

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

FRANCISCO ANTÔNIO DE SOUZA PEREIRA

**Taxonomia integrativa de *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoide de
Rupela albinella (Lepidoptera: Crambidae) em cultivo de arroz**

São Luís

2022

FRANCISCO ANTÔNIO DE SOUZA PEREIRA

**Taxonomia integrativa de *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoide de
Rupela albinella (Lepidoptera: Crambidae) em cultivo de arroz**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joseane Rodrigues de Souza

São Luís

2022

Pereira, Francisco Antônio de Souza.

Taxonomia integrativa de *Telenomus* sp.nov. 1 (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoide de *Rupela albinella* (Lepidoptera: Crambidae) em cultivo de arroz / Francisco Antônio de Souza Pereira. – São Luís, 2022.

35 f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Joseane Rodrigues de Souza.

1. Inimigo natural. 2. Noiva-do-arroz. 3. *Oryza sativa*. 4. Taxonomia molecular.
I. Título.

CDU: 633.18-293.71

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

FRANCISCO ANTÔNIO DE SOUZA PEREIRA

**Taxonomia integrativa de *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoide de
Rupela albinella (Lepidoptera: Crambidae) em cultivo de arroz**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Joseane Rodrigues de Souza

Aprovada em: 12/01/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Joseane Rodrigues de Souza
Doutora em Agronomia
Universidade Estadual do Maranhão

Prof^ª. Dr^ª. Gislane da Silva Lopes
Doutora em Agronomia
Universidade Estadual do Maranhão

Prof^ª. Dr^ª. Luciana Morais de Freitas
Doutora em Agronomia
Centro Universitário ICESP

A Deus, que sempre me deu forças para lutar pelos meus objetivos. As duas pessoas que sempre me encorajaram nos momentos mais difíceis da minha vida, minha mãe Rosilene Souza e meu pai Givaldo Neco, Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelo dom da vida e a sabedoria, por ter colocado em meu caminho pessoas tão especiais que me ajudaram na realização deste trabalho.

Aos meus pais, meus maiores professores, Rosilene Souza e Givaldo Neco, que sempre abriram mãos dos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus e mesmo distantes fisicamente se fizeram presentes ao longo desse percurso. Obrigado Mãe! Obrigado Pai!

Aos meus queridos irmãos, Ricardo Souza, Rosilane Souza, Ana Claudia Souza, Lucas Souza e Maria Vitória Souza, que mesmo com a distância me apoiaram com mensagens de incentivo e carinho para que eu fosse até o fim com força e determinação.

A todos os professores do Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão pelos ensinamentos e os demais colaboradores da referida Universidade.

À professora Dr.^a Joseane Rodrigues de Souza, minha orientadora, pelos ensinamentos, críticas, incentivo, confiança e por dispor de seu tempo para me auxiliar. Obrigado por tudo!

Aos colegas do grupo de pesquisa, Antônio Jacinto e Matheus Henrique Lima que auxiliaram na coleta dos insetos e a MSc. Ana Paula G. da S. Wengrat do Laboratório de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (Piracicaba, SP) que contribuiu com o sequenciamento de DNA dos parasitoides, meu muito obrigado pois eu não teria conseguido atingir o objetivo final da pesquisa sem a ajuda de vocês. Enfim, a todos meu muito obrigado!

RESUMO

Na região da Baixada maranhense, *Rupela albinella* Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae) tem se tornando um problema nas lavouras de arroz irrigado. O controle biológico destaca-se como uma alternativa importante para o controle de insetos-praga do arroz e nesse contexto os parasitoides de ovos são considerados importantes agentes de mortalidade natural no ambiente. Em massas de ovos de *R. albinella* no Maranhão, *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae) foi reportado pela primeira vez no arroz. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi fazer a confirmação da espécie com o auxílio da taxonomia integrativa, bem como verificar a diversidade genética de *Telenomus* sp. n. oriunda de ovos de *R. albinella*. A pesquisa foi conduzida na safra 2019/2020, entre os meses de janeiro a abril em lavoura comercial de arroz irrigado. A coleta das massas de ovos de *R. albinella* ocorreram ao longo das fileiras de plantio do arroz, e posteriormente acondicionadas em potes plásticos. No laboratório, foram observadas diariamente para se verificar a emergência dos parasitoides e após a morte, foram preservados em álcool 96%. Posteriormente, cerca de 400 indivíduos de *Telenomus* sp. n. foram enviados para o Laboratório de Ecologia Molecular de Artrópodes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP para a realização do sequenciamento do DNA. Para extração de DNA genômico total foram utilizados um macho e uma fêmea de *Telenomus* sp. n. que foram submetidos à amplificação por reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando primers específicos e sequenciamento do gene COI, a partir de um fragmento do gene mitocondrial Citocromo C Oxidase subunidade I (COI), correspondente a região barcode. Foram produzidas duas sequências de aproximadamente 570 pb para a região barcoding dos dois indivíduos com a região barcode idêntica, não houve, portanto, diversidade genética. Quando foi submetida as sequências ao banco de dados do Barcode of Life Systems e BLASTn, foi obtida homologia de aproximadamente de 91% com sequências denominadas *Telenomus* sp. coletados no Canadá. Portanto, esse estudo além de fornecer dados moleculares, poderá servir como ferramenta útil para análise da distinção de espécies do gênero *Telenomus*, uma vez que poucos relatos de parasitoides de ovos de *R. albinella* foram identificadas no Brasil.

Palavras-chave: Inimigo natural. Noiva-do-arroz. *Oryza sativa*. Taxonomia molecular.

ABSTRACT

In the Baixada Maranhense region, *Rupela albinella* Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae) has become a problem in irrigated rice fields. Biological control stands out as an important alternative for the control of insects-pests in rice and, in this context, egg parasitoids are considered important agents of natural mortality in the environment. In *R. albinella* egg masses in Maranhão, *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae) was first reported in rice. In this sense, the objective of the research was to confirm the species with the assistance of integrative taxonomy, as well as verify the genetic diversity of *Telenomus* sp. n. from eggs of *R. albinella*. The research was conducted in the 2019/2020 crop, between January and April in a commercial irrigated rice crop. The collection of egg masses of *R. albinella* took place along the rice planting rows, and later placed in plastic pots. In the laboratory, samples were observed daily to verify the emergence of parasitoids and after death, they were preserved in 96% alcohol. Subsequently, about 400 individuals of *Telenomus* sp. n. were sent to the Laboratory of Molecular Ecology of Arthropods of the Faculty of Agriculture "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba, São Paulo for DNA sequencing. To extract total genomic DNA, a male and a female of *Telenomus* sp. n. that were subjected to amplification by polymerase chain reaction (PCR) using specific primers and sequencing of the COI gene, from a fragment of the mitochondrial gene Cytochrome C Oxidase subunit I (COI), corresponding to the barcode region. Two sequences of approximately 570 bp were produced for the barcoding region of the two individuals with identical barcode region, therefore, there was no genetic diversity. When the sequences were submitted to the Baccorde of Life Systems and BLASTn database, homology of approximately 91% was obtained with sequences named *Telenomus* sp. collected in Canada. Therefore, this study, in addition to providing molecular data, may serve as a useful tool for analyzing the distinction between species of the genus *Telenomus*, since few reports of parasitoids from *R. albinella* eggs have been identified in Brazil.

Keywords: Natural enemy. Rice bride. *Oryza sativa*. Molecular taxonomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Adulto de <i>Rupela albinella</i> Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae).....	13
Figura 2. Ciclo biológico de <i>Rupela albinella</i> no arroz.....	13
Figura 3. Ovos de <i>Rupela albinella</i> ovipositados na face abaxial da folha de arroz.....	14
Figura 4. Lagarta de <i>Rupela albinella</i> Cramer.....	15
Figura 5. Macho e fêmea de <i>Rupela albinella</i> em lavoura de arroz.....	15
Figura 6. Sintoma de “coração-morto” na fase vegetativa (A) e de “panícula-branca” (B) na fase reprodutiva resultantes da alimentação de <i>Rupela albinella</i> no colmo do arroz.....	16
Figura 7. Amplicons observados sob luz ultravioleta, após eletroforese em gel de agarose 1,5% corado com SYBR Safe (Life Technologies).....	22
Figura 8. Cromatograma do sequenciamento obtido do gene mitocondrial citocromo oxidase I (COI) pelo método Sanger.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	REVISÃO LITERATURA	09
2.1	A cultura do arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) no Brasil	09
2.2	A cultura do arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) no Maranhão.....	10
2.3	Descrição e aspectos biológicos de <i>Rupela albinella</i>	12
2.4	Controle biológico na cultura do arroz	17
2.5	Taxonomia integrativa	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas mais importantes do mundo, tanto socialmente quanto economicamente. No Maranhão, a população total é de 7.114.598 (IBGE, 2020), parte desse montante é rural, composta em sua maioria por agricultores familiares, cujo sistema de produção baseia-se num consórcio de três ou mais culturas dentre as quais, o arroz, feijão, milho e a mandioca. No entanto, observa-se que ainda existe carência de alternativas tecnológicas adequadas às condições socioeconômicas desses agricultores, fazendo com que eles efetuem o cultivo com o uso de métodos extremamente ineficientes de produção agrícola (IBGE, 2016).

