



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

**RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE ARROZ A BROCA DO COLO *Elasmopalpus
lignosellus* (ZEILER 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

José Claudino Siqueira
Tecnólogo em Irrigação e Drenagem

URUTAÍ – GO
2023

José Claudino Siqueira

RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE ARROZ A BROCA DO COLO
***Elasmopalpus lignosellus* (ZEILER 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSI618 Siqueira, José Claudino
r RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE ARROZ A BROCA DO COLO
Elasmopalpus lignosellus (ZEILER 1848) (LEPIDOPTERA:
PYRALIDAE) / José Claudino Siqueira; orientador
Flávio Gonçalves de Jesus. -- Urutaí, 2023.
31 p.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2023.

1. Característica morfológica. 2. lagarta elasm.
3. resistência de planta a inseto. 4. Oryza sativa.
I. Jesus, Flávio Gonçalves de, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

José Claudino Siqueira

Matrícula:

2021101330540100

Título do trabalho:

RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE ARROZ A BROCA DO COLO *Elasmopalpus lignosellus* (ZEILER 1848)
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 16 /03 /2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

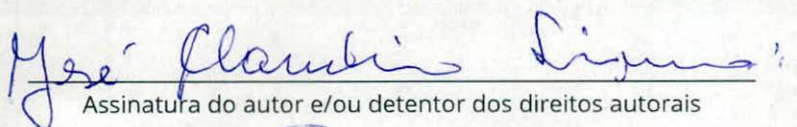
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutá


Local

16 /03 /2023

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: "Resistência em variedades de arroz a broca do colo *Elasmopalpus lignosellus* (Zeiler 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)"

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Autor: José Claudino Siqueira

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em 14 de março de 2023, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

IF Goiano Campus Urutaí

Dr. André Cirilo de Sousa Almeida

IF Goiano Campus Urutaí

Dr^a. Ana Paula Pelosi

IF Goiano Campus Urutaí

Documento assinado eletronicamente por:

- **Andre Cirilo de Sousa Almeida, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCMPP-URT**, em 16/03/2023 08:55:07.
- **Ana Paula Pelosi, ENGENHEIRO AGRONOMO**, em 15/03/2023 11:38:32.
- **Flavio Goncalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/03/2023 10:31:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/03/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 477138

Código de Autenticação: 15a38296e3



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 22/2023 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos quatorze dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e três, às oito horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora presencialmente na sala de aula, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **José Claudino Siqueira**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**Resistência em variedades de arroz a broca do colo *Elasmo Elasmopalpus lignosellus* (Zeiler 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Dr. Flávio Gonçalves de Jesus**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu ao examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á mediante ao depósito da dissertação definitiva no Repositório Institucional do IF Goiano, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus	IF Goiano - Campus Urutaí	Presidente
Dra. Ana Paula Pelosi	IF Goiano - Campus Urutaí	Membra externa
Dr. André Cirilo de Sousa	IF Goiano - Campus	Membro interno

Documento assinado eletronicamente por:

- **Andre Cirilo de Sousa Almeida, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCMPP-URT**, em 16/03/2023 08:56:02.
- **Ana Paula Pelosi, ENGENHEIRO AGRONOMO**, em 15/03/2023 11:37:59.
- **Flavio Goncalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/03/2023 10:32:19.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/03/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 477110

Código de Autenticação: d1bd301a36



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTÁÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família por
sempre acreditar que sou capaz.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da Vida, por me conceder saúde e determinação para não desanimar durante a realização do mestrado.

À minha esposa Maria de Lourdes e meus filhos José Humberto e Ana Cláudia por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo inúmeros momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

Ao professor Flávio Gonçalves de Jesus por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e zelo.

Ao IF Goiano Campus Urutaí, essencial no meu processo de formação profissional e pessoal, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo de minha vida nesta instituição de ensino.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Localização e genótipos de arroz utilizados.....	17
3.2 Condições experimentais.....	18
3.3 Caracterização da resistência nos genótipos de arroz.....	18
3.4 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS.....	20
5 DISCUSSÃO.....	24
6 CONCLUSÃO.....	27
7 REFERÊNCIAS.....	28

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma importante cultura sendo amplamente empregada na alimentação da população mundial. Os insetos são os principais limitantes da produtividade na cultura do arroz. A broca do colo *Elasmopalpus lignosellus* (Zeiler 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), é uma praga que danifica a planta de arroz recém emergidas, reduzindo o “stand” e muitas das vezes sendo necessário o replantio da cultura. O objetivo deste trabalho foi identificar fonte de resistência em genótipos de arroz a *E. lignosellus*. Plantas de arroz com trinta dias de idade foram infestadas com larvas recém emergidas de *E. lignosellus* e avaliadas para determinar a intensidade dos danos e observar parâmetros biológicos do inseto. Os genótipos Canela de Ferro, Confiança, Esmeralda, Lajeado Ligeiro e Primavera mostraram-se resistência a *E. lignosellus* e podem ser utilizados pelos produtores de arroz como componente do MIP ou utilizados em programas de melhoramento de arroz como fonte de resistência a broca do colo.

