

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente



Dissertação

**Controle Biológico de *Oebalus poecilus*: Prospecção de microrganismos e sua
compatibilidade com inseticidas e fungicidas na cultura do arroz irrigado**

Tainá Gutz

Araquari, 2022

Tainá Gutz

Controle Biológico de *Oebalus poecilus*: Prospecção de microrganismos e sua compatibilidade com inseticidas e fungicidas na cultura do arroz irrigado

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Ciências Ambientais).

Orientador: Daniel da Rosa Farias

Coorientador (es): Eduardo Rodrigues Hickel e Alexandre Visconti

Araquari, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

GTGc Gutz, Tainá
Controle Biológico de *Oebalus poecilus*: Prospecção
de microrganismos e sua compatibilidade com
inseticidas e fungicidas na cultura do arroz irrigado
/ Tainá Gutz; orientador Daniel da Rosa Farias;
coorientador Eduardo Rodrigues Hickel; coorientador
Alexandre Visconti. -- Araquari, 2022.
35 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2022.

Inclui referências.

1. Percevejo do grão. 2. Controle biológico. 3.
Arroz irrigado. I. Farias, Daniel da Rosa , II.
Hickel, Eduardo Rodrigues . III. Visconti,
Alexandre. IV. Instituto Federal Catarinense. . V.
Título.

Tainá Gutz

**Prospecção e bioprospecção de microrganismos para o controle biológico de
percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*.) na cultura do arroz irrigado**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 02/05/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr Daniel da Rosa Farias. (Orientador)

Pós Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

IFC campus Araquari

Prof. Dr. Fabrício Moreira Sobreira (1º Titular)

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Instituto Federal Catarinense

Dr. Rodolfo Vargas Castilhos (2º Titular)

Doutor em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Prof. Dr. Luciano Alves (1º Suplente)

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná

Instituto Federal Catarinense



Emitido em 02/05/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 009/2022 - CCPGTA (11.01.02.31)
(Nº do Documento: 5)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 06/06/2022 15:30)

DANIEL DA ROSA FARIAS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CPGTAM/ARA (11.01.02.37)

Matricula: 2356032

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **5**
, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **06/06**
/2022 e o código de verificação: **23c50d04b3**

**Dedico à minha querida e mais brilhante estrela
protetora, vó Jurema (*in memoriam*).**

Agradecimentos

Agradeço à Deus pelo dom da vida, por me proporcionar saúde e força para superar todas as dificuldades.

Aos meus pais e a todos os familiares que me incentivaram, apoiaram e acreditaram na minha capacidade de chegar até aqui.

Ao meu namorado, Rafael Peron, por todo o incentivo, carinho, amor e compreensão a importância desta etapa em minha formação.

À instituição por me proporcionar a continuidade de minha formação, em um incrível ambiente para a formação e aprendizado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, por me possibilitar a execução deste trabalho no LAMAG.

Ao meu orientador, Daniel da Rosa Farias, pela receptividade para comigo, pelo apoio, dedicação e incentivo.

Aos meus coorientadores e pesquisadores da Estação Experimental de Itajaí, Eduardo Hickel e Alexandre Visconti, pela orientação, empenho, confiança e suporte na elaboração deste trabalho.

Ao professor Carlos Eduardo Nogueira Martins, pela contribuição na análise estatística dos dados deste trabalho.

Ao laboratorista do LAMAG, Jonas Borba Pereira, e ao laboratorista do Laboratório de Entomologia, Eliseu, por toda dedicação, colaboração e apoio durante a execução deste trabalho.

À empresa Urbano Agroindustrial LTDA, por possibilitar dar continuidade em minha formação acadêmica.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho, o meu muito obrigado.

“A persistência é o menor caminho do êxito”

Charles Chaplin

Resumo

GUTZ, Tainá. **Controle Biológico de *Oebalus poecilus*: Prospecção de microrganismos e sua compatibilidade com inseticidas e fungicidas na cultura do arroz irrigado**. 2022. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Dentre os fatores que interferem na produtividade e na qualidade dos grãos, o percevejo do grão (*Oebalus poecilus*.) é uma das principais pragas da cultura do arroz. O uso de microrganismos entomopatogênicos podem ser uma alternativa eficiente e segura de controle. Para associar o uso destes microrganismos ao MIP, a compatibilidade dos mesmos aos produtos químicos é de suma importância, buscando aumentar a eficiência de controle, reduzir a quantidade de inseticidas utilizados e a preservação de inimigos naturais. Este trabalho teve por objetivo a prospecção e bioprospecção de fungos entomopatogênicos à *Oebalus poecilus*. O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Entomologia Agrícola e Microbiologia Ambiental e Agrícola da Estação Experimental de Itajaí, da Epagri, em Itajaí - SC. Foram isolados seis microrganismos distintos oriundos de carcaças de *Oebalus poecilus*. coletados em áreas de cultivo de arroz irrigado. A mortalidade foi avaliada in vitro através de duas concentrações distintas dos fungos: a concentração obtida pela contagem inicial e 10^6 UFC mL⁻¹ de suspensão de conídios para cada um dos microrganismos. Após a inoculação, diariamente foi realizado o acompanhamento da mortalidade. Os experimentos foram conduzidos em delineamento fatorial inteiramente casualizado, com 4 repetições. Para o tratamento testemunha, foi feita a pulverização de água destilada esterilizada. A mortalidade para os fungos 5 e 6 foi significativa nas duas concentrações avaliadas. Também foi avaliada a toxicidade in vitro de produtos à base de Triciclazol, Tebuconazol + Trifloxistrobina, Tiametoxam e Lambda-cialotrina aos fungos 5 e 6. O efeito dos agrotóxicos sob os fungos entomopatogênicos foi avaliado a partir do uso de meio de cultura sólido com a adição dos agrotóxicos ao meio de cultura fundente, ainda não solidificado. O crescimento dos fungos em meio BDA sem agrotóxico foi utilizado como testemunha. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições. Os fungicidas avaliados foram classificados como muito tóxico tanto para o fungo 5 quanto para o fungo 6. O fungo 5 foi compatível a todos os inseticidas avaliados e o fungo 6 mostrou-se compatível a lambda-cialotrina.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; fungos entomopatogênicos; manejo integrado de pragas.

