

## 36

Gorgulho-aquático-do-arroz,  
*Oryzophagus oryzae* (Lima)

J. F. S. Martins, U. S. Cunha

## INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento com alto valor energético, componente essencial da cesta básica do brasileiro. Perto de 78% da produção do cereal no Brasil é obtida em cerca de 1,4 milhão de hectares de orizicultura irrigada por inundação, concentrados nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Essa área de arroz irrigado, que corresponde a 50% da área total cultivada com arroz no Brasil, é estratégica para o abastecimento interno nacional, visto que praticamente elimina riscos de oscilação produtiva, típica da área de arroz de sequeiro, predominante na Região Centro-Oeste. O ataque de diversas espécies de insetos constitui um dos principais fatores impeditivos para o melhor desempenho da cultura do arroz irrigado no Brasil, destacando-se o gorgulho-aquático *Oryzophagus oryzae* (Lima), de ocorrência crônica (Martins et al., 2009), desde a sua primeira constatação em arrozais do Rio Grande do Sul (Lima, 1936).

*O. oryzae* é mais importante como praga da cultura do arroz irrigado na Região Sul, em especial no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, estados onde tem sido aplicada elevada carga de inseticidas químicos para o seu controle (Martins & Prando, 2004). No âmbito do Cone Sul, atualmente, há referências à ocorrência da espécie na Argentina, na Bolívia, no Brasil, no Paraguai e no Uruguai (Wibmer

& O'Brien, 1986). Neste capítulo são fornecidas informações atualizadas sobre aspectos bioecológicos e táticas para o manejo integrado do inseto, em vista das modificações tecnológicas (Martins et al., 2007) que têm ocorrido no sistema de produção de arroz irrigado. Visando contribuir para a melhoria do manejo integrado de *O. oryzae*, também são apresentadas estratégias de controle relacionadas a outras duas espécies de gorgulhos-aquáticos americanos do arroz, *Lissorhoptrus brevisrostris* e *L. oryzoophilus*, predominantes em Cuba (Meneses & Ravelo, 1979) e nos Estados Unidos (Smith et al., 1986), respectivamente.

## Posição taxonômica e nomenclatura

Ordem: Coleoptera

Família: Curculionidae

Subfamília: Erihininae

Tribo: Stenopelmini

Gênero: *Oryzophagus* Kuschel, 1951Espécie: *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936)Sinonímia: *Lissorhoptrus oryzae* Lima, 1936

*Oryzophagus oryzae* foi descrita originalmente no gênero *Lissorhoptrus* por Lima (1936) e transferida para o gênero *Oryzophagus* por Kuschel (1951).

## BIOLOGIA E ECOLOGIA

Os adultos de *O. oryzae* (Figura 1) – os machos com dimensões médias de 1,17 mm de largura e 2,85 mm de comprimento, as fêmeas com 1,42 mm de largura e 3,44 mm de comprimento (Prando, 1999) – possuem franjas natatórias nas tíbias



Figura 1. Adultos de *O. oryzae*. Foto: Luis Antônio Suita de Castro.

do segundo par de pernas. Na entressafra do arroz, no Rio Grande do Sul (fevereiro a outubro), permanecem em diapausa (hibernação), em restos culturais de arroz, na base das plantas de diversas poáceas e de algumas ciperáceas circunvizinhas às lavouras (Pugliese, 1955), em restos vegetais, sobre o solo de matas naturais ou bosques de eucaliptos e pinheiros (Camargo, 1991) e em folheto de bambu (Mielitz, Becker & Romanowski, 1996). O aparelho reprodutor sexualmente imaturo e a cavidade abdominal toda preenchida com corpos gordurosos são considerados importantes elementos para caracterizar o estado de diapausa, tanto de machos como de fêmeas (Redaelli, Becker & Romanowski, 1995). Adultos de *L. oryzophilus*, ao entrarem em diapausa, apresentam degeneração dos músculos de voo (Muda, Tugwell & Haizup, 1981; Matsui et al., 1983) e atrofia do aparelho reprodutor (Nilake, 1977; Matsui et al., 1983). O aumento da temperatura e do fotoperíodo e o início da inundação dos arrozais, na primavera, são apontados como os principais fatores indutores da saída dos adultos dos sítios de hibernação (Morgan et al., 1984). Há informação de que os músculos de voo degeneram em definitivo após a invasão dos arrozais (Smith et al., 1986), e o inseto passa a distribuir-se apenas por meio da água de irrigação.

A população de adultos pós-hibernantes de *O. oryzae*, por meio do voo ou deslocamento via água de irrigação, invade os arrozais nos meses de setembro, outubro, novembro (Pugliese, 1955) e dezembro, concentrando-se nas primeiras lavouras implantadas (Martins, 1976). Independente da época de implantação do arrozal, sempre há maior concentração de adultos em locais onde a água de irrigação é mais profunda (Martins, 1979). Alimentam-se preferencialmente de folhas de arroz, causando lesões longitudinais de 1 a 30 mm de comprimento (Figura 2), e também de poáceas e ciperáceas nativas (Camargo, 1991; Link & Costa, 1991). Os adultos alimentam-se ainda da radícula e do coleótilo das sementes, em lavouras de arroz pré-germinado (Prando & Rosado-Neto, 1997).



Figura 2. Lesões causadas por adultos de *O. oryzae* às folhas de arroz.  
Foto: José Francisco da Silva Martins.