Além disso, tem importância na alimentação dos brasileiros (FERREIRA *et al.*, 2002), sendo considerada uma excelente fonte de energia para o organismo humano além de funcionar como reserva energética (MOURA, 2012).

Em se tratando de área plantada de arroz no Brasil na safra 2020/21 foi estimada em 1,676 milhão de hectares quando comparada aos 1,665 milhão semeados na safra 2019/20. A produtividade das lavouras foi estimada em 7.003 quilos por hectare, superior em 4,3% aos 6.713 quilos por hectare na temporada passada (CONAB, 2021).

O estado do Maranhão tem ocupado posição de destaque do ponto de vista social e econômico, pois é responsável por suprir a população com considerável aporte de calorias e proteínas na sua dieta básica. Em relação a área de produção foi de 95,2 mil ha⁻¹ com produção equivalente a 5.690 mil toneladas e produtividade de 3,47 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2021).

No entanto, o produtor maranhense ainda utiliza técnicas tradicionais de controle de insetos-praga e doenças nas lavouras de arroz, contribuindo com perdas tanto na quantidade como na qualidade do grão. E entre os insetos-pragas, *Rupela albinella* Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae), é uma mariposa branca conhecida vulgarmente como broca do arroz (VAN DINTHER, 1961) ou noiva-do-arroz (FERREIRA, 2006).

No que se refere aos sintomas decorrentes da alimentação das larvas nas plantas de arroz, a noiva-do-arroz provoca o sintoma de “coração-morto” na fase vegetativa e o sintoma de “panícula-branca” na fase reprodutiva contribuindo com redução significativa na produção de grãos. E quanto aos métodos de controle para *R. albinella* não existe nenhum agrotóxico registrado no Brasil (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS, 2021) havendo dessa forma a indicação de controle cultural e biológico para o manejo em lavouras de arroz (FERREIRA, 2006).

Quanto ao controle biológico, *Telenomus* sp. n. (Hymenoptera: Scelionidae) foi reportado como parasitoide de ovos de *R. albinella* em cultivo de arroz irrigado no Maranhão com parasitismo natural de 68,64% (BARROS, 2020). A presença desse parasitoide em áreas orizícolas do estado é importante para o sistema de manejo integrado de *R. albinella*. No entanto, o potencial de agentes de controle biológico levantados em estudos de *R. albinella* permanece pouco investigado.

Nesse sentido, a ocorrência da espécie *Telenomus* sp. n. abre perspectivas para que esse parasitoide seja estudado e informações acerca da caracterização molecular para o conhecimento da sua diversidade genética, permitem sua correta identificação e caracterização (CAMARGO, 2014; VIEIRA, 2011), bem como, a discriminação de espécies correlacionadas (ROUGERIE *et al.*, 2009). Além disso, as técnicas moleculares são úteis para o entendimento da relação parasitoide-hospedeiro tendo em vista programas de controle biológico (GARIEPY *et al.*, 2013; SOW *et al.*, 2019).

A identificação de espécies pertencentes ao gênero *Telenomus* é complexa devido ao seu tamanho microscópico (KENIS *et al.*, 2019), uma vez que, as técnicas atuais consistem na identificação morfológica por especialistas, que se torna mais trabalhosa e demorada (CHEN *et al.*, 2021).

Portanto, o objetivo da pesquisa é caracterizar por análise molecular a população de *Telenomus* sp. n. oriunda de ovos de *R. albinella* em lavoura de arroz no Maranhão, Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil

O cultivo do arroz se iniciou há mais de 6.500 anos (FERREIRA *et al.*, 2005). O arroz cultivado pertence à espécie *Oryza sativa* L., diferenciando-se em duas subespécies ou grupos varietais, a japônica e a indica. Além das diferenças no tipo de planta, os grupos apresentam diferentes tipos de grãos, por exemplo o grupo japônica, dominante em regiões elevadas do sudeste e sul da Ásia, clima temperado, grãos curtos e redondos, enquanto o grupo indica, está disseminado por toda a Ásia tropical e dominante no sul do continente indiano, apresenta grãos longos e finos (PINHEIRO, 1999).

Os genótipos de arroz irrigado cultivados no Brasil pertencem ao grupo Indica, sendo, na maioria dos casos, seleções locais de genótipos do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia, dos Programas do Instituto Internacional de

Pesquisa de Arroz, em Filipinas e do produto de cruzamentos entre esses mesmos genótipos. Os genótipos tradicionais de sequeiro do Brasil pertencem ao grupo japônica tropical (PINHEIRO, 1999).

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo o principal alimento para mais da metade da população do planeta. O cereal destaca-se principalmente em países em desenvolvimento, como por exemplo o Brasil, desempenhando um papel estratégico em níveis social e econômico (FAO, 2006). No mundo o consumo em média é de 54kg/pessoa/ano, e no Brasil é de 32 kg/pessoa/ano (EMBRAPA, 2013; USDA, 2020).

É um dos principais alimentos da dieta, sendo responsável pelo fornecimento de 715 kcal per capita por dia, contribuindo com 20% de proteínas, 27% de carboidratos e 3% de lipídios na alimentação (KENNEDY *et al.*, 2002). Esses dados evidenciam a importância desse cereal para a alimentação da população, e a falta deste pode representar risco à qualidade nutricional alimentar podendo afetar diretamente a saúde humana (WALTER *et al.*, 2008).

O arroz possui diversas propriedades nutricionais que podem estar presentes no farelo ou no endosperma e tem sido relacionado diretamente a efeitos benéficos no organismo humano (XIA *et al.*, 2003). Estudos demonstram que essas propriedades nutricionais podem ajudar na redução de lipídios séricos, no controle da glicose e pressão arterial além de auxiliar na prevenção de doenças crônicas como diabetes e outras doenças cardiovasculares (XIA *et al.*, 2003). Outras pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de evidenciar características nutricionais importantes do arroz, como por exemplo a obtenção de grãos com maior teor de vitamina A, ferro, zinco e aminoácidos (WALTER, M. *et al.*, 2008).

A orizicultura brasileira desempenha papel importante por produzir quantidade suficiente para suprir a demanda interna do país com excedente do cereal, sendo parte destinada ao mercado internacional (EMBRAPA, 2016). No entanto, a produção de arroz oscila a cada ano em quantidade, quanto em número de países produtores e exportadores O Brasil também importa arroz da Argentina, Paraguai e Uruguai, devido a competitividade e demandas do mercado (FERREIRA; MENDEZ DEL VILLAR, 2018) e se destaca como o terceiro importador líquido entre os maiores importadores mundiais (COSTA; SOUZA, 2019).

2.2 A Cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) no Maranhão

Os açorianos adentraram com o arroz vermelho no Maranhão provavelmente entre os anos de 1619 a 1649, sendo cultivado quase que exclusivamente até 1772, pois o cultivo foi

proibido para estimular a produção do arroz branco. Por sua vez, o arroz branco é conhecido como arroz de Carolina e seu plantio foi incentivado para abastecer principalmente Portugal, que naquela época enfrentava problemas de déficit de cereais (CONAB, 2015).

Na década de 1970, o estado do Maranhão chegou a ser o primeiro produtor de arroz de sequeiro no Brasil e o segundo maior produtor participando com 18% da produção nacional e responsável por ocupar 20% das áreas de cultivo. No entanto, a partir de 1980, as áreas tradicionais de cultivo, localizadas no vale de rios, passou a ser ocupada pela pecuária bovina, causando redução em áreas plantadas e produção (CONAB, 2015).

O estado do Maranhão apresentou taxas negativas de crescimento para a produção, área colhida e produtividade, principalmente entre os anos de 1975 até 2010. Esse processo ocorreu devido ao declínio que levou a substituição gradual das áreas tradicionais de cultivo, nos vales dos principais rios e na Baixada Maranhense, pela pecuária, dessa forma, levou o arroz a migrar para terrenos menos férteis.

Em 2010, o município de Arari (4,13 t/ha) se destacou como o maior produtor no estado em relação a produtividade, enquanto, em termos de produção Grajaú (18.880 ton) e Caxias (10.079 ton) se sobressaíram, e já em relação a área colhida a queda na produção de arroz no estado está diretamente relacionada com a redução da área colhida (ZONTA; SILVA, 2014). Em 2019, os dez maiores municípios produtores de arroz em casca no estado foram: Grajaú (13.171 ton), São Mateus do Maranhão (12.434 ton), Arari (11.822 ton), Vitória do Mearim (5.896 ton), Riachão (5.105 ton), Balsas (5.059 ton), Alto Parnaíba (3.720 ton), Viana (3.476 ton) Codó (3.203 ton) e Tuntum (3.028 ton) (SAGRIMA, 2020).