Key words: Característica morfológica, lagarta elasma, resistência de planta a insetos, *Oryza sativa*.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important crop that is widely used to feed the world's population. Insects are the main limiting factors of productivity in rice crop. The lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus* (Zeiler 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) is a pest that damages the newly emerged rice plant, reduce the “stand” and often requires replanting. The objective of this work was to identify source of resistance in rice genotypes to *E. lignoseilus*. Thirty-day-old rice plants were infested with newly emerged larvae and evaluated to determine the intensity of damage and biological parameters of the insect. The genotypes Canela de Ferro, Confiança, Esmeralda, Lajeado Ligeiro and Primavera are considered resistant to *E. lignosellus* and can be used by rice producers as a component of IPM or used in rice breeding programs as a source of resistance to the lesser cornstalk borer.

Key words: morphological characteristics, lesser cornstalk borer, plant resistance to insect, *Oryza sativa*.

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado uma das culturas mais importante, sendo responsável pela alimentação de aproximadamente 50% da população mundial (Jung; Na; Ronald, 2008). O Brasil é o nono maior produtor de arroz do mundo, sendo o maior produtor e consumidor de arroz fora da Ásia (CONAB, 2020).

Na safra 2019/2020, a área cultivada foi de 1.679,3 mil hectares o que representa uma queda de 2% quando comparado com 2018/2019, e a produção de 10,5 milhões de toneladas de grãos o que representa um aumento de 65,7 toneladas, comparado com 2018/2019 (CONAB, 2020).

Dentre os fatores que causam queda de produtividade na cultura do arroz pode-se destacar os insetos, doenças e plantas daninhas. Dentre as pragas que causam maiores perdas, estão os insetos que danificam as plântulas na fase inicial de desenvolvimento da planta. A broca do colo *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), é uma praga que danifica as plantas de arroz recém emergidas, reduzindo o “stand” e muita das vezes, sendo necessário o replantio da cultura (Barrigossi; Martins, 2015). Os danos são decorrentes da alimentação das larvas, que bloqueiam a planta na base devido a um orifício de entrada, causando o sintoma conhecido como "*coração morto*" que pode resultar na morte da planta e conseqüentemente redução de plantas na área. Uma única larva pode ser responsável pela morte de várias plantas (Barrigossi; Martins, 2015).

Tradicionalmente, o controle de insetos-praga na cultura do arroz é dependente da aplicação de inseticidas químicos, selecionando populações de insetos resistentes, além da ocorrência de resíduos nos alimentos e efeitos adversos ao ambiente (Tuelher et al., 2018; Castellanos et al., 2019). Além disso em alguns casos, o controle químico apresentar pouca efetividade. No caso da broca do colo, a estratégia usada é o tratamento de semente que resulta num período relativamente curto de controle, devido ao pouco período residual dos inseticidas (Ferreira; Barrigossi 2003).

Assim, métodos alternativos de controle devem receber considerável atenção. Desse modo, a resistência de plantas a insetos é uma alternativa viável e permite ser utilizada concomitantemente com outras táticas, sendo economicamente viável e harmoniosa com o meio ambiente. O uso de plantas resistentes, além de diminuir a população de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico, não agredir o meio ambiente, seu efeito é cumulativo e persistente, não acarreta ônus ao custo de produção (Boiça Júnior et al., 2015).

A resistência de planta a insetos pode manifestar de três tipos: a antixenose, geralmente é associada a presença de tricomas, alterações na coloração do substrato alimentar e liberação de compostos voláteis pela planta e interferindo negativamente na escolha do inseto para abrigo, alimentação e oviposição (Smith, 2005). Na antibiose, observa-se o efeito negativo na biologia do inseto, tais como redução no peso larval e pupal, prolongamento do ciclo da praga, deformação de adultos, alteração na razão sexual e na tolerância, a planta tem maior capacidade de suportar os danos das pragas, por apresentar melhores desempenhos fisiológicos e compensação como emissão de novas estruturas vegetativas e maior produção (Boiça Júnior et al., 2015; Almeida et al., 2017).

Poucos são os trabalhos avaliando a resistência de plantas de arroz a lagartas/brocas que danificam o colmo da planta de arroz. Corrêa et al. (2018) avaliando diferentes genótipos de arroz como fonte de resistência a *D. saccharalis*, observaram que as cultivares Bonança, Caripuna, IR 42, Canela de Ferro, SWA Norte, BR IRGA 409, Pepita, Serra Dourada, Araguaia, Xingú, Tangará 'e' Soberana apresentaram antibiose e/ou antixenose, para *D. saccharalis*. Nascimento e Barrigossi (2014) observaram antibiose e/ou antixenose nos genótipos de arroz Ku 94-2 por causar alta mortalidade larval em *D. saccharalis*. Resistência do tipo tolerância foi observado nos genótipos BR IRGA 417 e MTU 15 por apresentarem maior emissão de novos perfilhos após os danos de *D. saccharalis* (Nascimento e Barrigossi, 2014). Os genótipos de arroz Chiang, Tsao Pai Ku, e IR 40 também apresentaram resistência a *D. saccharalis* (Nascimento et al., 2015). Entretanto não se tem relato de estudo da seleção de plantas de arroz resistente a broca do colo. Pelosi et al. (2023) observaram tolerância nos genótipos de arroz BRS Formoso, Canela de Ferro, IAC 1278, IAC 899, IR 20, e IR 44 a *D. saccharalis*.

Assim, existe uma necessidade de selecionar cultivares de arroz brasileiras, resistentes a *E. lignosellus* e que possam serem usadas em programas de Manejo Integrado de Pragas - MIP.

2. OBJETIVOS

Selecionar cultivar de arroz como fonte promissora de resistência a broca do colo *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae).