Nos arrozais, o acasalamento e a oviposição de *O. oryzae* aparentemente iniciam-se dois a três dias após a inundação (Martins, Veronez & Carbonari, 1997), de modo semelhante ao constatado para a espécie *L. brevisrostris* (Menezes & Ravelo, 1979). Nesse período, machos e fêmeas são encontrados em posição de acasalamento (acoplados), a nadar próximo à superfície da água de irrigação ou sobre folhas de arroz e poáceas aquáticas. Durante vários anos, considerou-se que a postura era realizada diretamente em raízes de arroz, em solo inundado (Bertels, 1956; Camargo, 1991). Depois, porém, foi constatado que a oviposição é endofítica e ocorre em partes submersas da bainha foliar, direta e de modo individual nas lacunas aeríferas (Moreira et al., 1996; Prando, 1999; Moreira, 2002). A fêmea seleciona um ponto na bainha foliar, realiza uma cisão com as mandíbulas e deposita apenas um ovo de cada vez. Os ovos são esbranquiçados, cilíndricos, levemente curvos, com as extremidades arredondadas (Figura 3), têm em média 0,23 mm de diâmetro e 0,85 mm de comprimento (Prando, 1999). Segundo revisão da literatura (Camargo, 1991), fêmeas de *L. oryzophilus* e *L. brevisrostris* ovipositam em média 1,5 a 2,5 ovos/dia, em um total de 60 a 91 ovos/fêmea, durante 20 a 47 dias, respectivamente, mas desconhece-se ainda a fecundidade de *O. oryzae*. Sua taxa de oviposição, porém, é influenciada de modo significativo pela profundidade da água de irrigação; são registrados 75 ovos/planta, à profundidade de 4 cm a 12 cm (Moreira, 2002). O período médio de incubação, de cerca de  $\pm 6,5$  dias, detectado por Prando (1999), foi de 7 dias, conforme Martins e Botton (1996); foi ainda observado que as larvas saem das bainhas somente sete a nove dias pós-oviposição. Portanto, após a eclosão, por 1 a 1,5 dias elas alimentam-se no interior das lacunas aeríferas. Depois, descem pela parte interna da planta, fixam-se com as mandíbulas e executam movimentos ondulatórios dorsoventrais, até atingirem a superfície do solo. Pode ocorrer também que logo após a saída das bainhas as larvas flutuem, para em seguida imergirem. Em qualquer circunstância, quando elas atingem o solo, submergem no lodo e vão ao encontro das raízes de arroz,

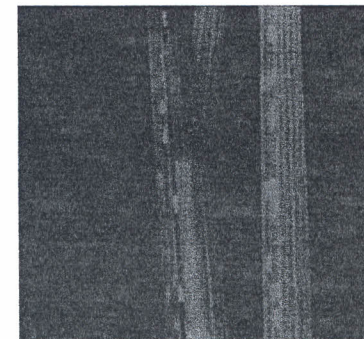


Figura 3. Ovos de *O. oryzae* nas bainhas-foliares de arroz. Foto: Honório Francisco Prando.

iniciando a alimentação e formando galerias. Elas são vulneráveis ao extremo a fatores ambientais bióticos e abióticos durante o deslocamento da bainha foliar ao solo, sendo estritamente aquáticas na condição de ectofíticas livres; apenas são endofíticas no primeiro estágio, quando ainda estão na bainha da folha ou penetram nas raízes.

As larvas de *O. oryzae* realizam movimentos lentos e somente sobrevivem em solos inundados, com águas paradas ou pouco movimentadas. São ápodes, brancas, com cabeça marrom. Possuem seis pares de espiráculos abdominais modificados (háustórios), projetados do quinto ao décimo segmento abdominal, na região dorsal (Figura 4). Os espiráculos dorsais estão ligados à traqueia, em parte servindo como órgão respiratório, em parte desempenhando função locomotora. As larvas ectofíticas de vida aquática estrita costumam inserir os espiráculos nos tecidos das raízes de arroz, aparentemente para retirar oxigênio do aerênquima (Tsuzuki et al., 1984). Assim mantêm-se fixas às raízes, submersas, inseridas em lodo, em ambiente anaeróbico. Cerca de 25 dias após a eclosão, no último estágio, completam o crescimento, medindo 8,5 mm de comprimento. Formam a pupa também em solo inundado, no interior de casulo impermeável, confeccionado com argila e material vegetal, fortemente aderido a uma raiz jovem. Supõe-se que é por meio dessa raiz que a pupa recebe o suplemento de oxigênio oriundo dos aerênquimas da planta. Em sua maioria, os casulos são fixados às raízes até 6 cm de distância do colo da planta de arroz e possuem, em média, 2,77 mm de diâmetro e 4,13 mm de comprimento (Figura 5). Os adultos emergem cerca de dez dias depois, ao romperem a câmara pupal com as mandíbulas, e permanecem nos arrozais até o final do ciclo da cultura, quando entram em diapausa.

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, ocorrem no mínimo duas gerações anuais de *O. oryzae*, durante o período de cultivo do arroz irrigado (Pugliese, 1955; Schmitt & Miura, 1881). No Rio Grande do Sul, conforme a época de semeadura do arroz, a primeira geração de larvas ocorre de novembro a dezembro e a segunda, de fevereiro a março (Pugliese, 1955). A primeira geração é mais prejudicial, pois

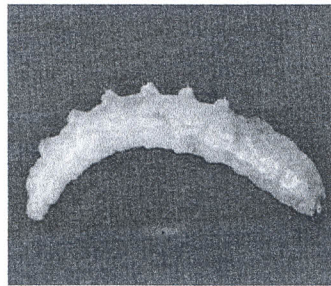


Figura 4. Larvas de *O. oryzae* (bicheira-da-raiz-do-arroz). Foto: Carlos Jorge Rossetto.



Figura 5. Câmaras pupais de *O. oryzae* fixas às raízes de arroz. Foto: Paulo Luis Lanzetta Aguiar.

além de a densidade populacional ser maior, ela acontece mais cedo, e o sistema radicular das plantas de arroz ainda encontra-se pouco desenvolvido. A segunda geração, ao contrário, coincide com a fase em que as plantas estão mais desenvolvidas, portanto, mais resistentes aos danos às raízes. O pico populacional da primeira geração de larvas tem ocorrido entre 30 e 45 dias após a inundaçã dos arrozais (Martins, 1976; Souza & Reis, 1990; Camargo, 1991; Carbonari et al., 2000). De acordo com a duração das fases, o ciclo biológico de *O. oryzae* completa-se em cerca de 42 dias (Martins & Ferreira, 1980).

### HISTÓRICO DA INTRODUÇÃO DA PRAGA NO BRASIL

No Brasil, os primeiros exemplares da espécie *O. oryzae* foram encontrados pelo agrônomo C. H. Reiniger, em fevereiro de 1935, em arrozal do município de Rio Pardo, Rio Grande do Sul. O material foi repassado para identificação ao doutor A. da C. Lima, pelo Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, do Ministério da Agricultura, com a seguinte nota: "larvas em raízes de arroz, em plantações alagadas". Como é extremamente próxima a *Lissorhoptrus simplex*, o conhecido "rice water weevil" dos Estados Unidos, a espécie passou a ser considerada também praga do arroz (Lima, 1936).