Abstract

GUTZ, Tainá. Biological Control of *Oebalus poecilus*: Prospecting for microorganisms and their compatibility with insecticides and fungicides in irrigated rice. 2022. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Among the factors that interfere in productivity and grain quality the rice stink bug (*Oebalus poecilus*.) is one of the main pests of irrigated rice. The use of entomopathogenic microorganisms can be a efficient alternative and safe of control. To associate the use these microorganisms to the MIP, their compatibility with chemicals is of the most importance, seeking to increase control efficiency, reduce the amount of insecticide used and preservation of natural enemies. This work had to objective the prospecting and bioprospecting of entomopathogenic fungi of *Oebalus poecilus*. The trial was conducted at the Agricultural Entomology and Environmental and Agricultural Microbiology Laboratories of the Itajaí Experimental Station, Epagri, in Itajaí - SC. Six distinct microorganisms from carcasses of *Oebalus poecilus* were isolated. collected in irrigated rice growing areas. Mortality was evaluated in vitro by two distinct concentrations of fungi: the concentration obtained by the initial count and 10^6 UFC mL⁻¹ suspension of conidia for each of the microorganisms. After inoculation, daily mortality monitoring was carried out. The experiments were conducted in a completely randomized factorial design, with 4 repetitions. For the control treatment, sterilized distilled water was spraying. For the control treatment, sterilized distilled water was spraying. Mortality for fungi 5 and 6 was significant in the two concentrations evaluated. In vitro toxicity of products based on Triciclazole, Tebuconazole + Trifloxistrobin, Thiamethoxam and Lambda-cylothrin products to fungi 5 and 6 were also evaluated. The effect of pesticides on entomopathogenic fungi was evaluated from de use of solid culture medium eith the adittion of pesticides to the founding medium, not yet solidified. The growth of fungi in BDA medium without pesticides was used as a control. The trial was conducted. The experiment was conducted in a completely randomized design, with 6 replications. The fungicides evaluated were classified as very toxic for fungus 5 and fungus 6. Fungus 5 was compatible with all insecticides evaluated and fungus 6 was compatible with lambda-cyalotrine.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; entomopathogenic fungi; integrated pest management.

Lista de Tabelas

Tabela 1	Concentração inicial da suspensão de conídios.....	9
Tabela 2	Agrotóxicos registrados para cultura do arroz irrigado utilizados nos ensaios de compatibilidade.....	11
Tabela 3	Valores de T para classificação do efeito de produtos químicos sobre fungos (ALVES, 1998).....	12
Tabela 4	Valores médios de mortalidade absoluta de <i>Oebalus poecilus</i> por fungos entomopatogênicos.....	13
Tabela 5	Valores médios de T para o fungo 5.....	16
Tabela 6	Valores médios de T para o fungo 6.....	17
Tabela 7	Classificação do efeito de produtos químicos sobre o fungo 5.....	17
Tabela 8	Classificação do efeito de produtos químicos sobre o fungo 6.....	18

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	1
2	OBJETIVOS	5
2.1	Geral	5
2.2	Específicos	5
3	Controle Biológico de <i>Oebalus poecilus</i> : Prospecção de microrganismos e sua compatibilidade com inseticidas e fungicidas na cultura do arroz irrigado	6
3.1	Introdução	6
3.2	Material e Métodos	7
3.2.1	Prospecção de microrganismos	8
3.2.2	Avaliação da mortalidade de <i>Oebalus poecilus</i>	8
3.2.3	Avaliação da compatibilidade	10
3.3	Resultados e Discussão	13
3.3.1	Mortalidade de <i>Oebalus poecilus</i>	13
3.3.2	Compatibilidade dos microrganismos aos agrotóxicos	15
3.4	CONCLUSÃO	20
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
5	REFERÊNCIAS	22

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de grande importância mundial, sendo base para a alimentação humana. É o terceiro cereal mais produzido no mundo, em 2020 ocupou aproximadamente uma área de 164 milhões de hectares e produção mundial de 756,7 milhões de toneladas de grãos em casca (FAOSTAT, 2022).

No Brasil o arroz é cultivado em todo o país. As condições favoráveis de solo e clima, permitem o seu cultivo tanto em terras altas, quanto em terras baixas com irrigação devido a sua ampla adaptabilidade, resposta à aplicação de tecnologias e diversas formas de cultivo (SARTORI *et al.*, 2011; ROSA *et al.*, 2017). A produção nacional na safra 2020/21 foi de 11.754,9 mil toneladas, sendo a Região Sul responsável por em torno de 80% desta produção (CONAB, 2022).

Nos sistemas de produção vários são os fatores que podem atribuir perdas quantitativas e qualitativas do arroz, por influência de fatores bióticos e abióticos (GALON *et al.*, 2015).

O percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*, Hemiptera: Pentatomidae) inclui-se como um dos fatores, e está entre as principais pragas, presente em todas as regiões de cultivo do arroz, sendo *Oebalus poecilus* e *Oebalus ypsilongriseus* as espécies de percevejo-do-grão predominantes no Brasil (DIDONET *et al.*, 2001; FERREIRA, BARRIGOSI, 2001; SANTOS, 2003; HICKEL *et al.*, 2016;).

A praga localiza-se principalmente nas panículas durante o período de desenvolvimento das espiguetas (FERREIRA; VIEIRA; RANGEL, 2002). Ninfas e adultos alimentam-se das panículas de arroz, ocasionando reduções quali-quantitativas na produção de grãos (PINHEIRO; QUINTELA, 2010; KRINSKI; FOERSTER, 2017).

A perda qualitativa depende também da densidade populacional e do estágio de desenvolvimento do inseto, sendo que para cada adulto capturado por metro quadrado durante o monitoramento, em média, é esperada uma redução de 1% na produção de grãos (PINHEIRO; QUINTELA, 2010; SOSBAI, 2018). Já as perdas

quantitativas atingem o máximo com apenas dois insetos por panícula (WEBER *et al.*, 2020).

Quando os grãos se encontram em fase de grão leitoso o ataque gera grãos chochos ou atrofiados e, a partir da fase de grão pastoso, os grãos apresentam marcas de picados, menor massa, redução da germinação, grãos irregulares e gessados, que são estruturalmente enfraquecidos e muitas vezes no processo do beneficiamento acabam se quebrando (SANTOS, 2003; KRINSKI; FOERSTER, 2017).

