

CIRCULAR TÉCNICA

195

Pelotas, RS
Dezembro, 2018

Potencial da Resistência de Cultivares Arroz Irrigado à Bicheira-da-Raiz para Redução do Uso de Inseticidas e Implicações Econômicas

José Francisco da Silva Martins
Juliano de Bastos Pazini
Valdecir dos Santos
Ivan Marques Pereira
Flávio Amaral Bueno
Isabel Helena Verneti Azambuja



Potencial da Resistência de Cultivares Arroz Irrigado à Bicheira-da-Raiz para Redução do Uso de Inseticidas e Implicações Econômicas

Oryzophagus oryzae (Coleoptera: Curculionidae), cujas larvas são denominadas bicheira-da-raiz, é uma espécie de inseto muito nociva à orizicultura irrigada por inundação no Sul do Brasil. Ao cortar as raízes de arroz, pode causar perdas de produtividade de até 20% (Martins; Cunha, 2015). Esse inseto basicamente é controlado por meio de inseticidas químicos, os quais podem ser aplicados no tratamento de sementes, em pulverização foliar ou diretamente na superfície da lâmina d'água de irrigação (Botton et al., 1999). Independentemente do método de aplicação de inseticidas, tem predominado o uso abusivo, elevando custos produtivos e riscos de contaminação ambiental (Azambuja et al., 2015; Marchesan et al., 2010; Martins et al., 2017). O uso de cultivares resistentes a *O. oryzae* (Martins; Terres, 1995) é uma das alternativas para reduzir as desvantagens do controle químico. Porém, um maior benefício depende do grau e tipo de resistência que cultivares de arroz contêm em relação ao inseto.

Em arroz, a resistência a *O. oryzae* pode ser do tipo antixenose, antibiose ou tolerância (Martins; Terres, 1995), conforme definidas por Panda e Kuschel (1995). A antixenose, ligada a fatores físicos e químicos das plantas, dificulta a colonização pelos insetos, reduzindo os níveis de infestação inicial e sequenciais em cada safra e/ou exerce efeitos letais em casos de extrema inanição. Efeitos de antibiose ocorrem pós-colonização e alimentação dos insetos nas plantas, o que pode afetar o desenvolvimento, a reprodução e

¹José Francisco da Silva Martins, Engenheiro-agrônomo, Dr. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ²Juliano de Bastos Pazini, Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, doutorando em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. ³Valdecir dos Santos, Graduando em agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, estagiário do convênio Embrapa/UFPel. ⁴Ivan Marques Pereira, Graduando em agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, estagiário do convênio Embrapa/ UFPel. ⁵Flávio Amaral Bueno, Graduando em agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, estagiário do convênio Embrapa/ UFPel. ⁶Isabel Helena Vernetti Azambuja, Bacharel em Ciências Econômicas, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

a sobrevivência, resultando os dois últimos casos em redução populacional (Panda; Kuschel, 1995). A antixenose e antibiose, portanto, reduzem índices populacionais de insetos ao afetarem sua biologia.

A tolerância consiste na capacidade das plantas em recuperar tecidos após o dano causado por insetos, sem interferir no desenvolvimento desses (Smith, 2005). No caso de *O. oryzae*, a tolerância pode ser avaliada, pós-corte das raízes de arroz, por meio da diferença percentual de produtividade entre plantas de uma mesma cultivar protegidas e não protegidas com inseticidas do ataque do inseto (Heinrichs et al., 1985).

Este trabalho objetivou avaliar o potencial de contribuição da resistência de cultivares de arroz à bicheira-da-raiz quanto à redução da quantidade de inseticidas usada no controle químico preventivo e curativo do inseto.

Material e Métodos

Dois experimentos foram instalados, respectivamente, em 10/11/2013 (safra 2013/2014) e 08/11/2015 (safra 2015/2016) - num Planossolo Háplico, latitude 31° 81' 28" S e longitude 52° 46' 56" W, na Embrapa Clima Temperado (Capão do Leão, RS), conforme o delineamento de blocos em faixas com seis tratamentos (cultivares de arroz) e quatro repetições. As parcelas experimentais, com nove fileiras de plantas de 5 m, espaçadas 0,175 m, foram instaladas via semeadura mecanizada (90 kg/ha), em solo lavrado desnudo (cultivo convencional), separadas por taipas, com entrada e saída individual da água de irrigação, para evitar a mistura de tratamentos químicos.

