

Simulação do dano causado por larvas de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) a cultivares de arroz irrigado

Larval damage simulation of *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on irrigated rice cultivars

José Francisco da Silva Martins¹ Jairo João Carbonari² José Djair Vendramim³

RESUMO

Oryzophagus oryzae (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) é a praga-chave da cultura do arroz irrigado na Região Sul do Brasil. As larvas causam os principais danos ao cortarem drasticamente as raízes das plantas. Dois experimentos sobre simulação do dano larval foram realizados testando um equipamento cujo componente principal é uma lâmina metálica em forma de U, para corte das raízes. Raízes das cultivares BR-Irga 414 e Bluebelle, de ciclo biológico curto, e suscetíveis ao inseto e BR-Irga 410 e Dawn, de ciclo médio e resistentes, foram submetidas aos tratamentos de (1) corte artificial, com o simulador, (2) corte natural, pelas larvas e (3) sem corte, artificial ou natural, protegidas com inseticida. A simulação foi praticada na fase vegetativa das plantas, 31 dias pós-irrigação por inundação, época do pico da população larval nas raízes. Avaliaram-se dados sobre comprimento, peso de matéria seca e volume de raízes, imediatamente após a aplicação do tratamento de simulação e na pré-emissão de panículas, população larval em plantas submetidas ao dano natural, e produtividade de grãos. Na avaliação efetuada imediatamente após a simulação, em todas as cultivares, não ocorreu diferença entre índices de dano às raízes resultantes do uso do simulador e da alimentação de larvas. Na fase de pré-emissão das panículas, os índices de recuperação do sistema radicular das plantas submetidas aos danos natural e artificial, também foram similares. As cultivares de ciclo médio apresentaram maior recuperação dos tecidos radiculares e menor perda de produtividade de grãos, confirmando o maior grau de resistência a *O. oryzae*. Concluiu-se que o método de simulação é aplicável em pesquisas sobre resistência de arroz ao inseto, principalmente na identificação de genótipos tolerantes.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, gorgulho-aquático, resistência de plantas, avaliação, metodologia.

ABSTRACT

Oryzophagus oryzae (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) is the most damaging insect in flooded rice in the South Region of Brazil. Its damage to rice plants is caused primarily by larval pruning of the root system. Two field experiments were conducted to simulate the larval damage, testing an equipment whose main part is a U form metal blade, with 6cm of width and 8 cm of length, to cut the roots. The roots of cultivars, with biological early cycle and susceptibles to *O. oryzae* (BR-Irga 414 and Bluebelle) and with medium cycle and resistant (BR-Irga 410 and Dawn), were submitted to (1) artificial cutting by the simulator equipment, (2) natural cutting by larvae and (3) without artificial or natural cutting, protected by insecticide. The simulation was done during the rice plants vegetative phase at 31 days after permanent flood, when the larval population peak occurs. For evaluation were determined data related to weight, volume and length of roots (soon after simulation and plants booting phase), larval population on natural damaged plants and grain yield. It was observed that soon after simulation, in all cultivars, the root damage rates induced by the simulator equipment were similar to those caused by natural larval cutting. At the booting phase, also the root system recovery rates of the plants submitted to natural or artificial damage were similar. The medium cycle cultivars showed significantly higher root recovery and lower yield reduction, after both root damage types, corroborating with their higher resistance degree to *O. oryzae*. It was concluded that the methodology used to simulate *O. oryzae* larval root damage is applicable for researching genetic resistance to the insect, mainly to identify irrigated rice genotypes.

Key words: *Oryza sativa*, rice water weevil, host plant resistance, evaluation, methodology.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, CP 403, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: martins@cpact.embrapa.br. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Divisão de Defesa Vegetal, Av. Loureiro da Silva, 515, Sala 509, 90010-420, Porto Alegre, RS. E-mail: carbonari@agricultura.gov.br

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade de São Paulo, Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, CP 9, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: jdendra@esalq.usp.br

INTRODUÇÃO

Oryzophagus oryzae (Coleoptera: Curculionidae) é um dos insetos mais prejudiciais ao arroz irrigado no Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde a cultura está concentrada (CARBONARI et al., 2000). O inseto adulto, conhecido por gorgulho-aquático, invade os arrozais, principalmente na época da irrigação por inundação, alimenta-se de folhas de arroz, acasala e oviposita em partes submersas das plantas. As larvas, denominadas bicheira-da-raiz, causam os principais prejuízos. Ao cortarem as raízes de arroz, reduzem a capacidade de absorção de nutrientes e conseqüentemente afetam o desenvolvimento das plantas (MARTINS et al., 2001).