Apesar de *O. oryzae* ter sido detectada pela primeira vez no agroecossistema de terras baixas do Rio Grande do Sul, seu local de origem é incerto, visto que na época o inseto também foi encontrado no Norte da Argentina e no Paraguai (Kuschel, 1951). O fato de os primeiros espécimes terem sido encontrados em território brasileiro não elimina a possibilidade de a praga ter sido introduzida de países vizinhos, vindo a se estabelecer no Rio Grande do Sul, onde o processo de expansão da cultura do arroz irrigado de início foi mais intenso. Sem dúvida, *O. oryzae* é uma espécie sul-americana (Kuschel, 1951), e seu lugar de origem é o Sul

do continente. Por outro lado, mesmo que o lugar de origem tenha sido o próprio município de Rio Pardo, no Rio Grande do Sul, é importante considerar que a população do inseto, durante 64 anos, desde que foi constatado, tem alcançado de modo contínuo regiões longínquas do Brasil, o que caracteriza um processo de introdução da praga, tendo em vista a dimensão continental e a variabilidade ecológica do país.

Há escassez de publicações sobre a ocorrência de *O. oryzae* nas áreas orizícolas de países vizinhos ao Brasil, principalmente Argentina, Uruguai e Paraguai. Contudo, o Norte da Argentina, o Paraguai e os estados de Mato Grosso do Sul e Tocantins, onde a disponibilidade de áreas aptas à orizicultura irrigada tem facilitado a expansão da cultura, são potencialmente os principais pontos de dispersão de *O. oryzae* na América do Sul.

### DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA ATUAL

Atualmente, a distribuição geográfica de *O. oryzae* abrange Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai (Wibmer & O'Brien, 1986). Em território brasileiro, considerando apenas o que consta da literatura, além do Rio Grande do Sul (Lima, 1936), o inseto também foi detectado em áreas de produção de arroz irrigado dos estados de Santa Catarina (Lima, 1951), Rio de Janeiro (Pereira, Costa & Silva, 1986), Goiás (Martins et al., 1987), Mato Grosso (Martins & Prando, 2004), São Paulo (Camargo, 1991), Minas Gerais (Santa-Cecília, Souza & Reis, 1992) e Tocantins (Martins & Prando, 2004). Contudo, a distribuição geográfica atual do inseto no Brasil provavelmente é bem mais ampla, e ele deve existir em latitudes bem mais distantes do que aquela do município de Rio Pardo, no Rio Grande do Sul, onde foram coletados os primeiros exemplares. Também há informações ainda não confirmadas sobre a ocorrência da espécie no Estado do Maranhão.

No Brasil, as áreas de orizicultura irrigada mais distantes do lugar de origem de *O. oryzae*, onde foram detectados gorgulhos-aquáticos, situavam-se no Amapá. Neste estado, *L. oryzophilus* foi considerado mais abundante, porém há a necessidade de confirmar a identificação dessa espécie. Assim, é possível que, em um complexo de gorgulhos-aquáticos-do-arroz, que ocorrem em áreas encharcadas no extremo norte do Brasil, coexista, em menor ou maior abundância, a espécie *O. oryzae*. Devido à escassez de estudos taxonômicos de gorgulhos-aquáticos nas regiões do Brasil que possuem condições ecológicas para o desenvolvimento da orizicultura irrigada por inundação, há pouco conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies envolvidas.

### IMPACTO ECONÔMICO, BIOLÓGICO E SOCIAL

A maioria das informações sobre o impacto econômico de *O. oryzae* na cultura do arroz vem do Sul do Brasil. No Rio Grande do Sul, onde o inseto pode ocasionar

perdas de produtividade da ordem de 10%, inseticidas têm sido aplicados anualmente em cerca de 650.000 ha, sobretudo no tratamento de sementes (Martins & Cunha, 2007; Grutzmacher et al., 2008). A estimativa é de que, em cada hectare de cultura danificada pela praga, a perda econômica seja de US\$ 200. Em Santa Catarina, o inseto ocorre em quase toda a área cultivada (cerca de 150.000 ha), podendo reduzir em cerca de 18% a produtividade (Martins & Prando, 2004), o equivalente a US\$ 353/ha.

Na avaliação do impacto econômico, é importante conhecer a interação entre as características bioecológicas de *O. oryzae* e as constantes mudanças tecnológicas que ocorrem no sistema de produção do cereal. O domínio desse conhecimento assume relevância em vista do seu potencial de aplicação na melhoria do manejo integrado (MIP) do inseto. Assim, é importante considerar o papel que alguns fatores próprios da lavoura de arroz irrigado podem exercer na dinâmica populacional e no nível de prejuízos causados pelo inseto.

### MANEJO INTEGRADO

#### Sistemas de cultivo

Os adultos de *O. oryzae* raramente causam danos significativos às plantas de arroz em lavouras implantadas via semeadura em solo seco desnudo (sistema convencional) ou com cobertura vegetal dessecada (plantio direto ou cultivo mínimo). Nesses sistemas de cultivo, predominantes no Rio Grande do Sul, os adultos apenas intensificam a alimentação nas folhas de arroz quando as plantas já estão fortalecidas, com cerca de 25 dias de idade, na época da irrigação por inundação das lavouras (Martins, Terres & Botton, 1993). Contudo, no sistema de arroz pré-germinado, predominante em Santa Catarina, como o preparo do solo e a distribuição de sementes são realizados em ambiente alagado (Epagri, 1998), os adultos ocorrem com maior antecedência nas lavouras, destruindo quantidade significativa de plântulas (Lima, 1951). Em determinadas circunstâncias, isso implica a necessidade de nova semeadura. Independente do sistema de implantação da cultura, as larvas de *O. oryzae*, conhecidas como bicheiras-da-raiz, sempre provocam os principais danos às plantas de arroz. Ao cortarem as raízes (Figura 6), reduzem de modo drástico a absorção de nutrientes e, em consequência, afetam de forma negativa o desenvolvimento das plantas.

#### Relevo da área cultivada

No Rio Grande do Sul, há dois tipos característicos de lavoura de arroz irrigado, determinados pelo relevo da área, que podem influenciar a dinâmica populacional de *O. oryzae*: aquelas implantadas em áreas planas (lavouras planas) e aquelas implantadas em áreas inclinadas (lavouras de coxilha).

