

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

ELIZABETH ARAÚJO COSTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E MANEJO DE *Tibraca limbativentris*
Stal (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO ESTADO DO
MARANHÃO**

São Luís - Maranhão

2019

ELIZABETH ARAÚJO COSTA

Engenheira Agrônoma

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E MANEJO DE *Tibraca limbativentris*
Stal (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Doutora em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raimunda Nonata Santos de Lemos

São Luís - Maranhão

2019

Costa, Elizabeth Araújo

Distribuição espacial e manejo de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) no Estado do Maranhão / Elizabeth Araújo Costa. – São Luís, 2019.

78 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

1. Controle microbiano. 2. Diapausa. 3. Geoestatística. 4. Percevejo-do-colmo.
I.Título

CDU: 632.7(812.1)

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Doutora em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raimunda Nonata Santos de Lemos

Aprovada em: 13/ 09/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Raimunda Nonata Santos de Lemos (Orientadora)



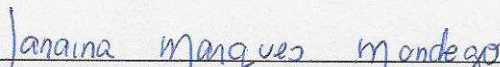
Prof^a. Dr^a. Aldenise Alves Moreira – UESB



Prof^a. Dr^a. Erlen Keila Candido e Silva – UEMA



Prof^a. Dr^a. Ester Azevedo do Amaral - UEMA



Prof^a. Dr^a. Janaina Marques Mondego – UEMA

OFEREÇO

Ao Deus Todo Poderoso, tens me protegido e guiado meus passos. Senhor só Tu mereces toda honra e glória!

DEDICO

Aos meus pais, Manoel Costa e Maria das Dores, meu porto seguro

Aos meus irmãos, Eliana, Eliel e Eliziane, por serem meus eternos companheiros.

Ao meu primo Mateus, por toda a atenção e auxílio recebido

HOMENAGEM

Minhas avós, Sofia Maria e Terezinha de Jesus (*in memoriam*), vencemos!

AGRADECIMENTOS

Aos meus avôs, José Getulio, Martinho, tios e primos pelo amor, carinho, apoio, paciência (muita) e pelo carinho.

À minha incansável orientadora Prof^a Dra. Raimunda Nonata de Santos Lemos pela orientação, confiança, incentivo e exemplo de mulher, dedicada e profissional, não somos orientados, mas filhos.

À UEMA e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia pela oportunidade de aprendizagem e aprimoramento profissional e pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

As professoras da banca examinadora Dra. Aldenise Alves Moreira, Dra. Ester Azevedo do Amaral, Dra. Erlen Keila Candido e Silva e Dra. Janaina Marques Mondego pela leitura e valiosas contribuições que muito enriquecerão este trabalho.

À Profa. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues por disponibilizar o Laboratório de Fitopatologia para realização de parte desta pesquisa e por sua colaboração fabulosa, ensinamentos, atenção e gentileza.

Ao Dr. Angelo Luiz Tadeu Ottati pela disponibilidade e realização da análise geoestatística.

Aos amigos dos Laboratórios de Entomologia e Fitopatologia Keneson Klay Gonçalves Machado, Anne Caroline Bezerra dos Santos, Albéryca Stephany de Jesus Costa Ramos, Cleyliane Cristina Moreira Pereira, Luiz Gustavo de Lima Melo e Dannielle Silva da Paz pelo apoio e ensinamentos compartilhados.

Aos amigos Ociane de Brito Alves e Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira pelos ensinamentos, incentivo, companheirismo, conselhos ao compartilhar minhas preocupações, momentos de diversão e auxílio na execução desta pesquisa.

A minha igreja, fé indispensável na caminhada.

Aos produtores rurais João Quintino Costa, Marlene Nazaré Coelho Pinheiro, Vicente Ferrer Silva, Acemiro dos Anjos Pinto Mendes e José do Rosário Melonio Rodrigues por terem gentilmente cedido suas áreas de arroz para execução desta pesquisa.

Denise de Araújo Costa e Rayanne Cristine Cardoso Ewerton Ferreira pela gentileza e todo atendimento recebido.

À Embrapa Arroz e Feijão por permitir a execução de parte da pesquisa no Laboratório de Entomologia, e em especial, ao Dr. José Alexandre Barrigossi, Dra Flávia

Rabelo Barbosa, André Cirilo de Sousa Almeida, Edson Djalma Dias Jacinto, José Francisco Arruda e Silva, Heloisa Alves Boaventura, Genoquinha Vaz e Gerusa Vaz de Souza, pela amizade e toda ajuda recebida.

Às minhas grandes amigas, Cleyliane Fátima Moreira Pereira, Danielle Ribeiro Campos, Elys Regina Carvalho Rocha, Susiane Serra Pereira, Zilda Bianca Brito Sousa pelo apoio constante.