Algumas práticas de manejo da cultura do arroz irrigado reduzem a população de *O. oryzae*. Em determinadas situações, porém, são insuficientes para evitar a ocorrência de níveis de infestação larval economicamente prejudiciais à cultura, tornando necessária a adoção do controle químico, aumentando os custos de produção e os riscos de contaminação ambiental (MARTINS et al., 2001). Nesse contexto, a utilização de cultivares resistentes ao inseto se constitui numa das principais alternativas para reduzir os danos à cultura (MARTINS & TERRES, 1995).

Em arroz, pode ser detectada resistência a gorgulhos-aquáticos dos tipos antixenose, antibiose e tolerância (HEINRICHS et al., 1985; MARTINS & TERRES, 1995). A resistência do tipo tolerância é associada, principalmente, à maior capacidade de recuperação do sistema radicular que as plantas de alguns genótipos possuem, após o corte causado pelas larvas (N'GUESSAN et al., 1994; CARBONARI et al., 2000; CUNHA et al., 2001; STOUT et al., 2001), e vem sendo mais destacada devido à maior facilidade de detecção.

O método até então empregado na avaliação da tolerância de arroz a *O. oryzae* consiste da instalação de experimentos no campo, expostos à ocorrência natural do inseto, onde são registrados os índices de redução da produtividade de grãos e de infestação larval, entre parcelas de um mesmo genótipo, protegidas e desprotegidas do ataque de larvas (MARTINS & TERRES, 1995). Esses índices são utilizados em comparações entre e intragenótipos (MARTINS et al., 1997). Em experimentos de campo, porém, circunstancialmente as avaliações são prejudicadas por escassez ou desuniformidade da infestação larval (STOUT et al., 2001).

A simulação do dano causado por larvas de gorgulhos-aquáticos a plantas de arroz irrigado, induzindo a expressão de variados graus de

recuperação do sistema radicular cortado, pode ser uma alternativa para acelerar o processo de identificação de genótipos com resistência do tipo tolerância. A atribuição de níveis de corte de 15 a 60% ao sistema radicular da cultivar de arroz IR-880, simulando o dano causado por *Lissorhoptrus brevisrostris* (Suffr.), resultou em perdas de 37 a 61% na produtividade de grãos (MENESES et al., 1981). Estudo preliminar sobre um equipamento simulador do dano causado por larvas *O. oryzae* em cultivares de arroz evidenciou a viabilidade de seu uso na seleção de genótipos tolerantes, podendo evitar problemas advindos da escassez e da não uniformidade da infestação natural do inseto (MARTINS et al., 1996).

O objetivo deste trabalho foi reavaliar a eficiência do equipamento na simulação do dano de *O. oryzae* às raízes de arroz, confrontando seus efeitos com os decorrentes da infestação natural, visando determinar a sua aplicabilidade na seleção de genótipos resistentes ao inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

A eficiência do equipamento em simular o dano causado por larvas de *O. oryzae*, em plantas de arroz irrigado, foi reavaliada por meio de dois experimentos instalados, em condições de campo (1995 e 1996), na Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS (31° 52'S, 52° 21' WGR), adotando o delineamento de blocos em faixa, com seis repetições. As faixas e as parcelas experimentais contiveram tratamentos inerentes a tipos de corte às raízes (A, B e C) e cultivares de arroz, respectivamente.

No primeiro experimento (1995), foram utilizadas as cultivares BR-Irga 414 e Bluebelle, de ciclo biológico curto e suscetíveis ao inseto e BR-Irga 410 e Dawn, de ciclo biológico médio e resistentes ao inseto (MARTINS & TERRES, 1995). As parcelas foram compostas de oito fileiras de plantas, com 5m de comprimento, espaçadas 0,25m. A irrigação por inundação foi efetuada 25 dias após a emergência das plantas. Dez dias após a irrigação (10 DAI), o inseticida carbofuran granulado (750g i.a.ha⁻¹) foi aplicado nas faixas A e C, para o controle total de larvas, visando atribuir os seguintes tratamentos às raízes: somente corte artificial (faixa A); somente corte natural por larvas (faixa B); sem corte, artificial ou natural (faixa C).

