arroz era de 40 plantas.m² (Fischer et al. 1997). Semelhantemente, perdas de 5 a 30%, em função da cultivar semeada e da época de entrada de água na lavoura foram constatadas em situações de infestação de apenas uma planta de capim-arroz m⁻² em trabalho realizado no RS (Galon et al., 2007). O controle de capim-arroz pode ser realizado com herbicidas inibidores da enzima ALS, os quais apresentarem diversas vantagens em relação aos demais produtos. A resistência de populações de capim-arroz a herbicidas tem ocorrido em diversos locais do mundo onde o arroz é cultivado. A resistência de *Echinochloa* spp a propanil foi verificada na Colômbia e em outros países da América Central (Valverde et al., 2000). No estado da Califórnia (EUA) populações de *Echinochloa phyllopogon* são resistentes a herbicidas inibidores da ALS, ACCase, clomazone e thiobencarb (Yasuor et al., 2009). Na região Sul dos EUA, na Ásia e Europa também são encontradas populações de *Echinochloa* spp. resistentes a inibidores de ACCase, clomazone, quinclorac, propanil e thiobencarb. No Brasil, foram encontradas populações de capim-arroz resistentes ao herbicida quinclorac (Merotto Jr. et al., 2000; Perini et al., 2007). A rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, mesmo que realizada ao acaso, certamente é um fator responsável pela baixa ocorrência de resistência a herbicidas de capim-arroz nas lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil. Entretanto, a utilização sucessiva de herbicidas imidazolinonas associados a cultivares de arroz resistentes a herbicidas deste grupo químico, com o objetivo de controle de arroz-vermelho tem aumentado a pressão de seleção nas populações de capim-arroz. Recentemente, lavouras de arroz irrigado do RS tem apresentado plantas de capim-arroz com baixo controle através de herbicidas inibidores da ALS originalmente eficientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão de resistência a herbicidas de diferentes mecanismos de ação em um biótipo de capim-arroz oriundo de áreas com problemas no controle desta planta daninha.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS, no qual foram utilizados dois biótipos de capim-arroz. O biótipo “PDS1” foi coletado em lavoura de arroz irrigado localizada no município de Palmares do Sul, RS, em área de aproximadamente 1 ha, resultante de deficiência de controle através dos herbicida imazethapyr + imazapic e bispyribac-sodium. O biótipo “Suscetível” corresponde a uma população de capim arroz conhecido controlada pelos herbicidas utilizados na cultura do arroz.. No primeiro experimento, foi realizada curva de dose-resposta ao herbicida imazethapyr nas doses de 0, 33, 66, 100, 200, 400 e 800 g.ha⁻¹. No segundo experimento foram avaliados os efeitos de todos os herbicidas utilizados para o

¹ Professor de Herbologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas de Lavoura. Av. Bento Gonçalves, 7712. Cx. P. 15100. Cep 91501-970. Porto Alegre, RS. email: merotto@ufrgs.br.

² Acadêmico do curso de Agronomia. UFRGS. Porto Alegre, RS.

³ Estudante de doutorado do curso de pós-graduação em Fitotecnia. UFRGS. Porto Alegre, RS.

controle de capim arroz, seguidos por herbicidas não seletivos utilizados na dessecação pré semeadura, e de outros herbicidas escolhidos para representar todos os grupos químicos dos principais mecanismos de ação de herbicidas disponíveis atualmente, e que possam ser utilizados mesmo em outras culturas para o controle de capim-arroz. Os herbicidas utilizados, seguidos pelo respectivo mecanismo de ação e da dose de referência são descritos na tabela 1. O experimento constou da avaliação destes herbicidas na dose de referência e no dobro desta. Adicionou-se ainda um tratamento sem aplicação de herbicida.

O capim-arroz foi semeado no dia 20 de maio de 2009 em vasos com volume de 250 ml. O desbaste foi realizado dez dias após a semeadura deixando-se uma planta por vaso. A aplicação dos herbicidas foi realizada no dia 06 de junho de 2009 através de aspersor costal de precisão com ponta de pulverização do tipo DG 8002 e volume de calda de 200 L ha⁻¹ alcançado com pressão de serviço de 207 kPa e velocidade de deslocamento de 1,0 ms⁻¹. Durante a aplicação dos herbicidas a temperatura média foi 23 °C e a umidade relativa do ar foi 66%. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As avaliações constaram do controle visual do efeito dos herbicidas aos 2, 6, 14 e 21 dias após o tratamento (DAA), e da massa seca da parte aérea das plantas coletadas aos 21 DAA. O controle visual foi avaliado em escala percentual, onde zero corresponde a nenhum efeito e 100 % a morte das plantas. A temperatura durante a condução do experimento variou de 9°C a 32 °C. Os dados de controle de plantas daninhas foram analisados através da transformação de raiz quadrada de (x + 1). Os dados foram submetidos a análise da variância pelo teste F. A complementação da análise da variância foi realizada através da análise de regressão não linear para o experimento de curva de dose resposta ao herbicida imazethapyr, e através de comparações múltiplas entre as médias pelo teste de Tukey para o experimento da avaliação dos diferentes herbicidas.

Tabela 1 – Herbicidas, mecanismos de ação, grupo químico e respectivas doses de referência utilizados no experimento de avaliação da resistência a herbicidas do biótipo PDS1. Porto Alegre, RS. 2009.

Herbicida		Mecanismo de ação	Grupo químico	Dose de referência (g/ha i.a ou e.a)
Ingrediente ativo	Nome comercial			
Nicosulfuron	Sanson 40 SC	In. ALS	Sulfonylureas	40
Imazethapyr ¹	Pivot	In. ALS	Imidazolinonas	100
Imazapyr ¹	Arsenal	In. ALS	Imidazolinonas	187,5
Bispyribac-Na ²	Nominee	In. ALS	Pyrimidinyl-thiobenzoates	50
Penoxsulam ³	Ricer	In. ALS	Triazolopyrimidines	60
Flucarbazone-Na ⁴	Everest	In. ALS	sulfonylaminocarbonyl-triazolinones	56
Setoxydim ⁵	Poast	In. ACCase	Ciclohexanodionas	230
Cyhalofop-butyl ³	Clincher	In. ACCase	Arilfenoxipropionatos	315
Glyphosate	Glion	In. EPSPs	Glicinas	540
Paraquat ⁶	Gramoxone	In. FS1	Bipiridilos	300
Quinclorac ⁷	Facet	In. Parede celular	Ác. quinolínico	375
Propanil	Stam 480	In. FS2	Amida	4800
Ammonium glufosinate ⁸	Finale	In. GS	Ác. fosfínico	300
Clomazone	Gamit	In. Caroteno	Isoxazolidinone	500

¹Dash, 0,5 %v/v. ²Iharaguens-S, 250 ml/100 L. ³Veget Oil, 1 L/ha. ⁴Lanzer, 0,5 % v/v. ⁵ Assist. 1,5 L/ha. ⁶Agral, 0,1 % v/v. ⁷Assist, 1 L/ha. ⁸Hoefix, 0,2 % v/v.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O GR₅₀ para o controle visual e para a massa seca da parte aérea do biótipo PDS1 para o herbicida imazethapyr foi > 800 g ha⁻¹, evidenciando que este biótipo possui resistência a este herbicida em níveis maiores do 40 vezes em relação ao biótipo suscetível (Tabela 2). O biótipo PDS1 também não foi controlado pelos demais herbicidas inibidores da ALS avaliados (Tabela 3). Desta forma, este biótipo possui resistência cruzada a ao menos um herbicida de todos os grupos químicos dos inibidores da enzima ALS (Tabela 1 e Tabela 2). Plantas de capim-arroz presentes em lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil tem recebido alta pressão de seleção através dos herbicidas dos grupo das pyrimidinyl-thiobenzoates e triazolopyrimidines, e também por sulfoniluréias em menor intensidade. Herbicidas de outros mecanismos de ação têm sido utilizados em esquemas de rotação mesmo que de forma indireta. Desta forma, em raras situações estes herbicidas são utilizados de forma isolada e contínua nas lavouras de arroz do RS. A exceção é o herbicida quinclorac que nas situações de utilização freqüente já resultaram na ocorrência de resistência de capim-arroz a este herbicida (Merotto et al., 2000). A utilização de herbicidas imidazolinonas é de apenas quatro ou cinco anos em lavouras de arroz do RS, e tem se caracterizado com o único mecanismo de ação de herbicidas para o controle de plantas daninhas na maioria das situações onde é utilizado. Certamente este é a principal causa do surgimento da resistência a estes herbicidas como constatado neste estudo em relação ao biótipo PDS1. O biótipo PDS1 também é resistente ao herbicida flucarbazone, que pertencente ao grupo sulfonylaminocarbonyl-triazolinones, o qual não é utilizado na cultura do arroz. Isto evidencia a evolução da resistência no biótipo PMS1 sem nunca ter sido exposto a este herbicida. Os herbicidas quinclorac e clomazone apresentaram controle visual apenas satisfatório do biótipo PDS1 (Tabela 3). No entanto, estes herbicidas foram eficientes, na média das doses utilizadas, em relação a diminuição da massa seca por planta deste do biótipo PMS1 (Tabela 3) a semelhança do que ocorreu com os herbicidas que apresentaram eficiente controle visual deste biótipo. Além destes, os herbicidas propanil, setoxydim, cyalofop-butyl, ammonium glufosinato, glyphosate e paraquat controlaram eficientemente o biótipo de capim-arroz PDS1.

