

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE AGRONOMIA  
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Luciano da Silva Alves  
00194602**

*Avaliação de fungos entomopatogênicos no controle biológico dos adultos de  
Oryzophagus oryzae (Coleoptera, Curculionidae)*

PORTO ALEGRE, Setembro de 2016.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**Avaliação de fungos entomopatogênicos no controle biológico dos adultos de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae)**

**Luciano da Silva Alves**  
**00194602**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisores de campo do Estágio: Eng. Agr., DSc. Eduardo Rodrigues Hickel

Eng. Agr., DSc. Marcelo Mendes de Haro

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. Josué Sant'Ana

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Prof. Fabio Kessler dal Soglio - Departamento de Fitossanidade (Coordenador)

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Profa. Carine Simioni - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia

Prof. Samuel Cordeiro Vitor Martins - Departamento de Plantas de Lavoura

Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior - Departamento de Solos

PORTO ALEGRE, Setembro de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho marca o fim de uma jornada que foi construída com muita determinação e com o apoio de muitas pessoas. Marca também o início da minha pequena contribuição, onde me coloco à disposição das forças que regem o universo para a construção de ideias transformadoras.

A minha mãe Neli por demonstrar o seu amor e exemplos em todos os detalhes. Ao meu pai Ademir que me proporcionou momentos que ajudaram a definir o meu caráter. As minhas irmãs Claudenice e Gabriela pelo carinho e atenção, com vocês minha vida é completa. Aos meus sobrinhos Eduarda, João Pedro e Guilherme pelas alegrias.

Aos funcionários, pesquisadores, colegas de estágio e demais pessoas envolvidas no dia a dia da Estação Experimental da Epagri em Itajaí. Ao Dr. Marcelo Mendes de Haro pela recepção e por ser meu supervisor de estágio. Aos pesquisadores Keny Mariguele e Luana Maro pela parceria. Um agradecimento especial ao Dr. Eduardo Hickel pela forma como conduz e compartilha os seus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Josué Sant'Ana por aceitar ser meu Orientador, pelo excepcional apoio ao meu Trabalho de Conclusão de Curso e por reforçar meu interesse pela entomologia.

Ao Prof. Dr. Claudimar Sidnei Fior por ser um incentivador do exercício da minha curiosidade e pela oportunidade de ser seu Bolsista Voluntário de Iniciação Científica. Agradeço também a sua orientada Bruna Baratto, equipe do LAVeg e à Prof<sup>a</sup> Dra. Alexandra Mastroberti pelo auxílio em minhas atividades de pesquisa.

Ao Dr. Stylianos Attshlis “Daskalos” por seus surpreendentes, intensos e controvertidos ensinamentos que me auxiliam a explorar e experimentar os domínios interiores.

Agradeço aos amigos que me acompanham e torcem pela conquista dos meus objetivos.

Aos amigos que fiz durante o estágio e que tornaram os dias longe de casa mais tranquilos.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Agronomia e da UFRGS.

Aos amigos e futuros colegas de profissão que adquiri ao longo da graduação.

Agradeço à sociedade brasileira pela oportunidade de ter estudado em uma Universidade pública e gratuita.

## RESUMO

O estágio curricular obrigatório foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) no município de Itajaí, SC, no período de 11 de janeiro a 3 de março de 2016. Os principais objetivos foram avaliar o controle biológico dos adultos de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae) com os fungos entomopatogênicos *Beauveria* spp. e *Isaria javanica* e atuar na produção massal destes fungos, atividades que fazem parte do “Projeto Arroz” da estação experimental. Além destas, foram desenvolvidas outras atividades, tais como, acompanhar o monitoramento das principais pragas da cultura do arroz, como os pentatomídeos, *Oebalus poecillus*, *Oebalus ypsilongriseus* e *Tibraca limbativentris*, a atividade de voo de insetos pragas e a viabilidade operacional de armadilhas luminosas com lâmpadas de LED acionada por energia solar (Armadilha Sonne). Estas atividades propiciaram a melhor compreensão da importância dos métodos de monitoramento e da dinâmica populacional das pragas, associados à adoção de um método de controle biológico em um manejo integrado de pragas.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1. Cepas e espécies de fungos entomopatogênicos avaliados quanto à patogenicidade aos adultos de <i>Oryzophagus oryzae</i> com a respectiva origem.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabela 2. Média (<math>\pm</math> DP) de adultos mortos de <i>O. Oryzae</i>, 35 dias após a exposição em laboratório, por diferentes cepas de fungos entomopatogênicos.....</b>	<b>29</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estado de Santa Catarina e localização do município de Itajaí (em vermelho). .... 9
- Figura 2.** Mapa de Santa Catarina com a distribuição das unidades da Epagri. .... 11
- Figura 3.** Área experimental do “Projeto Arroz” na Estação Experimental da Epagri, Itajaí, SC. .... 12
- Figura 4.** Principais insetos pragas presentes na cultura do arroz irrigado, representados por *Oryzophagus oryzae*, adulto e larva (a), *Nymphula indomitallis*, adulto e larva (b), *Tibraca limbativentris* (c), *Oebalus* sp. (d) e *Euetheola humilis* (e). .... 14
- Figura 5.** Armadilha luminosa com saco plástico para a coleta dos insetos utilizados no bioensaio. .... 21
- Figura 6.** Adultos de *O. oryzae* contaminados por fungos entomopatogênicos após a exposição em laboratório. .... 23
- Figura 7.** Armadilha Sonne com o saco coletor de insetos (a), armadilha Sonne com o aparato de contaminação fúngica de insetos acoplado (b). .... 24
- Figura 8.** Arena hexagonal metálica com Lâmpadas de LED na extremidade dos braços utilizada em ensaio para avaliação de atração a diferentes comprimentos de onda. .... 27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE ITAJAÍ, SC.....	9
2.1 Localização .....	9
2.2 Clima e vegetação.....	10
2.3 Solo e relevo .....	10
3. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM ITAJAÍ DA EPAGRI..	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
4.1. Importância da cultura do arroz irrigado .....	12
4.1.2 Arroz irrigado em sistema orgânico .....	13
4.3.2 Monitoramento .....	16
4.3.3 Controle.....	16
5. ATIVIDADES REALIZADAS .....	20
5.1 Controle biológico com o uso de fungos entomopatogênicos .....	20
5.1.1 Produção massal de fungos entomopatogênicos .....	20
5.1.2 Avaliação de virulência de cepas de <i>Beauveria</i> spp. e <i>Isaria javanica</i> para controle de adultos de <i>Oryzophagus oryzae</i> .....	21
5.1.3 Avaliação de controle biológico de <i>O. oryzae</i> com <i>B. bassiana</i> em armadilha luminosa .....	23
5.2 Outras atividades .....	24
5.2.1 Acompanhamento da atividade de voo.....	25
5.2.2 Viabilidade operacional de armadilha luminosa com lâmpadas de LED acionada por energia solar.....	26
5.2.3 Atratividade de diferentes comprimentos de onda lâmpadas LED a adultos de bicheira-da-raiz. ....	26
5.2.4 Monitoramento populacional de <i>O. poecillus</i> e <i>O. ypsilongriseus</i> .....	27
5.2.5 Monitoramento populacional de <i>Tibraca limbativentris</i> .....	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, alimentando mais da metade da população mundial, sendo a produção anual de aproximadamente 747 milhões de toneladas (FAO, 2014). Nesse cenário, o Brasil participa com 12.436.100 t em uma área 2.3 milhões de hectares (CONAB, 2016).

O arroz irrigado possui grande importância nos estados de SC e RS. Na safra 2013/14, estes estados cultivaram uma área de aproximadamente 1.270 milhões de hectares (SOSBAI, 2014). No entanto, são diversos os problemas que limitam o cultivo e interferem na produtividade das lavouras e na qualidade dos grãos colhidos (EPAGRI, 2013).

A cultura do arroz sofre o ataque de inúmeras pragas, algumas das quais se destacam pela presença constante, causando perdas expressivas de produtividade. São necessários o desenvolvimento e a adoção de estratégias eficazes de manejo, entre elas o manejo integrado de pragas (FRITZ, 2008). Diante disto, conhecer as pragas e reconhecer os seus danos é indispensável em um empreendimento orizícola (EPAGRI, 2013).

O uso irracional de inseticidas químicos oferece diversos riscos. É crescente o apelo por uma produção agrícola de baixo impacto ambiental. A produção em sistema orgânico e a adaptação de diversas tecnologias, entre elas o controle biológico, estão sendo fomentados para viabilizar o cultivo de arroz (EPAGRI, 2015). Os fungos entomopatogênicos oferecem uma adequada alternativa, uma vez que apresentam eficácia no controle de pragas agrícolas (ALVES, 2008).

O estágio curricular obrigatório foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), no município de Itajaí. O período compreendido foi entre 11 de janeiro de 2016 e 3 de março de 2016, com carga horária total de 300 horas. O estágio teve como orientador acadêmico o Prof. Dr. Josué Sant'Ana do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e sob a supervisão de campo do Dr. Eduardo Hickel, pesquisador do Projeto Arroz, e do Dr. Marcelo Mendes Haro, pesquisador do Projeto Hortaliças.