O arroz no Maranhão é um produto de grande valor social devido ao seu relevante papel na dieta maranhense e econômico na participação da economia do estado. Excetuando-se o sistema de cultivo em alguns plantios mecanizados em terras altas, em várzea com irrigação controlada, além do plantio consorciado ou solteiro com baixa tecnologia (MOURA, 2017).

Quanto aos sistemas de cultivo do arroz adotados no estado do Maranhão, têm-se destacado o de terras altas, cujo parte do solo fica submersa a uma lâmina de água, ou seja, a lavoura é naturalmente “irrigada” com água pluvial, o que torna esse sistema conhecido como arroz de sequeiro favorecido. E nessas áreas é possível atingir uma produtividade de até 10 t/ha, com a vantagem de ter um custo de produção bem menor do que no sistema irrigado, pois não há gastos com o bombeamento da água para dentro da lavoura, nem investimentos em infraestrutura de irrigação (ABREU *et al.*, 2017).

Outro modelo de cultivo é o arroz irrigado, onde arroz irrigado produziram mais, tanto no ambiente com alta tecnologia (São Mateus do Maranhão), quanto no ambiente de

média tecnologia (Itapecuru Mirim) (ABREU *et al.*, 2017), com o uso sistemático de irrigação por inundação (GASPAR *et al.*, 2005).

De acordo com Ferraz Júnior (2000) o sistema denominado de vazante de cultivo de várzeas úmidas não-sistematizadas, é caracterizado pelos agricultores quando se dão em função dos regimes pluvial, fluvial e da fertilização periódica dos solos rico em matéria orgânica e com outros sedimentos. Esse sistema é denominado pelos agricultores maranhenses e por outras regiões do Nordeste, como plantio em vazante ou simplesmente vazante, em função a vazão das águas de lagos ou rios e, nas margens dos quais se dá o cultivo dos mais variados produtos agrícolas, em especialmente o do arroz (VARGAS, 1999).

O arroz no sistema de terras altas tem se destacado entre a grande maioria dos produtores maranhenses em ambiente da agricultura familiar, onde muitos não dispõe de tecnologias para atingir produtividade satisfatória (SANTIAGO, 2017), é realizado em pequenas áreas conhecidas por “roça no toco”. Nesse sistema, a cultura do arroz é mantida com baixo grau técnico, em consórcio muita das vezes com milho e feijão, onde o produtor desmata a mata nativa e faz o plantio após a queima das árvores e arbustos, sendo a colheita realizada manualmente e a secagem dos grãos feita na própria lavoura ou no “quintal de casa”, o que resulta muitas vezes em grãos de baixa qualidade (MÉNDEZ DEL VILLAR *et al.*, 2001).

2.3 Descrição e aspectos biológicos de *Rupela albinella*

Rupela albinella Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae) conhecida vulgarmente como broca do arroz (VAN DINTHER, 1961) e noiva-do-arroz (FERREIRA, 2006). É assim designada, por ser uma mariposa de cor branca com aparência sedosa e próximo à cabeça apresenta tufo de pelos brancos com aspecto parecido a uma grinalda de noiva (Figura 1) (HICKEL *et al.*, 2018).

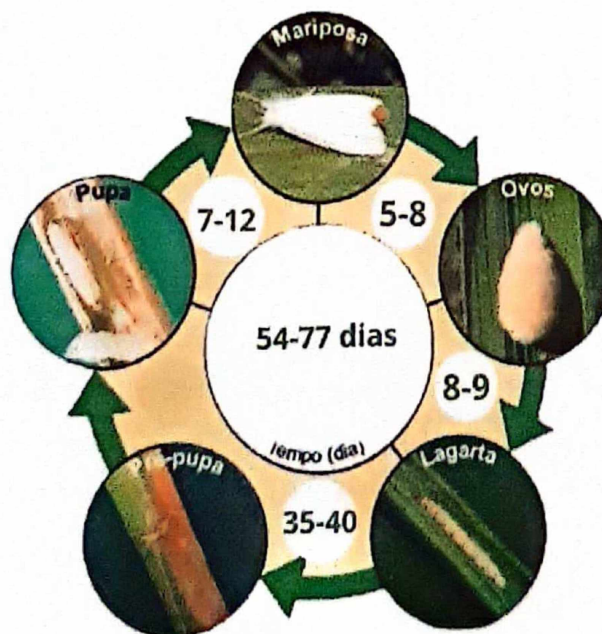
Figura 1. Adulto de *Rupela albinella* Cramer, 1781 (Lepidoptera: Crambidae).



Fonte: HICKEL, E. (2019). < https://www.researchgate.net/publication/330480952_Ficha_Tecnica_-_Noiva-do-arroz>

O ciclo biológico de *R. albinella* é de 54 a 77 dias, sendo que a fase de ovo apresenta duração de 7 dias, a de larva de 35-40 dias e a de pupa de 7-12 dias (FERREIRA, 2006). Os adultos apresentam longevidade em torno de quatro a seis dias e migram para os arrozais quando as plantas têm aproximadamente 30 dias de idade (FERREIRA, 2006).

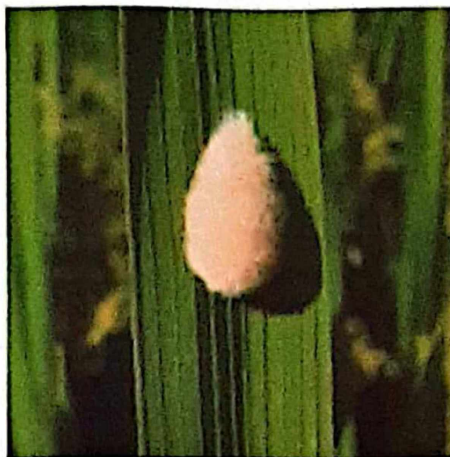
Figura 2. Ciclo biológico de *Rupela albinella* no arroz.



Fonte: HICKEL, E., *et al.* (2018). < <https://www.epagri.sc.gov.br/>>

Os ovos de *R. albinella* são planos e elípticos com 1,0 mm de dimensão e apresentam coloração amarelada quando recém ovipositados e avermelhados ao final do período de incubação (Figura 3) (FERREIRA, 2006). E são inseridos em associações na planta hospedeira na face adaxial (parte superior) das folhas de arroz (VAN DINTHER, 1961) sendo revestidos por uma massa esbranquiçada de aparência de um floco de algodão (HICKEL *et al.*, 2018). Após os intervalos de 8 a 9 dias ocorre a eclosão das larvas e em poucas horas, migram para a região axial da folha, perfurando a bainha e penetrando na região do entrenó na parte oca, podendo também atingir o interior do caule abrindo galerias no colmo da planta (VAN DINTHER, 1961).

Figura 3. Ovos de *Rupela albinella* ovipositados na face abaxial da folha de arroz.



Fonte: HICKEL, E. (2019). < https://www.researchgate.net/publication/330480952_Ficha_Tecnica_-_Noiva-do-arroz >

O período larval de *R. albinella* pode variar de 28 a 36 dias e ocorre cinco ecdises. As lagartas apresentam de 25 a 35 mm de comprimento com três pares de pernas torácicas e cinco abdominais e a cabeça é de cor amarela ou marrom-escuro e o restante do corpo é marrom-claro (Figura 4) (FERREIRA, 2006).

Figura 4. Lagarta de *Rupela albinella* Cramer.

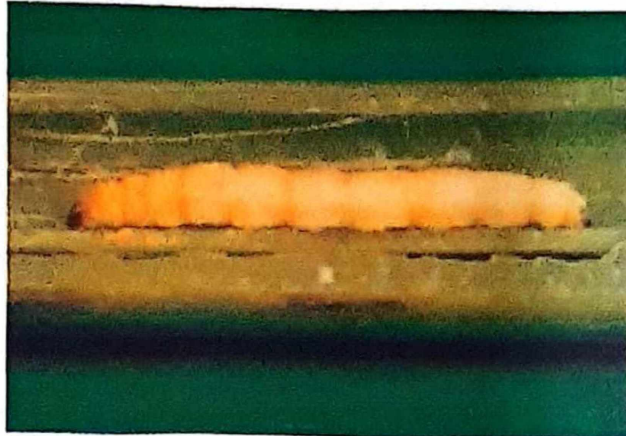


Foto: HICKEL, E. (2019). < https://www.researchgate.net/publication/330480952_Ficha_Tecnica_-_Noiva-do-arroz>

A fase de pupa acontece dentro do entrenó da planta e dura de 10 a 13 dias (VAN DINTHER, 1961). As pupas são de cor marrom-claro, com 10 a 20 mm de comprimento e essa fase ocorre no interior do colmo (FERREIRA, 2006). Os adultos apresentam coloração branca e medem aproximadamente 40mm de envergadura (FERREIRA, 2006). As fêmeas são maiores e mais robustas em comparação aos machos (Figura 5). Além disso, as fêmeas se diferenciam-se dos machos pela presença de pelos de coloração alaranjada no último segmento do abdome (HICKEL *et al.*, 2018). Cada fêmea realiza de duas a três posturas com 80 a 120 ovos (FERREIRA, 2006).