CONCLUSÃO

O biótipo de capim arroz PDS1 é resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS. No entanto, este biótipo é eficientemente controlado por herbicidas de outros mecanismos de ação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. Planta Daninha, v. 25, n. 4, p. 689-696, 2007.
- GALON, L. et.al. Estimativa das perdas de produtividade de grãos em cultivares de arroz (*Oryza sativa*) pela interferência do capim-arroz (*Echinochloa* spp.). Planta Daninha, v. 25, n. 3, p. 697-707, 2007.
- VALVERDE, B. E.; RICHES, C. R.; CASELEY, J. C. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. 1a. ed. San José, Cámara de Insumos Agropecuarios, 136 p.
- YASUOR, H.; TENBROOK, P.L.; TJEERDEMA, R.S.; FISCHER A.J. 2009. Responses to clomazone and 5-ketoclomazone by *Echinochloa phyllopogon* resistant to multiple herbicides in Californian rice fields. Pest Management Science, 64:1031-1039.
- MEROTTO Jr, A. ; VIDAL, R. A. ; FLECK, N. G. ; REIS, B. ; ANDRES, A. . Resistência de *Echinochloa* sp à quinclorac. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, 2000, Foz do Iguaçu. Resumos. Londrina : SBCPD, 2000. p. 513.
- PERINI, F.L.; DORNELLES, S. H. B.; CANTO-DOROW, T.; PAULA, M. 2005. Controle de biótipos de *Echinochloa* sp. oriundos do RS e de SC com os herbicidas bispyribac-sodium e quinclorac. IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Santa Maria, RS. p 161-162.

Tabela 2 - Índice GR₅₀ referente as avaliações do controle visual (%) aos 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) e da massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) aos 21 DAA para os biótipos Suscetível e PDS1, e fator de resistência do biótipo PDS em relação ao biótipo Suscetível. Porto Alegre, RS. 2009.

Biótipo	Controle (%) aos 14 DAA		Controle (%) aos 21 DAA		Massa Seca da parte aérea (g/planta)	
	GR ₅₀	FR	GR ₅₀	FR	GR ₅₀	FR
Suscetível	100		20		18	
PDS1	> 800	> 8	> 800	> 40	> 800	> 44

Tabela 3 – Controle visual (%) aos 14 e 21 DAA, e massa seca da parte aérea dos biótipos PDS1 e Suscetível submetidos a diferentes herbicidas na média da dose de referência e do dobro desta dose. Porto Alegre, RS. 2009.

Herbicidas	Controle 14 DAA				Controle 21 DAA				Massa Seca da parte aérea (g/planta)					
	PMS1		Suscetível		PDS1		Suscetível		PMS1		Suscetível			
Imazapyr	8 gh ¹	B	73 d	A	42 c	B	96 a	A	0,31	a	A	0,03	b	B
Bispyribac-Na	21 e	B	76 cd	A	31 d	B	94 a	A	0,34	a	A	0,02	b	B
Penoxsulam	12 efg	B	82 bcd	A	23 de	B	93 a	A	0,31	a	A	0,01	b	B
Nicosulfuron	10 fgh	B	82 bcd	A	16 e	B	85 b	A	0,33	a	A	0,01	b	B
Flucarbazone	19 ef	B	90 ab	A	22 de	B	95 ab	A	0,28	a	A	0,02	b	B
Propanil	100 a	A	100 a	A	100 a	A	100 a	A	0,05	b	A	0,04	b	A
Setoxydim	88 bc	A	87 bc	A	100 a	A	100 a	A	0,04	b	A	0,04	b	A
Cyhalofop-butyl	88 bc	A	92 ab	A	100 a	A	100 a	A	0,04	b	A	0,04	b	A
Clomazone	80 c	A	82 bcd	A	83 b	B	93 a	A	0,11	b	A	0,04	b	B
Quinclorac	67 d	B	98 a	A	88 b	B	97 a	A	0,07	b	A	0,06	b	A
Ammonium glufosinate	100 a	A	100 a	A	100 a	A	100 a	A	0,03	b	A	0,01	b	B
Glyphosate	94 a	A	98 a	A	100 a	A	100 a	A	0,04	b	A	0,04	b	A
Paraquat	100 a	A	100 a	A	100 a	A	100 a	A	0,04	b	A	0,03	b	A
Testemunha sem controle	0 h	A	0 e	A	0 f	B	0 c	A	0,35	a	A	0,31	a	A

¹ Médias seguidas de mesma letras minúsculas referem-se a comparação de herbicidas, e de letras maiúsculas comparam os dois biótipos segundo o teste de Tukey a 5 % de significância.

77. COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO APÓS DOIS ANOS CONSECUTIVOS DE USO DO SISTEMA CLEARFIELD

Carlos Henrique Paim Mariot¹, Valmir Gaedke Menezes², Carlos Alberto Oliveira de Oliveira³, Hermínio Menezes Gadea⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* (L.), efeito residual, imazethapyr + imazapic

INTRODUÇÃO

A tecnologia Clearfield[®] representa uma ferramenta importante para controle eficiente de arroz-vermelho e de outras espécies de plantas daninhas. Entretanto, a biodisponibilidade dos resíduos do herbicida Only no solo traz inquietudes e transtornos para aqueles produtores que cultivaram toda a sua área no Sistema Clearfield[®] após dois anos e, têm que retornar com cultivares convencionais (não Clearfield).

Ao usuário do sistema, a recomendação oficial é de que após o segundo ano de cultivo, o agricultor faça rotação com soja, quando possível, deixe a área em pousio ou retorne com cultivar convencional (BASF, 2004). Porém, por razões diferentes, nem sempre esta recomendação é seguida. Em áreas onde os agricultores semearam cultivares convencionais após dois anos de cultivo de arroz no Sistema Clearfield constatou-se sintomas de fitointoxicação e redução no desenvolvimento inicial das plântulas de arroz, principalmente em locais com solos de baixa fertilidade, arenosos e com baixos teores de matéria orgânica e argila.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito residual do herbicida Only sobre o estabelecimento e desenvolvimento de plantas e rendimento de grãos de cultivares convencionais de arroz irrigado em áreas cultivadas por dois anos consecutivos no Sistema de Produção Clearfield[®].

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante a safra 2008/09 na Fazenda Lagoa do Mato, propriedade de Egon Wingert, em área de lavoura arrendada pelo produtor Erian Scandolara, no município de Viamão – RS, na localidade de Boa Vista. Nas duas safras anteriores, a área foi semeada com a cultivar IRGA 422CL no sistema de cultivo mínimo com aspersão do herbicida Only (imazethapyr + imazapic – SL 25 + 75) em pós-emergência do arroz, na dose de 1,0 L ha⁻¹. As principais características físico-químicas da área, conforme a análise de solo, são: 12 % de argila; 9,7 % de matéria orgânica; 9,8 mg/L de fósforo; 53 mg/L de potássio; 3,7 cmolc/L de cálcio; 2,2 cmolc/L de magnésio; pH (água): 4,5; índice SMP 4,6.

A semeadura foi realizada em 10/11/08 e a emergência das plântulas ocorreu em 20/11/08. Os tratamentos constaram de cinco cultivares (BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 422CL, IRGA 423 e IRGA 424) e dois sistemas de cultivo do solo (convencional e mínimo). A densidade de semeadura utilizada foi de 370 sementes aptas m⁻² (~100 kg ha⁻¹). A cultivar IRGA 422CL foi utilizada como padrão por ser tolerante ao herbicida Only. As cultivares BR-IRGA 409 e IRGA 424 são de ciclo médio e as demais de ciclo precoce. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os sistemas de cultivo foram locados nas parcelas principais e as cultivares locadas nas subparcelas.