Seis cultivares de arroz desenvolvidas pela Embrapa (BRS Atalanta; BRS Firmeza; BRS Ligeirinho; BRS Querência; BRS Pampa; BRS Sinuelo CL) corresponderam às parcelas, enquanto as faixas a dois tratamentos químicos (com e sem aplicação de inseticida). As cultivares BRS Ligeirinho (Martins; Terres, 1995) e BRS Atalanta (Martins et al., 2001) foram incluídas como padrão de suscetibilidade e resistência a *O. oryzae*, respectivamente, sendo desconhecido o grau de resistência das demais cultivares. Outras práticas culturais foram adotadas conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (Reunião, 2016).

Em 2013/2014, as parcelas foram irrigadas por inundação aos 16 dias pós-emergência das plantas, estabelecendo uma lâmina d'água de 15 cm de espessura. Dez dias após a inundação (10 DAI), quando atingido o nível de controle de *O. oryzae* (cinco larvas/amostra-padrão de solo e raízes) (Reunião, 2016), as plantas de uma das faixas de cada bloco foram tratadas – de modo curativo – com o inseticida carbofurano (ingrediente ativo = i.a.) granulado, na dose de 400 g/ha. A aplicação foi feita sobre a lâmina d'água de irrigação, conforme registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para controle do inseto (Reunião, 2016). A detecção do nível de controle, aos 10 DAI (uma amostra/parcela), assim como os registros seguintes da população larval, aos 32 e 41 DAI (quatro amostras/parcela), apenas em faixas não tratadas, foram baseados em método-padrão (Neves et al., 2011).

Em 2015/2016, a metodologia experimental diferiu da adotada na safra anterior, em relação a alguns aspectos: as parcelas foram inundadas aos 19 dias pós-emergência das plantas; o nível de controle de *O. oryzae* não foi considerado, pois as sementes das cultivares usadas numa das faixas de cada bloco foram tratadas de modo preventivo com fipronil (i.a.), na dose de 30 g/100 kg de semente (Agrofit, 2018); a população larval foi avaliada aos 29 e 40 DAI.

Nas duas safras, o peso de grãos de arroz, obtido pela colheita em 5,6 m², ao centro das parcelas, embasou o cálculo da redução percentual (perda) de produção das cultivares (PP) atribuída ao dano de larvas de *O. oryzae*. Empregou-se a fórmula $PP = [(C_{INS} - S_{INS})/C_{INS}] \times 100$, sendo C_{INS} e S_{INS} o peso de grãos em parcelas com e sem inseticida, respectivamente.

Para análise estatística, o número de larvas de *O. oryzae* por amostra de solo e raízes foi transformado em $\sqrt{x}$ e a redução de produtividade (%) em $\arcsin \sqrt{x}/100$. Essas duas variáveis mais o peso de grãos foram submetidas à análise de variância (Anova) conjunta, interssafra e/ou intrassafra. Frente à significância do teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Ainda, foi estabelecida uma matriz de correlações lineares entre as variáveis, sendo as significâncias determinadas pelo teste t ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Em 2013/2014, as cultivares de arroz diferiram ($P < 0,05$) quanto ao índice de infestação larval de *O. oryzae*, confirmando que há variabilidade genética capaz de atribuir resistência ao inseto, de acordo com estudos anteriores (Martins; Terres, 1995). Ressalta-se que 'BRS Firmeza' e 'BRS Sinuelo CL' formaram o grupo das menos infestadas, juntamente com 'BRS Atalanta', caracterizada como resistente (Martins et al., 2001). 'BRS Ligeirinho', 'BRS Querência' e 'BRS Pampa', ao contrário, formaram o grupo das mais infestadas (Tabela 1). A divergência entre cultivares quanto ao índice de infestação larval pode ter decorrido de efeitos isolados e/ou sinérgicos de antixenose e antibiose, pois tais tipos de resistência, ao afetarem a biologia de insetos, reduzem suas populações (Panda; Kuschel, 1995).