Contudo, é no processamento industrial da parboilização que os danos causados pelo ataque dos percevejos são evidenciados, quando surgem manchas pardo douradas (HICKEL, 2016). Estas manchas acabam ocasionando uma depreciação do produto, ao ponto de vista do consumidor, e também uma diminuição do rendimento da matéria prima nas indústrias, uma vez que todo arroz beneficiado e comercializado deve seguir a classificação imposta pela Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009 (SANTOS, 2003; BRASIL, 2009).

Devido às características de alimentação e danos causados pelo inseto, é recomendado o monitoramento das lavouras a partir do estágio de emissão das panículas (KRINSKI; FOERSTER, 2017). Atualmente predomina-se o uso de inseticidas para o manejo destes insetos, principalmente pelo fato de que os produtores percebem a presença dos percevejos quando eles já formaram os enxames de adultos (FERNANDES *et al.*, 2015; HICKEL, 2016). Apesar do uso de agrotóxicos no controle de *Oebalus poecilus* contribuir para redução nas perdas de produtividade do arroz, existe uma preocupação quanto aos seus efeitos no ambiente e na saúde humana (BARRIGOSI; LANNA; FERREIRA, 2005).

No Manejo Integrado de Pragas (MIP), as medidas de controle devem ser planejadas e adotadas com antecedência, buscando a utilização harmônica de várias estratégias de controle dos insetos pragas como o controle cultural, o físico, o biológico e o químico (CARVALHO; BARCELLOS, 2012; HICKEL, 2016; SOSBAI, 2018). Além de reduzir o uso de inseticidas no ambiente, as estratégias de controle do MIP

têm se mostrado mais efetivas do que os métodos tradicionais. Diante disso, a busca de alternativas de redução populacional de insetos-praga com menor impacto ambiental tem sido uma constante na pesquisa nos últimos anos, pois esta cultura é um alimento básico para grande parte da população mundial (SANTOS *ET AL.*, 2002; SUTHERLAND; BAHARALLY, 2003).

O uso de agentes de controle natural constitui-se em uma alternativa viável e consiste na utilização racional de agentes de biocontrole (bactérias, fungos, vírus, parasitoides, predadores) visando a manutenção das populações de insetos não alvos (BORGES; NOVA, 2011).

O controle biológico ocorre naturalmente no ecossistema do arroz irrigado, tanto pela ação de fungos como a *Beauveria bassiana* quanto pela ação de insetos parasitoides de ovos, como a *Telenomus mormidea* Lima e *Microphanurus mormidea* Lima (Hymenoptera: Platygasteridae), e parasitoides de adultos e ninfas, como a *Besikia cornuta* (Diptera: Tachinidae) (SANTOS, *et al.*, 2003; SOSBAI, 2018; FERREIRA; BARRIGOSI; VIEIRA, 2001).

Em ensaios *in vitro* de um isolado selvagem de *Beauveria bassiana*, na dosagem $1,25 \times 10^9$ conídios/ml, verificou-se mortalidade na ordem de 84,37% e 78,7% de esporulação nos indivíduos de *Obalus poecilus* (SANTOS *et al.*, 2002).

O isolado CP 172 de *Metarhizium anisopliae* foi avaliado em condição de campo por Martins *et al.* (1986), na concentração 5×10^{13} esporos/ha, observando uma mortalidade de 76,2% superior em comparação à observada na testemunha.

Estudos realizados com o percevejo-do-colmo do arroz (*Tibraca limbativentris*, Hemiptera: Pentatomidae) também comprovaram a eficiência de controle por meio da aplicação de *B. bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (MARTINS *et al.*, 2006).

Resultados ainda mais promissores podem ser alcançados, porém há a necessidade de se buscarem isolados fúngicos mais adaptados ao ambiente e ao

hospedeiro, uma vez que nestes casos a virulência tende a ser mais elevada (SANTOS *et al.*, 2002).

Mas além de se avaliar a ação entomopatogênica dos microrganismos é necessário a avaliação da seletividade destes microrganismos aos agrotóxicos, uma vez que o controle químico pode acarretar a perda da eficiência sobre o alvo de controle e para que se permita a integração entre os métodos de controle das pragas (LOUREIRO *et al.*, 2002).

Ensaio *in vitro* com os fungicidas a base de triciclazol, trifloxistrobina + proticonazol, trifloxistrobina + tebuconazol e azoxistrobina + ciproconazol, revelaram-se muito tóxicos à *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* quando incorporados ao meio de cultura (GONÇALVES, 2017).

Avaliando uma série de produtos Rampelotti-Ferreira e colaboradores (2010), observaram que os inseticidas fipronil e tiametoxam não reduziram o crescimento vegetativo de *Metarhizium anisopliae* isolado CG 891. No que diz respeito aos fungicidas, constatou-se que triciclazole não afeta e azoxistrobina reduz significativamente o crescimento vegetativo de *Metarhizium anisopliae*, reduzindo em torno de 30% do diâmetro da colônia comparado a testemunha. Já na esporulação, observou-se uma redução acentuada para ambos os fungicidas, em torno de 41% para triciclazole e 63% para azoxistrobina.

Diante o exposto, este trabalho teve por objetivo tanto a prospecção de fungos entomopatogênicos à *Oribalus poecilus*, como avaliar a compatibilidade destes fungos a inseticidas e fungicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito de fungos no controle biológico de *Oebalus poecilus* em sistema de cultivo de arroz irrigado de Santa Catarina.

2.2 Específicos

Prospecção de microrganismos entomopatogênicos à *Oebalus poecilus* no agroecossistema do arroz irrigado;

Avaliação *in vivo* de fungos isolados de carcaças de *Oebalus poecilus* como agentes entomopatogênicos ao gênero *Oebalus*;

Avaliar a compatibilidade destes microrganismos a inseticidas e fungicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado.

3 CONTROLE BIOLÓGICO DE *OEBALUS POECILUS*: PROSPECÇÃO DE MICRORGANISMOS E SUA COMPATIBILIDADE COM INSETICIDAS E FUNGICIDAS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Tainá Gutz^{1,2}, Daniel da Rosa Farias², Carlos Eduardo Nogueira Martins², Eduardo Rodrigues Hickel³, Alexandre Visconti³.

¹ Urbano Agroindustrial LTDA, ² Instituto Federal Catarinense - Campus Araquari,

³ EPAGRI – Estação Experimental de Itajaí.

