

METODOLOGIA PARA DESENVOLVER LINHAGENS DE ARROZ RESISTENTES A *Oryzophagus oryzae* POR MEIO DE SELEÇÃO RECORRENTE

José Francisco da Silva Martins¹; Paulo Ricardo Reis Fagundes²; Orlando Peixoto de Moraes³; Crislaine Barcellos de Lima⁴; Germano Tessmer Büttow⁵; Nereu Carpes Meus⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa*, gorgulho-aquático, bicheira-da-raiz, metodologia

INTRODUÇÃO

Oryzophagus oryzae (Costa Lima) (Col.: Curculionidae) é um dos insetos-praga mais frequentes na cultura do arroz irrigado por inundações no Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O inseto adulto (gorgulho-aquático) torna-se prejudicial apenas em áreas de arroz pré-germinado, onde pode destruir grande quantidade de plântulas (FERREIRA LIMA, 1951). Em qualquer sistema de cultivo, porém, os principais danos são sempre causados pelas larvas (bicheira-da-raiz), as quais, ao se alimentarem do sistema radicular das plantas de arroz condicionam uma menor absorção de nutrientes, podendo causar perdas de produtividade de até 18% (MARTINS; CUNHA, 2007).

O uso de cultivares de arroz resistentes a *O. oryzae* pode contribuir para a redução da aplicação de inseticidas em arrozais (HEINRICHS et al., 1994), aportando requisitos para o desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis, propiciando melhoria dos índices de produtividade e rentabilidade, maior qualidade dos grãos e maior segurança ambiental.

A resistência de arroz a *O. oryzae* pode ser do tipo antixenose, antibiose e tolerância (MARTINS; TERRES, 1995). A antixenose se expressa quando as plantas de arroz possuem caracteres físicos ou químicos que atuam negativamente no comportamento do inseto dificultando, principalmente os processos de alimentação e oviposição. A antibiose se manifesta pós-início da alimentação em plantas com qualidade nutricional inadequada e resulta em menores índices de sobrevivência, desenvolvimento e reprodução. A tolerância decorre da capacidade que as plantas possuem para recuperar o sistema radicular danificado pelas larvas. Os métodos para avaliar os três tipos de resistência de arroz a gorgulhos-aquáticos foram compilados por Heinrichs et al. (1985).

Cultivares de arroz com ciclo biológico curto, no geral, têm menor capacidade de recuperação de raízes cortadas por larvas de *O. oryzae*, pois grande parte do seu período de crescimento (“perfilhamento”) coincide com a época em que a população larval é mais elevada no campo. As cultivares de ciclo médio, ao manterem-se em crescimento quando a população larval está em declínio, podem, mais facilmente, emitir novas raízes. Assim, mesmo que no melhoramento genético seja prioritário obter cultivares precoces com resistência dos tipos antixenose e antibiose (MARTINS et al., 1993), cultivares de ciclo médio podem constituir-se em fontes de resistência do tipo tolerância, devido à maior capacidade de recuperarem as raízes cortadas pelas larvas (CARBONARI et al., 2000).

Vários trabalhos sobre a resistência de arroz à *O. oryzae* foram realizados no Brasil (MARTINS et al., 2007), contribuindo para o desenvolvimento das cultivares BRS Atalanta (TERRES et al., 1999) e BRS Pelota (TERRES et al., 2000), mais resistentes ao inseto. Definiram-se métodos mais precisos para avaliação da resistência (MARTINS et al., 2001; SILVA et al., 2003), confirmando-se efeitos típicos de antibiose por parte cultivar Dawn (MARTINS et al., 2001; SILVA et al., 2003; MARSCHALEK et al., 2005). Em seqüência, as

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, CP 404, CEP 96001-970, Pelotas – RS. jose.martins@cpact.embrapa.br.

² Eng. Agrônomo, Dr., Embrapa Clima Temperado, paulo.fagundes@cpact.embrapa.br.

³ Eng. Agrônomo, Dr., Embrapa Arroz e Feijão, peixoto@cnpaf.embrapa.br.