Avaliar os mecanismos e causas de resistência envolvido nestes cultivares de arroz. Caracterizar os danos de *E. lignosellus* nos cultivares de arroz. Apresentar cultivares de arroz com níveis de resistência que possa ser empregada como estratégia de MIP no controle de *E. lignosellus*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e genótipos de arroz utilizados

Os experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí GO (latitude: 17°29'18.1"S longitude: 48°12'53.9"W). Os experimentos foram conduzidos duas vezes (outubro - dezembro de 2021 e dezembro - janeiro de 2023).

No experimento adotou-se 16 genótipos de arroz selecionados previamente com histórico de resistência a outras pragas de colo ou colmo da planta de arroz (Tabela 1). Estes genótipos foram provenientes do banco de germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil) (latitude: 16°40'43"S; longitude: 49°15'14"W).

Tabela 1. Acessos de arroz utilizados nos experimentos com *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Alelo Recursos Genéticos, Embrapa.

Genótipo	Acesso	Tipo	Origem
1. Bacaba Branco	BGA 012632	VT	Brasil-Região Nordeste-Maranhão-Vitorino Freire
2. Bico Ganga	BGA 000412	VT	Brasil
3. Bonança	BGA 11629	CC	Brasil-Região Centro Oeste - Goiás – Montes Claros de Goiás
4. Canela de Ferro	BGA 005496	VT	Brasil-Região Norte-Pará-Belém
5. Confiança	BGA 007706	CC	Melhoramento Brasil
6. Esmeralda	BGA 15465	CC	Melhoramento Brasil
7. Guarani	BGA 11755	CC	Brasil-Região Centro Oeste - Goiás - São João d`Aliança
8. IAC 1278	BGA 051383	CC	Melhoramento Brasil
9. IRGA 417	BRA 082081	CC	Melhoramento Brasil
10. Lageado Ligeiro	BGA 011384	VT	Brasil-Região Nordeste-Maranhão-Tuntum
11. Miúdo Branco	BGA 012429	VT	Brasil-Região Nordeste-Maranhão-Tuntum
12. Nenenzinho	BGA 011507	VT	Brasil-Região Nordeste-Maranhão
13. Pepita	BGA 9019	CC	Melhoramento Brasil
14. Primavera	BGA 11592	CC	Brasil-Região Centro Oeste - Goiás – Campestre de Goiás
15. Progreso	BGA 6724	-	CIAT-Centro Internacional de Agricultura Tropical-Colômbia

16. Xingu	BGA 14006	CC	Brasil-Região Nordeste-Acre-Sena Madureira
-----------	-----------	----	---

VT. Variedade Tradicional do Brasil. CC. Cultivar Comercial.

3.2 Condições experimentais

Os genótipos de arroz foram semeados em vasos plásticos de 5L contendo substrato (terra, areia e esterco bovino na proporção de 1:2:1 por volume) onde as plantas desenvolveram até a infestação da broca do colo. As práticas culturais, adubação e manutenção aconteceram de acordo com as exigências da cultura, sem a aplicação de inseticida químico (Souza e Lobato, 2004).

A unidade experimental constituiu de uma planta por vaso e cada planta foi infestada com duas brocas do colo neonatas, totalizando 20 larvas por tratamento. Os insetos foram adquiridos da empresa Pragas.com.

Os experimentos foram realizados no IF Goiano Campus Urutaí em casa de vegetação, no período de agosto de 2021 à julho de 2023. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dez repetições e 20 tratamentos (genótipos de arroz).

3.3 Caracterização da resistência nos genótipos de arroz

Os ovos de *E. lignosellus* foram fornecidos pela empresa Pragas.com, localizada no município de Piracicaba, São Paulo, Brasil, que foram mantidos em copos plásticos (300 mL) até sua eclosão. As larvas recém - eclodidas foram mantidas em dieta artificial por sete dias até a infestação das plantas. Para infestação das plantas, as brocas foram colocadas em tubos de microcentrífuga (2 mL) e sete lagartas foram colocadas por planta.

Os tubos com as brocas foram fixados na bainha das plantas, permitindo que as mesmas movimentasse para infestação das plantas. A infestação foi feita na fase inicial das plantas (\pm 30 dias após o plantio). Vinte dias após a infestação, as plantas foram retiradas do vaso e levadas ao laboratório e examinados os seguintes parâmetros: número de colmo total (NCT); Número de colmo danificado (NCD); porcentagem de colmo atacado (PCA); número de colmo com sintoma de coração morto (NCM); porcentagem de colmo com sintoma de coração morto (PCM); número de larva viva (NLV); peso médio larval (PEL); comprimento da lagarta (COL) e comprimento do dano (COD).

A porcentagem de colmo atacado foi obtida com base no total de colmo menos os colmos não danificados dividido pelos colmos totais e multiplicado por 100. O mesmo calculo foi empregado para a porcentagem de plantas com sintoma de coração morto. O sintoma de coração morto foi avaliado realizando um corte em todos os colmos da planta para verificar os sintomas. O número de colmo danificado consistiu na soma dos colmos com corações mortos e colmos com lesão de penetração da broca.