Agradeço a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso de todas as minhas atividades.

Para ser sábio, é preciso primeiro temer a Deus, o Senhor.
Se você conhece o Deus Santo, então tem compreensão
das coisas (Provérbios 9.10).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XI
RESUMO.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
1 Cultura do arroz.....	6
2 <i>Tibraca limbativentris</i> Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae).....	7
3 Geoestatística e distribuição espacial de percevejos.....	9
4 Desenvolvimento gonodal em hemiptera.....	11
5 Controle de hemiptera com fungos entomopatogênicos.....	12
6 REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 2 – GEOESTATÍSTICA EM ESTUDOS DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE <i>Tibraca limbativentris</i> Stal, (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA SAFRA E ENTRESSAFRA DA CULTURA DO ARROZ.....	21
Resumo.....	23
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	27
Referências.....	30
CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DA DIAPAUSA EM FÊMEAS DE <i>Tibraca limbativentris</i> (Stal, 1860) EM PALMEIRAS DE BABAÇU NA PÓS-SAFRA DO ARROZ (nota científica).....	37
CAPÍTULO 4 - FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DO PERCEVEJO-DO-COLMO, <i>Tibraca limbativentris</i> (HEMIPTERA: PENTANTOMIDAE), EM CULTIVO DE ARROZ DE SEQUEIRO.....	46
Resumo.....	47
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	49
Resultados.....	53
Discussão.....	54
Agradecimento.....	55
Referências.....	55
APÊNDICES	
Apêndice A – Tabelas e Figura referentes ao capítulo 2.....	60
Apêndice B – Tabela e Figura referentes ao capítulo 4.....	64

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Flutuação populacional de adultos de percevejo-do-colmo em 86 pontos amostrados na cultura de arroz (A) e 39 pontos amostrados em palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2016/2017. São Vicente Ferrer - MA..... 33
- Figura 2 Número de adultos de percevejo-do-colmo em 86 pontos amostrados na cultura de arroz (A) e 39 pontos amostrados em palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2017/2018. São Vicente Ferrer - MA..... 34
- Figura 3 Semivariogramas da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris*, coletados na cultura de arroz (A) e palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2016/2017. São Vicente Ferrer – MA. A) modelo exponencial (Exp.) ajustado para a cultura de arroz (R^2 : Coeficiente de Determinação; Co: Efeito pepita; Co+C: Patamar; A: Alcance). B) modelo linear (Efeito Pepita Puro) ajustado para palmeiras jovens de babaçu..... 35
- Figura 4 Mapa de krigagem da infestação *Tibraca limbativentris*, em cultivo de arroz. Safra 2017/2018. São Vicente Ferrer - MA..... 36

CAPÍTULO 3

- Figura 1 *Tibraca limbativentris* em plantas jovens de babaçu, Maranhão. (A) Adultos em estipe, (B) adultos em folha e (C) postura eclodida em folha..... 41
- Figura 2 Fêmeas de *Tibraca limbativentris*: estrutura reprodutiva imatura (A) e cavidade abdominal cheia de corpos gordurosos (B)..... 42

APÊNDICE A

- Figura 1- Vistoria de *T. limbativentris* em touceira de arroz (A), em palmeira jovem de babaçu (B), adultos e ninfas em touceira de arroz (C), acasalamento em touceira de arroz (D) e adultos em palmeiras de babaçu (E e F)..... 63

APÊNDICE B

- Figura 1- Controle microbiano de *Tibraca limbativentris*: pulverização de touceiras de arroz com suspensão de fungo (A), aplicação de conídios veiculado em grãos de arroz (B), crescimento micelial de fungos em ninfas (C) e em percevejo adulto(D), início de crescimento micelial em ninfas (E) e em percevejo adulto (F)..... 65

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 4

Tabela 1- Isolados e produtos comerciais dos fungos <i>M. anisopliae</i> e <i>B. bassiana</i> utilizados nos bioensaios para controle de <i>T. limbativentris</i>	50
Tabela 2- Número médio de ninfas e adultos vivos de <i>T. limbativentris</i> em áreas com arroz de sequeiro, antes e depois da aplicação dos isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e dos produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.....	53
Tabela 3- Média e percentual de mortalidade confirmada de ninfas e adultos de <i>T. limbativentris</i> em áreas com arroz de sequeiro tratadas com os isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e os produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.....	54

APÊNDICE A

Tabela 1 - Coordenadas em UTM, número total de insetos amostrados por coleta de <i>T. limbativentris</i> em cultivo de arroz sequeiro, em área de agricultor familiar, São Vicente Ferrer, MA (mar./jun. 2017).....	60
Tabela 2 - Coordenadas em UTM, número total de espécimes adultos amostrados por coleta de <i>T. limbativentris</i> palmeiras jovens de babaçu após a colheita da cultura do arroz, em área de agricultor familiar, São Vicente Ferrer, MA (jun./set., 2017).....	62