Aos 31 DAI, na época de pico da população larval de *O. oryzae* (CARBONARI, 1996), foi aferido o número de larvas em plantas das faixas B (sem inseticida), cujas raízes foram expostas ao corte natural, pelo inseto. Quatro amostras-padrão de solo

e raízes foram retiradas de cada parcela, por meio de um amostrador cilíndrico de PVC, de 10cm de diâmetro e 20cm de altura, colocado ao redor da base das plantas e aprofundado 8,5cm no solo, conforme técnica de TUGWELL & STEPHEN (1981) adaptada. As amostras foram agitadas (sacudidas), submersas em água, numa peneira com fundo de tela de náilon, com malha de 1mm², para separar as larvas das raízes e do solo, e facilitar a contagem.

Na mesma data da aferição da população larval de *O. oryzae*, as raízes das plantas das faixas A (com inseticida) foram cortadas por meio de um

equipamento simulador de dano do inseto, concebido na Embrapa Clima Temperado (construído pelo funcionário José C. D'Avila, Matrícula: 212247), possuindo três componentes básicos (Figura 1). Uma lâmina de metal em forma de "U", com 8cm de comprimento e 6cm de largura, para cortar as raízes, duas plataformas paralelas recurvadas na extremidade anterior, para fixar a lâmina e manter constante a profundidade de corte, e dois braços para tração manual, fixos às plataformas. A altura da lâmina é regulável podendo proporcionar diferentes níveis de corte.



Figura 1 - Descrição do equipamento usado para simular o dano causado por larvas de *Oryzophagus oryzae* às raízes de cultivares de arroz irrigado. A= vista geral do equipamento; B= detalhe das plataformas de madeira deslizantes; C= detalhe da lâmina metálica, para corte das raízes; D= detalhe de seção de amostra de solo e raízes produzida pelo equipamento. Pelotas - RS. 1995 e 1996.

Imediatamente após o corte, foram obtidas duas amostras de solo e raízes, correspondendo a uma seção de 50cm de comprimento, com 6cm de largura e 8cm de profundidade, conforme as dimensões da lâmina de corte. Nas parcelas das faixas B e C (sem corte artificial), as amostras foram de 20 x 25 x 50cm de largura, profundidade e comprimento, respectivamente. Para separar as raízes do solo, as amostras foram lavadas em peneira com malha de 2mm² de abertura, visando evitar perdas de material.

A avaliação foi baseada no comprimento e no peso de matéria seca de raízes. Para aferir o comprimento, cada amostra foi dividida em três sub-amostras iguais, sendo as raízes medidas entre as extremidades distal e proximal. O peso seco de matéria seca foi obtido pós-secagem, em estufa, à temperatura de 60°C. A recuperação do sistema radicular das plantas foi avaliada na fase de pré-emissão das panículas (emborrachamento), retirando amostras de solo e raízes de 20 x 25 x 50cm, em todas as faixas, sendo as aferições de peso de matéria seca e comprimento efetuadas conforme descrito anteriormente.

No segundo experimento (1996), os procedimentos metodológicos foram idênticos aos do primeiro, sendo introduzidas duas modificações. Apenas as cultivares BR-Irga 410 e BR-Irga 414 foram estudadas, sendo coletadas duas amostras adicionais de solo e raízes, com 5 x 20 x 20cm de largura, comprimento e profundidade, respectivamente, além daquelas amostras dos tipos descritos no experimento anterior. As amostras adicionais serviram para avaliar o volume e o comprimento total das raízes, pelo método de TENNANT (1975). O método baseia-se no número de vezes em que as raízes interceptam um quadrado reticulado, estimando indiretamente o comprimento total do sistema radicular ($C = 11/14 \times NI \times F$), sendo "C" o comprimento de raízes, em cm, "NI" o número de intercepções (horizontais e verticais) e "F" o fator de correção, variando de acordo com o tamanho das quadrículas.

Em ambos os experimentos, para cálculo da redução percentual de comprimento, de peso de matéria seca ou de volume de raízes, nas plantas das faixas A (com corte artificial) e B (com corte natural), foram usados como referência (100%) os respectivos valores dessas variáveis aferidos 31 DAI e na fase de pré-emissão das panículas, nas plantas da faixa C (sem corte das raízes). Os dados sobre produtividade

de grãos foram obtidos pela colheita em área de 6m² das parcelas.