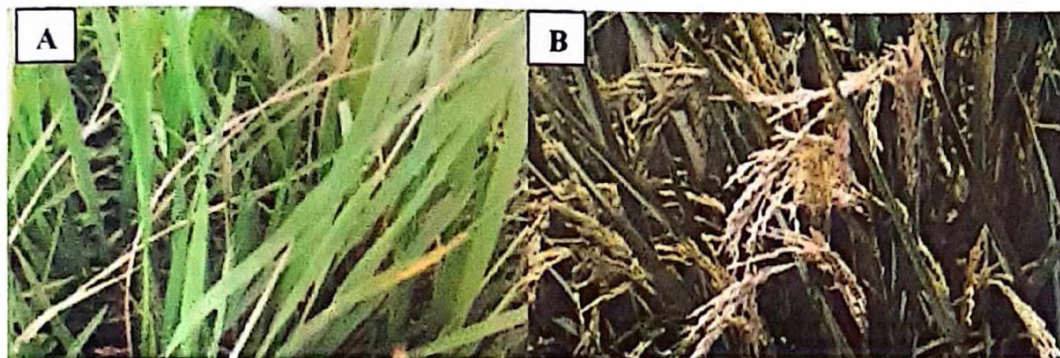
Figura 5. Macho e fêmea de *Rupela albinella* em lavoura de arroz.



Foto: PEREIRA, F. A. D. S. (2019).

Os danos nas plantas de arroz são provocados pelas lagartas que alimentam-se do parênquima das folhas, principalmente no tecido interno das bainhas e provocam manchas marrom-amareladas. Depois da primeira ecdise, no segundo instar penetram nos colmos, no anel de crescimento logo acima do nó, onde constroem galerias. Na fase vegetativa do arroz, causa o sintoma de “coração morto” e na fase reprodutiva o de “panícula branca”, sendo que 10 % de coração morto e 1% do sintoma de panícula branca, resultando assim em 2% a 3% de perdas na produção de grãos (FERREIRA, 1998), podendo essa perda ser aumentada caso não ocorra o controle dessa praga na lavoura.

Figura 6. Sintoma de “coração-morto” na fase vegetativa (A) e de “panícula-branca” (B) na fase reprodutiva resultantes da alimentação de *Rupela albinella* no colmo do arroz.



Fonte: HICKEL, E. (2019). < https://www.researchgate.net/publication/330480952_Ficha_Tecnica_-_Noiva-do-arroz >

Em lavoura de arroz irrigado em Santa Catarina Hickel e Oliveira (2021), a mariposa apresentou ocorrência e com maior intensidade-no mês de março no Litoral Norte e em dezembro no Sul do estado e por sua vez é considerada como praga de ocorrência esporádica.

Quanto aos fatores que podem estar relacionados a suscetibilidade de ataque de *R. albinella* nas lavouras de arroz, cita-se as cultivares de maior porte e com folhas lisas e colmos mais grossos e principalmente quando submetidas a elevadas doses de nitrogênio (SOSBAI, 2014), pois o excesso do fertilizante tem relação com o a incidência de maior dano de *R. albinella* nas lavouras de arroz (FERREIRA, 2006).

Além disso, para *R. albinella* não existe nenhum agrotóxico registrado no Brasil para o seu controle (AGROFIT, 2021) havendo dessa forma a indicação do controle cultural e biológico para o manejo em lavouras de arroz (FERREIRA, 2006). E entre as medidas culturais,

destaca-se a destruição de restos culturais, evitar escalonar o plantio de arroz além da adubação equilibrada de nitrogênio (FERREIRA, 2006).

2.4 Controle biológico na cultura do arroz

De acordo com Van Lenteren *et al.*, (2018), o controle biológico ocorre quando se faz o uso de uma determinada população de um organismo para reduzir a população de outro organismo considerado praga. O controle biológico é classificado em controle biológico natural, clássico, de conservação e aumentativo (EILENBERG *et al.*, 2001; COCK *et al.*, 2010).

No controle biológico natural os organismos considerados pragas são reduzidos por organismos benéficos de ocorrência natural no ambiente, sem intervenção humana e representa em se tratando de termos econômicos, o que mais contribui para o controle de pragas na agricultura (WAAGE; GREATHEAD, 1988). No controle biológico clássico, os inimigos naturais são coletados em uma região de exploração e liberados em área de interesse para controlar a praga, e também apresentar benefícios econômicos, pois reduz a população de pragas (COCK *et al.*, 2010).

O controle biológico por conservação consiste em ações humanas que protegem e estimulam o desempenho de inimigos naturais que ocorrem naturalmente no ambiente (MENDES *et al.*, 2011). Segundo Van Lenteren *et al.* (2018), essa forma de controle biológico vem recebendo atenção para o controle de pragas. E por fim, o controle biológico aumentativo os inimigos naturais (predadores, parasitoides ou microrganismos) são criados em massa para liberação em grandes números, seja para controle de pragas durante várias gerações em lavouras com um longo ciclo de produção ou para obter o controle imediato de pragas em lavouras com um ciclo de produção curto (COCK *et al.*, 2010).

A situação do manejo integrado de insetos-praga da cultura do arroz no Brasil, a curto prazo, poderia ser melhorada se o conhecimento científico e tecnológico, já disponível, fosse utilizado. Há recomendações de várias estratégias a exemplo do controle biológico (MARTINS *et al.*, 2009).

O controle biológico com a utilização de inimigos naturais como parasitoides, predadores e entomopatógenos podem ser alternativas, pois estes são capazes de regular as pragas em seu ambiente natural reduzindo a densidade das suas populações e conseqüentemente os danos as plantas hospedeiras (FRITZ *et al.*, 2008). Nesse sentido, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma prática que vem sendo difundida na cultura do arroz no Brasil, onde agricultores e pesquisadores têm buscado estratégias para o manejo de pragas.

A eliminação dos organismos considerados importantes no controle biológico tem prejudicado a eficiência desse controle no MIP. Além disso, a ausência de inimigos naturais tem levado a um constante aumento dos insetos fitófagos, o que tem sido um dos fatores limitantes na cadeia produtiva do arroz.

Apesar dos registros da ocorrência de parasitismo natural por parasitoides em ovos de *R. albinella* em arroz no Brasil (FERREIRA *et al.* 2001; SILVA 2018; BARROS, 2020) não existem informações suficientes sobre esses agentes de controle biológico em lavouras de arroz.

Os parasitoides himenópteros são importantes controladores de populações de larvas de Lepidoptera, uma vez que, possuem alta densidade populacional quando comparado com outras ordens de insetos, sendo o recurso mais abundante em termos de biomassa (FERNADEZ; SHARKEY, 2006). Por regular as populações de outros insetos, muitas espécies de himenópteros são utilizadas no controle biológico e/ou integrado de pragas agrícolas com sucesso (PERIOTO, 2002).

O ciclo biológico de um parasitoide tem início na busca pelo hospedeiros, que no caso, muita das vezes é realizada pelas fêmeas. Em alguns casos, a oviposição é feita no ambiente em que se encontra. Esse processo externo de oviposição pode ser, com ovos depositados no tegumento do hospedeiro, ou internamente, geralmente observado em himenópteros, que podem utilizar seu ovipositor que facilita o processo de parasitismo, como vírus ou células nutricionais, venenos junto aos seus ovos (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

Dessa forma, algumas espécies de parasitoides parasitam ovos de *R. albinella*, como as que pertencem a família Trichogrammatidae (*Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma lasallei* Pinto) e Platygasteridae (*Telenomus* sp. nov. 1 e *Telenomus* sp. nov. 2) (SILVA, 2018). E recentemente, *Telenomus* sp. n. foi reportado como parasitoide de ovos de *R. albinella* em cultivo de arroz irrigado no Maranhão (BARROS, 2020)

2.5 Taxonomia integrativa

A taxonomia integrativa é uma ferramenta que se utiliza marcadores moleculares (DNA nuclear e/ou mtDNA), caracteres morfológicos e ecológicos, com a finalidade de auxiliar na identificação da biodiversidade global (SEBERG *et al.*, 2003). Dayrat (2005) relatou que uma abordagem integrativa deverá fazer da taxonomia, pois, devido a sua complexidade, a diversidade precisa ser estudada por meio de perspectivas múltiplas e complementares.