Durante o estágio, as atividades realizadas tiveram por objetivo acompanhar o desenvolvimento de estratégias para o manejo de pragas, com maior ênfase no controle biológico

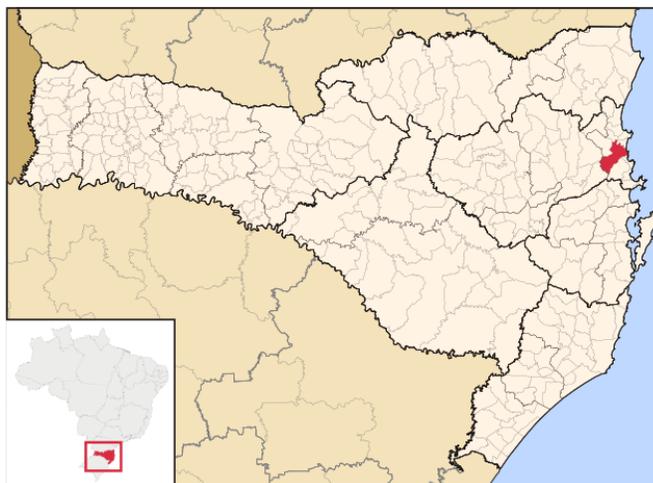
utilizando fungos entomopatogênicos. Além disso, monitorar a ocorrência das principais pragas, visando acompanhar a flutuação populacional e determinar o período de movimentação destes insetos.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE ITAJAÍ, SC.

### 2.1 Localização

O município de Itajaí, localizado no litoral norte do estado de Santa Catarina (Figura 1), foi criado em 4 de abril de 1859, erguido junto à foz do Rio Itajaí-Açu, abrigando um dos maiores complexos portuários do país (MUNICÍPIO DE ITAJAÍ, 2016). De acordo com dados do IBGE (2015), o município possui uma área territorial de 288,286 km<sup>2</sup> e sua população estimada é de 205.271 habitantes. Está distante a, aproximadamente, 100 km de Florianópolis, capital de SC e de, aproximadamente, 550 km de Porto Alegre, RS.

**Figura 1. Estado de Santa Catarina e localização do município de Itajaí (em vermelho).**



Fonte: Darlan P. de Campos (2006)

As principais atividades econômicas de Itajaí são a logística, a pesca, a construção naval e o comércio. O município possui um IDH de 0,795. Segundo o ranking do IDH dos municípios brasileiros (PNUD, 2010), Itajaí ocupa a 56ª posição, decorrente da alta pontuação no quesito educação. O município possui 75 escolas de educação básica e cinco Unidades de Ensino Superior (MUNICÍPIO DE ITAJAÍ, 2013).

## 2.2 Clima e vegetação

De acordo com o Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina (PANDOLFO et al., 2002), a classificação climática para o município de Itajaí é o Cfa (clima subtropical úmido, com verões quentes, sem estação seca definida), caracterizado por apresentar tendência de concentração das chuvas nos meses de verão e geadas pouco frequentes.

A temperatura média anual, de acordo com dados reunidos pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional - SDR (2003), é de 20 °C. O município possui uma precipitação média anual de 1.500 mm.

A vegetação predominante da região é a Floresta Ombrófila Densa e está inserida em uma das áreas mais bem conservadas do estado (MEDEIROS, 2006).

## 2.3 Solo e relevo

No levantamento dos solos catarinenses, os Cambissolos são os mais representativos, ocupando aproximadamente 52% da área total do estado (BEDIN, 2013). Na região predominam os solos do tipo Glei Distrófico e Cambissolo Distrófico. Estes solos, quando drenados e sistematizados, são aptos para o cultivo de arroz irrigado (EMBRAPA, 2004). A Estação Experimental de Itajaí possui solos do tipo Cambissolo, Gleissolo e manchas de Organossolo<sup>1</sup>.

Em relação ao relevo, o município caracteriza-se por apresentar altitudes moderadas e 62% da área com declividades inferiores a 6 graus (ARAÚJO, 2012). Na área plana, próxima aos rios Itajaí e Itajaí-Mirim, observa-se a utilização das terras para fins agrícolas, com predomínio de lavouras de arroz. No entanto, a partir da década de 1970, ocorreram transformações nessas áreas e a expansão da malha urbana (REISER, 2005).

## 3. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM ITAJAÍ DA EPAGRI

Vinculada ao governo do Estado por meio da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) é pública e atua em todos os municípios de SC (Figura 2). A Epagri, através das ações de pesquisa e extensão rural, busca a geração de renda nas propriedades rurais. Tem como missão “o

---

<sup>1</sup> Informações pessoais da pesquisadora Fabiana Schmidt do Projeto Arroz, em Itajaí-SC. Fevereiro 2016.

conhecimento, tecnologia e extensão para o desenvolvimento sustentável do meio rural, em benefício da sociedade” (EPAGRI, 2016a).

**Figura 2. Mapa de Santa Catarina com a distribuição das unidades da Epagri.**



Fonte: Epagri (2016b)

A Estação Experimental de Itajaí (EEI), uma das 14 unidades de pesquisa da EPAGRI, iniciou suas atividades no ano de 1976, com o objetivo de criar e adaptar tecnologias voltadas para o setor agropecuário da região do Vale do Itajaí e litoral catarinense. Atualmente desenvolve pesquisas nas áreas de arroz irrigado, fruticultura tropical, flora atlântica catarinense e hortaliças. Localizada às margens da Rodovia Antônio Heil, número 6800, km 6 (Latitude 26° 57' 57s Sul, Longitude 48° 48' 01s, altitude 2m), conta com uma área total de 121,57 hectares. A EEI possui um corpo técnico composto por 35 pesquisadores, onde 17 são doutores, 17 mestres e um graduado, juntamente com 46 funcionários de apoio operacional e 12 funcionários de apoio técnico (EPAGRI, 2016c).

O grupo de pesquisa em arroz irrigado (Projeto Arroz) realiza pesquisas em condições de campo e em laboratório, nas áreas de Entomologia, Fitopatologia, Herbologia, Manejo e Fertilidade do Solo e Melhoramento Genético de Arroz. O Projeto Arroz dispõe de um campo experimental (Figura 3) onde são realizados diversos trabalhos de pesquisa que vão desde o desenvolvimento de novas cultivares, avaliação de insumos para a cultura, técnicas de manejo e controle biológico. Conta ainda com casas de vegetação onde é possível o desenvolvimento de experimentos em vasos sob condições controladas, incluindo um Fitotron capaz de reproduzir

condições específicas de temperatura e luminosidade. Por fim, há disponibilidade também de uma estrutura laboratorial que permite análise e manipulação de plantas, sementes, insetos e microrganismos.

**Figura 3. Área experimental do “Projeto Arroz” na Estação Experimental da Epagri, Itajaí, SC.**



Fonte: Rubens Marschalek (2016)

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. Importância da cultura do arroz irrigado

O arroz é uma parte importante da dieta brasileira. As perspectivas para os próximos dez anos são de que área plantada não deve aumentar, no entanto haverá um aumento da produção como resultado de melhorias de produtividade (FAO, 2015). Em países em desenvolvimento, o arroz representa 27% do balanço de energia da dieta. No Brasil, 108g por dia é o consumo per capita, fornecendo 14% dos carboidratos, 10% das proteínas e 0,8% dos lipídios (KENNEDY et al., 2002).

No Brasil o sistema irrigado expandiu nas últimas três décadas, representando 55% das áreas de cultivo de arroz no mundo (PEREIRA et al., 2005). O cultivo é feito em várzeas, mantendo uma lâmina de água em boa parte do ciclo. Em Santa Catarina predomina a produção de arroz neste sistema, concentrando-se no litoral e no baixo e médio Vale do Itajaí, com 92% da área. O restante está no alto Vale do Itajaí, representando 8% da área. A área cultivada com arroz no estado manteve-se constante ao longo do tempo, em torno de 150 mil hectares, tratando-se de

pequenas propriedades, com área média de 13,5 ha. O Rio Grande do Sul, maior produtor do país, é responsável por 68,7% da produção nacional e possui 133 municípios produtores de arroz irrigado (SOSBAI, 2014). Em função das condições climáticas desfavoráveis, na última safra (2015/16) estimou perdas de até 16%, com produtividade média de 6.928 quilos por hectare, diante de uma expectativa de 7.800 quilos por hectare (LAVOURA ARROZEIRA, 2016).

#### **4.1.2 Arroz irrigado em sistema orgânico**

A produção agrícola sustentável é uma demanda crescente, assim como a adaptação de diversas tecnologias para propiciar o cultivo em sistema orgânico. A produção de arroz em sistema orgânico surgiu como uma opção de cultivo de baixo impacto ambiental e segurança alimentar (EPAGRI, 2015).