3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, realizado o teste das pressuposições de normalidade e homogeneidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett (R Core Team, 2017). Atendido os pressupostos da ANOVA, as médias dos tratamentos (genótipos) foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (R Core Team, 2017). Para determinar os graus de resistência dos genótipos a *Elasmopalpus lignosellus*, empregou-se análise de variância multivariada – MANOVA. Empregou-se o método UPGMA baseado na distância Euclidiana e análise de componentes principais – CVA para verificar os parâmetros que influenciaram na separação dos genótipos baseado nos parâmetros: número de colmo total; número de colmo com sintoma de coração morto; número de colmo danificado; comprimento da lagarta; número de larva viva e peso de larva (R Core Team, 2017).

4. RESULTADOS

Os genótipos de arroz diferiram significativamente em relação aos NCT ($F = 6,70$; $df = 15$; $P = <0,0005$), NCD ($F = 5,30$; $df = 15$; $P = <0,0005$), PCA ($F = 3,77$; $df = 15$; $P = <0,0005$), NCM ($F = 5,26$; $df = 15$; $P = <0,0005$) e PCM ($F = 4,47$; $df = 15$; $P = <0,0005$) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de número de colmo total (NCT), número de colmo danificado (NCD), porcentagem de colmo atacado (PCA), número de colmo com sintoma de coração morto (NCM) e porcentagem de colmo com sintoma de coração morto (PCM) em genótipos de arroz após infestação de *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Urutaí, GO, 2023.

Cultivares	NCT	NCD	PCA	NCM	PCM
Bacaba Branco	7,00±0,44b	3,00±0,12b	42,85±1,22a	3,00±0,16b	42,85±6,55a
Bico Ganga	6,65±0,50b	1,75±0,19b	26,31±2,22b	1,75±0,33b	26,31±2,16b
Bonança	6,80±0,60b	2,00±0,42b	29,41±1,65b	2,00±0,13b	29,41±2,20b
Canela de Ferro	10,0±0,85a	0,20±0,12b	2,00±1,22b	0,20±0,13c	2,00±1,16c
Confiança	3,80±0,53c	1,00±0,33b	26,31±6,54b	0,80±0,13c	21,05±3,55c
Esmeralda	4,00±0,94c	0,50±0,12b	12,50±6,18b	0,10±0,13c	2,50±1,16c
Guarani	4,25±0,62c	0,50±0,12b	11,76±2,22b	0,50±0,13c	11,76±2,62c
IAC 1278	6,60±0,49b	1,60±0,52b	24,24±3,86b	1,60±0,16b	24,24±2,15b
IRGA 417	6,00±0,93b	0,60±0,12b	10,00±3,60b	0,20±0,13c	3,33±1,16c
Lajeado Ligeiro	5,50±1,28b	0,50±0,12b	9,09±1,22b	0,50±0,13c	9,09±2,16c
Miúdo Branco	7,80±0,92a	3,60±0,42a	46,15±5,50a	0,60±0,27c	7,69±2,18c
Nenezinho	9,33±0,42a	1,00±0,20b	10,71±1,65b	1,00±0,33c	10,71±3,15c
Pepita	7,25±0,92b	1,75±0,27b	12,50±3,98b	1,25±0,33c	17,24±5,83c
Primavera	6,84±0,19b	0,50±0,12b	24,13±1,65b	0,50±0,19c	7,30±2,67c
Progresso	8,80±0,39a	4,40±0,20a	50,00±6,71a	3,40±0,71a	38,63±3,83a
Xingu	6,40±0,84b	3,20±0,33b	50,10±4,73a	2,40±0,21b	37,50±3,80a
F	6,70	5,30	3,77	5,26	4,47
Valor - p	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os genótipos de arroz Canela de Ferro, Nenezinho, Progresso e Miúdo Branco apresentaram o maior número de colmo. Os genótipos Miúdo Branco e Progresso foram os mais danificados e os demais os menos danificados pela broca do colmo. Os genótipos Xingu, Progresso, Miúdo Branco e Bacaba Branco apresentaram a maior porcentagem de colmo danificado, enquanto os demais os menores valores. Os genótipos com menores danos de coração morto foram: Esmeralda, Canela de Ferro, IRGA 417, Guarani, Lajeado

Ligeiro, Miúdo Branco, Confiança, Nenenzinho, Pepita e Primavera. Os genótipos Bacaba Branco, Xingu e Progresso apresentaram a maior porcentagem de colmo com sintoma de coração morto e os demais genótipos os menores valores, exceto, IAC 1278, Bico Ganga e Bonança com valores intermediários (Tabela 2).

Os genótipos de arroz influenciaram no comportamento e dano de *E. lignosellus*: NLV (F = 2,66; df = 15; P = 0,0015), PEL (F = 2,95; df = 15; P = 0,0026), COL (F = 19,76; df = 15; P = <0,0005) e COD (F = 2,46; df = 15; P = 0,0064) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de número de larva viva (NLV), peso larval (PEL), comprimento de lagarta (COL) e comprimento do dano (COD) em genótipos de arroz após infestação de *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Urutaí, GO, 2023.