Nas lavouras planas, há maior facilidade para o aplainamento do solo, técnica que elimina formações irregulares da superfície do terreno, em especial as depres-

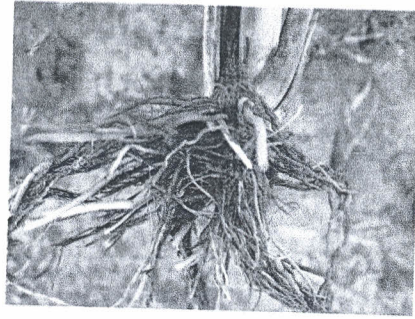


Figura 6. Danos causados por larvas de *O. oryzae* às raízes de arroz.  
Foto: Jaime Vargas de Oliveira.

sões, nas quais a água das chuvas ou da própria inundação da lavoura acumula-se primeiro, transformando-se, posteriormente, em locais de maior profundidade. Os gorgulhos-aquáticos, ao invadirem os arrozais, preferem esses locais, onde alimentam-se das folhas de arroz, acasalam e ovipositam, estabelecendo a associação positiva entre índice de infestação larval e profundidade da água de irrigação (Martins, 1979). O aplainamento do solo é indicado como método reducionista dos danos causados por *O. oryzae*, por possibilitar menor profundidade média da água de irrigação. Essa condição, ao evitar uma ocupação regionalizada das lavouras pelos gorgulhos (Hickel, 2009), induz à distribuição mais uniforme de larvas e, em consequência, reduz a densidade delas por unidade de área, situação menos prejudicial às plantas de arroz (Martins, Veronez & Carbonari, 1997).

As lavouras de coxilha, predominantes no Planalto da Campanha (Fronteira Oeste) do Rio Grande do Sul, devido à inclinação do terreno, requerem maior número de taipas (camalhões) para represar internamente a água de irrigação. As taipas possuem, paralelamente, em cada lado, valetas (leiveiros) dentro das quais o arroz também é cultivado e onde é maior a profundidade da água de irrigação ou das chuvas, condição altamente favorável ao desenvolvimento do inseto (Martins, 1979). Há evidências de que o acúmulo de água das chuvas nos leveiros antecipa a invasão dos arrozais por *O. oryzae* e pode, por isso, promover o aumento do número de gerações anuais do inseto.

### Manejo da época de semeadura

A época de semeadura de arroz exerce influência na dinâmica populacional de *O. oryzae* (Martins, 1976), mas dificilmente será alterada, como medida isolada de controle. Além disso, a tendência a maior concentração de adultos pós-hibernantes nas primeiras lavouras instaladas no ano agrícola possibilita que sejam adotadas medidas curativas de controle (Martins, Veronez & Carbonari, 1997) antes que ocorra a expansão da população para novas áreas de cultivo. No Rio Grande do Sul,

pulverizações aéreas de inseticidas, nas primeiras partes implantadas dos arrozais, correspondentes apenas a 30% da área total cultivada, reduzem com eficácia os prejuízos causados por *O. oryzae* e, em consequência, os custos de produção e os riscos de impacto ambiental.

### Manejo da água de irrigação

Há práticas estritas de manejo da inundação que influenciam a dinâmica populacional de gorgulhos-aquáticos. Nesse contexto, a retirada da água dos arrozais (drenagem) tem sido preconizada, há muitos anos, como redutora dos danos causados pelas suas larvas (Thompson et al., 1994; Epagri, 1998). Contudo, mesmo com a redução da população larval de *O. oryzae*, a drenagem foi considerada tecnicamente inviável, porque facilita a reinfestação das lavouras por plantas daninhas e expõe as plantas de arroz ao ataque de insetos subterrâneos e a baixas temperaturas. Além do mais, a drenagem foi considerada antieconômica, por promover o aumento dos custos de produção, devido à necessidade de reposição de água nas lavouras, sem ganhos significativos de produtividade (Martins, Bertels & Dittrich, 1977). Mais recentemente, porém, ao utilizar-se novos cultivares de arroz, obtiveram-se resultados promissores na supressão da população larval de *O. oryzae*, sem redução significativa da produtividade, interrompendo por dez a quinze dias a irrigação (Martins et al., 2009, 2011a).

O retardamento da inundação de arrozais implantados por meio de semeadura em solo seco é visto como promissor para reduzir os prejuízos causados por *L. oryzaophilus*. Baseia-se no princípio de que a oviposição em plantas de arroz ocorre apenas em condições submersas. A estratégia é expor as plantas ao inseto apenas quando estiverem mais desenvolvidas e, portanto, potencialmente mais tolerantes ao dano das larvas (Rice et al., 1993).

### Ciclo biológico de cultivares e grau de resistência genética ao inseto

A resistência genética de arroz a *O. oryzae* pode ser dos tipos antixenose, antibiose ou tolerância (Martins & Terres, 1995). A tolerância contempla a capacidade da planta de arroz de recuperar parte do sistema radicular danificado pelas larvas. Cultivares de ciclo curto em geral possuem menor capacidade de recuperação de raízes (tolerância), pois grande parte do seu período de crescimento, a fase de perfilhamento, coincide com a época em que a população de larvas é mais elevada no campo. Como a flutuação da população larval de *O. oryzae* tende a ser igual em cultivares de ciclo curto e médio, atingindo o pico populacional cerca de trinta dias após a inundação do arrozal, os cultivares de ciclo médio permanecem por mais tempo em crescimento vegetativo, em período no qual a população larval encontra-se em declínio, e podem mais facilmente emitir novas raízes (Carbonari et al., 2000; Martins, Carbonari & Vendramim, 2004). Uma avaliação da associação

entre o teor de nitrogênio em plantas de arroz e o ataque de *O. oryzae* em quatro cultivares indicou que apenas o cultivar Dawn, com maior ciclo de desenvolvimento fenológico, foi menos infestado por larvas e recuperou o teor de nitrogênio após o dano do inseto.

Vários trabalhos sobre a resistência genética do arroz a *O. oryzae* têm sido realizados no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento dos 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; Lima, 2011), confirmando efeitos típicos de antibiose pelo cultivar Dawn (Silva et al., 2003; Marschalek et al., 2005). Em sequência, os cultivares BRS Atalanta, Dawn e BR-IRGA 413 foram utilizados como fonte de genes (alelos) para a população de seleção recorrente CNA 11 (Rangel et al., 1997), dando origem a 58 plantas com reação de elevada resistência ao inseto (Martins et al., 2007). A recombinação dessas plantas originou 73 cruzamentos, reunindo genes de resistência de Dawn × BRS Atalanta, Dawn × BR-IRGA 413 e BRS Atalanta × BR IRGA 413. Esse material está sendo utilizado em programa de melhoramento genético de arroz, visando desenvolver genótipos resistentes ao inseto e com outras características agronômicas desejáveis (Martins et al., 2011a).