APÊNDICE B

Tabela 1 - Número médio de <i>T. limbativentris</i> (vivos e mortos), por bloco, em áreas com arroz de sequeiro tratadas com os isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e os produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.....	64
--	----

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa descrever a distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* na cultura do arroz e nas palmeiras jovens de babaçu; estudar o aparelho reprodutor de fêmeas em diapausa do percevejo-do-colmo em palmeiras jovens de babaçu e avaliar a utilização de fungos entomopatogênicos no controle biológico desta praga. Para descrever a distribuição espacial foram realizadas amostragens mensais da população do percevejo em touceiras de arroz e plantas jovens de babaçu em áreas de agricultores familiares, no município de São Vicente Ferrer - MA. Em todos os pontos amostrados foram obtidas as coordenadas UTM com um aparelho GPS. Após a marcação dos pontos, as touceiras de arroz e plantas de babaçu foram vistoriadas e o número de insetos anotado. A partir da análise geoestatística foi possível construir os mapas de krigagem e estimar a dependência espacial dos percevejos. As fêmeas coletadas nas palmeiras jovens de babaçu foram dissecadas em laboratório, para verificar a maturidade do aparelho reprodutor pela presença de ovócitos nos ovários, e possível diapausa de *T. limbativentris* nesse hospedeiro alternativo. Para o controle microbiano do percevejo em lavouras de arroz, utilizou-se os isolados dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (MGSS 189 e MGSS 192) e *Beauveria bassiana* (MGSS 87) e produtos comerciais Opala® (*M. anisopliae*) e Granada® (*B. bassiana*). Os isolados foram aplicados em suspensão de conídios e veiculados em grãos de arroz cobertos com os produtos fúngicos na concentração 1×10^7 . Os produtos Opala® e Granada® foram pulverizados nas dosagens 0,75 e 5,5 kg p.c./ha, respectivamente, e distribuídos manualmente nas formulações granulada (Opala®) e pó molhável (Granada®). O delineamento foi blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. As avaliações do número de espécimes vivos e mortos de *T. limbativentris* foram realizadas antes das aplicações e 15 dias após a aplicação dos fungos. Foram coletados 1638 espécimes adultos de *T. limbativentris*, 1584 provenientes de 86 touceiras de arroz e 54 coletados em palmeiras jovens de babaçu. A distribuição espacial do percevejo foi agregada nas áreas de arroz, e o modelo exponencial foi o que melhor se ajustou nesse hospedeiro. Nas palmeiras de babaçu a praga distribuiu-se de forma aleatória, não se ajustando a nenhum modelo estatístico (efeito pepita puro). Observou-se ausência de ovócitos e presença de corpos gordurosos na cavidade abdominal nas fêmeas de *T. limbativentris*, o que caracteriza aparelho reprodutor imaturo e fêmeas entrando no período de diapausa. Os tratamentos com fungos entomopatogênicos apresentaram potencial para controle de *T. limbativentris*, após 15 dias da aplicação houve redução populacional. Os isolados e produtos comerciais de *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram eficientes no controle de ninfas e adultos de *T. limbativentris*.

PALAVRAS-CHAVE: Controle microbiano; diapausa; geoestatística; percevejo-do-colmo.

ABSTRACT

The objective of this research was to describe the spatial distribution of *Tibraca limbativentris* in rice culture and in young babassu palms; to study the reproductive system of females in diapause of the stink bug in young babassu palms and evaluate the use of entomopathogenic fungi in the biological control of this pest. To describe the spatial distribution, monthly sampling of the stink bug population was carried out in rice tussocks and young babassu plants in areas of family farmers in the municipality of São Vicente Ferrer - MA. At all sampled points the UTM coordinates were obtained with a GPS device. After marking the points, the rice tussocks and babassu plants were inspected and the number of insects counted. From the geostatistical analysis it was possible to construct the kriging maps and estimate the spatial dependence of stink bugs. The females collected in the young babassu palms were dissected in the laboratory, to verify the maturity of the reproductive system by presence of oocytes in the ovaries, and possible diapause of *T. limbativentris* in this alternative host. For microbial control of rice stink bug in rice fields, were used isolates of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (MGSS 189 and MGSS 192) and *Beauveria bassiana* (MGSS 87) and commercial products Opala® (*M. anisopliae*) and Granada® (*B. bassiana*). The isolates were applied in conidia suspension and in rice grains covered with fungal products at concentration of 1×10^7 . The products Opala® and Granada® were applied in dosages 0.75 and 5.5 kg p.c./ha, respectively, and distributed manually in the granulated (Opala®) and wettable powder (Granada®) formulations. The design was randomized complete blocks with 6 treatments and 4 replications. Evaluations of the number of live and dead specimens of *T. limbativentris* were performed before the applications and 15 days after the fungal application. Were collected 1638 *T. limbativentris* adults, 1584 registered in rice tussocks and 54 from babassu palm. The spatial distribution of the stink bug was aggregated in the rice areas, and the exponential model was the one that best fitted this host. In the babassu palms the pest was randomly distributed, not fitting to any statistical model (pure nugget effect). Oocyte absence was observed and the presence of abdominal cavity body fat were observed in females of *T. limbativentris*, which characterizes the immature reproductive organ and females entering the diapause period. Treatments with entomopathogenic fungi had the potential to control *T. limbativentris*, after 15 days of application there was a population reduction. The isolates and commercial products of *M. anisopliae* and *B. bassiana* were effective in controlling nymphs and adults of *T. limbrativentris*.