Cultivares	NLV	PEL	COL	COD
Bacaba Branco	1,22±0,13b	41,25±2,50c	9,67±0,64b	6,91±1,82b
Bico Ganga	1,25±0,13b	42,50±4,80c	11,63±0,32b	10,71±0,66a
Bonança	1,40±0,13b	42,50±4,80c	10,85±0,30b	11,70±0,40a
Canela de Ferro	1,25±0,13b	37,50±1,90c	5,98±0,26c	1,43±0,60b
Confiança	1,20±0,16b	49,95±0,45c	4,23±0,84c	5,60±0,68b
Esmeralda	1,20±0,16b	42,50±0,09c	5,72±0,41c	7,42±1,35b
Guarani	1,20±0,16b	75,00±2,01b	9,35±1,07b	11,43±0,67a
IAC 1278	1,40±0,15b	47,35±6,70c	13,70±0,70a	22,95±0,18a
IRGA 417	1,20±0,16b	48,40±7,46c	10,96±0,55b	5,75±0,30b
Lajeado Ligeiro	1,40±0,15b	49,50±2,40c	6,43±0,43c	7,67±1,60b
Miúdo Branco	1,60±0,16a	78,11±2,50b	13,50±0,35a	8,56±0,22b
Nenenzinho	2,00±0,15a	135,7±0,28a	12,65±0,25a	4,83±0,10b
Pepita	1,25±0,13b	42,70±4,60c	11,64±1,87b	5,25±0,61b
Primavera	1,25±0,13b	40,12±2,50c	7,65±0,53c	7,34±0,30b
Progresso	1,20±0,16b	41,30±1,60c	11,13±0,20b	3,59±0,22b
Xingu	1,60±0,16a	71,43±2,89b	12,68±0,90a	13,44±1,46a
F	2,66	2,95	19,76	2,46
Valor - p	0,0015	0,0026	<0,0005	0,0064

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O maior número de larva viva foi observado nos genótipos Nenenzinho, Miúdo Branco e Xingu e os menores valores foram observados nos demais genótipos. O genótipo Nenenzinho proporcionou o maior peso larval de *E. lignosellus* e os demais genótipos os menores valores, exceto, Guarani, Miúdo Branco e Xingu com valores intermediários. Larvas de *E. lignosellus* apresentaram maior comprimento nos genótipos IAC 1278, Miúdo Branco, Nenenzinho e Xingu. Canela de Ferro, Confiança, Esmeralda, Lajeado

Ligeiro e Primavera os menores valores. As extensões dos danos de *E. lignosellus* foram maiores em IAC 1278, Xingu, Bonança, Guarani e Bico Ganga (Tabela 3).

Os genótipos de arroz foram agrupados em cinco grupos de acordo com o nível de resistência a *E. lignosellus* por meio da análise de UPGMA (baseado na distância Euclidiana) (Figura 1). O grupo I foi formado pelos genótipos Bacaba Branco, Bico Ganga, IAC 1278, IRGA 417, Miúdo Branco, Nenenzinho e Pepita. O grupo II foi formado por Bonança, Guarani e Xingu. O grupo III por Canela de Ferro. O grupo IV Confiança, Esmeralda, Lageado Ligeiro e Primavera e o grupo V por Progresso. Os genótipos agrupados nos grupos I e II foram caracterizados como suscetíveis e o grupo V como altamente suscetível. O grupo III resistente e IV moderadamente resistentes, respectivamente.

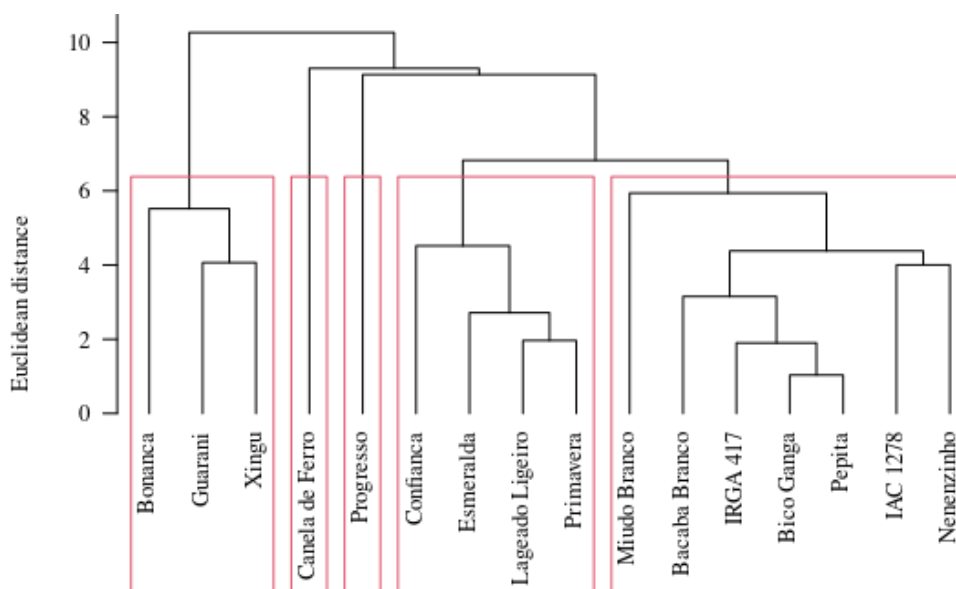


Figura 1. Dendrograma baseado em parâmetros biológicos e danos de *E. lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) em diferentes genótipos de arroz.

Para confirmar os níveis de resistência dos genótipos de arroz a *E. lignosellus* e qual parâmetro foi determinante em cada genótipo, empregou-se a análise de componente principal (Figura 2). A primeira variável canônica explica 57,8% do total dos parâmetros avaliados (NCT, PCA, PCM, NLV, PEL, COD) nos genótipos de arroz para *E. lignosellus*. Desta forma: O genótipo Progresso aparece isolado e os parâmetros que contribuíram para este isolamento foram NCM e NCD. Os genótipos Confiança, Canela de Ferro e Primavera se isolaram dos demais e NCT foi o parâmetro que mais influenciou nesta separação. Os genótipos suscetíveis Miúdo Branco e Xingu também aparecem

isolados e o parâmetro que mais influenciou foi COL. Os genótipos suscetíveis Bico Ganga, Pepita, Bacaba Branco, Nenenzinho, Esmeralda, IAC 1278, IRGA 417 e Lageado Ligeiro foram influenciados pelo PEL.