### Estado nutricional das plantas

Um maior teor de nitrogênio nas plantas de arroz torna-as mais suscetíveis ao ataque de *L. oryzaophilus* (Bang & Tugwell, 1976) e *L. brevisrostris* (Menezes & Elizalde, 1980). A alimentação de adultos de *O. oryzae* foi estimulada com a elevação do teor de nitrogênio da parte aérea das plantas dos cultivares de arroz BR IRGA 410, BRS Firmeza, Dawn e BRS Atalanta (Cunha et al., 2006). O nitrogênio, porém, após o estabelecimento do inseto nas plantas de arroz, pode ser utilizado na recuperação de raízes danificadas. A aplicação suplementar de ureia, até a fase de diferenciação das panículas, auxilia na recuperação de plantas danificadas por larvas de *O. oryzae* (Martins et al., 1987). Apesar de comprovado o potencial da adubação nitrogenada para recuperar raízes dos cultivares BRS Chui e BRS 7 Taim, atacadas por larvas de *O. oryzae*, não foi observado aumento significativo na produtividade das plantas (Cunha et al., 2001). O potássio exerce efeito negativo na biologia de *L. brevisrostris* (Menezes & Elizalde, 1980).

### Inimigos naturais

O controle biológico natural de gorgulhos-aquáticos é restrito, em vista da escassez de organismos que desempenhem o papel de inimigos naturais eficientes (Smith et al., 1986). No Brasil, aplicações de *Beauveria bassiana*, associada a óleo de soja, permitiram controlar de modo satisfatório gorgulhos-aquáticos no campo (Leite et al., 1992). Pela primeira vez foi constatada a ocorrência de uma linhagem selvagem de *B. bassiana* em adultos hibernantes de *O. oryzae* (Mielitz & Silva,

1992). A concentração populacional do inseto, a presença do entomopatógeno e de condições microclimáticas favoráveis nos sítios de hibernação são consideradas indicativos da potencialidade desse tipo de fungo como agente de controle biológico (Mielitz et al., 1996). Em Cuba, adultos de *L. brevisrostris* têm sido controlados com os fungos *B. bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, aplicados na vegetação nativa marginal às lavouras ou diretamente nas plantas de arroz (Menezes, Becker & Romanowski, 1996).

Uma rara ação de predador sobre *O. oryzae* consiste do consumo de larvas (bicheira-da-raiz) por ditiscídeos aquáticos, conforme constatado em cultivo de arroz pré-germinado. Foi apontada a necessidade de intensificar pesquisas sobre o assunto (Prando, 1999).

Um número considerável de estudos sobre controle microbiano de *O. oryzae* tem sido realizado, a envolver principalmente fungos entomopatogênicos (*B. bassiana* e *M. anisopliae*) e bactérias (*Bacillus thuringiensis*), a maioria em condições de laboratório (Martins et al., 2010). A aplicabilidade do controle microbiano é maior em regiões nas quais pequenas áreas são cultivadas sucessivamente com arroz durante vários anos. Em menores áreas, seria factível aplicar entomopatógenos nos sítios de hibernação ou diretamente em adultos sobre as plantas de arroz, em pontos de maior concentração, durante a invasão das lavouras, a exemplo do que é feito em Cuba (Menezes et al., 1996). Outro aspecto a considerar é a possibilidade de redução de doses de inseticidas por meio da mistura com entomopatógenos, conforme Prando e Sosa-Gómez (1998), que constataram que a redução em até 50% da dose de fipronil associado a *B. bassiana* e *M. anisopliae* proporcionou um controle de 90% da população de larvas de *O. oryzae* em arroz pré-germinado, equivalendo ao resultado obtido quando utilizada a dose completa do inseticida. Portanto, a pesquisa sobre controle microbiano de *O. oryzae* deve ser direcionada nesse sentido.

Avaliações sobre o desempenho de espécies de peixes no controle de larvas de *O. oryzae*, em condições de campo, indicaram que a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) é mais efetiva do que a carpa-comum (*Cyprinus carpio*); em laboratório, cada alevino, com 10 g, de ambas as espécies de peixe, consumiu mais de cem adultos de *O. oryzae* em menos de duas horas. Apesar desses resultados, foi concluído que os peixes não controlam satisfatoriamente o inseto, e as pesquisas sobre o assunto devem continuar (Sato & Ishiy, 2001). Peixes como *C. carpio* foram considerados predadores de insetos em sistemas de rizipiscicultura (Contrin et al., 2002).

### Monitoramento populacional e controle químico

Além de possíveis prejuízos econômicos decorrentes de danos de *O. oryzae* à cultura do arroz irrigado (aumento de custos operacionais e redução da produção de arroz), é importante também considerar possíveis impactos biológicos e sociais estreitamente ligados à dificuldade de introduzir no sistema produtivo táticas

mais condizentes com os princípios do manejo integrado de pragas (MIP). No Sul do Brasil, onde o inseto assume maior expressão econômica, ainda predomina o controle químico irracional, sem embasamento do monitoramento de adultos e larvas nos arrozais. A pressão e a eficiência do setor comercial de agrotóxicos em preconizar o maior uso possível de inseticidas têm sido o principal motivo dessa situação (Martins, 2012).