As principais medidas adotadas para o controle de doenças são o uso de cultivares resistentes e a aplicação de fungicidas (BETTIOL & MORANDI, 2009). Estudos demonstram a grande incidência de contaminação ambiental e prejuízos à saúde, sobretudo a contaminação dos recursos hídricos por conta da grande quantidade de defensivos químicos utilizados nas lavouras de arroz (DELLAMATRICE & MONTEIRO, 2014; NOLDIN et al., 2001). Assim como no cultivo de arroz irrigado em sistema convencional, a proliferação de plantas daninhas e o surgimento de insetos pragas são alguns dos problemas frequentes em sistema orgânico. Sendo assim, são necessários métodos alternativos de controle (EPAGRI, 2015).

Fritz et al. (2008) relataram que a compreensão de como as práticas de manejo interferem negativamente na biodiversidade dos ecossistemas agrícolas é importante para modificar o comportamento dos produtores, fazendo com que os mesmos incorporem estratégias de recuperação e conservação das áreas de cultivo de arroz. A EEI da Epagri realiza diversos estudos para adaptar as tecnologias e viabilizar o cultivo orgânico de arroz irrigado. Nesse sentido, prioriza-se o controle das populações de insetos feito prioritariamente por inimigos naturais, dentre eles o uso de fungos entomopatogênicos (EPAGRI, 2015).

#### **4.2 As principais pragas presentes na cultura do arroz**

A cultura do arroz pode ser atacada por diversos grupos de insetos e em diferentes partes da planta, podendo atingir perdas de produtividade de 15% a 30% (SOSBAI, 2014). A partir da

semeadura, com a progressão do cultivo, cronologicamente surgem a bicheira-da-raiz [*Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae)], na sequência, no período de perfilhamento da cultura, ocorrem a lagarta-boiadeira [*Nymphula indomitallis* (Berg, 1876) (Lepidoptera: Nymphulidae)], o percevejo-do-colmo [*Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae)] e na fase reprodutiva, os percevejos do grão [*Oebalus poecillus* (Dallas, 1851)] e *Oebalus ypisilongriseus* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae) (EPAGRI, 2015). O cascudo-preto [*Euetheola humilis* (Burmeister, 1847) (Coleoptera: Scarabaeidae)] causa danos expressivos às plantas após a retirada da água de irrigação (SOSBAI, 2014) (Figura 4). Com exceção do percevejo-do-colmo, o fototropismo positivo é comum a estes insetos, representando uma característica importante para fins de monitoramento e manejo integrado de pragas (HICKEL, 2013; 2014).

**Figura 4. Principais insetos pragas presentes na cultura do arroz irrigado, representados por *Oryzophagus oryzae*, adulto e larva (a), *Nymphula indomitallis*, adulto e larva (b), *Tibraca limbativentris* (c), *Oebalus* sp. (d) e *Euetheola humilis* (e).**



Fonte: Manejo de Pragas do Arroz Irrigado (a,b e c), Luciano Alves (d) & Oderlei Bernardi (e)

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, a bicheira-da-raiz é uma das pragas mais importantes e de ocorrência crônica, estados onde o cultivo do arroz apresenta grande relevância econômica e social (SOSBAI, 2014). Devido ao seu potencial de dano, esta praga é classificada de importância primária, juntamente com outras espécies, entre elas o percevejo-do-colmo e o percevejo do grão (FRITZ et al., 2008; HICKEL et al., 2013).

### **4.3 *Oryzophagus oryzae***

A bicheira-da-raiz é a espécie predominante e de maior importância econômica entre as diversas espécies de gorgulhos aquáticos que causam danos em lavouras de arroz irrigado (HICKEL et al., 2013). O cultivo do arroz com lâmina de água oferece as condições para o estabelecimento e desenvolvimento desta praga (TAKADA, 2002). Em Santa Catarina, as infestações iniciam mais cedo por conta da semeadura em solo já inundado (MARTINS & PRANDO, 2004), resultando em perdas de produtividade na ordem de 18% (EPAGRI, 2013).

Os gorgulhos adultos são insetos pequenos, medindo de 2,7 a 5,6 mm de comprimento, encontrados na soca do arroz, restos de palha e no colo de gramíneas próximas das quadras de arroz (MARTINS & FERREIRA, 1980). Possuem habilidade em nadar e mergulhar facilmente nas lâminas d'água entre as plantas em busca de alimentos, para acasalamento e locais para oviposição (TAKADA, 2002). Outro hábito relevante é a diapausa hibernar e a ampla capacidade de voo (MIELITZ, 1993). De acordo com Hickel (2013), essas habilidades possibilitam a sobrevivência às condições ambientais adversas. Segundo o autor, a flutuação populacional de *O. Oryzae* revela que os adultos transitam dos locais de hibernação até as lavouras com maior intensidade em outubro e retornam para hibernar entre janeiro e início de março.

#### **4.3.1 Danos e prejuízos**

Os indivíduos adultos alimentam-se do parênquima foliar de folhas tenras, de forma a resultar listras esbranquiçadas paralelas às nervuras das folhas, mas que não ocasionam perdas de produção. No entanto, quando alimentam-se do epicótilo e da radícula da semente germinada, resultam em perdas no estande de plantas (EPAGRI, 2013). De acordo com o Irga (2007), na safra 2006/07 do Rio Grande do Sul, estimativas revelaram a ocorrência da bicheira-da-raiz em aproximadamente 65% da área orízicola, causando perdas de produtividade na ordem de 10%.

Os principais danos são atribuídos às larvas de primeiro ínstar, uma vez que perfuram e penetram nas raízes para se alimentar. À medida que mudam de estágio, passam para o lado de fora e permanecem seccionando as raízes. Dessa forma, a planta reduz a absorção de nutrientes e o número de perfilhos, resultando em menor produção (HICKEL et al., 2013).

### **4.3.2 Monitoramento**

No arroz irrigado, os procedimentos de monitoramento de pragas têm um grande índice de rejeição por parte dos produtores, uma vez que exigem o caminhamento na lavoura com solo alagado para a retirada de amostras. Junto a isso, a implantação do MIP é dificultada pela inadequação dos aparatos e procedimentos para o monitoramento das pragas<sup>2</sup>.

O monitoramento dos adultos de bicheira-da-raiz deve iniciar entre o 2º e o 3º dia pós-inundação, em no mínimo dez pontos da lavoura em busca da presença do inseto. Na medida do desenvolvimento da cultura, a averiguação deve ser na folha mais nova de vinte plantas, em busca de lesões causadas pela alimentação do inseto. Inicialmente há maior concentração de gorgulhos ao longo das margens, uma vez que os insetos estão migrando dos locais de hibernação. É recomendada a adoção do controle químico quando mais de 50% das plantas avaliadas estiverem com folhas lesionadas (SOSBAI, 2014).

A instalação de armadilhas luminosas sobre as taipas é útil no monitoramento e controle físico, pois capturam uma grande quantidade de gorgulhos-aquáticos (SOSBAI, 2014; KNABBEN et al., 2015). O monitoramento de larvas consiste em retirar amostras de solo e raízes, com o auxílio de um cano de PVC de 100 mm de diâmetro. As amostras devem ser lavadas sob uma peneira para a liberação e contagem de larvas (SOSBAI, 2014). Este é um método trabalhoso e que demanda tempo considerável para sua execução<sup>3</sup>.

### **4.3.3 Controle**

#### **4.3.3.1 Controle químico**

O alvo do controle químico pode ser tanto o inseto na fase adulta como na fase larval. Há três modalidades de aplicação de inseticidas, um preventivo através do tratamento de sementes, e

---

<sup>2</sup> Informações pessoais do pesquisador Eduardo Hickel do Projeto Arroz, em Itajaí-SC. Fevereiro 2016.

<sup>3</sup> Informações pessoais do pesquisador Eduardo Hickel do Projeto Arroz, em Itajaí-SC. Fevereiro 2016.

dois curativos, que são a aplicação de produtos granulados a lanço na água de irrigação e a pulverização de produtos nas plantas (EPAGRI, 2013). De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2016), estão registrados 13 produtos para o controle da bicheira-da-raiz em arroz irrigado, com destaque para o ingrediente ativo carbofurano.

O controle químico é uma prática eficiente, porém, as recomendações técnicas para o uso de inseticidas e o manejo integrado de pragas nem sempre são devidamente adotados (EPAGRI, 2013).

#### **4.3.3.2 Controle cultural**

Algumas práticas podem minimizar a incidência e os danos dos indivíduos adultos de *O. oryzae* e suas larvas, principalmente quando utilizadas em conjunto, aliadas à vistorias minuciosas na lavoura de arroz. Dentre elas, destruir possíveis sítios de hibernação através da eliminação de plantas hospedeiras; executar um bom preparo do solo e eliminar depressões no terreno, evitando os focos de concentração; estimular a recuperação radicular e perfilhamento das plantas atacadas através de um incremento da adubação nitrogenada; forçar a saída dos adultos presentes na lavoura realizando a drenagem após a semeadura por dois a quatro dias, reduzindo a incidência de larvas. Além disso, a constatação de folhas raspadas e a presença de larvas nas raízes são fundamentais para a tomada de decisão quanto à adoção de outros métodos de controle (EPAGRI, 2013).