A adubação de base foi de 350 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 5-20-30. Na adubação de cobertura, foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (N) imediatamente antes da irrigação, quando as plantas de arroz estavam entre os estádios V3 e V4 (Counce et al., 2000) e 40 kg ha⁻¹ de N no estágio V8. No sistema de cultivo mínimo, realizou-se uma dessecação prévia da vegetação antes da semeadura com o herbicida glyphosate (1440 g ha⁻¹). No sistema de cultivo convencional, realizaram-se duas operações de gradagem e duas passadas de rolo. Em ambos os sistemas, antes da emergência do arroz, fez-se outra

¹ Eng. Agr. M.Sc., Pesquisador do IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94930030, Cachoeirinha-RS, e-mail: carlos-mariot@irga.rs.gov.br

² Eng. Agr. M.Sc., Diretor Técnico e Pesquisador do IRGA

³ Acadêmico de Agronomia da UFRGS, Bolsista de iniciação científica IRGA/FDRH

⁴ Eng. Agr., Responsável Técnico pelo 15° NATE do IRGA, Viamão-RS

aplicação de glyphosate na dose de 1440 g ha⁻¹. Não foi necessário realizar o controle de plantas daninhas em pós-emergência na área experimental, em função da ausência das mesmas, cujas plantas que haviam foram controladas na dessecação com glyphosate em “ponto-de-agulha”, na pré-emergência do arroz. Este aspecto foi favorável para o objetivo do trabalho, uma vez que não houve interferência de possível efeito fitotóxico de herbicida que poderia ter sido aspergido em pós-emergência.

As demais práticas de manejo da cultura foram realizadas conforme as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2007). As unidades experimentais mediram 8,4 m² de área (1,5 m x 5,5 m), constituídas de 9 linhas de arroz separadas em 17 cm entre si. A análise estatística dos parâmetros foi através do F-teste e a comparação entre médias dos tratamentos pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estabelecimento e desenvolvimento das plantas de cultivares não Clearfield foram afetados pela ação residual do herbicida Only no solo. A fitointoxicação variou somente em função de cultivar, não apresentando diferença entre sistemas de cultivo e foi observada nas plantas das cultivares convencionais, não ocorrendo na cultivar IRGA 422CL. As cultivares IRGA 423 e IRGA 424 foram mais sensíveis à ação do efeito residual do herbicida, enquanto a cultivar IRGA 417 teve comportamento intermediário e a cultivar BR-IRGA 409 foi a menos afetada (Tabela 1).

A fitointoxicação sempre foi superior na cultivar precoce IRGA 423 em todas as avaliações. A cultivar IRGA 417 apresentou fito similar a BR-IRGA 409 até os 25 DAE. A partir dos 40 DAE a BR-IRGA 409 teve melhor recuperação, apresentando fito inferior. Já a cultivar IRGA 424, sempre apresentou fito superior às duas citadas anteriormente e se comportou melhor que a IRGA 423. As diferenças relacionadas à sensibilidade das cultivares aos resíduos do herbicida podem ser atribuídas às características genotípicas de cada cultivar. As plantas das cultivares IRGA 423 e IRGA 424 apresentaram elevada injúria causada pela persistência do herbicida no solo, atingindo fitointoxicação máxima de 57 e 44%, respectivamente, aos 25 DAE.

Tabela 1. Fitointoxicação de plantas de cinco cultivares de arroz irrigado aos 12, 25, 40, 48 e 56 dias após emergência (dae), na média de dois sistemas de cultivo, em área após uso do Sistema Clearfield[®] por 2 anos consecutivos, IRGA, Viamão-RS, 2008/09

Cultivar	Fitointoxicação ¹ (%)				
	12 dae	25 dae	40 dae	48 dae	56 dae
BR-IRGA 409	21 c ²	33 c	16 d	5 d	0 d
IRGA 417	16 c	31 c	21 c	13 c	6 c
IRGA 422CL	0 d	0 d	0 e	0 e	0 d
IRGA 423	56 a	57 a	39 a	32 a	18 a
IRGA 424	33 b	44 b	33 b	23 b	14 b
CV (%):	23,5	13,3	20,3	21,5	26,4

¹Avaliação em escala de 0 a 100%, onde 0 significa ausência de fitointoxicação e 100 significa morte total das plantas; ²Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

As demais variáveis analisadas, estande de plantas, massa seca da parte aérea das plantas, números de panículas por m² e esterilidade de espiguetas, apresentaram variação significativa somente em função de cultivar, enquanto o número de grãos por panícula não apresentou diferença significativa entre cultivares (Tabela 2). O estande de plantas se diferenciou entre as cultivares, sendo que somente a IRGA 423 apresentou população inferior a cultivar padrão IRGA 422CL. A massa seca das plantas realizada aos 56 DAE evidencia o desenvolvimento inferior das cultivares não Clearfield em relação a cultivar IRGA 422 CL. O menor estande foi compensado com o maior número de panículas por m² observado para as cultivares IRGA 423 e IRGA 424, tendo esta última o maior número absoluto de panículas por área. Este fato pode explicar em parte o maior rendimento de grãos obtido pela IRGA 424 (Figura 1), apesar de apresentar maior esterilidade de espiguetas (Tabela 2).

Quanto ao número de grãos por panícula, não houve diferença significativa entre as cultivares, no entanto a IRGA 424 apresentou o maior número absoluto junto com a BR-IRGA 409. Isto pode ter contribuído também para o seu rendimento de grãos superior. Por outro lado, a cultivar de ciclo médio BR-IRGA 409 e com bom potencial de produtividade, apresentou rendimento similar aos demais materiais de ciclo precoce, provavelmente por ter apresentado menor número de panículas por m².

O maior rendimento de grãos da cultivar IRGA 424 em relação às demais (Figura 1) reforça os resultados obtidos tanto em nível de pesquisa quanto de lavoura nos últimos anos, em todas as regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul, demonstrando que este material genético apresenta além de ótimo potencial de rendimento, também boa estabilidade e adaptabilidade.

Tabela 2. Estande, massa seca (MS) da parte aérea de plantas aos 56 dae, n° de panículas por m², n° de grãos por panícula e esterilidade de espiguetas de cinco cultivares de arroz irrigado, na média de dois sistemas de cultivo, em área após uso do Sistema Clearfield[®] por 2 anos consecutivos, IRGA, Viamão-RS, 2008/09

Cultivar	Estande (plantas m ⁻²)	MS 56 dae (g m ⁻²)	Panículas (n° m ⁻²)	Grãos (n° panícula ⁻¹)	Esterilidade de espiguetas (%)
BR-IRGA 409	218 ab ¹	438 b	562 b	67 ns ²	15,2 c
IRGA 417	240 a	486 b	617 ab	59	15,3 c
IRGA 422CL	217 ab	600 a	653 ab	56	17,5 bc
IRGA 423	153 c	409 b	665 a	61	21,2 b
IRGA 424	195 b	454 b	672 a	66	26,7 a
CV (%):	16,8	20,6	14,5	22,0	27,2

¹Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade;

²ns = não significativo.