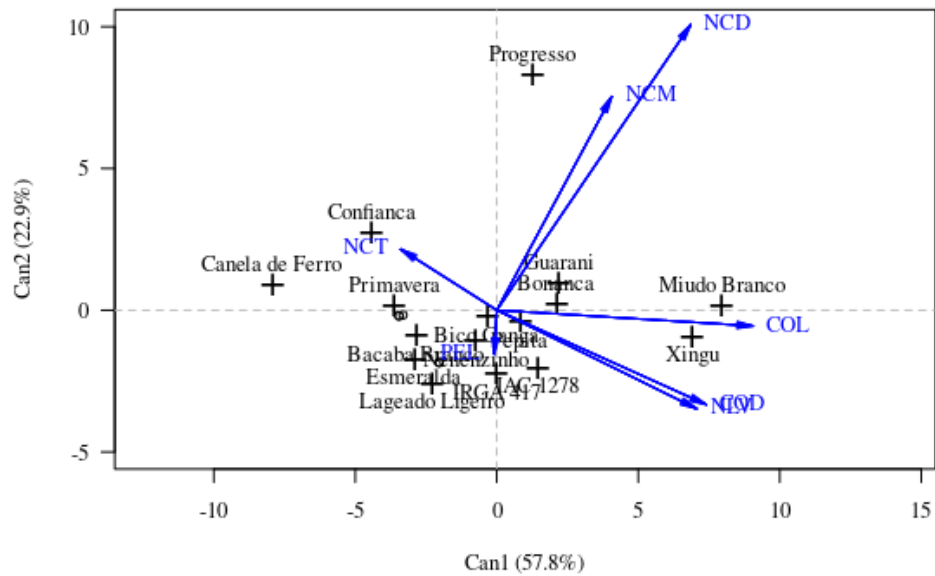


Figura 2. Distribuição de genótipos de arroz de acordo com análise de componente principal baseado nos parâmetros biológicos e de danos (NCT, PCA, PCM, NLV, PEL, COD) de *E. lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) em diferentes genótipos de arroz.

5. DISCUSSÃO

Resistência de genótipos de arroz a broca do colo/colmo têm sido muito pouco estudados no Brasil e no mundo. Os estudos envolvendo a resistência em arroz as espécies de colmo têm concentrado principalmente em: *D. saccharalis* praga importante no Hemisfério Ocidental e parte da América do Sul, América Central, Caribe e sul dos Estados Unidos (Joyce et al., 2014; Reagan; Mulcahy 2019). *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) importante espécie de broca do colmo do arroz na Ásia, Oriente Médio e sul da Europa (Jiang et al., 2015) e *Scirpophaga incertulas* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae) praga de importância econômica na Ásia (Ali et al., 2020). Em se tratando de *E. lignosellus* em arroz os poucos trabalhos existentes estão focados em tratamento de sementes e controle químico (Ferreira e Barrigossi, 2003) e manejo cultural (Ferreira e Czepack, 1997). Entretanto trabalhos envolvendo resistência de arroz a *E. lignosellus* são poucos e envolvendo cultivares antigos (Ferreira et al., 1998).

Os resultados mostraram o comportamento diferenciado de *E. lignosellus* nos genótipos de arroz, sendo possível estabelecer diferente nível de resistência entre os materiais. Os genótipos Canela de Ferro, Nenenzinho, Progresso e Miúdo Branco apresentaram o maior NCT e os genótipos Canela de Ferro, Lageado Ligeiro, IRGA 417, Nenenzinho, Guarani, Esmeralda, Pepita, Primavera, IAC 1278, Confiança e Bonança apresentaram a menor PCA. Planta de arroz com maior número de perfilhos sugere resistência do tipo tolerância, devido a maior quantidade de biomassa ou emissão de estruturas, sendo capaz de suportar ou recuperar após a infestação da praga (Baldin et al., 2019; Almeida et al., 2021). Assim, quanto maior a capacidade de perfilhamento das plantas de arroz menor serão os danos de *E. lignosellus* (Ferreira et al., 1979). O genótipo Canela de Ferro já foi demonstrado em outros estudos possuir resistência a pragas de colmo. Correa et al. (2018) demonstraram antibiose/antixenose no genótipo Canela de Ferro a *D. saccharalis*. Almeida et al. (2020) observaram antibiose/antixenose no genótipo Canela-de-Ferro ao percevejo do colmo *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae).

O dano na penetração das larvas na base do colmo e o consumo do tecido da planta, forma o sintoma conhecido como “coração morto” (Barrigossi e Martins, 2015). Plantas dos genótipos Canela de Ferro, Esmeralda, IRGA 417, Primavera, Miúdo Branco, Lageado Ligeiro, Nenenzinho, Guarani, Pepita e Confiança apresentaram as menores proporções de sintomas de plantas com “coração morto”. Esta menor visualização deste

sintoma pode estar relacionada com a maior dureza e lignificação do tecido do colmo destes genótipos.