#### **4.3.3.3 Controle biológico**

O controle biológico pode ser uma alternativa viável e eficiente, além de minimizar os riscos de contaminação ambiental por inseticidas. A combinação de práticas culturais é fundamental para dificultar o desenvolvimento de doenças e preservar os inimigos naturais (SOSBAI, 2014). Existem opções de inseticidas biológicos no combate de diversas pragas, entre eles, os que apresentam conídios do fungo *Beauveria bassiana* (Vuill.) (Fungi, Sordariomycetes) como ingrediente ativo. Entretanto, não há inseticida biológico registrado para o controle de *O. oryzae* em arroz irrigado (AGROFIT, 2016).

No manejo de pragas, destaca-se o controle biológico conservativo (VENZON et. al., 2001), que adota uma série de estratégias para promover a sobrevivência e o desempenho

comportamental e fisiológico de inimigos naturais já existentes no campo (BARBOSA, 1998). No entanto, são poucos os inimigos naturais conhecidos de *O. oryzae*, sendo a ordem Araneae o principal grupo constatado em uma lavoura de arroz no estudo de Machado e Garcia (2010). A maioria dos trabalhos refere-se à ação de fungos entomopatogênicos, em especial a espécie *B. bassiana* (TAKADA, 2002). De acordo com Menezes (2006), este manejo é capaz de fornecer condições favoráveis de sobrevivência aos predadores, para que venham a ter maior efetividade. Sosa-Gómez et al., (2001), encontraram no solo alta densidade de *Metarhizium* sp. e *Isaria* sp. sob sistema de plantio direto da soja quando comparado ao convencional.

#### 4.3.4 Fungos entomopatogênicos

Os fungos são patógenos de largo espectro, infectando diferentes estágios de insetos fitófagos que habitam a parte aérea das plantas e raízes, além de insetos aquáticos (ALVES, 1998), sendo estes os primeiros patógenos a serem utilizados no controle biológico de artrópodes (DAVIDSON, 2012). Os fungos mais utilizados para o controle de insetos e ácaros são *Metarhizium* spp., *Beauveria* spp. e *Isaria* spp (FARIA & WRAIGHT, 2007).

A maioria das espécies é especializada na penetração via tegumento, através de seus propágulos, sendo esta uma característica desejável quando comparados com outros grupos que só entram no inseto por via oral. Sobre o cadáver do inseto infectado surge uma característica massa branca composta de conidióforos e conídios. Os eventos de adesão, germinação, penetração e colonização ao hospedeiro variam de acordo com o isolado. Assim como as condições ambientais (temperatura, umidade, luz, radiação ultravioleta), além das condições nutricionais e suscetibilidade do hospedeiro, os quais podem influenciar no ciclo das relações fungo-hospedeiro (ALVES, 1998).

O emprego do fungo *B. bassiana* para o controle biológico de adultos de *O. oryzae* representa uma alternativa viável (Hickel et al, 2013). Esta espécie infecta geralmente via tegumento, penetrando através de uma ação mecânica e química (enzimática), colonizando o inseto. A duração das diferentes fases do ciclo das relações patógeno-hospedeiro depende de condições favoráveis como a alta umidade relativa (90%) e temperatura na faixa de 23 a 28 °C. No entanto, uma das dificuldades em promover o controle é proporcionar o contato da praga com o agente de controle biológico (ALVES, 1998).

Explorando o fototropismo positivo de *O. oryzae*, Hickel et al. (2013) obtiveram taxas de mortalidade que variaram de 85,8% a 97,9%, através de um aparato de contaminação fúngica por *B. bassiana* em armadilha luminosa. Estes mesmos autores informam que uma das vantagens é de que indivíduos contaminados sirvam como fonte de inóculo para os demais, ao se dirigirem aos sítios de hibernação. A possibilidade do controle desta praga através da infecção por *B. bassiana* em armadilha luminosa também foi confirmada em estudo realizado por Tomasoni et al. (2014), apresentando taxa de mortalidade final de 73,1%. Em condições de laboratório, Martins et al. (1983) através da pulverização de esporos de *B. bassiana* sobre gorgulhos adultos da espécie *Lissorhoptrus tibialis* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) consideraram as taxas de mortalidade por infecções baixas, obtendo entre 12,9% a 31,4%.

O gênero *Isaria* tem ampla ocorrência infectando um número relativamente alto de hospedeiros (ZIMMERMANN, 2008). Em um estudo, os operários do cupim asiático *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae) foram suscetíveis aos isolados de *Isaria javanica* (Frieder & Bally) Samson & Hywell-Jones (Fungi, Sordariomycetes), apresentando até 100% de mortalidade a partir da concentração  $10^6$  após 12 dias de exposição (LOPES et al., 2011). Em outra avaliação, Specht et al. (2009) consideraram a utilização de fungos entomopatogênicos uma alternativa promissora após a realização de testes de patogenicidade de *I. javanica* sobre lagartas sadias de *Lonomia obliqua* (Walker, 1855) (Lepidoptera, Saturniidae).

#### 4.3.4.1 Cepas de fungos

A possibilidade de selecionar cepas de fungos altamente virulentos é uma vantagem no controle biológico. Através da grande variabilidade genética desses entomopatógenos, é possível obter um isolado com características adequadas para determinada praga (ALVES, 1998).

A EEI da Epagri possui um banco de diversidade genética, armazenando germoplasma de plantas e microrganismos. Com os fungos entomopatogênicos, os pesquisadores estudam a relação fungo-hospedeiro, isolando cepas altamente virulentas para as principais pragas de ocorrência na região (EPAGRI, 2015). Estudos dos pesquisadores Milanez et al. (2009), evidenciaram a eficiência do fungo *B. bassiana* com a cepa denominada Epagri01, associado a extrato de óleo vegetal no controle de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera,

Curculionidae). Hickel et al. (2013a), utilizando a mesma cepa, obteve resultados satisfatórios no controle de *O. oryzae* em testes realizados a campo.

## **5. ATIVIDADES REALIZADAS**

Em qualquer empreendimento agrícola é indispensável o conhecimento das pragas de maior incidência, reconhecer os sintomas e seus danos, a fim de minimizar a interferência na produtividade das lavouras e na qualidade final do produto (PRANDO, 2002; MARTINS & PRANDO, 2004). O controle químico é predominante em lavouras de arroz irrigado e o controle biológico assume uma crescente importância, porém são necessários maiores estudos. O “Projeto Arroz” da Epagri realiza pesquisas para aprimorar os métodos de monitoramento e controle de pragas, além de gerar informações para subsidiar a adoção do controle biológico, reduzindo os riscos ao produtor, ao consumidor e ao ambiente.

No estágio, foram realizados ensaios para avaliar a eficiência de infecção de *O. oryzae* por fungos entomopatogênicos e acompanhar as atividades de monitoramento e a flutuação populacional das principais pragas da cultura do arroz, os quais serão descritos a seguir.

### **5.1 Controle biológico com o uso de fungos entomopatogênicos**

#### **5.1.1 Produção massal de fungos entomopatogênicos**

A massa fúngica utilizada para a inoculação de *Beauveria* spp. e de *I. javanica*, foi preparada em arroz autoclavado, utilizando a metodologia adaptada por Prando (2006). O formulado foi preparado com 270 g de arroz sólido, colocado em saco de polipropileno autoclavável e posteriormente acrescentado uma solução composta de 250 mL de água destilada e 0,7 g de ácido cítrico. O ácido cítrico possui propriedade conservante e bactericida. A esterilização do meio durou 40 minutos em autoclave regulada para 1 kg de pressão e temperatura de 121°C. Após os sacos com arroz autoclavado serem resfriados, foram transferidos para a câmara de fluxo laminar previamente esterilizada para o processo de inoculação.

Para fins didáticos, foi realizada a determinação da quantidade de esporos em Câmara de Neubauer das cepas 016BB e ARG1. Para isso, a preparação da suspensão de esporos dos fungos entomopatogênicos consistiu em diluir 10 g da massa fúngica em 90 ml de água destilada,

juntamente com o espalhante adesivo Tween 5% e agitação manual para a extração dos esporos. A contagem dos esporos foi feita com o auxílio de um microscópio (40x), considerando todos os esporos que estavam dentro da área admissível, sendo esse protocolo realizado seis vezes para cada cepa. Os resultados em média foram  $2,4 \times 10^6$  conídios/mL (016BB) e  $1,4 \times 10^6$  conídios/mL (ARG1). A quantidade de esporos das demais cepas utilizadas para a avaliação de virulência não foi determinada nesta ocasião.