Tabela 1. Infestação larval de *Oryzophagus oryzae* e produção de grãos de seis cultivares de arroz, com (C) e sem (S) proteção do inseticida carbofurano (INS)¹ aplicado diretamente na lâmina d'água de irrigação, safra 2013/2014.

Cultivares	Infestação larval (Nº) ^{2,3}	Produção de grãos		
		Kg/ha		Perda (%) ³
		CINS ³	SINS ³	
BRS Atalanta	7,50 b	5469 dA	5277 cA	3,53 b
BRS Firmeza	9,37 b	5704 dA	5388 cA	5,56 b
BRS Ligeirinho	16,12 a	4175 eA	3537 dB	15,27 a
BRS Querência	15,75 a	7952 bA	7424 bB	6,72 b
BRS Pampa	16,75 a	9406 aA	8777 aB	6,57 b
BRS Sinuelo CL	10,87 b	6837 cA	6551 bA	4,19 b
Média	--	6590 A	6159 B	6,45
CV (%)	22,61	3,86		31,59

¹Dose (formulação granulada): 400 g (i.a.)/ha; ²Larvas/amostra; ³Médias com letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($P < 0,05$) entre a produção de grãos de plantas tratadas e não tratadas (com carbofurano) de 'BRS Atalanta' (padrão-de-resistência a *O. oryzae*), 'BRS Firmeza' e 'BRS Sinuelo' (Tabela 1), o que evidenciou a probabilidade de o controle químico do inseto não ser necessário nessas cultivares. Assim, com base nessa situação, infere-se que a resistência de cultivares de arroz a *O. oryzae* é um atributo capaz de viabilizar um menor

uso de inseticidas químicos para controle do inseto, ou a exclusão, carreando benefícios econômicos e ambientais. Porém, nas demais cultivares, como a produção de grãos foi menor ($P < 0,05$) nas plantas não tratadas, principalmente, na 'BRS Ligeirinho' (padrão-de-suscetibilidade), a probabilidade seria de maior dependência do controle químico.

A ordem das cultivares de arroz quanto à perda (%) de produção de grãos divergiu da ordem quanto ao índice de infestação larval de *O. oryzae* (Tabela 1), conforme indicado pelo moderado grau de relação ($r^2 = 0,5000$) entre essas variáveis (Tabela 2). Isso basicamente deveu-se à situação das cultivares BRS Querência e BRS Pampa que, apesar de mais infestadas, não diferiram das menos infestadas ('BRS Atalanta', 'BRS Firmeza' e 'BRS Sinuelo CL') quanto à perda de produção. Assim sendo, 'BRS Querência' e 'BRS Pampa' estariam expressando relativo grau de resistência do tipo tolerância a danos causados por larvas às raízes. Porém, 'BRS Ligeirinho', uma das cultivares mais infestadas, não demonstrou tolerância, pois diferiu das demais ao atingir a maior de perda de produção, confirmando a suscetibilidade ao inseto (Martins; Terres, 1995).

Tabela 2. Matriz de correlação (triângulo superior) e *P*-valores (triângulo inferior) do índice de infestação larval de *Oryzophagus oryzae* (NL) com índice de perda de produção de grãos (PP), em seis cultivares de arroz, em duas safras agrícolas¹.

Variáveis	NL _{safr1}	NL _{safr2}	PP _{safr1}	PP _{safr2}
NL _{safr1}	--	0,8346	0,5000	--
NL _{safr2}	<0,0001**	--	--	0,7098
PP _{safr1}	0,0140*	--	--	0,5344
PP _{safr2}	--	0,0001**	0,0071**	--

¹Número de larvas/amostra em 2013/2014 (NL_{safr1}) e 2015/2016 (NL_{safr2}), e porcentagem de perda de produção em 2013/2014 (PP_{safr1}) e 2015/2016 (PP_{safr2}). Significativos pelo teste t**($P \leq 0,01$); *($P \leq 0,05$).

A suscetibilidade da 'BRS Ligeirinho' a *O. oryzae* pode decorrer, pelo menos em parte, do curto ciclo de desenvolvimento dessa cultivar, condição que, ao atribuir menor período de crescimento (fase vegetativa), reduz a capacidade de recuperação de raízes cortadas por larvas (Carbonari et al., 2000).