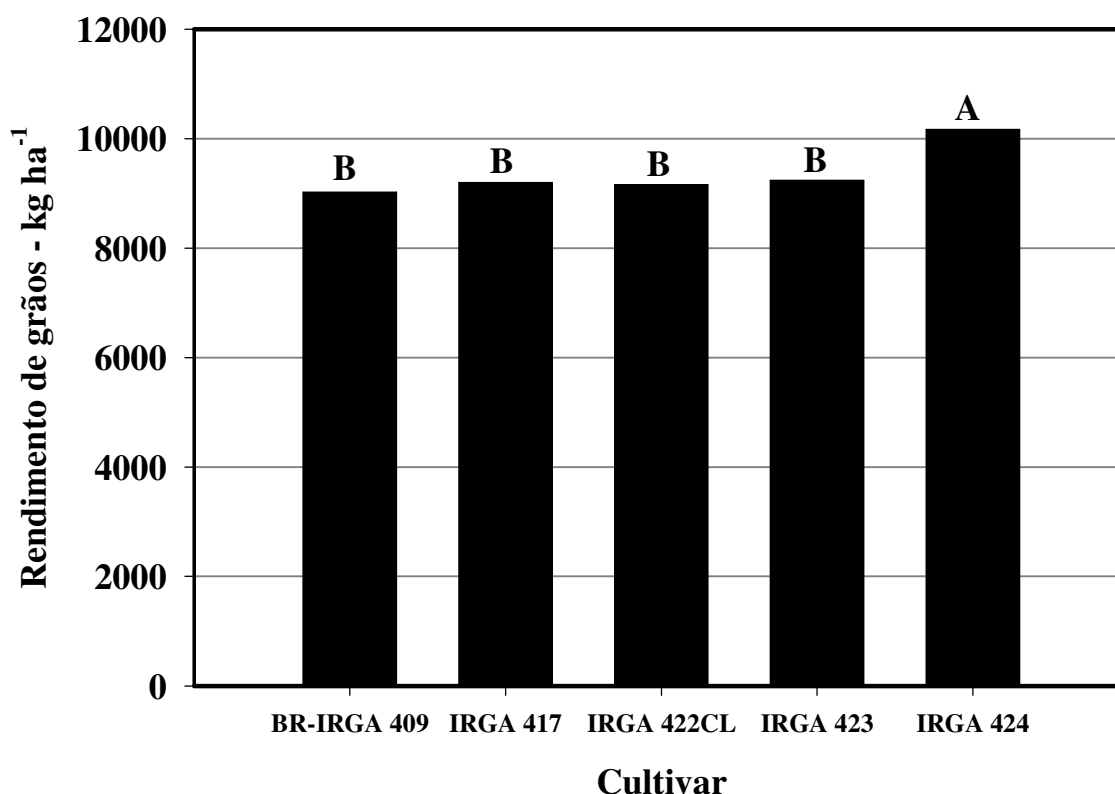


Figura 1. Rendimento de grãos de cinco cultivares de arroz irrigado em área com uso do Sistema Clearfield[®] por 2 anos consecutivos, na média de 2 sistemas de cultivo. IRGA, Viamão - RS, 2008/09. Barras seguidas de mesma letra, médias não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade; CV: 6,0%.

CONCLUSÕES

O estande inicial de plantas é afetado, mas não ao ponto de acarretar em redução do rendimento de grãos, uma vez que há compensação no número de panículas por m².

O desenvolvimento inicial das plantas das cultivares não Clearfield[®] é reduzido devido à atividade residual do herbicida Only e a fitointoxicação é mais acentuada nas cultivares IRGA 423 e IRGA 424.

Há recuperação das plantas de cultivares não Clearfield[®] e o rendimento de grãos não é afetado.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor Erian Scandolaro pela disponibilidade da área de lavoura para realização do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASF BRASILEIRA S.A. **Sistema Clearfield de Produção**. 2009. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/UI/Clearfield/clearfield-modelo-prevencao.aspx>. Acesso em 21/06/2009.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 2007. 164 p.

78. TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ARROZ A MISTURA COMERCIAL DOS HERBICIDAS IMAZETHAPYR+IMAZAPIC, PERSISTENTE NO SOLO

Camila Ferreira de Pinho¹, Ariano Martins de Magalhães Jr.², Jesus Juarez Oliveira Pinto³, Antônio Donida⁴, Leonard Piveta⁴

Palavras-chave: Sistema Clearfield[®], *Oryza sativa* L., resíduo de herbicidas

INTRODUÇÃO

A utilização de herbicidas com atividade residual prolongada é um dos fatores que determinam grande eficiência no controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição. Assim, o conhecimento dos fatores que influenciam a atividade e estabilidade desses herbicidas no solo é fundamental, uma vez que isso pode determinar a eficiência desses produtos no controle das plantas daninhas e a sua persistência em diferentes condições ambientais (Anderson, 1983), bem como os efeitos prejudiciais às culturas subseqüentes (Rossi et al., 2005). A persistência de herbicidas varia de acordo com a estrutura química da molécula, com as características física e química e com a umidade do solo, e com as condições climáticas que, por sua vez, podem afetar a adsorção, lixiviação, decomposição microbiana e química do herbicida (Silva et al., 1999). As características que contribuem para manutenção da eficiência dos herbicidas no solo por períodos de seca são: baixa volatilidade, não-fotodegradáveis, alta solubilidade, baixa adsorção aos colóides do solo e degradação, principalmente via microbiana, já que nesta condição de solos secos muitos microrganismos passam ao estágio de repouso e tornam-se inativos (Guimarães, 1987).

As características que contribuem para manutenção da eficiência dos herbicidas no solo por períodos de seca são: baixa volatilidade, não-fotodegradáveis, alta solubilidade, baixa adsorção aos colóides do solo e degradação, principalmente via microbiana, já que nesta condição de solos secos muitos microrganismos passam ao estágio de repouso e tornam-se inativos (Guimarães, 1987).

A aplicação de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas para o manejo integrado de plantas daninhas é uma prática comum na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). Os herbicidas pertencentes a este grupo são caracterizados por mostrarem efeito em baixas doses para um amplo espectro de plantas daninhas e com alta persistência no solo, sendo esta última característica dependente dos teores de umidade, do tipo de solo, dos valores de pH e temperatura ambiente. Estes fatores são os principais reguladores da taxa de degradação através das atividades química e microbiana (Alister & Kogan, 2005). Entretanto, são escassos os relatos de pesquisa referentes à avaliação do comportamento desses herbicidas no ambiente.

Diante da restrita informação existente sobre o assunto, este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr + imazapic) em um Planossolo Háplico Eutrófico solódico (Embrapa, 2006), conduzido sob dois diferentes níveis de umidade utilizando-se quatro cultivares de arroz irrigado como plantas bioindicadoras,

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, utilizando-se um sistema de rotação e sucessão, envolvendo, pela ordem, as culturas de arroz, aveia, milho e arroz. As parcelas foram compostas por caixas de polietileno (60cm de comprimento x 40cm de largura x 20cm de estatura), cada uma contendo 50kg de solo do tipo Planossolo Háplico Eutrófico solódico. A primeira etapa teve início no mês de setembro de 2006, com a semeadura do arroz, cv IRGA 422 CL, seguida da aplicação de quatro tratamentos herbicidas num delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Quando as plantas de arroz se encontravam em estágio fenológico de três a quatro folhas, foram sorteados e aplicados os tratamentos do produto comercial Only[®] nas doses de 0, 100, 150 e 200 g ha⁻¹. O herbicida Only é uma mistura comercial que contém por litro 75g de imazethapyr + 25g de

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal – UFPel. CP 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. camilafepi@hotmail.com

² Embrapa Clima Temperado.

³ Departamento de Fitossanidade FAEM – UFPel.

⁴ Graduação FAEM – UFPel.

imazapic. A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado a CO₂, com barra e dois bicos leque (110.02), proporcionando a aplicação de 150L ha⁻¹ de calda herbicida. A partir do sétimo dia após a aplicação dos tratamentos (DAA), as parcelas foram mantidas com lâmina d'água de 4,0cm, aproximadamente, até a maturação do arroz. A partir da colheita, o solo permaneceu nas caixas de polietileno, sem irrigação, por um período de 45 dias, até o início da segunda etapa do trabalho, quando foi semeada aveia-preta (*Avena strigosa*), numa densidade de 300 sementes m⁻². A colheita da aveia ocorreu quando as plantas se encontravam em estágio de dois e três afilhos. Após a colheita, o solo foi mantido sem irrigação até o início da próxima etapa, que consistiu de instalação, no mesmo substrato e em seqüência, de dois experimentos com a cultura do milho. No primeiro experimento, o milho foi semeado na época correspondente à "safra", em setembro de 2007, e no segundo deu-se a semeadura do milho "safrinha", em fevereiro de 2008. As plantas, em ambos os casos, foram colhidas quando no tratamento testemunha se encontravam em estágio de quatro e cinco folhas. Após a colheita do milho, iniciou-se a quarta etapa do experimento, sendo as caixas foram separadas em dois experimentos, sendo um mantido sem irrigação, doravante denominado de (SI) e o outro com irrigação suficiente para manter o solo sempre úmido, denominado de (CI). Em novembro de 2008 foram sorteadas e semeadas, em SI e CI, três cultivares de arroz irrigado sensíveis aos herbicidas: BRS Atalanta, BRS Querência, IRGA 417 e o híbrido tolerante Avaxi CL. Em cada experimento foram semeadas, totalmente aleatórias, duas linhas de cada genótipo por caixa, com aproximadamente 40 sementes, em seqüência sendo cada linha considerada uma repetição totalizando quatro repetições de cada genótipo, por tratamento. Esta densidade de semeadura foi correspondente a 100 kg ha⁻¹. Aos 30 dias após a semeadura as parcelas foram mantidas com lâmina d'água de 4,0cm, aproximadamente. A colheita ocorreu quando as plantas, nas parcelas testemunha encontravam-se em estágio V8. Foi avaliada a altura de plantas medindo-se o segmento entre o colo e o ápice da folha mais jovem.