### 5.1.2 Avaliação de virulência de cepas de *Beauveria* spp. e *Isaria javanica* para controle de adultos de *Oryzophagus oryzae*

A principal atividade desenvolvida durante o estágio envolveu a avaliação da taxa de mortalidade de *O. oryzae* causado por fungos entomopatogênicos. Em laboratório, foi realizada a condução da contaminação fúngica de *O. oryzae*, através de exposição dos insetos às cepas de *Beauveria* spp. e *I. javanica*. Os indivíduos utilizados no bioensaio foram coletados nos dias 12 e 13 de janeiro de 2016, em armadilhas luminosas modelo “Luiz de Queiroz”, as mesmas utilizadas no monitoramento (Figura 5). No horário de acionamento, das 18h às 8h, os insetos foram atraídos e aprisionados em sacos plásticos fixados no funil coletor da armadilha e recolhidos na manhã seguinte. Em laboratório, os adultos de *O. oryzae* foram triados, consistindo na identificação e contagem dos insetos com o auxílio de um contador manual.

**Figura 5. Armadilha luminosa com saco plástico para a coleta dos insetos utilizados no bioensaio.**



As cepas utilizadas eram provenientes de diferentes bancos de entomopatógenos (Tabela 1). Os isolados denominados ARG1 e ARG2 foram obtidos através de permuta com uma instituição Argentina. Bem como as cepas CB66 e CG17, dos quais foram obtidas através de bancos da EMBRAPA. As demais cepas denominadas ROSADA 1 e ROSADA 2 (*I. javanica*), 013 BC01 e 013 BC02 (*B. caledonica*) e 015BB e 016BB (*B. bassiana*) foram isoladas na EEI, multiplicadas a partir de micélios que se desenvolveram em indivíduos de *O. oryzae* e *C. sordidus* capturados e mantidos em placa de Petri. Este procedimento foi realizado em período anterior ao estágio.

Para a identificação destas espécies, inicialmente três colônias foram repicadas em outras placas. A partir da repicagem, desenvolveram-se quatro colônias, sendo uma descartada por ser contaminante. As colônias foram repicadas sucessivamente para a obtenção dos isolados e o cultivo da cultura monospórica para posteriormente ser realizada a identificação por DNA ribossomal (rDNA) e a patogenicidade.

**Tabela 1. Cepas e espécies de fungos entomopatogênicos avaliados quanto à patogenicidade aos adultos de *Oryzophagus oryzae* com a respectiva origem.**

Cepas	Espécies	Origem
ROSADA 1	<i>Isaria javanica</i>	Argentina
ROSADA 2	<i>Isaria javanica</i>	Argentina
CG17	<i>Beauveria bassiana</i>	EMBRAPA
CB66	<i>Beauveria bassiana</i>	EMBRAPA
013 BC01	<i>Beauveria caledonica</i>	Epagri
013 BC02	<i>Beauveria caledonica</i>	Epagri
ARG2	<i>Beauveria bassiana</i>	Epagri
015BB	<i>Beauveria bassiana</i>	Epagri
ARG1	<i>Beauveria bassiana</i>	Epagri
016BB	<i>Beauveria bassiana</i>	Epagri

O procedimento para avaliar a infecção de *O. oryzae* por diferentes cepas de fungos entomopatogênicos foi realizado por inoculação de insetos sadios, através da exposição dos indivíduos aos esporos na massa fúngica inoculada em arroz. Para cada isolado, foram preparadas quatro repetições, cada uma com 10 insetos. Os indivíduos foram previamente desinfetados, mergulhados em álcool 96° sob agitação por 1 minuto. Após, grupos de 10 indivíduos foram dispostos sobre 22,8g (aproximadamente 2 colheres) da massa fúngica e expostos ao inóculo por 2h. Passado este período, os insetos foram acondicionados em placas de

Petri forradas com papel filtro umedecido com água destilada. As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD à temperatura de  $25 \pm 2$  °C

A cada sete dias, durante 35 dias, foram realizadas as contagens dos insetos mortos e contaminados pelo fungo, caracterizados pelo crescimento micelial branco emanado das articulações (Figura 6). Em cada inspeção, os insetos mortos eram retirados das placas e o papel filtro reumedecido. Durante a manipulação laboratorial, as placas com os insetos testemunhas eram processadas primeiramente, tomando-se cuidado para evitar qualquer contaminação. O número final de insetos (mortos e infectados) foi transformado em  $\sqrt{x+0,5}$ . O teste de comparação de médias foi realizado por Tukey, a 5% de probabilidade.

**Figura 6. Adultos de *O. oryzae* contaminados por fungos entomopatogênicos após a exposição em laboratório.**



Fonte: Luciano Alves

### **5.1.3 Avaliação de controle biológico de *O. oryzae* com *B. bassiana* em armadilha luminosa**

O “Projeto Arroz” dispõe de uma armadilha luminosa autônoma, com um painel solar capaz de gerar energia para carregar as baterias e luz para a atração dos insetos a partir de lâmpadas de LED (Armadilha Sonne) (Figura 7). Esta armadilha é utilizada originalmente para monitoramento pela captura dos insetos através de um saco plástico preso ao funil. Foi avaliado o emprego desta armadilha como veículo para atração e posterior contaminação de adultos de bicheira-da-raiz com o fungo entomopatogênico *B. bassiana*. Para isso, utilizou-se um aparato fúngico confeccionado a partir de uma garrafa PET (politereftalato de etileno) de 5L cortada em

círculo no gargalo para encaixar, ficando preso ao funil coletor da armadilha, com o saco plástico ao seu redor. Dessa forma, os indivíduos atraídos passaram por uma massa de arroz contendo esporos de *B. bassiana* sendo, posteriormente, aprisionados.

**Figura 7. Armadilha Sonne com o saco coletor de insetos (a), armadilha Sonne com o aparato de contaminação fúngica de insetos acoplado (b).**



Fonte: Luciano Alves

A cada sete dias, durante 35 dias, a massa fúngica foi substituída no aparato instalado na armadilha. Após ser preparada, a armadilha foi acionada no período das 18h às 8h e os insetos aprisionados foram coletados. Em laboratório, os indivíduos de bicheira-da-raiz foram triados, contabilizados e mantidos em caixas Gerbox com papel filtro e água destilada para avaliação da contaminação pelo fungo.

A viabilidade da armadilha Sonne para a utilização no controle biológico de *O. oryzae* será melhor estudada na medida em que o modelo for aprimorado. Algumas adequações ainda estão sendo feitas, portanto, a análise estatística deste estudo foi preservada.

## 5.2 Outras atividades

O manejo de pragas na cultura do arroz irrigado pode ser aprimorado na medida em que são estudados determinados hábitos dos insetos. Na literatura, são vários os trabalhos que estudam a comunidade de insetos que ocorre durante a safra da cultura. As informações quanto

às oscilações populacionais ao longo do dia e do período da safra são fundamentais para o manejo de pragas, já que define períodos de pico populacional e possibilita a viabilização do método de controle. No período do estágio foi possível acompanhar o monitoramento populacional das principais pragas do arroz irrigado.

### **5.2.1 Acompanhamento da atividade de voo**

No “Projeto Arroz”, o monitoramento para acompanhar a atividade de voo de insetos pragas consistiu em determinar os horários de maior incidência. As coletas foram realizadas com armadilhas luminosas instaladas em uma quadra de arroz de 0,15 ha (26°56’44”S 48°45’42” O), limitada ao norte, sul e leste com outras quadras de arroz e a oeste com o leito seco original do Rio Itajaí-Mirim. As amostragens foram diárias e iniciaram-se aos três dias após a emergência das plantas e continuaram até a colheita. O sistema de cultivo adotado foi o pré-germinado conforme preconizado por Eberhardt & Schiocchet (2015), utilizando-se o cultivar Epagri 106. Não foram aplicados inseticidas para o controle de pragas nessa lavoura.

Foram utilizadas quatro armadilhas luminosas, modelo “Luiz de Queiroz”, equipadas com luz negra (T8 15 w BL LE), instaladas em tripés de madeira na taipa da quadra da lavoura de arroz. As armadilhas foram acionadas diariamente, em horários alternados controlados por ‘Timers’ e os insetos atraídos foram aprisionados em sacos plásticos de 20 L, fixados no funil coletor da armadilha e recolhidos na manhã seguinte. Os horários de acionamento foram: 18 às 21h, das 21 às 24h, das 24 às 3h e das 3 às 6h.

Devidamente identificados de acordo com a faixa de horário, os insetos foram triados em laboratório e os dados foram armazenados para análise estatística quanto à espécie predominante em determinada faixa de horário. O objetivo foi gerar informações para subsidiar ações de controle como o melhor horário para o acendimento de armadilhas luminosas e o aprimoramento do modelo de armadilha luminosa autônoma denominada Sonne.

Os resultados preliminares indicam que houve uma maior incidência das principais pragas no horário de acionamento entre 18 e 21h. Os resultados serão tema de outro trabalho, portanto a análise estatística foi preservada.

### **5.2.2 Viabilidade operacional de armadilha luminosa com lâmpadas de LED acionada por energia solar.**

Através de uma parceria com a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), o “Projeto Arroz” realiza ensaios para aprimorar a armadilha Sonne. No experimento, foi avaliada a atratividade a campo das lâmpadas com comprimentos de onda UV (365nm), azul (460nm) e branco (amplo espectro) na proporção 3:2:1, identificados como atrativos para *O. oryzae* em um estudo anterior utilizando teste de arena (HICKEL et al., 2015).