Os locais onde os adultos de *O. oryzae* preferem instalar-se, ao invadirem os arrozais, tendem a coincidir com aqueles onde futuramente haverá maior concentração de larvas (Hickel, 2009). O conhecimento dessa relação é básico para o processo de monitoramento populacional e a aplicação de medidas corretas de controle, sobretudo de inseticidas. Dois sistemas de monitoramento são indicados. O primeiro, para controle de adultos, adaptado de Smith et al. (1986), preconiza que cerca de três dias após a inundação, no sistema de semeadura em solo seco ou na emergência das plantas no sistema de arroz pré-germinado, seja avaliada a presença de insetos no mínimo em dez locais escolhidos ao acaso no arrozal, observando-se a folha mais nova de vinte plantas para detectar a presença ou ausência de sinais de alimentação (lesões longitudinais). Se houver mais de 50% das plantas com folhas lesionadas, o controle poderá ser feito através do método da pulverização foliar (Martins, Botton & Carbonari, 1996; Martins & Cunha, 2007; Martins et al., 2008). O segundo sistema de monitoramento, voltado ao controle de larvas, preconiza que, a partir do décimo dia de inundação, no sistema de semeadura em solo seco ou na emergência das plantas, no sistema de arroz pré-germinado, seja avaliada a presença de insetos no mínimo em dez locais escolhidos ao acaso na lavoura, considerando que de início há maior concentração de larvas ao longo das margens ou nas primeiras partes inundadas dela. Em cada local, retirar quatro amostras de solo e de raízes, usando uma seção de cano de PVC com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, aprofundando-a 6 cm no solo. Agitar as amostras sob água, em uma peneira apropriada, para liberação e contagem das larvas. A cada larva, em média, acima de cinco larvas por amostra, é esperada uma redução entre 1,1 e 1,5% na produção de grãos de cultivares de ciclo médio e precoces, respectivamente. O controle de larvas, se necessário, deve ser feito com inseticidas granulados, aplicados de maneira direta na água de irrigação, no máximo até a fase de início de diferenciação das panículas (Reunião, 2010). Recentemente, foi demonstrado que, a depender do diâmetro e da profundidade de retirada das amostras de solo e de raízes, pode ser obtida maior eficiência no processo de contagem de larvas (Neves et al., 2011, 2012).

Três métodos de aplicação de inseticidas são indicados para o controle de *O. oryzae* (Reunião, 2010): tratamento de sementes; pulverização foliar, cerca de três dias após a inundação do arrozal, para controle de adultos; distribuição de inseticidas granulados na água de irrigação, a partir do décimo dia após a inundação, para controle de larvas. Os três métodos são altamente eficientes e apresentam índices de controle da população larval superiores a 90% (Botton, Carbonari & Martins,

1999). Nos últimos cinco anos, no Rio Grande do Sul, o uso de sementes tratadas com inseticidas tem aumentado de modo significativo, inclusive em áreas sem histórico de ocorrência do inseto (Martins & Cunha, 2007; Martins, 2011). Porém, pesquisas sobre a racionalização do uso de agrotóxicos indicaram a possibilidade de reduzir em cerca de 65% a dose mínima do inseticida registrado no Ministério da Agropecuária e Abastecimento (Mapa) como o mais usado no tratamento de sementes de arroz. No caso de o produtor já ter adquirido semente tratada com a dose mínima do inseticida registrado no Mapa, basta alternar camadas de sementes na caixa da máquina semeadora, de modo a obter uma mistura de um terço de sementes tratadas com dois terços de sementes não tratadas (Martins et al., 2010).

Até o presente, possíveis impactos biológicos e sociais causados pelos diferentes métodos de aplicação de inseticidas químicos para controle de *O. oryzae* têm sido pouco considerados. Isso, porém, no contexto de esforços direcionados à racionalização do uso desses produtos nos arrozais, pode ser avaliado por meio de indicadores sobre o tema (Pingali & Roger, 1995; Yao, Gu & Guo, 2010).