Além disso, o sequenciamento de DNA tem fornecido informações valiosas e tem reforçado e complementado os dados ecológicos e morfológicos, fazendo contribuições significativas para o entendimento dos processos evolutivos em insetos (CATERINO *et al.*, 2000). Embora, ocorra controversas sobre o assunto entre os sistematistas na escolha de marcadores genéticos para a construção de filogenias, o que explica o grande número de trabalhos usando genes diferentes. Essa situação problemática não é predominante em outros grupos, como plantas e vertebrados. Para ambos, geralmente há um reduzido grupo de marcadores aceitos como padrão, sendo usados globalmente para todos os táxons com o intuito de acumular dados similares (CATERINO *et al.*, 2000; GENBANK, 2017).

HOFFMANN-CAMPO *et al.* (2012), relatam que as informações geradas por sequenciamento de alguns genes podem proporcionar conhecimentos importantes na identificação de espécies a partir de um ovo por exemplo, partes do corpo ou pedaços de tecidos. Assim, ovos de insetos filogeneticamente próximos podem apresentar características muito semelhantes, dificultando a identificação das espécies (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2012). Desse modo, por meio técnicas apropriadas, é possível realizar a extração de DNA de um único ovo, amplificar parte do seu DNA mediante reação em cadeia da polimerase (PCR) e realizar o corte do DNA amplificado com enzimas de restrição (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Dessa forma, a importância de se amostrar diversos genes nas reconstruções filogenéticas é bem reconhecida (RANNALA, YANG, 2008). O DNA mitocondrial e o ribossomal nuclear são alvos convenientes devido aos sítios de ligação conservados para os primers e a facilidade de amplificação baseada em seu número de cópias elevadas. Ainda assim, ambos podem ser problemáticos para resolver relações filogenéticas profundas: ser modificado por bactérias simbiotes do organismo ou o DNA mitocondrial pode apresentar uma taxa elevada de mutações em alguns genes (MORAIS *et al.*, 2012).

O DNA mitocondrial acaba sendo o mais comumente utilizado para a caracterização molecular de insetos, exemplo disso, é a técnica molecular denominada “DNA barcoding”, funciona como um sistema bioindicador (GULLAN; CRANSTON, 2017).

Os produtos resultantes quando separados em géis de eletroforese geram um padrão de bandas de DNA, que pode ser o diagnóstico da espécie. Da mesma maneira, técnicas de biologia molecular podem auxiliar na identificação de insetos cujas fases imaturas apresentam pouca diferenciação ou nenhuma caracterização morfológica descrita. Segundo (CABRERA *et al.*, 2008) estudos de caracterização morfológica de espécies novas podem ser complementados com a caracterização molecular de genes ou parte deles, de forma a enriquecer a descrição da espécie e facilitar estudos posteriores.

Hebert *et al.* (2003) propuseram que um sistema de código de barras de DNA para a vida animal poderia ser baseado na diversidade de sequência no citocromo *c* subunidade I da oxidase (COI). Eles estabeleceram ainda que a diversidade nas sequências de aminoácidos codificadas pela seção 5' deste gene mitocondrial era suficiente para colocar as espécies de forma confiável em categorias taxonômicas mais altas, podendo ser de filos a ordens. Além disso, baseado no COI diante do sistema de identificação poderia ser desenvolvido para boa parte dos animais sem restrição.

O grande desafio para os pesquisadores é a identificação rápida e confiável de parasitoides, e principalmente quando encontram espécies de *Trissolcus*, incluindo *Tr. japonicus*, apresenta cerca de 1 mm de comprimento. No entanto, os métodos atuais dependem muito da identificação morfológica de especialistas, o que leva a demora da identificação, tornando-a difícil e trabalhosa para quem não tem treinamento extensivo.

Portanto, a utilização de um método específico usando ferramentas moleculares pode fornecer resultados rápidos e confiáveis na identificação de microhimenópteros coletados. Dessa forma, foi ocorrido por Chen *et al.* (2021) que otimizaram e validaram com a identificação por meio de métodos convencionais de extração de DNA, PCR e eletroforese em gel da vespa *Tr. japonicus*, uma vez que, ela parasita ovos de percevejo marrom, e com novos primers específicos de espécies que almejam a região variável da subunidade I da citocromo *c* oxidase mitocondrial (COI) locus pode-se a chegar a identificação de espécies.

Wengrat *et al.* (2021), usaram uma abordagem integrativa para identificar parasitoides de ovos de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) e *S. cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras de milho e soja no Brasil, e por meio da combinação de uma chave taxonômica baseada na genitália masculina com código de barras de DNA, e por meio de um fragmento do gene mitocondrial da subunidade I da citocromo *c* oxidase, chegaram a identificação do parasitoide *Telenomus remus* nas posturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A população de insetos foram coletados em 2 ha⁻¹ de lavoura comercial de arroz irrigado no município de Arari, MA (latitude 03°27'14"S e longitude 44°46'48"W) entre os meses de março a maio de 2019. Na área não houve atribuição de tratamentos químicos ou biológicos e a cultivar de arroz plantada na lavoura comercial foi a 357 MA de ciclo de 133 dias, adaptada a Baixada Maranhense (RANGEL *et al.*, 2013).

As amostragens foram mensais ($n=3$) e iniciaram-se a partir dos 35 DAE (dias após a emergência das plantas) até o final do ciclo da cultura. As coletas ocorreram ao longo das fileiras de plantio do arroz e quando observadas as massas de ovos de *R. albinella* nas plantas, a parte da folha em que a massa de ovos estava depositada foi coletada manualmente (DEQUECH *et al.*, 2013). Em seguida, as massas de ovos foram acondicionadas em potes plásticos (10 cm de altura x 13 cm de diâmetro), numerados e conduzidos ao Laboratório de Entomologia da UEMA.

No laboratório, as massas de ovos de *R. albinella* foram mantidas em sala de criação a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas até a emergência dos parasitoides (DEQUECH *et al.*, 2004), sendo examinadas diariamente para verificar a eclosão de lagartas e a emergência dos parasitoides (DEQUECH *et al.*, 2013; SILVA, 2018).

Os parasitoides emergidos foram conservados em álcool a 96% e enviados posteriormente para taxonomista Nadja Silva da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, São Paulo, SP, para identificação morfológica a nível de família e gênero de acordo com Johnson (1984) e Masner (1976). Em seguida, uma amostra da população ($n = 400$) foi enviada para Ana Paula S. G. Wengrat do Laboratório de Ecologia Molecular de Artrópodes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (Piracicaba- SP) para a caracterização molecular e utilizada a metodologia não destrutiva com base no protocolo modificado por Wengrat *et al.* (2021).

Para extração de DNA genômico total foram utilizados um macho e uma fêmea de *Telenomus* sp. oriundos de massas de ovos de *R. albinella*. Os parasitoides foram submetidos à amplificação por reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando os primers específicos (WENGRANT *et al.*, 2021) e sequenciamento do gene COI, a partir de um fragmento do gene mitocondrial Citocromo C Oxidase subunidade I (COI), correspondente a região barcode (HEBERT *et al.*, 2003).

As reações de cadeia de polimerase foram realizadas contendo um volume final de 25 μL de concentrações dos componentes da reação segundo o trabalho de Garipey *et al.* (2014). As condições de amplificação utilizadas de 94°C por 5 min para desnaturação primária, depois 35 ciclos de 94°C por 45s, 57°C por 45s, 72°C por 1min e 30s, com extensão final a 72°C por 15 min. Os amplicons foram visualizados sob luz ultravioleta, após eletroforese em gel de agarose a 1,5% corado com SYBR Safe (Life Technologies).

O processo de purificação subsequente foi realizado usando-se 1 μl (20 U μl^{-1}) de Exonuclease I (Thermo Fisher Scientific TM) e 2 μl (1 U μl^{-1}) de fosfatase alcalina termossensível FastAP TM (Thermo Fisher Scientific TM) para 10 μl do produto final de PCR.

As condições do termociclador utilizados para a purificação consistiram em 37°C por 30 min, seguido de 80°C por 15 min. O sequenciamento bidirecional foi realizado pelo método Sanger.

Além disso, foi feita a análise da região barcode com os cromatogramas das sequências de cada indivíduo. Os indivíduos foram verificados, editados e alinhados para produção da sequência consenso no aplicativo Sequencher 4.8 (Gene Codes Corp., Ann Arbor, MI). Posteriormente, as sequências submetidas ao BOLDSystem (www.boldsystems.org/) e NCBI/BLASTn (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Os espécimes voucher identificados foram depositados na Coleção de Insetos Entomófagos "Oscar Monte", do Instituto Biológico, em Campinas, SP, Brasil e após a finalização da identificação a nível de espécie serão incluídos na coleção Entomológica Iraci Paiva Coelho da UEMA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Duas sequências de aproximadamente 570 pb foram produzidas para a região barcoding dos indivíduos coletados, sendo região barcode idêntica nas duas sequências, não havendo, portanto, diversidade genética (Figura 7).