Durante todo o ciclo da cultura, a armadilha foi acionada semanalmente, no período das 18h às 8h. Da mesma forma que o experimento anterior (item 5.1.1), os insetos foram capturados, triados em laboratório e os dados coletados foram armazenados para análise quantitativa e comparação com os resultados das armadilhas luminosas equipadas com luz negra. Essa atividade teve como objetivo gerar informações e adequar esse aparato para fins de monitoramento e controle de adultos das principais pragas da cultura do arroz, auxiliando na construção de uma armadilha compacta, de fácil manuseio e instalação pelo produtor rural. Os resultados serão tema de artigo científico, portanto, ainda não podem ser divulgados.

### **5.2.3 Atratividade de diferentes comprimentos de onda de lâmpadas LED a adultos de bicheira-da-raiz.**

Hickel et al. (2015) conduziram ensaios para definir quais os comprimentos de onda de lâmpadas LED são atrativos para os adultos de bicheira-da-raiz. Os resultados foram promissores com LED UV (365nm), azul (460nm) e branco (amplo espectro) e as misturas de luzes de LED UV com azul ou branco. Visando obter uma melhor relação de mistura de LED e a viabilização do custo das lâmpadas, sem ocorrer a perda da eficiência atrativa, foi realizado um ensaio para avaliação da atratividade de LEDs de diferentes comprimentos de onda através da liberação de indivíduos em arena de múltipla escolha.

Foram analisados LEDs UV com comprimento de onda de 370, 380, 390, 400 e 410 nm, montados em placas de circuito impresso, seis LEDs por placa. Para os testes, foi utilizada uma arena hexagonal metálica com tubos de 100 mm de diâmetro por 600 mm de comprimento, com saída para uma fonte de luz. Ao final de cada tubo foi preso um saco plástico transparente para a coleta dos indivíduos atraídos (Figura 8). Dentro de cada saco foi colocado um chumaço de papel

umedecido para uniformizar o gradiente de temperatura. Foram utilizados adultos de *O. oryzae* coletados em armadilhas luminosas instaladas no campo.

**Figura 8. Arena hexagonal metálica com Lâmpadas de LED na extremidade dos braços utilizada em ensaio para avaliação de atração a diferentes comprimentos de onda.**



Fonte: Luciano Alves

O ensaio foi conduzido em sala escura com temperatura ambiente ( $21 \pm 1^\circ\text{C}$ ) em 4 sessões (5 noites) sempre das 16:00 às 8:00h (período de exposição). A cada avaliação, lotes de 200 indivíduos eram liberados no centro da arena. Ao final de cada ensaio, os insetos eram retirados dos sacos coletores para onde se dirigiram livremente, supostamente pela luz que exerceu maior atratividade, sendo, posteriormente, a realizado um rodízio das placas de LEDs. Os insetos remanescentes, ou seja, uma parcela de indivíduos que não respondeu ao estímulo luminoso eram mantidos no interior da arena e retirados ao final de cada sessão para avaliação estatística.

#### **5.2.4 Monitoramento populacional de *O. poecillus* e *O. ypsilongriseus***

Além do uso de armadilhas luminosas, o monitoramento do percevejo-do-grão foi realizado através de armadilhas adesivas amarelas, contendo feromônio sexual e vistórias com rede de varredura.

A estrutura da armadilha foi confeccionada a partir de garrafas PET de 2 L, cortadas longitudinalmente. O adesivo amarelo foi preso e disposto no centro da garrafa juntamente com o septo de borracha contendo os feromônios denominados EMBRAPA 1 e EMBRAPA 2, além

do controle. As armadilhas foram dispostas nas bordas da quadra de arroz, avaliadas e rotacionadas semanalmente, sendo três repetições por tratamento. A placa adesiva e os septos foram substituídos mensalmente.

Com o auxílio de uma rede entomológica padrão, medindo 0,38 m de diâmetro, 0,80 m de profundidade da rede e 1,00 m de comprimento do cabo, foram realizadas amostragens ao acaso de 10 pontos, iniciando pelas proximidades das bordas da quadra de arroz, nos transectos entre as armadilhas, além de áreas com arroz daninho e capim arroz. Em cada ponto foram feitos 10 golpes, avançando um passo a cada golpe. As amostragens foram realizadas preferencialmente no início da manhã, evitando os períodos mais quentes e dias com chuvas. O número de percevejos coletados em cada amostra foi anotado em uma planilha, confrontando com os dados coletados do número de indivíduos capturados nas armadilhas com feromônio.

Foi observado um crescente número de percevejos ao longo das amostras, confirmando de que a chegada de indivíduos nas lavouras de arroz é cumulativa, até ocorrerem enxameações.

#### **5.2.5 Monitoramento populacional de *Tibraca limbativentris***

O feromônio de *T. limbativentris* foi sintetizado em laboratórios da EMBRAPA. Na EPAGRI, foram identificados como F1 e F2 de acordo com a composição isomérica e realizado o acompanhamento de testes preliminares.

As armadilhas utilizadas foram confeccionadas a partir de garrafas PET de 2 L, com furações teladas dispostas de maneira a impossibilitar a fuga do inseto atraído. No interior da armadilha foram dispostos os septos de borracha contendo o feromônio. Foram feitas duas repetições por armadilha, sendo avaliadas e rotacionadas semanalmente. Os septos foram substituídos mensalmente.

Foram feitas amostragens por inspeção visual do percevejo em área de 1 m<sup>2</sup>, em pontos aleatórios da quadra de arroz, para o confrontar os dados com os resultados da armadilha com o feromônio. Essa inspeção, realizada pela manhã, consistia em contar os indivíduos adultos e ninfas por entre os colmos em no mínimo 30 pontos equidistantes, método usual para lavouras de até 5 ha. Para os adultos, foi realizada a sexagem através da observação da diferença da conformação ventral dos últimos segmentos abdominais dos indivíduos.

A tecnologia baseada na utilização de feromônios para monitorar e controlar percevejos nas lavouras de arroz foi avaliada mediante uma parceria com a Embrapa. Desta forma, os

resultados desta atividade, bem como a atividade descrita anteriormente (5.2.4), não podem ser divulgados.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de mortalidade de adultos de bicheira-da-raiz tratadas com cepas de *Beauveria* spp. e *I. javanica* encontram-se reunidas na Tabela 2. Das cinco cepas que apresentaram percentual de mortalidade, apenas a cepa CB66 apresentou diferença significativa (38,5%), porém este percentual é baixo quando comparado ao desempenho obtido por Takada (2002), com 57,3% de mortalidade e Leite et al. (1990), com 76,9%, ambos utilizando a cepa CB66. Além disso, esse isolado apresentou resultados satisfatórios em *C. sordidus* (Germar), praga da mesma família que a bicheira-da-raiz (FILHO et al., 2005).

**Tabela 2. Média ( $\pm$  DP) de adultos mortos de *O. Oryzae*, 35 dias após a exposição em laboratório, por diferentes cepas de fungos entomopatogênicos.**

Cepa	Insetos mortos <sup>1</sup>		% Mortalidade (Abbott)
ROSADA 1 ( <i>I. javanica</i> )	0	c	0
ROSADA 2 ( <i>I. javanica</i> )	0	c	0
CB66 ( <i>B. bassiana</i> )	4 $\pm$ 0,82	a	38,5
013 BC01 ( <i>B. caledonica</i> )	1 $\pm$ 1,41	bc	7,7
013 BC02 ( <i>B. caledonica</i> )	0	c	0,0
CG17 ( <i>B. bassiana</i> )	0,5 $\pm$ 0,58	bc	2,6
ARG2 ( <i>B. bassiana</i> )	2 $\pm$ 2,45	b	17,9
015BB ( <i>B. bassiana</i> )	0,5 $\pm$ 0,58	bc	2,6
ARG1 ( <i>B. bassiana</i> )	0,25 $\pm$ 0,50	c	0
016BB ( <i>B. bassiana</i> )	0	c	0
Testemunha	0,25 $\pm$ 0,50	c	0

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste Duncan ( $p=5\%$ ).

Os resultados de mortalidade obtidos podem ser explicados através da relação patógeno-hospedeiro. As características dos processos de adesão, a germinação e penetração das estruturas reprodutivas dos fungos entomopatogênicos na cutícula do inseto, são distintos entre os isolados, mesmo os de mesma espécie. A velocidade pelo qual é iniciado o processo de infecção é dependente da cepa utilizada, das condições do ambiente, da espessura da cutícula do inseto, do histórico de armazenamento das estruturas reprodutivas, da concentração de conídios e da

variedade de enzimas sintetizadas pelos isolados responsáveis pela degradação da cutícula (ALVES, 1998; 2008). Além disso, de acordo com Rezende (2009) a qualidade do substrato, ou seja, o tipo de arroz utilizado para a inoculação fúngica apresenta influência na produção de conídios.