Os dados que serão apresentados referem-se ao último experimento que visou avaliar o comportamento de quatro cultivares de arroz irrigado, em solo com diferentes residuais de herbicida, mantidos com e sem irrigação nos intervalos entre a colheita e semeadura da última cultura. Os tratamentos foram submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Havendo significância, estes foram testados por modelos de regressão polinomial (Machado & Conceição, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados referente à altura de plantas, em CI (Figura 1) e SI (Figura 2), mostrou significância estatística, ocorrendo interação entre os fatores doses do herbicida e cultivares, exceto para o híbrido Avaxi CL, que não foi afetado pelo efeito residual dos herbicidas imazethapyr + imazapic.

A inclinação da curva mostra, comparativamente à testemunha, a ação residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic) nas doses avaliadas sobre as plantas de arroz. Estas quando cultivadas em solo mantido com irrigação e tratado com 100 g ha⁻¹ (dose comercial) desse herbicida diminui em 8, 54 e 62%, a altura de plantas, respectivamente, das cultivares IRGA 417, BRS Querência e BRS Atalanta. Já no solo mantido sem irrigação e para mesma dose a redução da altura de plantas foi de 11, 62 e 62%, respectivamente, para as cultivares IRGA 417, BRS Querência e BRS Atalanta. Em solo tratado com 150 e 200 g ha⁻¹, tanto em CI como em SI, ocorreu morte total das plantas da cultivar BRS Atalanta. Já na cultivar BRS Querência, só ocorreu morte total de plantas no solo tratado com 200g ha⁻¹.

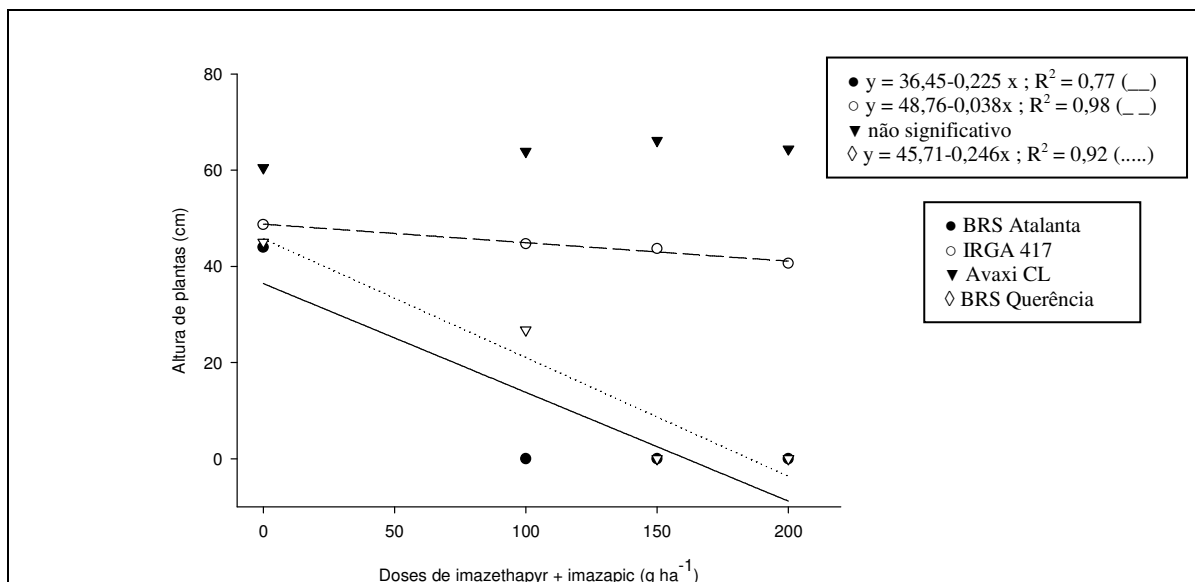


Figura 1. Efeito residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic), em solo mantido com irrigação, na altura de plantas de quatro cultivares de arroz irrigado. Casa de Vegetação FAEM-UFPel, Capão do Leão – RS. 2009.

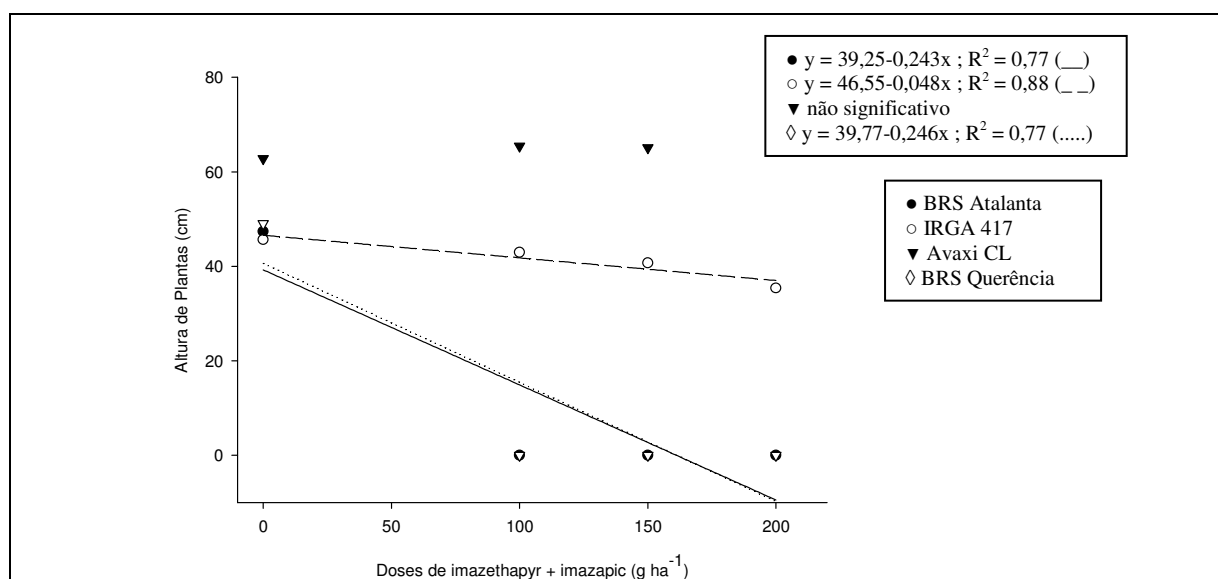


Figura 2. Atividade residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic), em solo mantido sem irrigação, na altura de plantas de quatro cultivares de arroz irrigado. Casa de Vegetação FAEM-UFPel, Capão do Leão – RS. 2009.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados observados é possível concluir que a mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic) a (75g L⁻¹+25g L⁻¹) na forma comercial Only[®], aplicado na dose de 1,0L ha⁻¹, em pós-emergência do arroz irrigado, permanece ativa no solo em quantidades suficientes para afetar negativamente o crescimento e o desenvolvimento de plantas de arroz não tolerante, como as cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e IRGA 417, semeadas em rotação, até 780 dias após a sua aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALISTER, C.; KOGAN, M. Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop Protection**, v. 24, n. 4, p. 375-379, 2005.
- ANDERSON, W. P. **Weed science principles**. New York: West Publishing, 1983. 655p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [EMBRAPA], Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.
- GUIMARÃES, G. L. **Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente**. Série Técnica IPEF, v. 4, p. 159-180, 1987.
- MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat – Sistema de Análise Estatística** para Windows versão 1.0. Universidade Federal de Pelotas, 2007.
- ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone em Latossolo Vermelho e em Chernossolo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.
- SILVA, A. A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 260p.

79. DISSIPAÇÃO E PERSISTÊNCIA DE HERBICIDAS EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO

Sérgio Luiz de O. Machado¹; Marcelo B. Peters²; Geovane B. Reimche²; Sandra C. Peixoto²; Paulo F. S. Massoni²; Renato Zanella²; Luis Antônio de Avila²; Enio Marchesan²