Alguns desses genótipos também apresentaram maior dureza de colmo, como Primavera e BRS Esmeralda, dentre 21 genótipos de arroz para resistência a *T. limbativentris*, o que pode explicar a resistência (Almeida et al., 2020). Outra característica morfológica que pode estar associado a menor porcentagem de sintomas de “coração morto” e o teor de silício (Si), o qual confere rigidez no tecido da planta. O teor de Si foi maior nos cultivares Esmeralda e IRGA 429, comparado com Canela de Ferro, num estudo da indução de resistência em plantas de arroz a *T. limbativentris* (França et al., 2018).

Estes mesmos genótipos também proporcionaram os menores valores do número de larva viva, peso larval e comprimento larval, exceto os genótipos Miúdo Branco, Nenenzinho e Guarani. Estes genótipos de arroz mostraram serem desfavoráveis ao desenvolvimento da fase larval de *E. lignosellus*. A presença de inibidores de amilase, (Marsaro Júnior et al. 2005), teor de Si (França et al., 2018), baixo teor de proteína (Arnason et al. 1993, Cunha et al. 1999) e esclerotização do colmo (Chaudhary et al. 1984), pode conferir resistência em plantas de arroz a espécies de brocas do colmo. Van e Guan (1959) observaram alta mortalidade larval de *Chillo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) em genótipos de *Oryzae ridleyi* (Hooka), devido a alta esclerotização do colmo destas plantas.

Os genótipos de arroz que proporcionaram os piores desempenho para a *E. lignosellus* apresentaram as menores incidência dos danos. Os genótipos IAC 1278, Xingu, Bonança, Guarani e Bico Ganga apresentaram as maiores extensões dos danos em contrapartida os demais genótipos as menores extensões. As causas de resistência em arroz a pragas que danificam o colmos, estão associadas a características química (França et al., 2018; Pelosi et al., 2022); morfológica (Corrêa et al., 2018) e física (Almeida et al., 2020). Nascimento e Barrigossi (2014) observaram que cultivares de arroz com diâmetro externo maior que 2.5 mm foram suscetíveis a *D. saccharalis*.

O método de agrupamento UPGMA agruparam os genótipos suscetíveis nos grupos I e II e os altamente suscetíveis no grupo V. Nos grupos III resistente e IV moderadamente resistentes, respectivamente. Esses genótipos com resistência moderada a *E. lignosellus* mostraram serem promissores para uso como tática em programa de MIP por produtores de arroz no Brasil ou em programa de melhoramento visando resistência à broca do colo (Smith 2005, Seifi et al. 2013).

O genótipo Canela de Ferro já foi classificada como resistente a *D. saccharalis* em outros estudos (Nascimento e Barrigossi 2014; Nascimento et al. 2015; Correa et al., 2018; Pelosi et al., 2023), devido ao estreito diâmetros do caule deste genótipo. Ferreira et al. (2000) observaram tolerância nas cultivares Bonança e Carisma, devido ao maior número de perfilhos e maior qualidade de rendimento de grãos após a infestação de *D. saccharalis*. Pelosi et al. (2023) também observaram tolerância nos genótipos BRS Formoso, Canela de Ferro, IAC 1278, IAC 899, IR 20, e IR 44 a *D. saccharalis*.

6. CONCLUSÃO

Os genótipos Canela de Ferro, Confiança, Esmeralda, Lajeado Ligeiro e Primavera mostraram-se resistência a *E. lignosellus* e podem ser utilizados pelos produtores de arroz como componente do MIP ou utilizados em programas de melhoramento de arroz como fonte de resistência a broca do colo. Além disso, a identificação de genótipos de arroz resistente a *E. lignosellus* beneficia os produtores de arroz, incrementando a produtividade da cultura e reduz o uso de inseticidas no controle da praga.

Estudos futuros precisam serem implementados para avaliar os níveis e tipos de resistência envolvidos em plantas de arroz a broca do colo e estudar as interações com outros métodos de controle no MIP de *E. lignosellus*.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA ACS, DIERINGS CA, BORELLA JUNIOR C, JESUS FG, BARRIGOSI JAF (2020) Resistance of rice genotypes to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Econ Entomol* 113:482–488. <https://doi.org/10.1093/jee/toz277>
- ALMEIDA ACS, JESUS FG, HENG-MOSS TM, LANNA AC, BARRIGOSI JFA (2021) Evidence for rice tolerance to *Tibraca limbativen- tris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Pest Manag Sci* 77:4181–4191. <https://doi.org/10.1002/ps.6455>
- ALMEIDA, A. C. S.; , C. L. T.; PAIVA, L. A; ARAUJO, M. S., JESUS, F. G. Antibiosis in Soybean Cultivars to *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, v.100, p.334-338, 2017.
- ARNASON, J. T., J. D. H. LAMBERT, J. GALE, J. MIHM, M. BJARNASON, D. JEWELL, J. A. SERRATOS, J. FREGEAU-REID, AND L. PIETRZAK. 1993. Is “Quality Protein” Maize more susceptible than normal varieties to attack by the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais*? *Postharvest Biol. Technol.* 2: 349–358.
- BALDIN, E.L.L., VENDRAMIM, J.D., LOURENÇÃO, A.L., 2019. Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações. FEALQ, Piracicaba, 493 p.
- BARRIGOSI, J.A.F., MARTINS, J.F., 2015. Manejo de Pragas. In: BORÉM, A., RANGEL, P.H.N (Eds.), *Arroz do plantio a colheita*. Editora UFV, Viçosa, pp. 178–198.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determination of the resistance types to *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean genotypes. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 2, p. 607-618, 2015.
- CASTELLANOS NL., HADDI, K., CARVALHO GA., DE PAULO, PD., HIROSE E., GUEDES, RNC., SMAGGHE, G., OLIVEIRA, EE. 2019. Imidacloprid resistance in

the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*: selection and fitness costs. *Journal of Pest Science*, 92: 847-860.