3.1 Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de grande importância mundial, sendo base para a alimentação humana. É o terceiro cereal mais produzido no mundo, em 2020 ocupou aproximadamente uma área de 164 milhões de hectares e produção mundial de 756,7 milhões de toneladas de grãos em casca (FAOSTAT, 2022). É cultivado em todo o Brasil, com uma produção de 11.754,9 mil toneladas do grão sendo que na região Sul concentra-se cerca de 80% da área cultivada (CONAB, 2022).

O percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*, Hemiptera: Pentatomidae) inclui-se como um dos fatores, e está entre as principais pragas, presente em todas as regiões de cultivo do arroz, sendo *Oebalus poecilus* e *Oebalus ypsilon* as espécies de percevejo-do-grão predominantes no Brasil (DIDONET *et al.*, 2001; FERREIRA, BARRIGOSI, 2001; SANTOS, 2003; HICKEL *et al.*, 2016;).

Os insetos localizam-se nas panículas do arroz durante o desenvolvimento das espiguetas e alimentam-se dos grãos em formação, ocasionando reduções qualitativas na produção de grãos (KRINSKI; FOERSTER, 2017).

Atualmente predomina-se o uso de inseticidas para o manejo destes insetos (FERNANDES *et al.*, 2015). No entanto, a busca de alternativas de redução populacional de insetos-praga com menor impacto ambiental tem sido constante. O uso de agentes de controle natural constitui-se em uma alternativa viável e consiste na utilização racional de agentes de biocontrole (bactérias, fungos, vírus, parasitoides, predadores) visando a manutenção das populações de insetos não alvos (BORGES; NOVA, 2011).

O controle biológico ocorre naturalmente no ecossistema do arroz irrigado, tanto pela ação de fungos como a *Beauveria bassiana* quanto pela ação de insetos parasitoides de ovos, como a *Telenomus mormidea* Lima e *Microphanurus mormidea* Lima (Hymenoptera: Platygasteridae), e parasitoides de adultos e ninfas, como a *Besikia cornuta* (Diptera: Tachinidae) (SANTOS, *et al.*, 2003; SOSBAI, 2018; FERREIRA; BARRIGOSI; VIEIRA, 2001).

Além de se avaliar a ação entomopatogênica dos microrganismos é necessário a avaliação da seletividade destes microrganismos aos agrotóxicos, uma vez que o controle químico pode acarretar na perda da eficiência sobre o alvo de controle e também para que se permita a integração entre os métodos de controle das pragas (LOUREIRO *et al.*, 2002).

Diante o exposto, este trabalho teve por objetivo tanto a prospecção de fungos entomopatogênicos à *Oeobalus poecilus.*, como avaliar a compatibilidade destes fungos a inseticidas e fungicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado.

3.2 Material e Métodos

Os testes de patogenicidade e mortalidade foram conduzidos nos Laboratórios de Entomologia Agrícola e Microbiologia Ambiental e Agrícola da Estação Experimental de Itajaí (EEI), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), em Itajaí, SC.

3.2.1 Prospecção de microrganismos

Foram realizadas coletas de espécimes de *Oebalus poecilus* mumificados por fungos nas áreas de produção de arroz. Estes percevejos foram alocados em um recipiente de vidro esterilizado, com respectiva identificação de data e local de coleta.

A prospecção dos microrganismos foi realizada através do isolamento de fungos através de protocolos propostos por Sanhueza e Melo (2007) e Mariano e Silveira (2005).

Foram isolados microrganismos distintos, para isso, utilizamos características individuais de crescimento, formato, cor e altura para diferenciar. A semeadura foi realizada em placa de Petri de 5 cm, contendo meio BDA (batata dextrose ágar) e sulfato estreptomicina (0,5%), para formação de colônias puras e posterior uso nos testes de avaliação da patogenicidade a *Oebalus poecilus*. As placas de Petri foram mantidas em câmara BOD (25 °C e 12h de fotofase) até o momento de utilização.

3.2.2 Avaliação da mortalidade de *Oebalus poecilus*

Foram realizados dois experimentos, em momentos distintos, para a avaliação da mortalidade de *Oebalus poecilus*. No primeiro experimento foram avaliados os fungos 1, 2, 3 e 4 e no segundo experimento os fungos 5 e 6.

A metodologia empregada para obtenção da suspensão de conídios foi a mesma para os dois experimentos. Utilizando a colônia pura de microrganismos, adicionou-se água destilada esterilizada à placa de petri para que em seguida fosse realizada a raspagem da massa micelial formada sob o BDA, obtendo assim a suspensão de conídios. Com o auxílio de uma Câmara de Neubauer foi determinado o número de conídios/ml da suspensão de conídios (ALVES,1998).

Para avaliação da mortalidade foram utilizadas duas concentrações distintas: a concentração obtida pela contagem inicial (Tabela 1) e 10^6 UFC mL⁻¹ de suspensão de conídios para cada um dos microrganismos.

Tabela 1- Concentração inicial da suspensão de conídios.

Microrganismo	Contagem inicial (UFC mL ⁻¹ de suspensão)
1	7,85 x 10 ⁷
2	2,27 x 10 ⁸
3	3,61 x 10 ⁸
4	1,00 x 10 ⁸
5	2,57 x 10 ⁷
6	2,87 x 10 ⁸

A avaliação da mortalidade foi realizada de modo *in vivo*, onde espécimes de *Oebalus poecilus* foram coletados no campo e mantidos em gaiolas teladas, com o fornecimento de panículas de arroz em estágio de grão leitoso para alimentação, até o momento da avaliação (7 dias após coleta) (SANTOS *et al.*, 2001). Posteriormente, foram utilizadas caixas Gerbox previamente desinfetadas com álcool 90% e forradas com papel toalha umedecido, contendo duas panículas de arroz em estágio de grão leitoso, lavadas com água destilada, como alimento, em seguida, foram acondicionados 10 adultos ativos de *Oebalus poecilus*. As suspensões de conídios foram aspergidas sobre os insetos com aparelho Devilbiss nº15, simulando uma pulverização com volume de calda de 350 L ha⁻¹.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento fatorial inteiramente casualizado, com 4 repetições (1 repetição = 1 Gerbox com 10 insetos).