É difícil atribuir tipos de resistência a *O. oryzae* a 'BRS Atalanta', 'BRS Firmeza' e 'BRS Sinuelo CL', devido à menor infestação larval e perda pro-

dução nessas cultivares. Menor infestação prospecta efeitos de antixenose e/ou antibiose, porém, não assegura que menor perda de produção decorra de tolerância.

Em 2015/2016, as cultivares de arroz também diferiram ($P < 0,05$) quanto ao índice de infestação larval de *O. oryzae* (Tabela 3), tendo alta similaridade de ordenamento com os índices atingidos na safra anterior, conforme o grau de relação ($r^2 = 0,8346$) entre os valores dessa variável em cada safra (Tabela 2). Apenas 'BRS Firmeza' obteve menor índice de infestação, igual ao da 'BRS Atalanta', padrão-de-resistência. 'BRS Sinuelo' atingiu índice intermediário de infestação. 'BRS Ligeirinho', 'BRS Querência' e 'BRS Pampa', mantiveram a performance da safra anterior, sendo mais infestadas (Tabela 3).

Na segunda safra (2015/2016), quando a proteção ao ataque de larvas *O. oryzae* baseou-se na aplicação de fipronil nas sementes de arroz, não ocorreu diferença ($P < 0,05$) entre a produção de grãos de plantas tratadas e não tratadas da 'BRS Atalanta' e 'BRS Firmeza' (Tabela 3). Tais cultivares, ao reprisar a condição de resistentes ao inseto, corroboram a probabilidade de menor necessidade do controle químico. 'BRS Querência', apesar da menor produção das plantas não tratadas, não diferiu da 'BRS Atalanta' e 'BRS Firmeza' quanto à perda (%) de produção, o que prospecta a perspectiva da cultivar conter resistência do tipo tolerância. Porém, 'BRS Sinuelo', em 2015/2016, ao contrário de 2013/2014, evidenciou a necessidade de controle químico, como 'BRS Ligeirinho' e 'BRS Pampa', em ambas as safras.

A relação entre a ordem das cultivares de arroz quanto à perda de produção de grãos e a ordem quanto ao índice de infestação larval de *O. oryzae* foi mais estreita em 2015/2016 ($r^2 = 0,7098$), o que pode ter decorrido de uma maior proporcionalidade entre os valores das duas variáveis (Tabela 2). Nesse contexto, 'BRS Atalanta' e 'BRS Firmeza' (menos larvas e menor perda de produção), e 'BRS Ligeirinho' e 'BRS Pampa' (mais larvas e maior perda de produção), constituíram grupos de cultivares com caráter de resistência e suscetibilidade, respectivamente. 'BRS Querência' (mais larvas e menor perda de produção) expressou tolerância. 'BRS Sinuelo', apesar da infestação mediana, não diferiu da 'BRS Ligeirinho' (padrão-de-susceptibilidade) quanto a uma maior perda de produção (Tabela 3).

A avaliação global dos dados sobre o peso de grãos de arroz registrados em 2013/2014 (plantas tratadas com carbofurano) e 2015/2016 (sementes tratadas com fipronil) indicou que, nas duas safras, no conjunto das seis cultivares, ocorreu perda média de produção de arroz ($P < 0,05$) na ordem de 7% (Tabelas 1 e 3). Porém, a análise da similaridade dos dados inerentes à perda de produção/cultivar, em 2013/2014 e 2015/2016, indicou divergência de resultados, segundo o moderado grau da relação ($r^2 = 0,5344$) entre os valores de cada safra (Tabela 2). Assim, infere-se que a consistência de resposta de cultivares, quanto a níveis de perda de produção causados por larvas de *O. oryzae*, é sensivelmente influenciada pelo tipo e grau de resistência ao inseto.

Tabela 3. Infestação larval de *Oryzophagus oryzae* e produção de grãos de seis cultivares de arroz, com (C) e sem (S) proteção do inseticida fipronil (INS)¹ aplicado no tratamento das sementes, safra 2015/2016.