CHAUDHARY, RC., KHUSH GS., HEINRICHS EA. 1984. Varietal resistance to rice stem-borers in Asia. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 5: 447-463.

CONAB, Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 7 - Safra 2019/20, n.6 - Sexto levantamento, 2020.

CORRÊA F., SILVA, C. L. T.; PELOSI, A. P.; ALMEIDA, A. C. S.; HEINRICHS, E. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; JESUS, F. G. Resistance in 27 rice cultivars to sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 111, n. 1, p. 422-427, 2018.

CUNHA, A. A., D. RÉZIO, M. C. R. SILVA, AND A. H. GARCIA. 1999. Níveis de resistência de populações de milho de alta qualidade proteica ao *Sitophilus zeamais*. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 29: 43-47.

FERREIRA E., BARRIGOSI J. A. F. 2003. A Field technique for infesting rice with *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) and evaluating insecticide treatments. *Neotrop. entomol.* 32:2 <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200030>

FERREIRA JR, E.; CASTRO, E. M.; FERREIRA, E.; MORAIS, O. P. 1998. Potencial genético da população de arroz de sequeiro CNA 8 para um programa de seleção recorrente visando a resistência à broca do colo, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848).. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 22:3, 318-322.

FERREIRA, E.; CZEPAK, C. 1997. influencia de épocas de plantio, inseticidas e população de plantas sobre pragas e rendimento do arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n.5, p. 471-480.

FERREIRA, M. E., M. I. O. PENTEDO, C. BRONDANI, A. BELO, M. A. FERREIRA, AND P. H. N. RANGEL. 2000. Caracterización y uso de marcadores RAPD y micro- satélites (SSR) en el monitoreo del programa de mejoramiento

poblacional en arroz. In: E. P. Guimarães (Ed.), Avances en el mejoramiento poblacional en arroz. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás.

FRANÇA LL, DIERINGS CA, ALMEIDA ACS, ARAUJO MS, HEINRICHS EA, SILVA AR, BARRIGOSI JAF, JESUS FG (2018) Resistance in rice to *Tibraca limbaventrís* (Hemiptera: Pentatomidae) induced by plant silicon content. *Fla Entomol* 101:587–591.

JIANG WH., LI HD., CHENG XF., YE JR., FENG YB., HAN ZJ. 2015. Study on host plants for reproduction of *Chilo suppressalis*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18:3, 591-595.

JOYCE, A. L., W. H. WHITE, G. S. NUSSLY, M. A. SOLIS, S. J. SCHEFFER, M. L. LEWIS, R. F. MEDINA. 2014. Geographic population structure of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae), in the Southern United States. *PLoS One*. 9: 110036.

JUNG K., AN, G., RONALD, P.C.; Towards a better bowl of rice: assigning function to tens of thousands of rice genes. *Nature Reviews Genetics*, v.9, n.1, p. 91-101, 2008.

MULCAHY MM, REGAN TE. (2019). Interaction of cultural, biological, and varietal controls for management of stalk borers in Louisiana sugarcane. *Insects* 10:305. <https://doi.org/10.3390/insects10090305>

NASCIMENTO, J. B., BARRIGOSI, J. A. F. BORBA, T. C. O. MARTINS, J. F. S. FERNANDES, P. M. MELLO, R. N. 2015. Evaluation rice genotypes for sugarcane borer resistance using phenotypic methods and molecular markers. *Crop Prot.* 67: 43–51.

NASCIMENTO, J.B., BARRIGOSI, J.A.F., 2014. Responses of rice mini-core collection accessions to damage by *Diatraea saccharalis* (Fabricius) stem borer. *Agric Sci.* 5, 776-784.

PELOSI, A. P., DA SILVA, F. C., VAZ, A. G. ALMEIDA, A. C. S., SILVA, A. R., JESUS, F. G., BARRIGOSI, J. A. F. 2023. Tolerance in rice genotypes to the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biologia*. <https://doi-org.ez369.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11756-023-01358-x>

R CORE TEAM. 2017. R: the R project for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Version 3.3.3.

SEIFI, A., R. G. F. VISSER, AND Y. BAI. 2013. How to effectively deploy plant resistances to pests and pathogens in crop breeding. *Euphytica*. 190: 321–334.

SMITH, C.M., 2005. Plant resistance to arthropods: Molecular and conventional approaches (p. 423). Berlin: Springer.

SOUZA, D. M. G., E. LOBATO. 2004. Cerrado: Correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília - DF.

TUELHER ES., DA SILVA, EH., RODRIGUES, H.I., HIROSE, E., GUEDES, RNC., OLIVEIRA, EE. 2018. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. *Journal of Pest Science*, v. 91, p. 849-859.

VAN, T. K., AND G. K. GUAN. 1959. The resistance of *Oryza ridleyi* Hook, to paddy stem borer attack. *Malays. Agric. J.* 42: 207–210.