Figura 7. Amplicons observados sob luz ultravioleta, após eletroforese em gel de agarose 1,5% corado com SYBR Safe (Life Technologies).

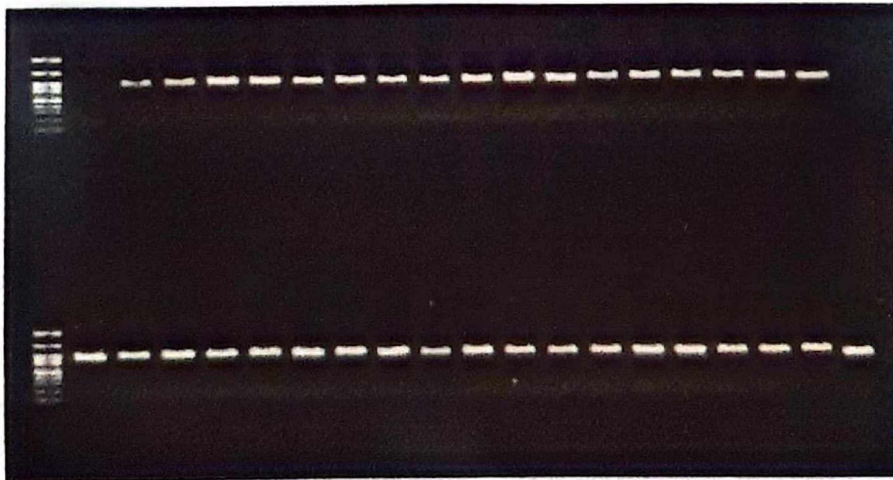


Foto: WENGRAT, A. P. S. G. (2021).

Quando foi submetida as sequências ao banco de dados do Barcode of Life Systems e BLASTn, foi obtida homologia de aproximadamente de 91% com sequências denominadas *Telenomus* sp. coletados no Canadá (Figura 8).

Figura 8. Cromatograma do sequenciamento obtido do gene mitocondrial citocromo oxidase I (COI) pelo método Sanger.

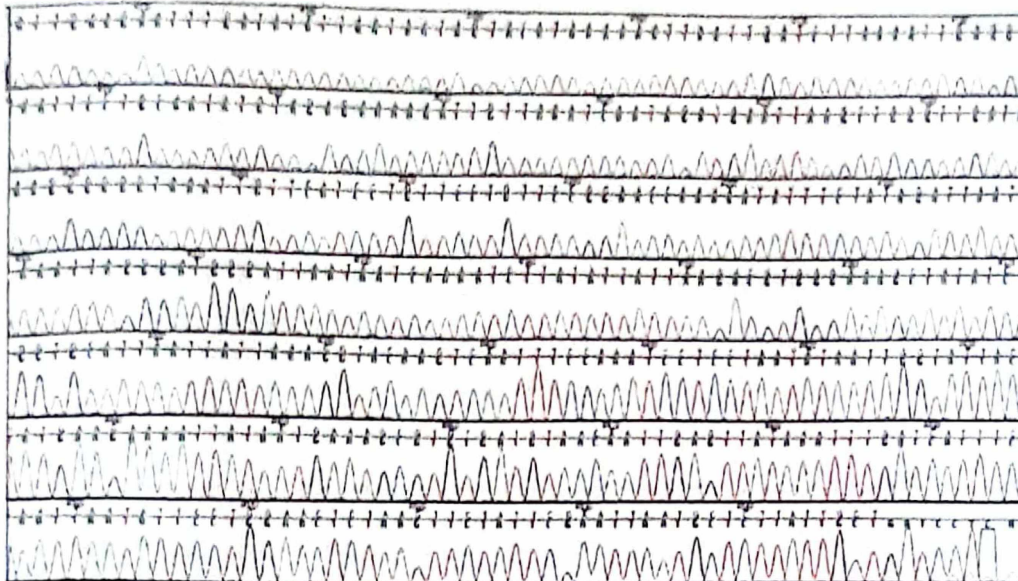


Foto: WENGRAT, A. P. S. G. (2021).

A técnica molecular do DNA Barcode mostrou-se eficiente na identificação da espécie *Telenomus* sp. nov 1 e confirma a presença de nova espécie de *Telenomus* sp. no Maranhão, Brasil. O parasitoide coletado nas massas de ovos de *R. albinella* no arroz em Arari, MA possui homologia a espécie de *Telenomus* sp. identificado no Canadá. Além disso, as duas sequências de *Telenomus* sp. nov 1 obtidas no estudo, não fornecem apenas dados moleculares, mas também serve como ferramenta útil para análise da distinção de outras espécies do gênero *Telenomus* no Brasil e no Maranhão, uma vez que poucas espécies de *Telenomus* sp. foram identificadas no Brasil.

No Brasil, existem relatos sobre a ocorrência de parasitoides de ovos de *R. albinella* na cultura do arroz nos estados do Tocantins do Goiás, Piauí e Maranhão segundo Silva (2018). com destaque para quatro espécies, duas pertencentes a família Trichogrammatidae com as espécies, *Trichogramma pretiosum*; *Trichogramma lasallei* e duas novas espécies pertencentes a família Platygasteridae pertencentes ao gênero *Telenomus* sp. nov. 1 e *Telenomus* sp. nov. 2, que foram identificados em nível morfológico. A espécie *Telenomus* sp. nov. 1 relatada por Silva (2018) no MA e também foi identificada por Barros (2020) como parasitoide de ovos de *R. albinella* em lavoura de arroz no município de Arari, Maranhão.

Wegrant *et al.* (2021) relataram que técnica molecular do DNA Barcode é uma ferramenta eficiente para identificação de *Telenomus* sp. coletados no Brasil e mostrou-se uma baixa distância genética quando comparados com a população de *Te. remus* obtidos nos laboratórios da Venezuela, além dos demais código de DNA de *Te. remus* obtidos em bancos de dados online.

De acordo com o primeiro relato de Kenis *et al.* (2019) de parasitoide de ovos de *Spodoptera frugiperda* em campo aberto da África no qual obteve das treze sequências (Benin-2, Costa do Marfim -1, Kenia- 1, Níger- 3, África do Sul -6) de código de barras resultante desse estudo 100% de homologia entre si, com identificação realizada por comparação dos dados disponibilizados em BOLD, ou seja, mais de 99% dos pares estudados mostraram-se correspondentes a uma série de 31 espécimes disponível em BOLD e caracterizadas como *Te. Remus*.

Portanto, a utilização da taxonomia integrada é um método mais eficiente e acessível para realização de extração e sequenciamento de DNA que se tornou uma alternativa viável para identificar formalmente as espécies (POLASZEK *et al.*, 2021). Portanto, trata-se de uma metodologia muito indicada para a elaboração de códigos de barras de DNA, tendo em vista que, esses insetos podem ser base para pesquisas futuras (WEGRANT *et al.*, 2021).

Assim, a utilização de técnicas moleculares pode fornecer a identidade das espécies de difícil identificação, além disso, ela fornece recurso para complementar e para testar conceitos de “parentescos” que fundamentam-se em dados morfológicos limitados (BORBA *et al.*, 2005).

Além disso, a identificação precisa de agentes de controle biológico garantir o conhecimento da diversidade genética em populações de insetos, isso acaba possibilitando o sucesso das técnicas no controle biológico. Nesse sentido, os marcadores moleculares são ferramentas que disponibilizam resultados precisos em curto período para identificação de microhimenópteros (CHEN *et al.*, 2021), além de apoiar pesquisas futuras no uso de parasitoides como agente de controle biológico. Assim, Gariépy *et al.* (2014) afirmaram que a identificação precisa de inimigos naturais é um passo fundamental no programa de controle biológico.

De acordo com Agustí *et al.* (2005), as técnicas moleculares de espécies podem reduzir custos, economiza tempo, espaço e pode permitir uma estimativa mais completa do índice de parasitismo, além de permitir a identificação de hospedeiros parasitados simultaneamente por dois parasitoides distintos, entretanto, não indica qual irá sobreviver e emergir do hospedeiro.

No trabalho de Barros (2020), obteve um parasitismo natural de *Telenomus* sp. em *R. albinella* de 68,64% em lavoura de arroz no Maranhão, isso indica a importância como agente de controle biológico e regulador da população de noiva-do-arroz. Além disso, a capacidade adaptativa ao agroecossistema orizícola, abre perspectivas da sua utilização em programas futuros de controle biológico aplicado e/ou conservativo, assim, integrando essa alternativa no Manejo Integrado de Pragas.