Cultivares	Infestação larval (N°) ^{2,3}	Produção de grãos		
		Kg/ha		Perda (%) ³
		CINS ³	SINS ³	
BRS Atalanta	6,37 c	6.063 dA	5.885 eA	2,97 b
BRS Firmeza	6,75 c	6.408 dA	6.239 dA	2,67 b
BRS Ligeirinho	19,00 a	6.502 dA	5.753 eB	11,50 a
BRS Querência	16,75 a	8.732 bA	8.280 bB	5,76 b
BRS Pampa	16,25 a	10.448 aA	9.327 aB	10,65 a
BRS Sinuelo CL	12,75 b	7.635 cA	7.062 cB	7,56 a
Média	--	7.631 A	7.091 B	7,12
CV (%)	12,98	3,76		45,23

¹Dose (formulação de concentrado emulsionável): 30 g (i.a.)/100 kg de semente; ²Larvas/amostra;

³Médias com letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Avaliação Econômica

A implicação econômica do potencial de redução da quantidade de inseticidas usada no controle de *O. oryzae*, via cultivares de arroz resistentes ao inseto, foi avaliada com base no valor da perda de produção de grãos evitada por controle químico e no custo dessa operação. Considerou-se o preço da saca de 50 kg de arroz em casca, em cada safra, de R\$ 32,30 (2013/2014) e R\$

39,04 (2015/2016). O custo do controle curativo com carbofurano granulado (2013/2014) incluiu o preço do produto (R\$ 88,00/ha) e o custo da aplicação aérea (R\$ 18,00/ha). O custo do controle preventivo com fipronil (concentrado emulsionável) foi baseado na diferença de preço entre uma saca de 40 kg de semente tratada (R\$ 128,00) e uma saca de semente não tratada (R\$ 88,00), considerando a densidade de semeadura de 90 kg de semente/ha (Tabela 4).

Todas as cultivares de arroz indicaram necessidade do controle químico curativo e preventivo de *O. oryzae* via carbofurano (2013/2014) e fipronil (2015/2016), respectivamente (Tabela 4), apesar de diferirem quanto aos índices de infestação larval e de perda de produção de grãos (Tabelas 1 e 3). Porém, como as menores taxas de retorno financeiro à despesa com controle químico corresponderam às cultivares BRS Atalanta e BRS Firmeza, que mais evidenciaram resistência ao inseto, é possível prospectar que há potencial para reduzir o uso de inseticidas contando-se com esse atributo genético das plantas. Nesse contexto, infere-se que um resultado positivo ou negativo da aplicação de inseticidas para controle de larvas de *O. oryzae* depende, além do grau de resistência ao inseto, do potencial produtivo das cultivares, pois, quanto mais elevado, maior é o valor da perda de produção a ser evitada.

Considerações finais

As cultivares BRS Atalanta e BRS Firmeza, consistentes quanto a menores índices de perda de produção de arroz, associados a menores índices de infestação larval de *O. Oryzae*, evidenciaram maior resistência ao inseto, possivelmente por conterem genes 'Dawn' (Gomes; Magalhães Junior, 2004). Essa cultivar é fonte de **resistência** a gorgulhos-aquáticos (Heinrichs et al., 1985) e induz antibiose em *O. oryzae* (Silva et al., 2003).

A cultivar BRS Querência, com menores índices de perda de produção de grãos, frente a maiores índices de infestação larval, prospecta **tolerância** aos danos larvais de *O. oryzae*.

Os resultados sobre a resistência das cultivares BRS Pampa e BRS Sinuelo CL a *O. oryzae* não foram consistentes, o que requer a continuidade de estudos a respeito.

A cultivar BRS Ligeirinho, consistente quanto a maiores índices de perda de produção de arroz, associados a maiores índices de infestação larval de *O. Oryzae*, se destaca como referencial de suscetibilidade para estudos sobre resistência ao inseto.

O maior grau de resistência a *O. oryzae* exercido pelas cultivares BRS Atalanta e BRS Firmeza, porém, não foi suficiente para evitar perdas de produção de arroz, cujo valor financeiro fosse maior que o custo do controle curativo e preventivo do inseto.

Há potencial para reduzir a aplicação de inseticidas em arrozais irrigados visando ao controle de *O. oryzae*, utilizando-se cultivares resistentes ao inseto.