Para análise estatística, usando o programa SANEST (ZONTA et al., 1986), os dados numéricos de larvas de *O. oryzae* (X) foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$, enquanto os inerentes a redução percentual (P) de comprimento, peso de matéria e volume de raízes, e produtividade de grãos, em arco sen $\sqrt{P/100}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. O grau de associação entre as variáveis utilizadas na avaliação foi aferido através de análise de correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambos os experimentos, não houve diferença significativa entre as quatro cultivares de arroz irrigado quanto aos percentuais de redução de comprimento, de peso de matéria seca ou de volume do sistema radicular, decorrentes do corte natural de larvas de *O. oryzae* e do corte artificial atribuído às raízes pelo simulador de dano, aferidos 31 DAI, também não sendo detectada, em relação a todas variáveis de avaliação, qualquer interação significativa entre cultivares e tipos de corte (Tabela 1). Isto significa que independente da cultivar, o corte artificial proporcionado pelo simulador, reduzindo o comprimento das raízes para 8cm, reproduziu adequadamente os efeitos do corte natural do inseto, cujo nível de infestação variou de 15 a 23 larvas, por amostra-padrão de solo e raízes, detectados nas cultivares Dawn e BR-Irga 410, respectivamente. A similaridade de efeitos dos níveis de corte natural e artificial provavelmente se deve à simulação de dano ter sido realizada 31 DAI, próximo da época em que ocorre o pico da população larval de *O. oryzae* nos arrozais (CARBONARI et al., 2000) e, por conseqüência, época de maior pressão de ataque às raízes, vista como a mais propícia às avaliações da resistência de arroz ao inseto (HIM HIM, 1980).

O grau de recuperação do sistema radicular das cultivares ao dano simulado e natural de larvas de *O. oryzae*, representado pela diferença entre o percentual de redução inicial e final das variáveis de comprimento, peso ou volume de raízes, aferidos 31 DAI e na fase de pré-emissão das panículas, respectivamente, foi significativamente maior nas cultivares BR-Irga 410 e Dawn, de ciclo biológico médio e resistentes ao inseto, do que na BR-Irga 414 e

Tabela 1 – Percentagem de redução e de recuperação do comprimento, peso de matéria seca e volume de raízes de quatro cultivares de arroz irrigado submetidas ao corte natural (CN) e simulado (CS)¹ de larvas de *Oryzophagus oryzae*. Pelotas, RS. 1995 e 1996.

Cultivares	Comprimento				Matéria seca				Compr. total		Volume	
	1995		1996		1995		1996		1996		1996	
	CN	CS	CN	CS	CN	CS	CN	CS	CN	CS	CN	CS
Redução (%)												
Bluebelle	41 aA	53 aA	-	-	41 aA	47 aA	-	-	-	-	-	-
BR-Irga 410	39 aA	41 aA	37 aA	42 aA	42 aA	52 aA	38 aA	46 aA	42 aA	57 aA	39 aA	44 aA
BR-Irga 414	36 aA	44 aA	42 aA	46 aA	48 aA	49 aA	39 aA	47 aA	47 aA	55 aA	40 aA	50 aA
Dawn	33 aA	42 aA	-	-	45 aA	51 aA	-	-	-	-	-	-
Média	37,3 A	45,0 A	39,5 A	44,0 A	44,0 A	49,8 A	38,5 A	46,5 A	44,5 A	56,0 A	39,5 A	47,0 A
C.V. (%)	8,1	10,5	6,2	4,5	6,2	3,6	3,3	4,1	5,6	2,9	3,7	6,4
Recuperação (%)												
Bluebelle	18 aA	24 aA	-	-	19 aA	19 aA	-	-	-	-	-	-
BR-Irga 410	33 bA	28 bA	26 bA	28 bA	27 bA	35 bB	25 bA	33 bA	32 bA	43 bA	28 bA	32 bA
BR-Irga 414	18 aA	18 aA	16 aA	20 aA	14 aA	17 aA	21 aA	23 aA	16 aA	23 aA	17 aA	23 aA
Dawn	25 bA	28 bA	-	-	32 bA	35 bA	-	-	-	-	-	-
Média	23,5 A	24,5 A	21,0 A	24,0 A	23,0 A	26,5 A	23,0 A	28 A	26,5 A	33,0 A	22,5 A	27,5 A
CV (%)	11,3	13,6	14,8	12,6	11,5	10,2	8,7	14,1	9,3	13,4	14,6	13,9

¹O corte simulado foi efetuado na fase de perfilhamento, 31 dias após a irrigação por inundação. Os percentuais de redução (CN e CA) foram registrados imediatamente após o corte simulado, enquanto os percentuais de recuperação foram registrados na fase de pré-emissão das panículas.