Além dos benefícios econômicos da racionalização do uso de inseticidas nas áreas biológica e social, poderá haver melhoria do bem-estar humano e animal, sobretudo no meio rural. Os benefícios ao meio ambiente serão diretos e notórios, preservando e conservando recursos naturais, incluindo a biodiversidade. Assim, trabalhadores e familiares que moram no entorno de áreas agrícolas, bem como alunos que estudam em escolas rurais, ficarão expostos a menor quantidade de produtos carreados por derivas ou acumulados em corpos hídricos destinados ao abastecimento primário, à pesca ou à recreação, bem como em alimentos, o que refletirá em um meio ambiente mais adequado à permanência do homem no campo, com base nos seus costumes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de sistemas precisos e seguros para o manejo integrado de *O. oryzae* na cultura do arroz irrigado depende de um esforço conjunto de diferentes segmentos da cadeia produtiva (Martins, 2012), sendo que: o setor que desenvolve e/ou comercializa inseticidas deve mudar o objetivo de incentivar o uso da maior quantidade possível desses produtos; o setor produtivo deve aumentar o grau de adoção de bases e técnicas já disponíveis para MIP, atentando mais às recomendações preconizadas pelas instituições oficiais e dependendo menos de indicações de empresas privadas, em especial daquelas ligadas ao comércio de agrotóxicos; o setor da pesquisa deve atender a demandas relativas ao avanço do conhecimento científico e tecnológico na busca de métodos precisos e seguros para MIP; representantes da assistência técnica e de transferência de tecnologia, pública ou privada, devem atentar mais aos princípios e às técnicas já disponíveis para MIP, repassando-os aos produtores e técnicos ligados ao sistema produtivo, abordando aspectos de rentabilidade, segurança alimentar e segurança ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANG, Y. H. & TUGWELL, P. *Adult rice water weevil feeding preference for rice plants and leaves of different ages*. Fayetteville, USA: Agric. Exp. Station, Division of Agric., Univ. of Arkansas, 1976. 12p. (Report Series, 231).
- BERTELS, A. *Entomologia agrícola sul-brasileira*. Rio de Janeiro: SIA, 1956. 458p.
- BOTTON, M.; CARBONARI, J. J. & MARTINS, J. F. da S. Eficiência de métodos de aplicação de inseticidas no controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae), na cultura do arroz irrigado. *Pesq. Agropec. Gaúcha* 5: 71-75, 1999.
- CAMARGO, L. M. P. C. de A. Gorgulhos aquáticos do arroz: caracterização e controle. *Lav. Arroz* 44: 7-14, 1991.
- 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. *An. Soc. Entomol. Brasil*. 29: 361-66, 2000.
- CONTRIN, D. S. et al. Rizipiscicultura: um sistema agroecológico de produção. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1, Florianópolis, SC, 2002. *Anais...* Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002.
- CUNHA, U. S. da et al. Associação entre teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). *Ciênc. Rural* 36: 1.678-83, 2006.
- 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. *R. Bras. Agrociência* 7: 58-63, 2001.
- EPAGRI. Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado). Florianópolis: Epagri, 1998, 79p. (Sistemas de Produção, 32).
- GRUTZMACHER, A. D. et al. Viabilidade da antecipação do tratamento de sementes de arroz com inseticidas em relação à data de semeadura no controle de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Ciênc. Rural* 38: 1.830-35, 2008.
- HICKEL, E. R. Distribuição espacial de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae), em lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6, Porto Alegre, RS, 2009. *Anais...* Porto Alegre: Palotti, 2009.
- KUSCHEL, G. Revision de *Lissorhoptrus* Leconte y generos vecinos de America. *Rev. Chil. Entomol.* 1: 23-74, 1951.
- LEITE, L. G. et al. Controle de adultos do gorgulho aquático pela aplicação da mistura do fungo *Beauveria bassiana* com óleo de soja, em campos irrigados. *An. Soc. Ent. Brasil*. 21: 83-94, 1992.
- LIMA, A. D. F. O bicho do arroz. *Boletim Fitossanitário* 5: 49-53, 1951.
- LIMA, A. M. da C. Dois curculionídeos daninhos no Rio Grande do Sul. *Campo* 7: 23-4, 1936.
- LIMA, C. A. B. *Dimorfismo sexual, desenvolvimento de um novo método de monitoramento e aplicabilidade de variáveis biológicas de Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) na avaliação da resistência de arroz. Pelotas, 2011. 80p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pelotas.
- LINK, D. & COSTA, E. C. Locais de hibernação de adultos de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) na região central do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE INSETOS DE SOLO, 3, Chapecó, SC, 1991. *Ata...* Chapecó: Empasc/CPPP, 1991.
- MARSCHALEK, R. et al. 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, Santa Maria, RS, 2005. *Anais...* Santa Maria: Orium, 2005.
- MARTINS, J. F. da S. Níveis de infestação de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) durante o período de desenvolvimento da cultura do arroz. *Ciênc. Cult.* 28: 1.493-97, 1976.
- MARTINS, J. F. da S. Profundidade da água de irrigação e nível de infestação da bicheira-da-raiz em arroz. *Pesq. Agropec. Bras.* 14: 97-9, 1979.
- MARTINS, J. F. da S. Por um arrozal a salvo de pragas – Parte I. *A Granja* 756: 58-9, 2011.
- MARTINS, J. F. da S. Por um arrozal a salvo de pragas – Parte II. *A Granja* 757: 68-9, 2012.
- MARTINS, J. F. da S. & TERRES, A. L. S. Avaliação de germoplasma de arroz visando resistência a *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima). *An. Soc. Entomol. Brasil*. 24: 445-53, 1995.
- MARTINS, J. F. da S. & BOTTON, M. Controle de insetos da cultura do arroz. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L. & BARROS, A. C. S. A. (eds.). *Produção de arroz irrigado*. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 1996. 659p.
- 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, 25p. (Documentos, 215).
- MARTINS, J. F. da S. & FERREIRA, E. *Caracterização e controle da bicheira-da-raiz-do-arroz*. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1980. 14p. (Circular Técnica, 9).
- MARTINS, J. F. da S. & PRANDO, H. F. Bicheira-da-raiz-do-arroz. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J. & SILVA, M. T. B. da (eds.). *Pragas de solo no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta: Fundacep-Fecotrigo, 2004. 541p.
- MARTINS, J. F. da S.; BERTELS, A. & DITTRICH, R. C. Métodos de aplicação de inseticidas no controle da bicheira-do-arroz *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Pesq. Agropec. Brasil*. 12: 41-8, 1977.
- MARTINS, J. F. da S.; BOTTON, M. & CARBONARI, J. J. Controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) através da pulverização foliar de arroz com inseticidas piretroides. *An. Soc. Ent. Brasil*. 25: 217-21, 1996.
- MARTINS, J. F. da S.; CARBONARI, J. J. & VENDRAMIM, J. D. Simulação do dano causado por larvas de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) a cultivares de arroz irrigado. *Ciênc. Rural* 34: 653-9, 2004.
- MARTINS, J. F. da S.; TERRES, A. L. S. & BOTTON, M. Alternativas de controle da bicheira-da-raiz visando menor impacto ambiental. *Lav. Arroz* 46: 12-4, 1993.
- MARTINS, J. F. da S.; VERONEZ, A. B. C. & CARBONARI, J. J. Manejo integrado do gorgulho aquático [*Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936)] na cultura do arroz irrigado: situação atual e perspectivas futuras. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 6, Santa Maria, RS, 1997. *Anais...* e *Ata...* Santa Maria: UFSM-CCR, 1997.
- MARTINS, J. F. da S. et al. 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, Pelotas, RS, 2007. *Anais...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.
- MARTINS, J. F. da S. et al. Inseticida regulador de crescimento no controle do gorgulho-aquático-do-arroz *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *R. Bras. Agrociência* 14: 87-95, 2008.