Tabela 4. Valor da perda de produção de arroz, associada ao dano larval de *Oryzophagus oryzae*, em seis cultivares de arroz, custo e resultado financeiro do controle curativo e preventivo, em duas safras agrícolas¹.

Cultivares	Safr 2013/2014						Safr 2015/2016					
	Perda (Sacas) ¹		CustCAR (R\$) ²	Resultado Financeiro			Perda (Sacas) ¹		CustFIP (R\$) ²	Resultado Financeiro		
	Nº	R\$		(R\$) ³	Taxa ⁴		Nº	R\$		(R\$) ³	Taxa ⁴	
BRS Atalanta	3,84	124,03	106,00	18,03	0,17		3,56	138,98	90,00	48,98	0,54	
BRS Firmeza	6,32	204,14	106,00	98,14	0,93		3,38	131,96	90,00	41,96	0,47	
BRS Ligeirinho	12,76	412,15	106,00	306,15	2,89		14,98	584,82	90,00	494,82	5,50	
BRS Querência	10,56	341,09	106,00	235,09	2,22		9,04	352,74	90,00	352,74	3,92	
BRS Pampa	12,58	406,33	106,00	300,33	2,83		22,42	875,28	90,00	695,28	7,73	
BRS Sinuelo CL	5,72	184,76	106,00	78,76	0,74		11,46	447,40	90,00	357,40	3,97	

¹Diferença da produção de grãos entre plantas protegidas com inseticidas e sem proteção, transformada em número e valor de sacas de 50 kg de arroz em casca. ²Custo (Cust) do controle curativo com o inseticida carbofurano granulado (CAB) aplicado na água de irrigação (dose= 400 g/ha) e do controle preventivo com o inseticida fipronil - concentrado emulsionável (FIP) - aplicado nas sementes (dose= 30 g/100 kg). ³Diferença entre o valor da perda de produção e o custo do controle químico. ⁴Taxa de retorno financeiro ao dispêndio com o controle químico.

Referências

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

AZAMBUJA, I. H. V.; MARTINS, J. F. S.; MATTOS, M. L. T.; THEISEN, G.; PETRINI, J. A. **Resultado econômico da redução da dose do inseticida fipronil aplicado em sementes de arroz para o controle da bicheira-da-raiz**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 330).

BOTTON, M.; CARBONARI, J. J.; MARTINS, J. F. S. Eficiência de métodos de aplicação de inseticidas no controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae), na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, n. 1, p. 71-77, 1999.

CARBONARI, J. J.; MARTINS, J. F. S.; VENDRAMIN, J. D.; BOTTON, M. Relação entre flutuação populacional de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Col.: Curculionidae) e período de perfilhamento de cultivares de arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 361-366, 2000.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.

HEINRICHS, E. A.; MEDRADO, F. G.; RAPUSAS, H. R. **Genetic evaluation for insect resistance in rice**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1985. 356 p.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O. M.; ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACEDO, V. R. M.; MARCHEZAN, M. G. Resíduos de agrotóxicos na água de rios da depressão central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1053-1059, 2010.

MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. Gorgulho-aquático-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Lima). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 908 p.

MARTINS, J. F. S.; MATTOS, M. L. T.; SILVA, F. F.; BÜTTOW, G. T. Fipronil residual content in the soil for the control of *Oryzophagus oryzae* in subsequent flooded rice crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 228-235, 2017.

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

MARTINS, J. F. 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, p. 445-453, 1995.

NEVES, M. B.; MARTINS, J. F. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; LIMA, C. A. B.; BÜTTOW, G. T. Profundidade da amostragem de solo e de raízes e índice de infestação de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz. **Ciência Rural**, v. 41, p. 2039-2044, 2011.

PANDA, N. E.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford: CAB International, 1995. 431 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2016. 197 p.

SILVA, F. F.; MARTINS, J. F. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; STORCH, G.; AZEVEDO, R.; 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.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods**: molecular and conventional approaches. Dordrecht: Springer, 2005. 423 p.

Embrapa Clima Temperado

BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição

Obra digitalizada (2018)

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente

Enio Egon Sosinski

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando

Jackson, Marilaine Schaun Pelufé,

Sonia Desimon

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufé

Editoração eletrônica

Fernando Jackson

Foto da capa

Paulo Lanzetta