Palavras-chave: agrotóxicos, persistência, HPLC

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável de reservas limitadas e demanda crescente. A orizicultura irrigada tem sido considerada como atividade potencialmente poluidora. Os agrotóxicos usados na orizicultura são diversos, alguns com baixa toxicidade e degradação rápida no ambiente. Todavia, há os que oferecem alto risco ambiental. A quantidade de herbicidas que atingem os mananciais hídricos é geralmente baixa; em parte devido a baixa solubilidade e a diluição dos herbicidas em água (CAPRI, 1999). Herbicidas persistentes e com grande mobilidade no ambiente têm sido detectado em águas de superfície (NOHARA & IWAKUMA, 1996; MARCHESAN et al., 2007) representando risco para o ambiente, especialmente para a qualidade da água. Na maioria das lavouras de arroz, a aplicação dos herbicidas é seguida pela inundação da área e, dependendo do manejo de água e da precipitação pluvial, os herbicidas podem persistir por maior tempo no ambiente e ser transportados para fora da lavoura, contaminando os mananciais hídricos a jusante da lavoura. Por isso, o presente trabalho visou estimar a dissipação e a persistência dos herbicidas imazethapyr, imazapic, bispiribac-sodium, penoxsulam e quinclorac em lâmina de água da lavoura de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/08, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em área de várzea. O solo é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, com as seguintes características: $\text{pH}_{\text{água}}(1:1) = 5,0$; $\text{CTC} = 8,7 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$; $\text{P} = 19,9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 80 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{MO} = 3,0\%$; $\text{Ca} = 2,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e argila = 12,9%. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, com unidades experimentais medindo $9,7 \times 7,6 \text{ m}$ ($73,7 \text{ m}^2$). Os tratamentos constituíram da aplicação da mistura formulada de imazethapyr e imazapic ($75 + 25 \text{ g L}^{-1}$), bispiribac-sodium (50 g L^{-1}), penoxsulam (48 g L^{-1}), clomazone (600 g L^{-1}), quinclorac (375 g kg^{-1}). O cultivar IRGA 422 CL foi semeado em linhas espaçadas de 0,17 m na densidade de 120 kg de sementes ha^{-1} em sistema de semeadura direta. Juntamente com a semeadura do arroz, foi realizada a adubação de base, aplicando-se 7, 70 e 105 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Para adubação de cobertura, foram utilizados 120 kg ha^{-1} de N na forma de uréia, aplicando-se a metade da dose no início do perfilhamento (V4) e o restante na iniciação da panícula (R0), segundo escala de Counce et al. (2000). A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO_2 munido de quatro pontas 110 015 do tipo leque, calibrado para aplicar uma vazão de 125 L ha^{-1} , em pós-emergência, aos 16 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas do arroz se encontrava no estágio V4, ou seja, com quatro folhas formadas. A inundação da área foi realizada seis horas após a aplicação dos herbicidas, mantendo-se a lâmina d'água constante (10 cm). Cada parcela foi separada por taipas, com entrada e saída de água individual, como forma de evitar a contaminação entre os tratamentos, sendo a irrigação mantida durante todo o ciclo da cultura. Foram realizadas ainda coletas de água, em cada parcela, no 1º, 2º, 3º, 5º, 7º, 10º, 14º, 21º, 28º, 35º, 42º, 49º, 56º, 63º, 70º, 77º, 84º e 91º dias após a inundação. Após cada coleta, as amostras foram armazenadas em frasco de vidro âmbar, acidificadas com H_3PO_4 1:1 (v.v.⁻¹) e, sob refrigeração, transportadas para a análise química no Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas

¹Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Defesa Fitossanitária, Sala 3231ª, Prédio 42, UFSM, CEP 97105-900. E-mail: slomachado@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de Santa Maria.

(LARP) do Departamento de Química da UFSM, para análise conforme metodologia descrita por Zanella et al. (2003). Alíquota de 250 mL de amostra foi acidificada e pré-concentrada em cartuchos contendo 200 mg de C₁₈, sendo a eluição executada por duas vezes com 500 µL de metanol. A detecção e a quantificação dos herbicidas foram realizadas utilizando-se HPLC-UV, a 220 nm, munidas de uma coluna Bondesil C₁₈ (250 × 4,6 mm i.d.; 5 µm), com fase móvel constituída de metanol e água (60:40 v v⁻¹), ajustada a pH 4,0 com ácido fosfórico, com vazão de 0,8 mL min⁻¹. O logaritmo natural da concentração restante de cada herbicida [ln (C/Co)] foi calculado e, através da plotagem desse valor com o tempo em horas, foi obtida a constante da taxa de dissipação dos herbicidas na água (k_p). Os valores da meia-vida dos herbicidas foram calculados usando a equação:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k_p}$$

sendo k_p o valor absoluto da inclinação e a taxa de dissipação dos herbicidas na água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração dos herbicidas decresceu em função do tempo e variou entre os herbicidas analisados (Figura 1). Esse decréscimo pode ser explicado pela existência de condições climáticas favoráveis à degradação; que demonstram consistência e concordância com dados já reportados (CAPRI et al., 1999; MACHADO et al., 2003). Imazapic apresentou t_{1/2} de 8,15 dias. A reduzida concentração deste herbicida na água pode ser atribuída ao elevado K_{oc} reduzindo a biodisponibilidade. Imazethapyr apresentou t_{1/2} de 5,32 dias, portanto menor que a do imazapic. Para imazetapir foram detectadas concentrações na água de irrigação até 21 dias após aplicação, corroborando os resultados obtidos por Marcolin et al. (2003), detectado até aos 32 dias. Já, bispiribac-sodium apresentou t_{1/2} de 8,3 dias e persistência na água de 56 dias, mostrando-se estável em água; fato este relatado por Senseman (2007) para a faixa de pH entre 5 e 9. Por sua vez, Macedo et al. (2005) reportaram a persistência de 31 dias desse herbicida na água com o arroz estabelecido no sistema pré-germinado. Para penoxsulan foi constatada t_{1/2} de 6,41 dias e detecção na água em até 28 dias. Jabusch et al. (2006) relataram valores de meia-vida variáveis de 5,2 a 12,8 dias em condições de ambiente anaeróbico, sugerindo ser a atividade microbiana uma das principais formas de degradação desse herbicida em áreas de arroz irrigado. A meia-vida curta do clomazone em água (t_{1/2} = 0,75 dias) indica sua rápida dissipação em condições anaeróbicas, corroborando com as informações do Departamento da Regulação de Pesticidas da Califórnia (2003). Dentre os herbicidas, quinclorac apresentou maior meia-vida (t_{1/2} = 16,8 dias) sendo detectado na água até 84 dias; ao contrapartida com os resultados obtidos em testes de laboratório (CROSBY, 2003). Provavelmente, a alta persistência do quinclorac deve-se a forte sorção ao sedimento (LAVY et al. (1997).

CONCLUSÕES

Em lavouras de arroz irrigado, deve-se reter a água pelo maior tempo possível, variável com o herbicida aplicado. Neste estudo, o tempo mínimo foi de 10 dias a aplicação (clomazone) e o máximo de 84 dias (quinclorac). Esses resultados permitem uma aplicação ampla, podendo servir de subsídios para programas de monitoramento de bacias hidrográficas que recebem aporte da água drenada de lavouras de arroz irrigado, no sentido de adoção de procedimentos que evitem ou minimizem o risco da contaminação ambiental. Dentre os procedimentos está a seleção e aplicação de herbicidas que, preferencialmente, apresentem degradação rápida. Além dos herbicidas, outros agroquímicos devem ser testados, uma vez que esses agrotóxicos, nas suas diversas transformações, podem gerar também metabólitos nocivos ao meio ambiente.