Após a inoculação, foi realizado o acompanhamento da mortalidade. No primeiro experimento, foram avaliados quatro fungos em duas concentrações (original e na concentração 10^6) e a taxa de mortalidade foi avaliada aos 7, 12, 14 e 16 dias após a pulverização. No segundo experimento, foram avaliados dois fungos em duas concentrações (original e na concentração 10^6) e a taxa de mortalidade foi avaliada aos 2, 7, 12 e 19 dias após a pulverização. Para o tratamento testemunha, foi feita a pulverização de água destilada esterilizada. As caixas Gerbox foram mantidas sob a bancada do laboratório, em temperatura ambiente de $27\pm 2^\circ\text{C}$, durante todo o período de avaliação.

Os insetos mortos foram reincubados em câmara úmida e mantidos em câmara BOD, até que fosse constatado o crescimento fúngico nas carcaças. Os micélios que se desenvolveram sob a carcaça dos insetos foram reinoculados para identificar se o fungo aplicado foi o agente causal da morte.

A partir do número de insetos mortos por infecção foi calculado o valor de Mortalidade Absoluta. Os resultados foram submetidos à análise de variância não-paramétrica (kruskal-wallis) e por modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson.

3.2.3 Avaliação da compatibilidade

Os inseticidas e fungicidas avaliados são registrados no Ministério da Agricultura para o controle de *Oebalus poecilus* e doenças causadas pela *Pyricularia oryzae* e *Bipolaris oryzae*, respectivamente (Tabela 2). Foi avaliada a toxicidade “*in vitro*” de quatro agrotóxicos utilizados na cultura do arroz aos fungos com maior eficiência no índice de mortalidade *in vivo*, fungos 5 e 6.

Tabela 2. Agrotóxicos registrados para cultura do arroz irrigado utilizados nos ensaios de compatibilidade.

Categoria	Produto Comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Grupo químico	Concentração i.a. (g/kg ou g/L)	Dose (mL/ha ou g/ha)	Volume de calda (L/ha)
Inseticida	Karatê Zeon 50 CS	Lambda-cialotrina	Piretróide	106	424	200
Inseticida	Actara® 250 WG	Tiametoxam	Neonicotinóide	250	150	200
Fungicida	Bim® 750 BR	Triciclazol	Benzotiazol	750	250	200
Fungicida	Nativo®	Tebuconazol	Triazol	200	1000	200
		Trifloxistrobina	Estrobilurina	100		

O efeito dos agrotóxicos sob os fungos entomopatogênicos foi avaliado a partir do uso de meio de cultura sólido com a adição dos agrotóxicos ao meio de cultura fundente, ainda não solidificado, conforme metodologia descrita por ALVES (1998). Os tratamentos foram: metade da dose recomendada – 0,5x; a dose recomendada – 1x; o dobro da dose recomendada – 2x. A testemunha consistiu do crescimento dos fungos em meio BDA sem agrotóxico.

Após a solidificação do meio foram semeados três discos de micélio por placa contendo os microrganismos em teste, de forma equidistante. Cada disco de micélio foi considerado uma repetição, tendo ao todo 6 repetições por tratamento. Em seguida, as placas foram incubadas em BOD (25°C e 12h de fotofotase) e após 10 dias da semeadura foram realizadas as leituras dos diâmetros das colônias e do número de conídios produzidos por colônia.

Foi realizada a medição de dois diâmetros ortogonais de cada colônia formada, para se obtenção do diâmetro médio de cada colônia. Em seguida, as colônias foram recortadas, junto ao meio de cultura, e transferidas para tubos de ensaio contendo água destilada esterilizada. Os tubos foram agitados por 30 segundos e imediatamente

foi realizada a contagem de esporos de cada uma das colônias em Câmara de Neubauer sob microscópio óptico.

A classificação dos produtos químicos quanto à toxicidade sobre os fungos entomopatogênicos foi realizada conforme o modelo proposto por Alves (1998), o qual baseia-se nos valores médios em percentagem de esporulação e crescimento micelial das colônias. Dessa forma, calculam-se esses valores percentuais com relação à testemunha (100%), aplicando-se a seguinte fórmula:

$$T = \frac{20 [CV] + 80 [ESP]}{100}$$

Sendo:

T o valor corrigido do crescimento vegetativo e esporulação para classificação do produto;

CV o percentual de crescimento vegetativo com relação à testemunha;

ESP a porcentagem de esporulação em relação à testemunha.

Com base nos valores calculados compararam-se com os limites estabelecidos na Tabela 3 (ALVES, 1998).

Tabela 3. Valores de T para classificação do efeito de produtos químicos sobre fungos (ALVES, 1998).

Valor de T	Classificação do produto
0 a 30	Muito tóxico
31 a 45	Tóxico
46 a 60	Moderadamente tóxico
> 60	Compatível

Os resultados do valor T foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por teste de Tukey ($P < 0,05$), no programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Mortalidade de *Oebalus poecilus*

A mortalidade absoluta de *Oebalus poecilus* foi calculada separadamente dos fungos 1, 2, 3 e 4 para os fungos 5 e 6 (tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de mortalidade absoluta de *Oebalus poecilus* por fungos entomopatogênicos.

	Fungos					
	1	2	3	4	5	6
Testemunha	2,37 ab	2,37 a	2,37 a	2,37 ab	0,06 b	0,56 b
[] original	4,39 a	3,15 a	1,33 a	0,01 b	5,83 a	1,94 a
[] 10⁶	1,33 b	3,00 a	2,33 a	3,00 a	5,00 a	2,89 a
p-value	0,003	0,599	0,147	0,007	< 0,001	< 0,001

A mortalidade absoluta para os fungos 2 e 3 não diferiram estatisticamente quando comparadas à testemunha segundo o teste F, nas duas concentrações avaliadas. Houve diferença estatística entre as duas concentrações de suspensão de conídios avaliadas para o fungo 1, no entanto não foi significativa quando as mesmas foram comparadas à testemunha. O mesmo foi observado ao fungo 4.

O primeiro registro em condições naturais de *Beauveria bassiana* sobre *Oebalus poecilus* foi registrado por SANTOS et al (2002). Os autores avaliaram a mortalidade do isolado Bb353 em condições de laboratório, o qual mostrou-se patogênico em todas as concentrações utilizadas, sendo o maior percentual de mortalidade (84,4%) registrado na concentração mais elevada de conídios ($1,25 \times 10^9$).

Durante a avaliação de mortalidade dos fungos 1 ao 4 a mortalidade da testemunha foi de 2,37 insetos, evidenciando que houve algum fator que pode ter elevado na mortalidade desses insetos. Sabe-se que o *Oebalus poecilus* é um inseto muito ativo, portanto as condições na qual foram submetidos podem ter contribuído para este aumento da mortalidade da testemunha. Ao mesmo tempo os insetos foram alimentados com panículas de arroz não esterilizadas, o que pode ter resultado em infecção não controlada. Ou ainda, o fato de que os insetos adultos foram coletados do campo e não havia uma precisão quanto ao estágio do ciclo se encontravam.