²Médias com letras diferentes, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Bluebelle, de ciclo biológico curto e suscetíveis ao inseto (Tabela 1). A interação significativa entre tipo de corte e a cultivar BR-Irga 410 apontando maior teor de matéria seca, em 1995, em plantas submetidas ao dano simulado, pode ser conseqüência de que sob dano natural as raízes são cortadas pelas larvas ao longo de um período, resultando numa menor capacidade de recuperação dos tecidos. Independente da interação significativa, esse resultado embasa a interpretação de que cultivares de ciclo médio, devido à fase vegetativa mais longa, possuem maior capacidade para regeneração de tecidos danificados, comparativamente a cultivares de ciclo curto, sendo por isso mais resistentes a *O. oryzae* (MARTINS & TERRES, 1995; CARBONARI et al., 2000). Portanto, a obtenção desse resultado também por meio da técnica de simulação de dano evidencia novamente que o equipamento empregado para tal poderá ser aproveitado em estudos sobre resistência de arroz ao inseto.

A similaridade dos percentuais de redução da produtividade grãos resultantes dos danos simulado e natural (Tabela 2), também

evidencia que a reação das plantas não dependeu do tipo de dano atribuído ao sistema radicular. Além do mais, foram constatadas diferenças significativas de perdas de produtividade de grãos entre as cultivares suscetíveis (ciclo curto) e resistentes ao inseto (ciclo médio), submetidas ao

Tabela 2 – Percentagem de redução na produtividade de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado submetidas ao corte natural (CN) e simulado (CS) de larvas de *Oryzophagus oryzae*. Pelotas, RS. 1995 e 1996.

Cultivares	Redução na produtividade de grãos (%)			
	1995		1996	
	CN	CS	CN	CS
Bluebelle	14 a A	10 aA	15 a A	18 a A
BR-Irga 410	7 bA	5 bA	7 bA	10 abA
BR-Irga 414	11 a A	9 aA	17 a A	24 a A
Dawn	6 bA	6 bA	9 bA	10 bA
Média	9,5 A	7,5 A	12,0 A	15,5 A
CV (%)	15,2	14,3	14,9	10,5

¹Médias com letras diferentes, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

corte artificial das raízes, resultado que evidencia a adequação do equipamento para uso como simulador de dano.

A redução na produtividade de grãos das plantas submetidas ao dano simulado de larvas de *O. oryzae* (Tabela 2), variando, em 1995, de 5,2% (na cultivar BR-Irga 410) a 9,7% (na cultivar Bluebelle) e em 1996, de 10,1% (na cultivar BR-Irga 410) a 24,0% (na cultivar BR-Irga 414), foi associada a índices de corte artificial às raízes que oscilaram de 40,6% a 52,8% e 42,3% a 45,5%, nos respectivos anos e cultivares. Esta variação no percentual de redução da produtividade de grãos foi menor que a variação de 37 a 61% obtida no estudo sobre simulação do dano de *L. brevis* à cultivar de arroz IR-880, submetida a níveis de corte de 15 a 60% no sistema radicular (MENESES et al., 1981). A menor amplitude do percentual de perda de produtividade de grãos das cultivares envolvidas na simulação do dano causado por larvas de *O. oryzae* pode ser justificada pelos níveis de corte comparativamente menos severos que os atribuídos às raízes na simulação inerente a *L. brevis*. Porém, é importante considerar que além do grau de dano artificial atribuído às raízes podem também exercer influência nos resultados, o grau de resistência natural dos genótipos testados, à espécie de gorgulho-aquático visada e outros aspectos, de natureza biótica e abiótica, principalmente o ciclo biológico dos genótipos (CARBONARI 1996) e a fertilidade do solo (STOUT et al., 1998).

Todas as variáveis relacionadas à mensuração de raízes, utilizadas para avaliar os danos, natural e simulado, de larvas de *O. oryzae*, foram igualmente adequadas, expondo diferenças significativas similares, tanto em

relação aos dados obtidos por meio do simulador de dano como pela alimentação do inseto nas raízes das plantas de arroz. No segundo experimento, os percentuais de redução das variáveis volume e comprimento total de raízes atingiram valores próximos aos percentuais de redução de peso seco de matéria seca e comprimento de raízes (Tabela 1). Também foi detectado elevado grau de associação entre os valores de uma mesma variável de avaliação, inerentes respectivamente ao dano natural e artificial de larvas de *O. oryzae*, nas quatro cultivares (Tabela 3). Portanto, perante a semelhança na adequação dessas variáveis, devem ser preferidas aquelas aferidas mais facilmente, com menores custos.