Portanto, esse estudo fornece dados moleculares como ferramenta útil para análise da distinção de outras espécies do gênero *Telenomus* no Brasil e no Maranhão, uma vez que poucas espécies desse parasitoide foram identificadas em nosso país.

Assim, fica evidente que de acordo com essa taxonomia integrativa é possível utilizar esse agente de controle biológico nos futuros programas de controle biológico que vai fomentar a liberação desses agentes em cultivos de arroz para o controle de *R. albinella*.

5 CONCLUSÃO

Os parasitoides coletados nas massas de ovos de *R. albinella* no arroz apresentaram uma homologia a espécie de *Telenomus* sp. identificado no Canadá.

REFERÊNCIAS

ABREU, G. B.; SANTIAGO, C. M.; CASTRO, A. P. de; TORGA, P. P.; ZONTA, J. B.; PEREIRA, J. A. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas e irrigado no ambiente de sequeiro favorecido no Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017, Gramado, RS. *Anais eletrônicos* [...] Intensificação sustentável. Porto Alegre, RS: IRGA, 2017. 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163271/1/Resumo-cbai-Guilherme-Abreu-et-al.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

AGUSTI, N.; BOURGUET, D.; SPATARO, T.; DELOS, M.; EYCHENNE, N.; FOLCHER, L.; ARDITI, R. Detection, identification and geographical distribution of European corn borer larval parasitoids using molecular markers. *Molecular Ecology*, v. 14, n. 10, p. 3267-3274, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-294X.2005.02650.x>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BARROS, J. da C. *Aspectos bioecológicos de *Tibraca limbativentris*, *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Rupela albinella* (Lepidoptera: Crambidae) em lavoura de arroz no Maranhão*. 2020. Orientadora: Joseane Rodrigues de Souza. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Estadual do Maranhão, Balsas, 68f. 2020. Disponível em: https://www.ppgaa.uema.br/wp-content/uploads/2018/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Jackson_Vers%C3%A3o_CD.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.

BORBA, R. D. S.; GARCIA, M. S.; KOVALESKI, A.; OLIVEIRA, A. C.; ZIMMER, P. D.; CASTELO BRANCO, J. S.; MALONE, G. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma Westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) através de marcadores moleculares ISSR. *Neotropical Entomology*, [S. l.], v. 34, n. 4, p. 565-569, jul/ago. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/4MBR5NvYdgT859DCt7q6JBN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2021.

CABRERA, N.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; MICHELI, A. Morphological and molecular characterization of a new species of *diabrotica*: coleoptera, chrysomelidae, galerucinae, *Zootaxa*, [S. l.], v. 1922, n.1, p. 33-46, 2008. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.1922.1.3>. Acesso em: 21 ago. 2021.

CAMARGO, L. F. Caracterização morfológica e molecular de *Campolestis Foerster*, 1869 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Campopleginae), parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Orientador: Angélica M. P. M. Dias. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 41 f. 2014.

CATERINO, M. S.; CHO, S.; SPERLING, F. A. H. The current state of insect molecular systematics: a thriving tower of babel. *Annual Review of Entomology*, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 1-54, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.1>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CHEN, M. N.; SANTANDER, R.D.; TALAMAS, E.J.; JENTSCH, P.J.; BON, M.C.; AĆIMOVIĆ, S.G. Molecular identification of *trissolcus japonicus*, parasitoid of the brown marmorated stink bug, by species-specific per. *Insects*, [S. l.], v. 12, n. 5, p. 1-15, 2021. 467 p. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects12050467>. Acesso em: 15 ago. 2021.

COCK, Matthew J. W. *et al.* Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl: journal of the International Organization for Biological Control*, [S. l.] v. 55, p. 199-218, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9234-9>. Acesso em: 17 ago. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *A cultura do arroz*. Brasília: CONAB, 2015. 180 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 19 out. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2019/2020 - oitavo levantamento, maio de 2020*. Brasília: CONAB, v. 7, n. 8, 2020. 66 p. Disponível em: <file:///C:/Users/valeria/Downloads/GraosmaioCompleto2020.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos*, Brasília, CONAB, v. 2 - Safra 2014/15, n. 7, sétimo levantamento, p. 47, abr. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 19 out. 2021.

COSTA, S. M. A. L.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Liberalização comercial no Brasil e integração nos mercados de commodities agrícolas: os mercados de algodão, milho e arroz. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 38, n. 2, p. 41-70, 2019. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/5d8618740e8825b66f82c050>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DAYRAT, B. Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*, [S. l.] 2005, p. 407-415.

DEQUECH, SÔNIA THEREZA BASTOS. *et al.* Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. *Acta Scientiarum. Agronomy*. v. 35, n. 3. 2013, pp. 295-300. *Epub*. ISSN 1807-8621 versão *online*. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769>. Acesso em: 21 jan. 2022

EILENBERG, J.; HAJEK, A. LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. [S. l.], v. 46, p. 387-400, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1014193329979.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados de conjuntura da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1985-2015): área, produção e rendimento.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical databases. Capturado em 15 abr. 2006. *Online*. Disponível na Internet: <http://www.fao.org>. Acesso em: 20 ago. 2021.

FERRAZ JÚNIOR, A. S. de L. **Arroz de sequeiro em aléias de leguminosas em solos de baixa fertilidade natural.** 2000. 196 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.

FERREIRA, C. A.; SOUSA, I. S.; MÉNDEZ D. V. P. **Desenvolvimento tecnológico e dinâmico da produção do arroz de terras altas no Brasil.** Santo Antônio, Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005. 118 p. Disponível em: <http://abi arroz.com.br/uploads/artigos/33e75ff09dd601bbe69f351039152189.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

FERREIRA, C. M.; MENDEZ DEL VILLAR, P. Conjuntura socioeconômica da cultura do arroz em Minas Gerais e no Brasil. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 39, n. 301, p. 7-12, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328430543~p>. 15 ago. 2021.

FERREIRA, C. M.; PELOSO, M. J. D.; FARIA, L. C, de. **Feijão na economia nacional.** Santo Antônio, de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47 p. Circular Técnica, 135. Disponível em: http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/feijao/doc_135.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

FERREIRA, E. Fauna prejudicial. *In*: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 485-554, 2006. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=193176&biblioteca=CPACT&busca=autoria:%22STONE,%20L.%20F.%22&qFacets=autoria:%22STONE,%20L.%20F.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 16 ago. 2021.

FERREIRA, E.; BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. D. M.; BARRIGOSI, J. A. F. **Broca-do-colmo nos agroecossistemas de arroz do Brasil**. Embrapa Arroz e Feijão-Documents. Santo Antônio, de Goiás, Goiás, Brasil, p. 42, 2001. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/210199>. Acesso em: 18 ago. 2021.

FERNÁNDEZ, F.; M.J. SHARKEY. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006. 894 p. Disponível em: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/134496/CONICET_Digital_Nro.c003987a-02a3-434f-abb8-824b8f389a7a_A.pdf?sequence=2 ISBN: 958-701-708-0. Acesso em: 18 ago. 2021.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura** – Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 510. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1121825>. Acesso em 18 ago. 2022.

FRITZ, L. L.; HEINRICH, E. A.; PANDOLFO, M.; SALLES, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; FIUZA, L. M. Agroecossistemas *orizícolas* irrigados: insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 720-732, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2008.1204.10>. Acesso em. 19 ago. 2021.

GARIEPY, T. D.; HAYE, T.; ZHANG, J. A molecular diagnostic tool for the preliminary assessment of host-parasitoid associations in biological control programmes for a new invasive pest'. **Molecular ecology**, [s. n.], 15. ed., v. 23, p. 3912-3924, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mec.12515>. Acesso em: 15 ago. 2021.

GASPAR, SIMONE MARIA F. S. *et al.* Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, maranhão, brasil: base para programa de controle ambiental do Rio Mearim. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 15, dez. 2005. ISSN 0103-7277. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/pes.v15i0.4500>. Acesso em: 15 ago. 2021.

GENBANK. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 30 set. 2021.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/40285814/Insetos_Fundamentos_da_Entomologia_P_J_Gullan Acesso em: 15 ago. 2021.

HEBERT, P.; D., N.; RATNASINGHAM, S.; D. WAARD, J. R. Barcoding animal life: cytochrome c divergências da subunidade 1 da oxidase entre espécies intimamente relacionadas. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**. [Canadá], v. 270, p. 96-99, 2003. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1098%2Frsbl.2003.0025>. Acesso em: 15 ago. 2021.

HICKEL, E. R.; EBERHARDT, D. S.; PRANDO, H. F. Lagartas nas lavouras catarinenses de arroz irrigado: ocorrência, monitoramento e manejo integrado. **Boletim Técnico**, [S. l.], n. 182, p. 1-47, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BT/article/view/426>. Acesso em: 21 ago. 2021.