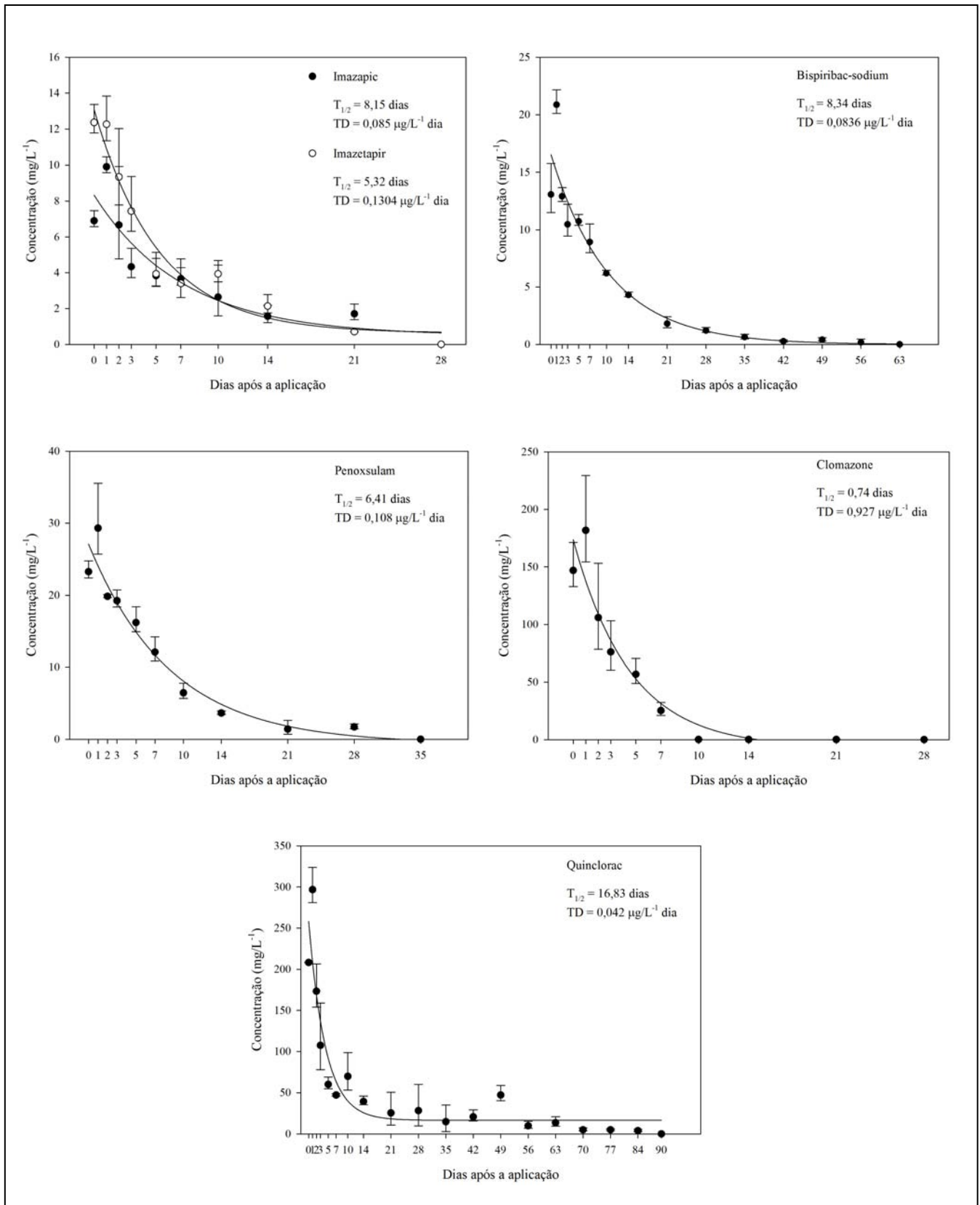


Figura 1: Curva de dissipação, meia-vida ($t_{1/2}$) e taxa de dissipação (TD) de imazapic, imazetapir, bispiribac-sodium, penoxsulam, clomazone e quinclorac na água em lavouras de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPRI, E. et al. Ground and surface water bodies contamination by pesticides use in paddy field. In: Environmental risk parameters for use of plant protection products in rice. **Tipolitografia**, v.5, p.48-71, 1999.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- CROSBY, D.R. Environmental fate of pesticides-87. <http://www.syix.com/rrb/87rpt/Enviro.htm>. (accessed on 03/05/2009).
- JABUSCH, T.W. et al. Microbial degradation of penoxsulam in flooded rice field soils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.54, p.5962-5967, 2006
- LAVY, T.L. et al. **Environmental implications of pesticides in rice production 1997**. Arkansas Agricultural Experimental Station. Research Series 460. Rice Research Studies 1997. Fayetteville 460, 1998. p.63-71.
- MACHADO, S.L. de O. **Sistemas de implantação da lavoura de arroz irrigado, consumo de água, persistência de herbicidas na água e efeitos no jundiá**. 2003. 178p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- MARCHESAN, E. et al. Monitoramento de herbicidas em dois rios brasileiros durante o período de cultivo do arroz. **Scientia Agrícola**, v.64, n.2, p.131-137, 2007.
- MARCOLIN, E. et al. Persistência do herbicida imazetapir na lâmina de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.686-688.
- NOHARA, S., IWAKUMA, T. Pesticide residues in water and an aquatic plant (*Nelumbo nucifera*) in a river mouth lake Kasumiguara, Japan. **Chemosphere**, v.33, n.7, p.1409-1416, 1996
- SENSEMAN S. A. **Herbicide Handbook**. 9ª ed., Lawrence: WSSA. 2007, 807p.
- ZANELLA, R. et al. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of herbicide residues in surface and agriculture waters. **Journal Separation Science**, v.26, n.9/10, p.935-938, 2003.

80. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ CULTIVADO SOB PIVÔ CENTRAL

Germani Concenço¹, Leandro Galon², Siumar P. Tironi², Bruno R. Batalha², Jake L. LaRue¹, Craig R. Rolfes¹, Antonio A. da Silva³, Lino R. Ferreira³

Palavras-chave: toxicidade; arroz de terras altas; eficiência de controle.

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas por luz, água e nutrientes, e sua ocorrência é um dos maiores limitantes na produção de arroz em todo o mundo. De acordo com Fleck et al. (2004) a incidência de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado pode ocasionar perdas na produtividade de grãos superior a 85%, caso nenhum método de controle seja adotado. O controle químico é o método mais utilizado para o manejo de plantas daninhas em função da praticidade, eficiência e menor necessidade de mão-de-obra se comparado a outros métodos de controle.

Os manejos adotados nas lavouras de arroz, em especial o irrigado por inundação, apresentam grande importância na produção de grãos. De acordo com Galon et al. (2007) e Agostinetto et al. (2007) a infestação da lavoura por capim-arroz ocasionou perdas de grãos variável de 4 a 30%, em função de características das variedades e do sistema de cultivo adotado.

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas em lavouras de arroz deve ser realizado de modo muito consciente pelo produtor, pois caso contrário há ocorrência de contaminações ambientais e do próprio aplicador, e o surgimento de plantas daninhas resistentes pode dificultar o método químico de controle.

Objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas pertencentes a vários mecanismos de ação, em lavoura de arroz conduzida sob irrigação mecanizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo na Universidade Federal de Viçosa-MG, em janeiro de 2009, no sistema de cultivo mínimo. A área de 0,7 ha foi dessecada com glyphosate na dose de 5,5 L ha⁻¹, e a variedade BRS Atalanta foi semeada um dia após a dessecção, na densidade de 140 kg ha⁻¹ com espaçamento entre linhas de 17 cm. A adubação foi realizada na linha de semeadura de acordo com interpretação de análise de solo. A emergência das plantas de arroz ocorreu 7 dias após a semeadura.

Os tratamentos utilizados no experimento estão listados na Tabela 1. As parcelas mediram 2 x 5 m, e as principais plantas daninhas presentes foram as avaliadas. A aplicação em pré-emergência das plantas daninhas foi feita dez dias após a emergência do arroz (DAE), e a aplicação dos tratamentos pós-emergentes 28 DAE. As aplicações foram feitas nas primeiras horas da manhã de forma a evitar ventos de velocidade excessiva e temperaturas altas, utilizando-se pulverizador costal pressurizado a CO₂ e barra de pulverização contendo 4 pontas de pulverização da série 110.02, espaçadas a 50 cm entre si.

A irrigação foi realizada com pivô central Asbrasil/Valley, modelo PA3. Coeficientes de cultura (Kc) pré-definidos foram utilizados, de acordo com a fase de desenvolvimento do arroz, e o cálculo da necessidade de irrigação baseou-se na equação de Hargreaves corrigida por Penman-Montheith, pelo software IrriSimples®.

Para as avaliações de controle e fitotoxicidade efetuadas entre 7 e 65 DAT, utilizou-se a escala de avaliação visual onde 100% representa a morte, e 0% a ausência de efeito sobre as plantas. Ao final do ciclo da cultura uma avaliação de percentagem de cobertura e controle foi avaliada, onde espécies não foram diferenciadas e os tratamentos considerados pelo seu efeito sobre as espécies presentes. A

¹Valmont Irrigation, Omaha, Nebraska, USA, germani.concenco@valmont.com.br;

²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, Brasil;

³Professor Doutor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, Brasil.

análise estatística consistiu de análise de variância e, quando significativo, médias foram consideradas distintas quando a diferença foi maior que um desvio padrão da média. Este método foi preferido em relação aos testes usuais por ser uma medida padronizada dos erros de cada valor individual da variável até o valor da média populacional. Representa uma medida padronizada da variabilidade em relação a média populacional de todas as possíveis médias amostrais que se poderiam obter da população.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamentos envolvendo o herbicida clomazone apresentaram maior toxicidade às plantas de arroz (Tabela 1). Os tratamentos T4 (clomazone + penoxsulam) e T8 (clomazone + 2,4-D) causaram danos às plantas de arroz até os 14 dias após a aplicação, com posterior recuperação dos mesmos (Tabela 1). Esse fato pode representar um problema quando variedades de ciclo muito curto são utilizadas, pois a planta pode não ter tempo hábil para se recuperar antes de passar ao estágio reprodutivo do desenvolvimento e desse modo acarretar redução na produtividade de grãos. É usual o clomazone causar alguma toxicidade às plantas de arroz, com algumas folhas apresentando sintomas de albinismo devido ao seu mecanismo de ação. No entanto, normalmente as plantas são capazes de se recuperar sem maiores problemas.