⁴ Bióloga, UFPEL-FAEM/Pós-graduação, clima@ufpel.tche.br.

⁵ Acadêmico de Agronomia, UFPEL-FAEM, germanotbuttow@hotmail.com.

⁶ Acadêmico de Agronomia, UNIPAMPA-Campus de Itaqui, nereumeus@hotmail.com.

cultivares BRS Atalanta, Dawn e BR-IRGA 413 (“maior capacidade de recuperar raízes cortadas”) foram utilizadas como fontes de genes (alelos) para a população de seleção recorrente CNA 11 (RANGEL et al., 1997). Na safra 2006/07, em Capão do Leão - RS, com base na exposição de plantas F_3 das sub-populações CNA 11 x BRS Atalanta, CNA 11 x BR-IRGA 413 e CNA 11 x Dawn, à elevada infestação natural de *O. oryzae* (“ataque de larvas”) no campo foram selecionadas individualmente 13, 22 e 23 plantas de cada sub-população, respectivamente, devido suportarem um esforço de arranca de até 35 kgf, expressando uma reação de elevada resistência ao inseto (MARTINS et al., 2007). Esse trabalho visa indicar a forma de aproveitamento das 58 progênes selecionadas em 2007, no programa de melhoramento genético de arroz da Embrapa, e a metodologia que esta sendo adotada para selecionar plantas resistentes ao inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

As 58 progênes selecionadas em 2007 foram recombinadas via seleção recorrente a partir da safra 2008/09, em Santo Antônio de Goiás - GO, originando 73 cruzamentos dos quais 22, 25 e 26 permitirão reunir genes de resistência da Dawn e BRS Atalanta, Dawn e BR-IRGA 413, BRS Atalanta e BR IRGA 413. Na safra de 2010/11, os 73 cruzamentos (geração F_2), foram avaliadas no campo, em Capão do Leão, RS, sob infestação natural do inseto, conforme a seguinte metodologia: 1) produção de mudas por meio de semeadura (11/11/10) em bandejas plásticas (com 128 células, colocando 5 sementes/célula) preenchidas com solo peneirado não adubado; 2) desbaste das plântulas, 5 dias pós-emergência, mantendo uma por célula; 3) transplante (1 a 4/12/10) de 100 mudas de cada cruzamento (correspondendo ao dobro do indicado por Rangel et al., 1997) em parcelas de 7 m² (5 fileiras espaçadas 35 cm, cada com 20 plantas equidistantes 20 cm); 4) aumento gradativo da lâmina de água de irrigação, pós-transplante, até a espessura de 20 cm, e controle manual (arranque) de plantas daninhas; 5) adubação nitrogenada em cobertura (100 kg de uréia/ha), 15 dias pós-transplante, para tornar as plantas de arroz mais suscetíveis ao ataque do inseto (BANG; TUGWELL, 1976; MENESES CARBONELL; ELIZALDE, 1980); 6) avaliação da intensidade de infestação larval de *O. oryzae*, em 26/01/11 (52 dias pós-início da irrigação), retirando duas amostras padrão de solo e raízes na fileira central de cada parcela (6^a e 15^a planta), de acordo com método descrito por Martins; Cunha (2007), estabelecendo 11 classes de infestação; 7) avaliação dos cruzamentos com base em características agrônômicas (tipo moderno de planta, grão longo fino, ciclo curto de desenvolvimento, panícula grande e baixa incidência de doenças nos grãos, entre outras) e colheita de uma planta destaque de cada cruzamento selecionado; 8) reavaliação dos cruzamentos pré-selecionados e colheita individual de cinco plantas destaque de cada cruzamento selecionado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intensidade da infestação larval de *O. oryzae* na área utilizada para a avaliação da resistência das progênes ao inseto foi adequada, pois 98,6% das amostras de solo e raízes retiradas contiveram mais de 5 larvas/amostra (Tabela 1), nível populacional a partir do qual é considerado que o inseto possa causar danos econômicos às plantas de arroz (REUNIÃO..., 2010). Apesar da infestação do inseto na área experimental ter sido elevada (média de 22,8 larvas/amostra), poucas plantas dos 73 cruzamentos manifestaram sintomas nítidos do ataque das larvas às raízes. Tal situação pode ser atribuída ao fato das plantas avaliadas em 2011 serem descendentes de genitores que expressaram uma reação de elevada resistência ao inseto (MARTINS et al., 2007), portanto, havendo a possibilidade de terem herdado esse tipo de característica.