- MARTINS, J. F. da S. et al. Metodologia para desenvolver progênies de arroz resistentes a *Oryzophagus oryzae* por meio de seleção recorrente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, Balneário Camboriú, SC, 2011. *Anais...* Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011a.
- MARTINS, J. F. da S. et al. Adubação nitrogenada e controle da bicheira-da-raiz-do-arroz. *Lav. Arroz* 40: 8-11, 1987.
- MARTINS, J. F. da S. et al. *Situação do controle biológico de insetos-praga da cultura do arroz na Região Sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010, 33p. (Documentos, 309).
- MARTINS, J. F. da S. et al. Novo método para aferição da densidade populacional do gorgulho-aquático em plantas de arroz irrigado. *Agropec. Clima Temp.* 4: 363-70, 2001.
- MARTINS, J. F. da S. et al. Efeito da supressão da inundação da cultura do arroz na população do gorgulho-aquático e produção de grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, Balneário Camboriú, SC, 2011. *Anais...* Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011b.
- MARTINS, J. F. da S. et al. *Efeito da interrupção da inundação da cultura do arroz na população do gorgulho-aquático e produção de grãos*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 6p. (Comunicado Técnico, 230).
- MATSUI, M. et al. Morphological changes in the flight muscles and the ovary of the rice water weevil adult, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel (Coleoptera: Curculionidae), collected at various sites during the period of migration. *Jap. Jour. App. Entom. Zool.* 27: 183-8, 1983.
- MENESES, C. R. & ELIZALDE, R. Influencia de la fertilizacion mineral en el cultivo del arroz sobre la poblacion de *Lissorhoptrus brevirostris* (Coleoptera: Curculionidae). *Çienc. Tec. Agric.* 3: 49-69, 1980.
- MENESES, C. R. & RAVELO, H. G. Estudos bioetológicos de *Lissorhoptrus brevirostris* (Coleoptera: Curculionidae). *Agrotec. Cuba* 11: 19-29, 1979.
- MENESES, C. R. et al. *Guia para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz*. 2. ed. Cuba: Flar/IIA, 1996. 35p.
- MIELITZ, L. R. & SILVA, L. da. Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill em adultos de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae). *An. Soc. Ent. Brasil.* 21: 263-5, 1992.
- MIELITZ, L. R.; BECKER, M. & ROMANOWSKI, H. P. Hibernation dynamics of *Oryzophagus oryzae* and its implications for management. *Entomol. Exp. Appl.* 78: 159-66, 1996.
- MOREIRA, G. R. P. Oviposition by the riceinfesting weevil, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera, Curculionidae): influence of water depth and host-plant characteristics. *Rev. Bras. Zootecias* 4: 237-53, 2002.
- MOREIRA, G. R. P. et al. Caracterização morfológica da interação respiratória entre as fases aquáticas de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera) e a planta de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 21, Porto Alegre, RS, 1996. *Resumos...* Porto Alegre: UFRGS, 1996.
- MORGAN, D. R. et al. Rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) indirect flight muscle development and spring emergence in response to temperature. *Environ. Entomol.* 13: 26-8, 1984.
- MUDA, A. R. B.; TUGWELL, N. P & HAIZUP, M. B. History and indirect flight muscle degeneration and regeneration in the rice water weevil. *Environ. Entom.* 10: 685-90, 1981.
- NEVES, M. B. das et al. Profundidade da amostragem de solo e de raízes e índice de infestação de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz. *Ciênc. Rural* 41: 2.039-44, 2011.
- NEVES, M. B. das et al. *Associação entre diâmetro de amostras de solo e raízes de arroz e índice de infestação larval de Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012, 8p. (Circular Técnica, 131).
- NILAKE, S. S. Reproductive status of overwintering rice water weevils. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 70: 559-601, 1977.
- PEREIRA, R. P.; COSTA, R. A. & SILVA, V. R. Danos da bicheira de raiz em cultivares de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, RJ, 1986. *Resumos...* Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, 1986.
- PINGALI, P. L. & ROGER, P. A. *Impact of pesticides on farmer health and the rice environment*. Los Banos: IRRI, 1995. 664p.
- PRANDO, H. F. *Aspectos bioetológicos e de controle de Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em arroz irrigado, sistema de cultivo pré-germinado. Curitiba, 1999. 102p. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná.
- PRANDO, H. F. & SOSA-GÓMEZ, D. R. *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e fipronil para o controle de *Oryzophagus oryzae* (Col., Curculionidae), em arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, Rio de Janeiro, 1998. *Resumos...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998.
- PUGLIESE, A. A larva da raiz do arroz. *Lav. Arroz* 9: 17-8, 1955.
- RANGEL, P. H. N. et al. CNA 11 População de arroz irrigado para alta produtividade e tolerância ao frio. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22, Balneário Camboriú, SC, 1997. *Anais...* Itajaí: Epagri, 1997.
- REDAELLI, L. R.; BECKER, M. & ROMANOWSKI, H. P. Changes in the internal reproductive organs and fat body levels as diapause indicators in *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Rev. Brasil. Biol.* 55: 737-44, 1995.
- REUNIÃO Técnica da cultura do arroz irrigado, 28, Bento Gonçalves, RS, 2010. *Arroz irrigado: recomendações técnicas para o Sul do Brasil*. Porto Alegre: Sosbal, 2010. 188p.
- RICE, W. C. et al. *Delayed flood and plant growth regulators (gibberellic acid) as management tools for the control of the rice water weevil*. Crowley, USA: Rice Res. Station, Louisiana Agric. Exp. Station, Agric. Center, LSU, 1993, 504p. (Annual Research Report, 85).
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B. & REIS, P. R. Ocorrência da bicheira-da-raiz-do-arroz em plantios irrigados, no município de Nepomuceno, região sul do Estado de Minas Gerais. *An. Soc. Ent. Brasil.* 21: 463-6, 1992.
- SATO, G. & ISHIY, T. Influência da rizipiscicultura na produtividade do arroz e controle biológico da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24. Porto Alegre, RS, 2001. *Anais...* Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 2001.
- SCHMITT, A. T. & MIURA, L. Flutuação populacional da bicheira-da-raiz em arroz irrigado em Itajaí, SC. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 11, Pelotas, RS, 1981. *Anais...* Pelotas, 1981.
- SILVA, F. F. da et al. Avaliação da resistência de arroz a *Oryzophagus oryzae* com e sem chance de escolha da planta hospedeira. *R. Bras. Agrociência* 9: 135-40, 2003.
- SMITH, C. M. et al. *Insect pest of rice in Louisiana*. Baton Rouge, USA: Louisiana Agric. Exp. Station, LSU, 1986, 23p. (Bulletin, 774).
- SOUZA, J. C. de & REIS, P. R. Dano e controle da bicheira-do-arroz na região sul do Estado de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.* 25: 181-4, 1990.

- TERRES, A. L. S. et al. BRS Pelota, cultivar de arroz irrigado de alto potencial produtivo. *Agropecu. Clima Temp.* 3: 291-4, 2000.
- TERRES, A. L. S. et al. Melhoramento genético de arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 10. BRS Firmeza e BRS Atalanta, novos cultivares para a orizicultura gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1, Pelotas, RS, 1999. *Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 1999.
- THOMPSON, R. A. et al. Water management as a cultural control for the rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) in southwest Louisiana. *J. Econ. Entomol.* 87: 223-30, 1994.
- TSUZUKI, H. et al. Studies on biology of the newly invaded insect rice water weevil (*Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel). *Res. Bull. Aichi-Ken Agric. Res. Cent. Nagakute* (Aichi, Japan) 15: 133-5, 1984.
- YAO, L. V.; GU, S. Z. & GUO, D. M. Valuing environmental externalities from rice-wheat farming in the lower reaches of the Yangtze River. *Ecol. Econ.* 69: 1.436-42, 2010.
- WIBMER, G. J. & O'BRIEN, C. W. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). *Mem. Amer. Entomol. Inst.* 39: 1-563, 1986.