Tabela 1. Toxicidade de herbicidas (%) e de misturas de herbicidas às plantas de arroz em função de dias após aplicação (DAA). Viçosa-MG-Brasil, 2009

Tratamentos	Doses g ha ⁻¹	Toxicidade ao Arroz (%)				
		7 DAA	14 DAA	28 DAA	42 DAA	65 DAA
T1 Clomazone	450	10	7	0	0	0
T2 Clomazone + Pyrazosulfuron-ethyl	450 + 25	9	6	0	0	0
T3 Penoxsulam	48	6	7	0	0	0
T4 Clomazone + Penoxsulam	450 + 48	10	10	0	0	0
T5 Clomazone + Bispyribac-sodium	450 + 52	6	6	0	0	0
T6 Bispyribac-sodium	52	4	3	0	0	0
T7 Clomazone + Bentazon	450 + 720	5	8	0	0	0
T8 Clomazone + 2,4-D	450 + 806	10	20	0	0	0
T9 Penoxsulam + Profoxydim	48 + 160	3	3	0	0	0
T10 Testemunha infestada	---	0	0	0	0	0

Desvio Padrão = 1,47%

Tratamentos T1, T3, T4 e T8 (○) foram aplicados em pré-emergência. Os demais foram aplicados em pós-emergência. O adjuvante recomendado foi adicionado aos tratamentos contendo penoxsulam ou bispyribac-sodium.

De maneira geral, todos os tratamentos (exceto penoxsulam e bispyribac-sodium) foram capazes de controlar adequadamente *Digitaria* spp. Os principais herbicidas responsáveis por controlar esta espécie foram o clomazone e o profoxydim (Tabela 2). No entanto, os herbicidas inibidores da enzima ACCase que são eficientes graminicidas apresentam uma limitação que é a ausência de efeito residual no solo após a aplicação. Os tratamentos T2, T3 e T9 foram capazes de controlar *Cyperus rotundus* adequadamente. No tratamento 2, o herbicida pyrazosulfuron-ethyl foi eficiente no controle desta espécie, uma vez que o clomazone tem pouco ou nenhum efeito sobre esta planta (Tabela 2). Pyrazosulfuron-ethyl poderá ser boa opção para o controle de ciperáceas quando o arroz é cultivado sob pivô central, desde que o biótipo presente não seja resistente aos herbicidas inibidores da ALS.

Tratamentos envolvendo penoxsulam também foram eficientes em controlar *C. rotundus*, e provavelmente a característica de efeito residual no solo deva ter contribuído para isto. Da mesma forma, bispyribac-sodium é capaz de controlar eficientemente *C. rotundus*, mas é mais dependente do manejo da água como forma complementar de controle devido à ausência de período residual no solo. No tratamento 6 pode-se constatar que o bispyribac-sodium foi capaz de controlar 90% desta espécie até 28 dias após a aplicação (DAA), no entanto aos 65 DAA este nível de controle foi aferido como sendo ao redor de 73% (Tabela 2). Em T5 efeito similar foi observado.

O herbicida penoxsulam também foi o responsável pelo bom controle de *Cyperus*, uma vez que o profoxydim é exclusivamente graminicida. O herbicida 2,4-D também teve efeito limitado sobre *C. rotundus* com resultados ao redor de 50% de controle. *Ipomoea* sp. foi controlada eficientemente aos 65

DAA pelos tratamentos herbicidas envolvendo pyrazosulfuron-ethyl, penoxsulam, bispyribac-sodium e 2,4-D (Tabela 2). No entanto, em alguns tratamentos foi observada reinfestação ao final do ciclo (Figura 1). Esta reinfestação tardia posterior a 65 DAA, no entanto, não é limitante ao rendimento de grãos por ocorrer após o período crítico de competição, mas pode causar problemas na colheita mecanizada do arroz.

Tabela 2. Controle de *Digitaria sp.*, *Ipomoea sp.* e *Cyperus rotundus* (%) em função de misturas de herbicidas e dias após aplicação. Viçosa-MG-Brazil, 2009

Trat.1	<i>Digitaria sp.</i>					<i>Ipomoea sp.</i> ²					<i>Cyperus rotundus</i>				
	7	14	28	42	65	7	14	28	42	65	7	14	28	42	65
T1	91	99	100	99	100	23	3	3	0	0	8	6	0	66	0
T2	78	94	98	95	98	66	92	87	84	94	78	97	94	94	95
T3	50	89	70	91	71	73	79	40	33	31	74	87	95	91	86
T4	91	97	93	100	100	54	91	93	93	90	46	80	91	94	93
T5	83	94	97	96	100	74	86	88	75	72	68	86	88	80	80
T6	51	76	68	62	52	73	83	93	93	86	76	86	90	86	73
T7	85	96	100	100	100	94	92	91	87	88	82	95	94	84	87
T8	87	100	99	97	96	100	99	100	99	95	35	56	65	57	57
T9	81	100	98	92	87	36	62	61	65	65	73	86	95	91	90
T10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão = 10,07%					Desvio Padrão = 13,52%					Desvio Padrão = 11,89%				

Tratamentos T1, T3, T4 e T8 (○) foram aplicados em pré-emergência. Os demais foram aplicados em pós-emergência.

¹ Tratamentos listados na Tabela 1. ² As principais espécies de *Ipomoea* presentes foram *I. grandifolia* e *I. nil*.

Ao final do ciclo da cultura, 100 DAE, uma avaliação geral de percentagem de cobertura e de controle foi efetuada. Nesta avaliação as espécies daninhas não foram diferenciadas, e os tratamentos herbicidas foram julgados pelo efeito geral de controle das espécies presentes (Figura 1). Os tratamentos envolvendo clomazone se destacaram no controle das espécies daninhas presentes na área, representadas principalmente pelas três espécies avaliadas. Além disso, nesta avaliação não foi possível detectar sintomas de toxicidade às plantas de arroz em todos os tratamentos, incluindo aqueles onde a toxicidade foi alta até 28 DAA (Tabela 1).

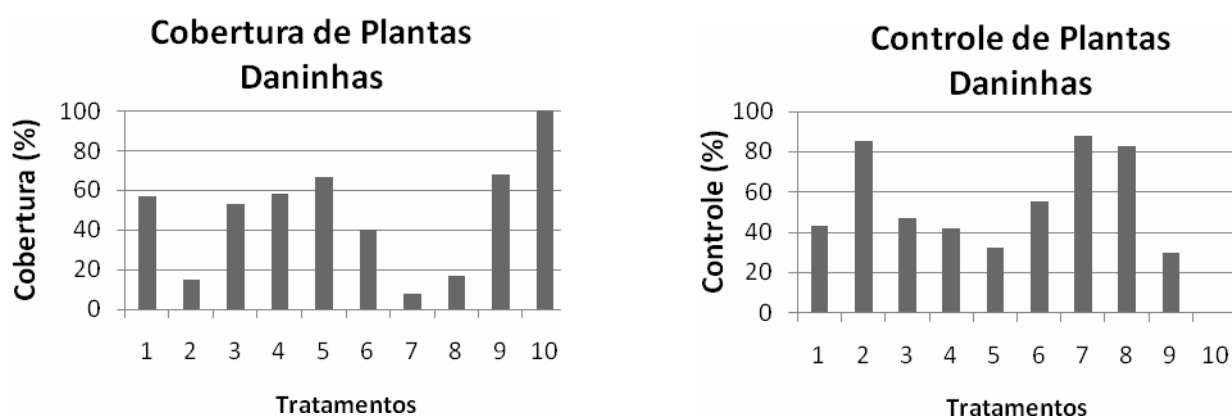


Figura 3. Controle e cobertura de plantas daninhas em função de tratamentos herbicidas.

CONCLUSÕES

Existem boas opções de herbicidas para o controle de plantas daninhas em um ambiente onde a lâmina de água está ausente. Com o correto manejo destes herbicidas em relação a doses e momentos de aplicação, é possível alcançar controle eficiente de plantas daninhas na cultura do arroz sob irrigação por pivô central, sem incremento no custo de controle.

Os melhores resultados de controle foram obtidos naqueles tratamentos onde o clomazone esteve presente, com destaque para clomazone + pyrazosulfuron-ethyl, clomazone + bentazon e clomazone +

2,4-D. Os tratamentos envolvendo penoxsulam e bispyribac-sodium apresentaram controle eficiente das espécies de *Ipomoea*; no entanto, ocorreu infestação tardia e o nível de controle foi reduzido ao final do ciclo da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 689-696, 2007

FLECK, N.G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.19-28, 2004.

GALON, L. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 709-718, 2007.