Dos 73 cruzamentos, cujas plantas F_2 foram expostas à elevada infestação de *O. oryzae* no campo, inicialmente 49 foram pré-selecionados com base em características

agronômicas desejáveis. De cada cruzamento pré-selecionado, coletou-se as sementes de uma planta destaque (Tabela 2), visando intercruzamentos e constituição de uma nova população para um ciclo subsequente de seleção recorrente. Da reavaliação dos cruzamentos pré-selecionados, 21 foram selecionados (Tabela 2), coletando-se, de cada um, cinco plantas destaque. Essas plantas serão utilizadas para a formação de linhagens por meio de procedimentos que combinem seleção direcionada à resistência ao inseto e a outras características agrônômicas desejáveis.

TABELA 1. Infestação larval de *Oryzophagus oryzae* em área utilizada para a avaliação da resistência de plantas F₂ de sub-populações de seleção recorrente de arroz ao inseto. Embrapa Clima Temperado. Pelotas - RS. 2011.

Classe de infestação	Faixa de infestação	Amostras/faixa (N°)	Frequência (%)
01	01 ≤ N ≤ 05	02	1,4
02	06 ≤ N ≤ 10	11	7,5
03	11 ≤ N ≤ 15	22	15,0
04	16 ≤ N ≤ 20	25	17,1
05	21 ≤ N ≤ 25	30	20,5
06	26 ≤ N ≤ 30	21	14,4
07	31 ≤ N ≤ 35	19	13,0
08	36 ≤ N ≤ 40	04	2,8
09	41 ≤ N ≤ 45	05	3,4
10	46 ≤ N ≤ 50	03	2,1
11	51 ≤ N ≤ 55	04	2,8

¹Estabelecida com base no número de larvas por amostra padrão de solo e raízes (N).

TABELA 2. Número de cruzamentos e plantas de sub-populações de seleção recorrente de arroz direcionadas à resistência a *Oryzophagus oryzae*, avaliadas e selecionadas em 2011. Embrapa Clima Temperado. Pelotas - RS. 2011.

TABELA 2. Número de cruzamentos e plantas de sub-populações de seleção recorrente de arroz direcionadas à resistência a *Oryzophagus oryzae*, avaliadas e selecionadas em 2011. Embrapa Clima Temperado. Pelotas - RS. 2011.

Genealogia das sub-populações	Cruzamentos		1ª Seleção		2ª Seleção	
	avaliados	Cruzamentos	Plantas	Cruzamentos	Plantas	
(BRS Atalanta 1 x CNA 11)/(BR-IRGA 413 1 x CNA 11)	26	17	17	11	55	
(BR-IRGA 413 1 x CNA 11)/(Dawn 1 x CNA 11)	25	17	17	07	35	
(Dawn 1 x CNA 11)/(BRS Atalanta 1 x CNA 11)	22	15	15	03	15	
Total	73	49	49	21	105	

¹Colheita de uma planta/cruzamento selecionado para mistura das sementes.

²Colheita de cinco plantas/cruzamento selecionado para a formação de progênes (linhagens).