CONCLUSÕES

O equipamento simulador do dano causado por larvas de *O. oryzae* corta uniformemente as raízes das plantas de arroz irrigado e serve para evitar problemas técnicos de avaliação, decorrentes da escassez ou da desuniformidade da infestação natural do inseto, que circunstancialmente ocorrem em experimentos no campo.

A técnica de simular o dano de *O. oryzae* às raízes de arroz é propícia à seleção de genótipos de tolerantes.

AGRADECIMENTOS

Ao funcionário José C. D'Avila (Embrapa Clima Temperado), pela participação na concepção e construção do equipamento simulador de dano.

Tabela 3 - Correlação entre os valores percentuais de redução, de uma mesma variável de avaliação, resultantes do corte natural (CN) e simulado (CS) de larvas de *Oryzophagus oryzae* nas raízes de quatro cultivares de arroz irrigado. Pelotas, RS. 1995 e 1996.

Variáveis (CN x CS)	Número de combinações (N)	Coefficiente de correlação (r) ¹
Redução de peso de matéria seca	10	0,956*
Redução de comprimento	10	0,984*
Recuperação de peso matéria seca	6	0,956*
Recuperação de comprimento	6	0,805*
Redução da produtividade de grãos	8	0,846*

¹ Significativo pelo teste t (P= 0,05).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARBONARI, J.J. **Simulação do dano e flutuação populacional de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz irrigado.** 1996. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- CARBONARI, J.J. et al. 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.
- CUNHA, U.S. da et al. Recuperação de plantas de arroz irrigado danificadas por larvas de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) pela adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.1, p.58-63, 2001.
- HEINRICH, E.A.; MEDRANO, F.G.; RAPUSAS, H.R. **Genetic evaluation for insect resistance in rice.** Los Baños : IRRI, 1985. 356p.
- HIM HIM, P.V. **Teste de resistência à bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*, Costa Lima, 1936) em genótipos de arroz (*Oryza sativa*, L.), para fins de melhoramento.** 1980. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.
- MARTINS, J.F. da; TERRES, A.L.S. Avaliação de germoplasma de arroz visando resistência a *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.3, p.445-453, 1995.
- MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J. Simulador do dano causado pela bicheira-da-raiz em cultivares de arroz irrigado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectiva para o incremento da produção e do potencial produtivo.** Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1996. V.2, p.188. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 62).
- MARTINS, J.F. da S. et al. Melhoramento genético de arroz irrigado na Embrapa-CPACT: 7. Tolerância de genótipos de arroz ao gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936). In: REUNIÃO DA CULTURADO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí : EPAGRI, 1997. p.90-92.
- MARTINS, J.F. da S.; CARBONARI, J.J.; PRANDO, H.F. Gorgulho-aquático-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (eds.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil, com ênfase na fruticultura.** Ribeirão Preto : Holos. 2001. p.128-134.
- MENESES, R.; ECHEVARRIA, G.; REYES, M. Influencia de la disminucion del sistema radicular sobre el rendimiento en el cultivo del arroz. **Ciencia y Técnica en la Agricultura: Arroz**, v.4, n.1, p.105-116. 1981.
- N'GUESSAN, F.K. et al. Assessment of Louisiana rice breeding lines for tolerance to the rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.87, n.2, p.476-481, 1994.
- STOUT, M.J. et al. Impact of fertilization rate on rice resistance and tolerance to the rice water weevil: a preliminary report. In: RICE RESEARCH STATION. Agricultural Center. **Annual research Report 90th.** Crowley : Louisiana State University, 1998. p.496-499.
- STOUT, M.J. et al. Identification of rice cultivars resistant to *Lissorhoptus oryzoophilus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.94, n.4, p.963-970. 2001.
- TENNANT, D.A. Test of a modified line intersect method of estimating root length. **The Journal of Ecology**, v. 63, n.3, p.995-1001, 1975.
- TUGWELL, N.P.; STEPHEN, F.M. **Rice water weevil seasonal abundance, economic levels, and sequential sampling plants.** Fayetteville : Agricultural Experiment Station, 1981. 16p. (Bulletin, 849).
- ZONTA, E.P.; SILVEIRA Jr., P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística (SANEST).** Pelotas : Instituto de Física e Matemática, UFPel, 1986. 399p.