Os fungos 5 e 6 diferiram estatisticamente da testemunha, foram semelhantes nas duas concentrações avaliadas. O fungo 5 alcançou mortalidade de 5,83 e 5,0 insetos na concentração original e 10^6 , respectivamente.

No que diz respeito ao tempo após a aplicação da suspensão de conídios, foi observado que não houveram diferenças estatísticas após o 7º dia de avaliação, para todos os fungos avaliados.

Após 15 dias da pulverização de tratamentos à campo contendo EngeoPleno®, *Metarhizium anisopliae* e a combinação destes dois agentes de controle à *Oebalus poecilus*, Mascarin *et al.* (2013) observaram uma taxa de mortalidade inferior a 14% em todos os tratamentos. Quando levados os insetos remanescentes às condições de laboratório, apresentaram uma mortalidade máxima de 85%, após exposição por contato residual ao fungo na dose de 1×10^{13} conídios viáveis/ha.

Em um experimento realizado no campo MARTINS *et al.* (1986) observou uma taxa de mortalidade de 74,4% aos 19 dias após aplicação do isolado CP 172 de *Metarhizium anisopliae*, na concentração de 5×10^{13} esporos/ha.

Além de resultados de avaliação sob *Oebalus poecilus*, encontram-se na literatura dados promissores sobre o uso de microrganismos entomopatogênicos ao percevejo-do-colmo do arroz (*Tibraca limbativentris*). Em condição de campo MARTINS *et al.* (1997) avaliaram alguns isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, todos na dosagem de 10^{13} conídios/ha, sendo que o isolado de *Beauveria* CPBb164 e

os isolados de *Metharizium* CPMa171 e, principalmente, CPMa172 foram os mais virulentos ($46,5\% < M < 88,7\%$).

KRUGER (2008) também isolou alguns microrganismos na região arrozeira da Província de Corrientes – AR e os avaliou para o controle de *Tibraca limbativentris*, sendo o *Metharizium anispliae* (cepas Ma 72 e Ma 74) de maior eficiência alcançando percentuais entre 90 e 100% de mortalidade.

Estes resultados comprovam a presença de microrganismos entomopatogênicos presentes no agro ecossistema do arroz irrigado, os quais podem ser utilizados para o controle destas pragas.

3.3.2 Compatibilidade dos microrganismos aos agrotóxicos

A avaliação de compatibilidade foi realizada apenas para os fungos 5 e 6, os quais apresentaram taxas elevadas de mortalidade na avaliação in vitro, realizada inicialmente neste trabalho. De acordo com as características morfológicas das colônias deduz-se que os fungos 5 e 6 são *Beauveria* spp. e *Metarhizium* spp., respectivamente.

A compatibilidade dos microrganismos foi avaliada para fungicidas e inseticidas. A análise de variância dos fungicidas em Fungo 5 apresentou diferença significativa para as variáveis dose e ingrediente ativo e para a interação ingrediente ativo x dose (Tabela 5). O Triciclazol na dose 0,5x diferiu estatisticamente entre as doses avaliadas e diferiu do produto a base de Tebuconazol + Trifloxistrobina, apresentando o valor de T mais alto entre os tratamentos (T= 22,08333).

Tabela 5 - Valores médios de T para o fungo 5.

Produto	Dose		
	0,5X *	1 X *	2 X *
Triciclazol**	22,08 Bb	8,51 Aa	6,93 Aa
Tebuconazol + Trifloxistrobina**	6,42 Aa	5,79 Aa	6,58 Aa
Tiametoxam***	513,92 Ab	558,61 Ab	76,83 Aa
Lambda-cialotrina***	110,35 Ab	950,21 Aa	121,07 Ab

* Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). Maiúsculas representam comparações entre produtos dentro de uma mesma dose. Minúsculas representam comparações entre doses para cada produto. ** Fungicida. *** Inseticida.

No entanto, ambos os fungicidas em todas as suas respectivas doses avaliadas foram classificados como Muito Tóxico ao fungo 5 (Tabela 6), devido aos valores de T obtidos serem inferiores a 30. Ou seja, tiveram seu crescimento vegetativo e esporulação afetadas pelos fungicidas avaliados.

Para os inseticidas a variável princípio ativo não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Para a variável dose e a interação entre princípio ativo x dose (Tabela 5) a análise apresentou significância. O fungo 5 apresentou valores superiores de T quando isolados sob meio de cultura com Tiametoxam nos tratamentos 0,5x e 1x, diferindo estatisticamente do tratamento 2x. Com o princípio ativo Lambda-cialotrina também se houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo a dose 1x a que apresentou maior valor de T (Tabela 5). Contudo, ambos os inseticidas foram classificados como compatíveis ao fungo 5, em todas as doses avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6 – Classificação do efeito de produtos químicos sobre o fungo 5.

Produto	Dose		
	0,5X	1 X	2 X
Triciclazol	Muito tóxico	Muito tóxico	Muito tóxico
Tebuconazol + Trifloxistrobina	Muito tóxico	Muito tóxico	Muito tóxico
Tiametoxam	Compatível	Compatível	Compatível
Lambda-cialotrina	Compatível	Compatível	Compatível

Com relação aos dados de compatibilidade do fungo 6, identificamos comportamento distinto do 5, não houve significância entre todas as variáveis analisadas, tanto para os fungicidas quanto para os inseticidas (Tabela 7). Entretanto, houve diferença na classificação da toxicidade dos princípios ativos sobre este microrganismo. Ambos os fungicidas se mostraram muito tóxicos ao fungo 6 (Tabela 8), enquanto o inseticida a base de Tiametoxam nas doses 0,5x e 1x foram tóxicos e na dose 2x foi classificado como muito tóxico. Houve compatibilidade entre o fungo 6 e o inseticida a base de Lambda-cialotrina em todas as doses avaliadas.

Tabela 7 - Valores médios de T para o fungo 6.