CONCLUSÃO

Há potencial para obter linhagens de arroz resistentes a *Oryzophagus oryzae* e com outras características agrônômicas desejáveis, por meio da constituição e avaliação seqüencial de populações de seleção recorrente que incorporem genes de genótipos pré-selecionadas como fontes de resistência ao inseto

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANG, Y. H.; TUGWELL, P. Adult rice water weevil feeding preference for rice plants and leaves of different ages. Fayetteville: University of Arkansas - Agriculture Experiment Station, 1976. 12 p. (**Report Series**, 231).
- CARBONARI, J.J.; MARTINS, J.F. da S.; VENDRAMIN, J.D.; BOTTON, M. Relação entre flutuação populacional de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) e período de perfilhamento de cultivares de arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 361-366, 2000.
- FERREIRA LIMA, A.D. O bicho do arroz. **Boletim Fitossanitário**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 49-53, 1951.
- HEINRICH, A.E.; MEDRADO, F.G.; RAPUSAS, H.R. **Genetic evaluation for insect resistance in rice**. Los Baños: IIRI, 1985. 356p.

HEINRICHS, E.A. **Host plant resistance**. In: HEINRICHS, E.A. (Ed.). *Biology and management of rice insects*. New Delhi: IRRI, 1994. p. 517-548.

MARSCHALEK, R.; PRANDO, H.F.; STUKER, H.; VIEIRA, J. Avaliação da resistência de linhagens e cultivares de arroz aos gorgulhos aquáticos com livre chance de escolha sob condições de cultivo em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p.34-36

MARTINS, J.F. da S.; CUNHA, U.S. da. Situação do sistema de controle químico do gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do arroz no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 25 p. (Embrapa Clima Temperado. **Documentos**, 215).

MARTINS, J.F. da S.; CUNHA, U.S. da.; RANGEL, P.H.N.; FAGUNDES, P.R.R. Identificação de fontes de resistência de arroz ao gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* por meio da seleção recorrente de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 174-176.

MARTINS, J.F. da S.; MELO, M.; SILVA, F.F. da; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. da. Novo método para aferição da densidade populacional do gorgulho-aquático em plantas de arroz irrigado. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 363-370, 2001.

MARTINS, J.F. da S.; TERRES, A.L.S. Avaliação de germoplasma de arroz visando resistência à *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 445-453, 1995.

MARTINS, J. F. da S.; TERRES, A. L. S.; BOTTON, M. Alternativas de controle da bicheira da raiz visando menor impacto ambiental. **Lavoura Arrozeira**, v. 46, n. 406, p. 12-14, 1993.

MENESES CARBONELL, R.; ELIZALDE, Y. R. Influencia de la fertilizacion mineral en el cultivo del arroz sobre la población de *Lissorhoptus brevisrostris* (Coleoptera: Curculionidae). **Ciencia Técnica Agrícola**, v. 3, n. 2, p. 49-69, 1980.

RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; CUTRIM, V. dos A.; FAGUNDES, P.R.R. CNA 11. População de arroz irrigado para alta produtividade e tolerância ao frio. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais**. Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 23-26.

RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F. Selección recorrente aplicada al arroz de riego em Brasil. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Selección recorrente en arroz**. Cali: CIAT, 1997. p. 79-97 (Publicación CIAT, n° 267).

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas para o sul do Brasil. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SILVA, F.F. da; MARTINS, J.F. da S.; GRÜTZMACHER, A.D.; STORCH, G.; AZEVEDO, R. de.; GIOLO, F.P. Avaliação da resistência de arroz a *Oryzophagus oryzae* com e sem chance de escolha da planta hospedeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 2, p. 135-140, 2003.

TERRES, A.L.S.; MACHADO, M.O.; FAGUNDES, P.R.R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de; FRANCO, D.F.; FRANCO, J.C.B.; MARTINS, J.F. da S.; NUNES, C.D.M. Melhoramento genético de arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 10. BRS Firmeza e BRS Atalanta, novas cultivares para a orizicultura gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., 1999, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.158-161.

TERRES, A.L.S.; MACHADO, M.O.; FRANCO, D.F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de; NUNES, C.D.M.; FAGUNDES, P.R.R.; MARTINS, J.F. da S. BRS Pelota, cultivar de arroz irrigado de alto potencial produtivo. **Agropecuária de Clima Temperado**, v. 3, n. 2, p. 291-294, 2000.