Os baixos percentuais de mortalidade das cepas de *B. caledonica* (013 BC01 e 013 BC02) e *B. bassiana* (CG17, 015BB, 016BB, ARG1 e ARG2) podem ser atribuídos ao comprometimento da virulência em decorrência do inadequado armazenamento em placas de Petri por períodos longos. Segundo Alves (1998) a virulência deve ser preservada por meio de adequado armazenamento em tubos de cultura a temperaturas de 4 a -20 °C. O patógeno deve ser semeado em meio de cultura, coberto com óleo mineral, o tubo deve ser tampado com algodão e envolvido por parafilme. Na medida em que for realizado um bioensaio, o isolado deve ser reativado, evitando-se a repicagem sucessiva.

As cepas de *I. javanica*, isolados na Epagri a partir de indivíduos de *C. sordidus*, não foram patogênicas aos adultos de bicheira-da-raiz, uma vez que não se observou a relação causal patógeno/hospedeiro ao longo das avaliações. No entanto, a eficiência deste fungo é empregada em escala comercial em cultivo protegido para o controle de coleópteros e outras ordens de insetos pragas (ALVES, 1998). Este mesmo autor afirma que a maioria dos patógenos necessita de um grande número de propágulos para levar o artrópodo à morte. Fungos do gênero *Isaria* têm se destacado por produzirem grande quantidade de inoculo em meios sólidos (WRIGHT et al., 2003). Desta forma, a concentração de conídios deve ser conhecida em um próximo estudo, uma vez que não foi mensurada neste trabalho, podendo estar em baixa concentração. Além disso, devem ser estudados métodos alternativos de exposição do *O. oryzae* ao patógeno, como pulverização de esporos, considerado promissor em estudo avaliando a pulverização com uma solução de conídios dos isolados de *Isaria* spp. sobre o cupim subterrâneo (LOPES et al., 2011).

A mortalidade obtida em 50% das cepas avaliadas (CB66, 013 BC01, CG17, ARG2 e 015BB) permite inferir que estes isolados apresentam capacidade de produzir infecção em adultos de bicheira-da-raiz, merecendo maiores estudos. No entanto, os resultados obtidos são insuficientes para a confirmação do potencial de utilização dessas cepas em programas de controle. De acordo com Lecuona et al. (1996 *apud* Oliveira, 2011), os fungos entomopatogênicos são considerados eficazes como agentes de controle quando apresentam valores de mortalidade superiores a 40%. Os resultados apresentados por estas cepas, quando associados a outros métodos de controle, podem ser eficientes na redução da população de *O.*

*oryzae* e o aumento da produtividade de grãos. Desta forma, as informações geradas são preliminares e novas avaliações precisam ser feitas em condições diferentes.

Tomasoni et al. (2014) concluíram que em lavoura de arroz irrigado em plantio convencional, os indivíduos de *O. oryzae* não se contaminam com esporos de *B. bassiana*, não havendo fonte de inóculo em quantidades suficientes na lavoura para que ocorra a infecção, uma vez que os insetos coletados em armadilha testemunha foi quase nula. Apesar da baixa taxa de mortalidade nas avaliações em laboratório, estudos devem ser conduzidos para avaliar a potencialidade das cepas consideradas patogênicas atreladas a outras práticas de manejo, como em um sistema de controle biológico integrado e sob o cultivo orgânico de arroz. As condições do manejo da lavoura podem favorecer a permanência do fungo no campo. Além disso, com a popularização e a maior demanda pelo arroz orgânico (LAVOURA ARROZEIRA, 2015), serão necessários insumos que possam ser usados nesse sistema.

A possibilidade de infecção dos adultos de *O. oryzae* por *B. bassiana* através de um reservatório fúngico em armadilha luminosa Luiz de Queiroz foi constatada por Hickel et al. (2015). No entanto, existe um número mínimo de propágulos infectivos que consegue sobreviver às condições químicas, físicas e biológicas adversas que afetam o ciclo de relações patógeno/hospedeiro (ALVES, 1998). Nesse sentido, uma mistura de cepas com características de infecção distintas conhecidas, poderá ser um método promissor para aumentar as possibilidades de uma maior contaminação fúngica aos insetos. A utilização destas no final do ciclo da cultura podem incrementar a mortalidade por infecção da população pré-hibernante, uma vez que indivíduos adultos contaminados ao passarem pelo fungo sirvam como fonte de inóculo nos locais de hibernação. Além disso, a conhecimento de outras cepas virulentas possibilitaria uma rotação de inóculo no campo, o que reduziria a pressão de seleção e resistência sobre o inseto. Para isso, é necessário haver um trabalho contínuo de isolamento local de cepas de fungos entomopatogênicos a partir de insetos contaminados, além de testes de biocontrole.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da virulência de cepas de fungos entomopatogênicos pode gerar informações que servirão como subsídio para a produção de agentes de controle biológico. Para o andamento dos estudos, o “Projeto Arroz” da Epagri de Itajaí já possui uma excelente equipe técnica envolvida no estudo das principais pragas do arroz irrigado.

O estágio com monitoramento e controle biológico de insetos pragas na cultura do arroz realizado na Estação Experimental em Itajaí da Epagri foi fundamental para a assimilação dos conhecimentos adquiridos durante a graduação. Poder conhecer e entender melhor como funciona uma instituição pública, desde a pesquisa, o desenvolvimento de tecnologias e a adoção pelo produtor com o auxílio da extensão rural, são de grande valia para o aprendizado de qualquer acadêmico. Foi muito importante estagiar nesta Instituição e atuar no desenvolvimento de pesquisas que poderão contribuir para uma maior adoção do monitoramento e manejo integrado de pragas nas lavouras de arroz irrigado. A oportunidade de conhecer outros pesquisadores e sua área de atuação, juntamente com outros profissionais que auxiliam direta ou indiretamente no desenvolvimento dos projetos, possibilita não só os conhecimentos técnicos e científicos, mas também faz com que evoluamos como pessoa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed) **Controle microbiano de insetos**. 2. Ed., Piracicaba: FEALQ, p. 289-381, 1998.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; VIEIRA, A.S.; TAMAI, M.A. Fungos Entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. (Eds.) **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba. FEALQ. p. 69-110, 2008.

ARAÚJO, S.A. **Declividade**. In: POLETTE, M.; MARENZI, R.C.M. e SANTOS, C.F. (Org). Atlas socioambiental de Itajaí. Itajaí: Editora da Univali, 2012.

BARBOSA, P. Conservation Biological Control. **The influence of plants on insect parasitoids: Implications for conservation biological control**. San Diego, Academic Press. p. 55-82. 1998.

BEDIN, F.A. **Ecologia da paisagem como subsidio para implantação do Parque Municipal da Ressacada - Itajaí, SC**. 2013. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2013.

BERNARDI, O. et al. Ocorrência de *Euethela humilis* (Burmeister) (Coleoptera: Scarabaeidae) em *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae), no Rio Grande do Sul, **Neotropical Entomology**, vol.37, n.1, p.100-103, 2008.

BETTIOL, W. MORANDI, M. A. B. Controle biológico de *Bipolaris oryzae* no Arroz Irrigado. In: EMBRAPA MEIO AMBIENTE (Org.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, SP: Editoração Eletrônica: Quebra Cabeça, 2009. Cap. 21. p. 317-330.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V. 4 - Safra 2015/16 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-154, janeiro 2016.

DAVIDSON, E.W. History of Insect Pathology. In: VEGA, F.E.; KAYA, H.K. (Ed.). **Insect Pathology**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 2012. Chap. 2, p. 13-28.

CAMPOS, D. P. **Localização de Itajaí em Santa Catarina. 2006**. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Itajaí#/media/File:SantaCatarina\\_Municip\\_Itajai.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Itajaí#/media/File:SantaCatarina_Municip_Itajai.svg)>. Acesso em: 12 set. 2016.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, T R. Main aspects of the pollution in Brazilian rivers by pesticides. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Gestão e Controle**

**Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p.1-8, dez. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662014001200014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014001200014)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. (orgs.) **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2015. 92p. (Epagri. Sistema de Produção, 48).

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46).

EPAGRI. **A bicheira-da-raiz nas lavouras catarinenses de arroz irrigado: Ocorrência, monitoramento e manejo integrado**. Florianópolis: Epagri, 2013. 56 p. (Epagri. Boletim Técnico, 161).

EPAGRI. **A Empresa**. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/?page\\_id=5767](http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=5767)>. Acesso em: 13 agosto 2016a.

EPAGRI. **Mapa das principais estruturas da Epagri no Estado**. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/aplicacoesWebsite/guiaGerencial/mapaIndicadores/MapaGerencia\\_s.jsp?cdUnidade=17&cdMunicipio=4427](http://www.epagri.sc.gov.br/aplicacoesWebsite/guiaGerencial/mapaIndicadores/MapaGerencia_s.jsp?cdUnidade=17&cdMunicipio=4427)>. Acesso em: 13 agosto 2016b.

EPAGRI. **Unidades: Estação Experimental de Itajaí**. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/?page\\_id=2030](http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=2030)>. Acesso em: 13 agosto 2016c.