HICKEL, E. R.; OLIVEIRA, D. G. Flutuação populacional da noiva-do-arroz, *Rupela albinella* Cramer (Lepidoptera: Pyralidae), em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, [Santa Catarina], v. 34, n. 3, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/1176>. Acesso em: 15 ago. 2021.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, p. 493-629, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **POPULAMA DA POPULAÇÃO DO MARANHÃO**. [S. l.: s. n]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das unidades da federação**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

KENIS, M.; DU PLESSIS, H.; VAN DEN BERG, J.; Ba, M. N.; GOERGEN, G.; KWADJO, K. E.; POLASZEK, A. *Telenomus remus*, a candidate parasitoid for the biological control of *Spodoptera frugiperda* in Africa, is already present on the continent. **Insects**, v. 10, n. 4, p. 92. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects10040092>. Acesso em: 15 ago. 2021.

KENNEDY, G. *et al.* Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v. 51, p. 33-42, 2002. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y6159t/y6159t04.htm>. Acesso em: 15 ago. 2021.

MARTINS, J. F. S.; BARRIGOSI, J. A. F.; OLIVEIRA, J. V.; CUNHA, U. S. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p. ISSN 1806-9193. Versão *online*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPACT-2010/13254/1/documento-290.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MENDES, R.; KRUIJT, M.; DE BRULJN, I.; DEKKERS, E.; VAN DER VOORT, M.; SCHNEIDER, J. H. M.; PICENO, Y. M.; DESANTIS, T. Z.; ANDERSEN, G. L.; BAKKER P. A. H. M.; RAAIJMAKERS, J. M.; Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria. **Science**, v. 332, p. 1097-1100. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/deciphering-the-rhizospheremicrobiome-for-disease-suppressive-bac>. Acesso em 18 ago. 2021.

MENDEZ DEL VILLAR, P.; DUCOS, A.; FERREIRA, N. L. S.; PEREIRA, J. A.; YOKOYAMA, L. P. **Cadeia produtiva do arroz no Estado do Maranhão**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2001, 136 p. Disponível em: <https://catalogue-bibliotheques.cirad.fr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=219519>. Acesso em: 15 ago. 2021.

MORAIS S. A.; ALMEIDA F. D.; SUESDEK, L.; MARRELLI, M. T. Low genetic diversity in wolbachia- infected *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) from Brazil and Argentina. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. v. 54, n. 6, p. 325-329, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rimtsp/a/7Yb3BCfQd5MhWRn5C4bvDKH/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 15 ago. 2021.

MOURA, JACSON TEIXEIRA. **Perfil dos produtores de arroz (*Oryza sativa* L.) na comunidade Barroca da Vaca, município de Chapadinha – MA**. Orientador: Prof. Dr^a. Carliane Diniz e Silva Co-orientador: Msc. Lucas Fernandes da Silva. Chapadinha: Universidade Federal do Maranhão, 2017. 52. P. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma). Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1408/1/JacsonTeixeira.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MOURA, L. S. de M. **Caracterização físico-química e reológica de farinhas mistas pré-gelatinizadas de arroz, milho e feijão por extrusão termoplástica**. Orientador: José Luis Ramirez Ascheri. Seropédica: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/1517/4/2012%20-%20Luciana%20Silva%20de%20Mattos%20Moura.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

OLIVEIRA, M. C. D. S. *et al.* **Fundamentos teórico-práticos e protocolos de extração e amplificação de DNA por meio de reação em cadeia da polimerase**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

PERIOTO, NELSON WANDERLEY *et al.* Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, 2002 Epub. ISSN 1806-9665. Versão online pp. 165-168. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262002000200008>. Acesso em: 19 jan. 2022.

PINHEIRO, B. da S. Características morfofisiológicas da planta relacionadas à produtividade. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 116-147. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=4220&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22VIEIRA,%20N.%20R.%20de%20A.%22&qFacets=autoria:%22VIEIRA,%20N.%20R.%20de%20A.%22&sort=&paginaAtual=1>. Acesso em: 16 ago. 2021.

POLASZEK, A.; AL-Riyami, A.; LAHEY, Z.; Al-Khatri, S.A.; Al-Shidi, R.H.; Hardy, I. C. W. *Telenomus nizwaensis* (Hymenoptera: Scelionidae), an important egg parasitoid of the pomegranate butterfly *deudorix livia* klug (Lepidoptera: Lycaenidae) in Oman. **PLoS one**. v. 16, n. 5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250464>. Acesso em: 15 ago. 2021.

RANNALA B.; Yang Z. Phylogenetic inference using whole genomes. **Annual Reviews. Genomics Hum. Genet.** v. 9, p. 217-231, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.genom.9.081307.164407>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ROUGERIE, R.; DECAËNS, T.; DEHARVENG, L.; PORCO, D.; JAMES, S. W.; CHANG, C.; RICHARD, B.; POTAPOV, M.; SUHARDJONO, Y.; HEBERT, P. D.N. DNA barcodes for soil animal taxonomy. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 8, p. 789-801, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000800002>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANTOS, R. N; SILVA, G. V. Monitoramento de insetos-pragas para a tomada de decisão de controle na cultura da soja. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, Londrina, v. 34, n. esp., p. 294-309, 2018. ISSN 2596-2809. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/526>. Acesso em 25 ago. 2021.

SEBERG, O.; HUMPHRIES, C.; KNAPP, S.; STEVENSON, D.; PETERSEN, G.; SCHARFF, N. & ANDERSEN, N. Shotcuts in systematics? A commentary on DNA-based taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution*, 2003, v.18, n. 2, p. 63-65.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E PESCA - SAGRIMA. Perfil da agropecuária maranhense. Maranhão: [S. n.], 2020. Disponível em: <https://sigite.sagrma.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/PERFIL-DA-AGROPECUARIA-2020.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SILVA, N. N. P. Utilização de parasitoides de ovos visando o controle de *diatraea saccharalis* e *Rupela albinella* (lepidoptera: crambidae) na cultura do arroz. Orientadora: Lúcia da Silva Fontes. 2018. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí, Brasil. 86 p. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppga/arquivos/files/Dissertac&%23807%3ba&%23771%3bo>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS (AGROFIT – Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). 2021. Consulta de praga\doença. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso: 15 de maio.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS. 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/20801463-Arroz-irrigado-recomendacoes-tecnicas-da-pesquisa-para-o-sul-do-brasil.html>. Acesso em: 14 ago. 2021.

SOW, A.; B. T, BENOIT, L.; CHAPUIS, M.; GALAN, M.; COEUR D'ACIER, A.; DELVARE, G.; SEMBÈNE, M.; HARAN, J. Deciphering host-parasitoid interactions and parasitism rates of crop pests using DNA metabarcoding. *Scientific Reports*, n. 9, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40243-z>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VAN DINTHER, J. B. M. The effect of precipitation on the break of diapause in the white rice borer *Rupela albinella* (CR.) in Surinam (South America). *Entomologia experimentalis et applicata*, Roghorst, v. 4, n. 1, p. 35-40, 1961. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1961.tb00480.x>. Acesso em: 15 ago. 2021.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *Biocontrol*, [S. l.], v. 63, n. 1, p. 39-59. 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10526-017-9801-4>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VARGAS, M. A. M. **Desenvolvimento regional em questão: o baixo São Francisco revisitado.** São Cristóvão, SE: UFS, NPGE, 1999.

VIEIRA, J. M. **Caracterização de espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoides de ovos de *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Spingidae).** Orientador: Roberto Antônio Zucchi. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 67f. 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-23112011-091428/pt-br.php>. Acesso em: 25 ago. 2021.

WAAGE J. K.; GREATHEAD, D. J. Biological control: challenges and opportunities. *Phil Trans R Soc Lond B*. [S. l.], v. 318, p. 111–128. 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.1988.0001>. Acesso em: 20 ago. 2021.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, v. 38, n. 4, 2008. Epub. pp. 1184-1192. ISSN 1678-4596 Versão online. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400049>. Acesso em: 17 Jan. 2021.

WENGRAT, A. P. G. S. *et al.* Taxonomia integrativa e filogeografia de *Telenomus remus* (Scelionidae), com o primeiro registro de parasitismo natural de *Spodoptera* spp. no Brasil. *Sci Rep*, [S. l.], v. 11, n. 14110, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93510-3>. Acesso em: 18 ago. 2021.

XIA, M. *et al.* Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuatestherosclerotic plaque formation in apolipoprotein e deficiente mice. *Journal of Nutrition*, [S. l.], v. 133, n. 3, p. 744-751, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jn/133.3.744>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ZONTA, J. B.; SILVA, F. B. Dinâmica da orizicultura no Maranhão. *Revista de Política Agrícola*, [S. l.], v. 23, n. 2, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110253/1/Dinamica-da-orizicultura-no-Maranhao.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.