Produto	Dose		
	0,5X	1 X	2 X
Triciclazol**	17,40 Aa	19,61 Aa	18,86 Aa
Tebuconazol + Trifloxistrobina**	14,87 Aa	19,09 Aa	15,46 Aa
Tiametoxam ***	37,21 Aa	35,39 Aa	30,78 Aa
Lambda-cialotrina***	121,29 Aa	142,28 Aa	121,37 Aa

* Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). Maiúsculas representam comparações entre produtos dentro de uma mesma dose. Minúsculas representam comparações entre doses para cada produto. ** Fungicida. *** Inseticida.

Tabela 8 – Classificação do efeito de produtos químicos sobre o fungo 6.

Produto	Dose		
	0,5X	1 X	2 X
Triciclazol	Muito tóxico	Muito tóxico	Muito tóxico
Tebuconazol + Trifloxistrobina	Muito tóxico	Muito tóxico	Muito tóxico
Tiametoxam	Tóxico	Tóxico	Muito tóxico
Lambda-cialotrina	Compatível	Compatível	Compatível

A compatibilidade entre fungos entomopatogênicos e agrotóxicos tem sido alvo de estudos em várias pesquisas, no entanto para alguns ingredientes ativos as avaliações ainda são incipientes ou não existem.

Resultados semelhantes foram obtidos por GONÇALVES (2017) quando avaliada a compatibilidade de triciclazol à isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, o qual foi classificado como tóxicos aos microrganismos avaliados quando o produto foi incorporado ao meio de cultura. No entanto, quando pulverizado sobre as colônias e foram classificados como compatíveis aos microrganismos em questão.

RAMPELOTTI-FERREIRA *et al.* (2010) obtiveram resultados distintos quando se avaliou o triciclazol na dose de 300 g/ha, mostrando-se compatível ao isolado CG 891 *Metarhizium*, com valor de T= 66,51.

O produto a base de Tebuconazol + Trifloxistrobina foi avaliado por ESPINOSA *et al.* (2020), os quais obtiveram resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho, observando-se inibição completa do crescimento vegetativo de *Metarhizium anisopliae* e, conseqüentemente, foi classificado como tóxico ao microrganismo. E FREITAS *et al.* (2011) também avaliaram estes mesmos ingredientes ativos e classificou-os como tóxicos à *Metarhizium anisopliae* var. majus.

GONZÁLEZ *et al.* (2011) avaliaram a compatibilidade do ingrediente tebuconazol à *Beauveria bassiana* e observaram uma total inibição do crescimento vegetativo e reprodutivo, classificando-o como tóxico ao fungo. MOURÃO *et al.* (2003) também obtiveram uma classificação do ingrediente ativo como muito tóxico à

Beauveria bassiana. Estes resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, o qual apresentou incompatibilidade destes ingredientes ativos em todas as doses avaliadas.

O produto a base de Trifloxistrotina e tebuconazol é um fungicida dos grupos químicos Estrobilurina e Triazol, logo a incompatibilidade observada se deve ao seu modo de ação. A estrobilurina provoca inibição da cadeia respiratória inibindo o complexo III, interrompendo a fosforilação oxidativa e interferindo na ação da ATP-sintase. Já o triazol atua inibindo a biossíntese do ergosterol, substância importante para manutenção da integridade da membrana celular das células fúngicas (FREITAS et al, 2011).

Para o ingrediente ativo tiametoxam GONÇALVES (2017) observou resultados semelhantes ao obtido neste trabalho, baseando-se na inibição no desenvolvimento de *Beauveria bassiana*, com uma redução do crescimento micelial de 9,61 mm no crescimento micelial e 57,18% na esporulação na pulverização, em relação à testemunha, mostrando-se moderadamente compatível ao ingrediente ativo na dose de 100g/ha.

Resultados distintos ao obtido neste trabalho foram observados para diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. RAMPELOTTI-FERREIRA et al. (2010) avaliaram a compatibilidade do isolado CG 891 *Metarhizium* à tiametoxam, na dose de 80 e 100 g/ha, classificando-o como compatível ao isolado nas duas doses avaliadas, com valor de T= 87,34 e T= 82,19, respectivamente.

Sob as variações entre 50% da dose até 100% da dose (1,0kg/ha), o tiametoxam foi considerado compatível aos isolados E9 de *Metarhizium anisopliae* e IBCB66 de *Beauveria bassiana*, pois não afetaram o crescimento micelial, a produção e a viabilidade dos conídios de ambos (BOTELHO; MONTEIRO, 2011). E em um trabalho realizado por FILHO; ALMEIDA; LAMAS (2001) também se observou a compatibilidade de tiametoxam, tanto para *Beauveria bassiana* quanto para *Metarhizium anisopliae*, nas doses de 100 e 800g/ha.

Em doses mais elevadas de tiametoxam (1kg/ha) FREGONESI, MOCHI; MONTEIRO (2016) observaram um comportamento distinto para isolados diferentes de *Beauveria bassiana* avaliados em condições de laboratório, sendo classificado como compatível o isolado AM 09, moderadamente tóxico para o isolado JAB 07 e tóxico para o isolado IBCB 07 e JAB 46, com índices biológicos nos valores de 87, 62, 36 e 37, respectivamente

Essa variação de resultados encontrados pelos autores citados acima evidencia o descrito por VANESSA PINTO GONÇALVES (2017), que indica que isto pode ocorrer naturalmente, pois isolados obtidos de diferentes origens, provavelmente adquirem ao longo do tempo, características genéticas específicas que as distinguem dos demais isolados da mesma espécie.

Os estudos in vitro têm a vantagem de expor ao máximo o microrganismo à ação do produto químico (BOTELHO; MONTEIRO, 2011), logo quando constatada a compatibilidade em laboratório, espera-se o mesmo comportamento à campo.

Os resultados de incompatibilidade in vitro, nem sempre indica sua grande toxicidade em campo, pois os fatores externos agem diretamente sobre o produto, principalmente radiação solar, deriva e ventos, atenuando a ação do princípio ativo sobre o fungo (CAVALCANTI et al, 2002).

3.4 CONCLUSÃO

Existem microrganismos no agro ecossistema do arroz irrigado com ação entomopatogênica à *Oebalus poecilus*.

Os fungos 5 e 6 são incompatíveis aos fungicidas a base de triciclazol e tebuconazole + trifloxistrobina.

Os inseticidas a base de tiametoxam e lambda-cialotrina foram classificados como compatíveis ao fungo 5. O fungo 6 é compatível apenas à lambda-cialotrina.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento agroecossistema da cultura do arroz irrigado, demonstrando que existem microrganismos oriundos deste meio que tenham ação entomopatogênica ao *Oebalus poecilus*.