EPAGRI. **Epagri - 40 anos de Pesquisa Agropecuária em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2015. 126p.

FARIA, M. R. D.; WRAIGHT, S. P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulations types. **Biological Control**, Orlando, v. 43, n.3, 2007, p. 237-256.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. 2015. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

FILHO, A.B. et al. Controle Biológico da Broca da Bananeira. In: XIII Reunião itinerante de fitossanidade do instituto biológico, 13 2005, Registro, Sp. **Anais....** Registro, SP: Rifib, p. 1 – 8, 2005.

FRITZ, L.L.; HEINRICHS, E. A.; PANDOLFO, M; SALLES, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; FIUZA, L.M. Agroecossistemas orizícolas irrigados: insetos praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n. 4, p. 720-732, 2008.

HICKEL, E.R. Flutuação populacional de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*, e de outras espécies de gorgulhos aquáticos em arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.12, n.3, p.247-254, 2013.

HICKEL, E.R. Flutuação populacional de mariposas da lagarta-boiadeira, *Nymphula* spp., em lavoura de arroz irrigado. **Agropecuária Catarinense**, v.27, n.3, p.74-77, 2014.

HICKEL, E.R.; MILANEZ, J.M.; HINZ, R.H. Infecção de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* com *Beauveria bassiana* em armadilha luminosa. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/Sosbai, p. 672-675, 2013a.

HICKEL, et al. Atratividade de leds de diferentes comprimentos de onda aos adultos de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2015, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2015.

HICKEL, E.R; PRANDO, H. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina [Sistema pré-germinado]: Manejo de pragas.** Sistemas de Produção. 48 ed. Florianópolis: Epagri, Cap. 5. p. 52-63, 2015.

IBGE. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de Julho de 2015.** Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2015/estimativa\\_2015\\_TCU\\_20160712.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_2015_TCU_20160712.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz (Org.). **Produtor de arroz deve ter atenção com a bicheira-da-raiz.** 2007. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/1473/produtor-de-arroz-deve-ter-atencao-com-a-bicheira-da-raiz->>. Acesso em: 07 set. 2016.

KENNEDY, G. et al. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v.51, p.33-42, 2002.

**LAVOURA ARROZEIRA: Arroz para novos pagos.** Porto Alegre: IRGA, v. 63, n. 465, dez. 2015. Trimestral. Disponível em: <[https://issuu.com/carlosguilhermeferreira/docs/pdf\\_lavoura\\_arrozeira\\_365](https://issuu.com/carlosguilhermeferreira/docs/pdf_lavoura_arrozeira_365)>. Acesso em: 08 set. 2016.

**LAVOURA ARROZEIRA: La Ninã no horizonte.** Porto Alegre: IRGA, v. 64, n. 466, jul. 2016. Trimestral. Disponível em: <[https://issuu.com/carlosguilhermeferreira/docs/pdf\\_irga\\_466.compressed](https://issuu.com/carlosguilhermeferreira/docs/pdf_irga_466.compressed)>. Acesso em: 08 set. 2016.

LECUONA, R.E.; TIGANO, M.S.; DIAZ, B.M. 1996 Characterization and pathogenicity of *Beauveria bassiana* against *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera; Pyralidae) in Argentina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 2, pp. 299-307.

LEITE, L.G. et al. Patogenicidade de diferentes isolados de *Beauveria* sp. ao gorgulho aquático do arroz, *Oryzophagus oryzae*. In: Reunião nacional de pesquisa de arroz, 4, 1990, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão/EMBRAPA, p.27, 1990.

LOPES, R. S. et al. Virulência e aspectos biológicos de *Isaria javanica* (Frieder & Bally) Samson & Hywell-Jones sobre *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae).

MACHADO, R.C.M; GARCIA, F.R.M. Levantamento de pragas e inimigos **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.4, p.565-572, out./dez., 2011.naturais ocorrentes em lavoura de arroz no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 4, n. 2, p.57-68, 2010.

INSETOS E PRAGAS - MANEJO DE PRAGAS DO ARROZ IRRIGADO. **Rol de pragas do arroz irrigado**. Disponível em <<http://pragasarroz.xpg.uol.com.br/ArrozPragas.htm#rol>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

MARTINS, J.F.S. et al. **Efeito dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Lissorhoptus tibialis*, gorgulho aquático do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAF. 7p.1986.

MARTINS, J. F. S.; PRANDO, H. F. Bicheira-da-raiz do arroz. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (eds.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. cap.9, p.259-296.

MEDEIROS, J.D. Rede de Ongs da Mata Atlântica (Org.). **Mata Atlântica – Uma rede pela floresta**: Os estados da Mata Atlântica. Brasília, DF: Globaltec Produções Gráficas Ltda., 332 p, 2006.

MENEZES, E. L. A. Controle Biológico: a busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, MG, p. 66 - 67, 23 ago. 2006.

MIELITZ, L.R. **Diapausa em *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera, Curculionidae) em condições de campo** (Tese de Doutorado). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 159 p.1993.

MILANEZ, J.M; HINZ, R.H; SILVA, C.M. Eficiência de óleos vegetais e do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* no controle do moleque-da-bananeira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p.81-84, jul. 2009.

MUNICÍPIO DE ITAJAÍ. **A Cidade**. Disponível em: <<http://www.itajai.sc.gov.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

MUNICÍPIO DE ITAJAÍ. **Caracterização socioeconômica do município**. Disponível em: <<http://www.itajai.sc.gov.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

NOLDIN A. J. et al. Clomazone soil and water persistence when applied in water seeded rice. **Planta Daninha: Artigos**, Viçosa, v. 19, n. 3, p.401-408, dez. 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010083582001000300013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582001000300013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. Disponível em: <[http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/arquivos/portal/agricultura/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf](http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/portal/agricultura/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf)>. Acesso em 12 ago. 2016.

PEREIRA, D. P.; BANDEIRA, D. L.; QUINCOZES, E. R. F. 2005. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado, Sistema de Produção, 3. <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil>>.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking do IDHM dos municípios [2010]**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

PRANDO, H. F. Manejo de pragas em arroz irrigado. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis: Epagri, p.175-201, 2002.

PRANDO, H.F. Produção e utilização de *Beauveria bassiana* no controle microbiano do moleque-da-bananeira. In: Simpósio brasileiro sobre bananicultura, 6., 2006, Joinville. **Anais...** Itajaí: SBF/Acafruta, p.127-134, 2006.

PRANDO, H. F.; FERREIRA, R. A. Mortalidade de adultos de *Oryzophagus oryzae* com *Metarhizium anisopliae* (P143) e *Beauveria bassiana* (BbCs). In: Simpósio de Controle Biológico, 4., Gramado. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT. 29 p.1994.

REISER, A. C. **Políticas públicas de desenvolvimento urbano: um estudo de caso sobre a periferia oeste de Itajaí**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de Políticas Públicas, Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Itajaí, 2005.

REZENDE, J. M. **Influência da qualidade de diferentes tipos de arroz e inibidores de proteínases no rendimento e na virulência de conídios do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Mestch.) Sorokin (Askomycota: Hypocreales)**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências Agrárias, Entomologia, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

RONDELLI, V. M. et al. **Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolates for controlling *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera: Curculionidae)**. *Idesia* 30: 97-102, 2012. SDR - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional. **Caracterização regional**. Itajaí: Epagri, 2003. Disponível em: <[http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepapublicacoes/diagnostico/ITAJAI.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepapublicacoes/diagnostico/ITAJAI.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Natural Occurrence of the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium*, *Beauveria* and *Paecilomyces* in Soybean Under Till and No-till Cultivation Systems. **Neotrop. Entomol.**, vol.30, n.3, p.407-410, set. 2001.

SOSBAI - Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado (Org.). **ARROZ IRRIGADO: Recomendações da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Editora Eletrônica: Leandro Souza da Silva - UFSM, 192 p. 2014.

SPECHT, A. et al. Ocorrência do fungo entomopatogênico *Isaria javanica* (Frieder. & Bally) Samson & Hywell-Jones (Fungi, Sordariomycetes) em lagartas de *Lonomia obliqua* Walker (Lepidoptera, Saturniidae, Hemileucinae). **Revista Brasileira de entomologia**, vol.53, no.3, p.493-494, 2009.

TAKADA, H. M. **Patogenicidade e seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para o controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae)**. 2002. iii, 75 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/97236>>.

TOMASONI, C. M.; HEIBER, D.; HICKEL, E. R. (Ed.). **Nível de infecção de *Oryzophagus oryzae* por *Beauveria bassiana* em lavoura de arroz irrigado utilizando armadilha luminosa**. Rio do Sul/SC: Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar, 5 p. 2014.

VENZON, M.; PALLINI, A.; AMARAL, S. S. L. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p.19-28, 2001.

WRIGHT, M. S.; CONNICK, W. J.; JACKSON, M. A. **Use of *Paecilomyces* spp. as pathogenic agents against subterranean termites**. U.S. Patent 20030095951, 2003.