Além disso, a compatibilidade destes microrganismos aos agrotóxicos utilizados para o controle químico desta praga é de fundamental importância, uma vez que o Manejo Integrado de Pragas (MIP) consiste em fazer o uso de diversas ferramentas de controle.

Será imprescindível realizar a caracterização molecular dos microrganismos isolados, uma vez que até o momento se pressupõe que os fungos 5 e 6 são *Metarhizium* e *Beauveria*, devido às características morfológicas das colônias.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. Controle microbiano de insetos. **Manejo integrado de pragas**, v. 4, p. 147–176, 1998.

BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. Inseticidas Registrados para a Cultura do Arroz e Análise de Parâmetros Indicadores de seu Comportamento no Ambiente. p. 4, 2005.

BORGES, L. R.; NOVA, M. X. V. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas – uma revisão. **Revista Ambiência**, v. 7, n. 1, p. 179–190, 2011.

BOTELHO, A. A. A.; MONTEIRO, A. C. Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 361–369, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 6 de 16 de fevereiro de 2009. Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem.

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção Do Manejo Integrado De Pragas Baseado Na Percepção E Educação Ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 749–766, 2012.

CAVALCANTI, R. S.; MOINO JR., A.; SOUZA, G. C.; ARNOSTI, A. Efeito dos produtos % tossanitários Fenpropatrina, Imidaclopride, Iprodione e Tiametoxam sobre o desenvolvimento do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 17-22, 2002.

CHAVES, G. S.; FERREIRA, E.; GARCIA, A. H. Influência da alimentação de *Oebalus poecilus* (Heteroptera: Pentatomidae) na emergência de plântulas em genótipos de arroz (*Oryza sativa*) irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 1, p. 79–85, 2001.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Boletim da Safra 2021**, v. 9, n. Terceiro levantamento, p. 60, 2022.

DA LUZ, V. K. *et al.* Identificação de variabilidade para caracteres de importância agronômica em famílias mutantes de arroz irrigado. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 41–50, 2016.

DA SILVA, L. S. *et al.* Disponibilidade de potássio a arroz irrigado por alagamento em solos de várzea. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 4, p. 379–387, 2015.

DE LOUREIRO, E. S. *et al.* Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 263–269, 2002.

DIDONET, J. *et al.* Incidência e densidade populacional de pragas e inimigos naturais em arroz de terras altas, em Gurupi - TO. **Biosci J**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 67–76, 2001.

FERNANDES, J. P. S. *et al.* EFETIVIDADE DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Oebalus poecilus*. MATERIAL E MÉTODOS. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F. Controle integrado de pragas em arroz: Diagnóstico do fitófagos mais comuns aos arrozais, 2001.

FERREIRA, E.; VIEIRA, N. R. D. A.; RANGEL, P. H. N. Avaliação dos danos de *Oebalus poecilus*. em genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 763–768, 2002.

FREGONESI, A. F.; MOCHI, D. A.; MONTEIRO, A. C. Compatibilidade de isolados de *Beauveria bassiana* a inseticidas, herbicidas e maturadores em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, n. 0, p. 1–8, 2016.

GALON, L. *et al.* Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com *Aeschynomene denticulata*. **Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 67–74, 2015.

GONÇALVES, V. P. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Programa de Pós-Graduação em Agronomia. **Tese**, p. 799957, 2017.

SANTOS, R. Aspectos bioecológicos de *Oebalus poecilus* (DALLAS) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul - Faculdade de Agronomia. **Tese**. 2003.

HICKEL, E. R. **Percevejos nas lavouras catarinenses de arroz irrigado Ocorrência , monitoramento e manejo integrado**. 2016.

KATSURAYAMA, A. M.; TANIWAKI, M. H. **Fungos e aflatoxinas no arroz : ocorrência e**

significado na saúde do consumidor. 2017.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Danos quantitativos e qualitativos causados por *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae) em arroz de terras altas cultivado na nova fronteira agrícola da Floresta Amazônica (Brasil). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 3, p. 300–311, 2017.

MARCHESAN, E. *et al.* Fontes alternativas à ureia no fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2053–2059, 2011.

MARTINS, J. F. DA S. *et al.* Efeito de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* Stal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 277–283, 2006a.

MARTINS, J. F. DA S. *et al.* Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-Colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1681–1688, 2006b.

MASCARIN, G. M. *et al.* ***Metarhizium anisopliae* para o manejo de *Oebalus poecilus* (heteroptera : pentatomidae) em arroz.** p. 3–6, 2013.

PINHEIRO, P. V.; QUINTELA, E. D. Efeito inseticida e deterrente do óleo de nim em machos e fêmeas de *Oebalus poecilus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 394–400, 2010.

RABELO, H. DE O. *et al.* Genetic base of Brazilian irrigated rice cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, n. 3, p. 146–153, 2015.

ROSA, T. D. *et al.* Desempenho inicial de arroz irrigado decorrentes da aplicação de fertilizantes na seletividade de herbicidas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 174, 2017.

SANTOS ET AL. Ocorrência Natural de *Beauveria bassiana* (Bals .) Vuill . em Adultos Hibernantes de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera : Pentatomidae). n. March, p. 153–155, 2002.

SANHUEZA, R. M. V.; MELO, I. S. Métodos usados no biocontrole de fitopatógenos. **Embrapa Uva e Vinho.** 2007.

SARTORI, G. M. S. *et al.* Manejo da adubação e seus efeitos na ocorrência de algas e na produtividade de arroz irrigado em áreas com residual de imidazolinonas. **Ciência**

Rural, Santa Maria, v.41, p.1323-1330, 2011.

SANTOS, R. S. S. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL Médica Veterinária , M . Sc .. Zootecnia / UFRGS Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em Zootecnia – Plantas Forrageiras. 2003.

SOSBAI. Arroz Irrigado - Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. **XXIX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**, p. 205, 2018.

SUTHERLAND, J. P.; BAHARALLY, V. The influence of weather on the population dynamics of the rice stink bug and the implications for integrated pest management. **International Journal of Pest Management**, v. 49, n. 4, p. 335–342, 2003.

WEBER, N. C. *et al.* Quantitative and qualitative damages of *Oebalus poecilus* on irrigated rice in southern Brazil. **Revista Ceres**, v. 67, n. 2, p. 126–132, 2020.