Key words: Microbial control; diapause; geostatistics; rice stink bug.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor de arroz (*Oryza sativa* L) fora do continente asiático (FAO, 2017), com produção anual superior a 12 milhões de toneladas na safra de 2017/2018, sendo o Estado do Maranhão o maior produtor da Região Nordeste, com 320,9 mil toneladas, principalmente, de arroz de sequeiro, que é cultivado em sua maioria por pequenos agricultores (CONAB, 2018).

Entre as pragas que causam prejuízos econômicos, destaca-se o percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860), que no Maranhão, ocorre em quase 100% dos municípios que praticam a rizicultura de terras altas (FERREIRA, 1995; SANTANA et al., 2018). Focos de *T. limbativentris* com até 200 percevejos/m⁻¹, podem ocasionar perdas de 5% a 80% na produção (FERREIRA, 1998) e queda na produtividade de até 90% (SOUZA et al., 2008). O nível de controle do percevejo, de acordo com a fenologia da planta, é de 2 ou 4 adultos/15 colmos na fase vegetativa, e de 1 ou 2 adultos/15 colmos no início da fase reprodutiva (KRINSKI; FOERSTER, 2017).

Na rizicultura de terras altas, essa praga tem sido encontrada durante o período chuvoso e em áreas com irrigação suplementar por aspersão; enquanto no arroz irrigado por inundação, os percevejos concentram-se na periferia das lavouras e nas partes dos tabuleiros não cobertos pela lâmina de água, o que permite sua localização na base das plantas, entre os colmos, condição favorável para o aumento de sua população (TRUJILLO, 1970).

No período de entressafra das culturas os percevejos fitófagos buscam plantas hospedeiras alternativas para alimentação, oviposição e desenvolvimento de seus descendentes (PANIZZI, 1991), o que permite a continuidade do ciclo da praga no campo, com várias gerações ao longo do ano, à espera do próximo cultivo (TRUJILLO, 1970). Como os percevejos são geralmente polípagos, as plantas hospedeiras alternativas desempenham um papel importante no aumento das populações, pois servem de recursos alimentares para o desenvolvimento de ninfas e reprodução de adultos. No Maranhão, o percevejo-do-colmo foi encontrado em palmeiras jovens de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex. Spreng, Arecaceae), após a colheita do arroz (COSTA, 2014), possivelmente em diapausa. A diapausa é a dormência do inseto devido a condições adversas, como falta de alimento e variação drástica de temperatura (LIRAKISA; DOLEZALA; SCHLÖTTERERA, 2018); contudo, cada espécie sofre

estímulo específico para entrar em diapausa, assim, sobrevive durante o período não favorável (LI et al., 2018). O conhecimento dos hospedeiros alternativos e da dinâmica espaço-temporal dos insetos em ecossistemas agrícolas é importante para o desenvolvimento de estratégias de manejo e redução do uso de agrotóxicos.

Devido aos avanços tecnológicos, a geoestatística tem sido usada para determinar a dependência espacial dos espécimes. Essa ferramenta utiliza informações do valor e localização das amostras para sintetizar a correlação entre os pontos, e tem como vantagem a caracterização espacial por meio de um espectro de escalas e direções (BARRIGOSI et al., 2001). Com isso, a geoestatística tornou-se uma ferramenta vantajosa e segura para análise dos dados de distribuição espacial de algumas espécies de insetos nas áreas agrícolas, auxiliando na construção de mapas de infestação, que favorecem a aplicação direcionada e correta de medidas de controle.

A utilização de agentes de controle natural de insetos-praga em agroecossistemas agrícolas é uma alternativa eficaz diante do cenário atual, em que os agrotóxicos são adotados pela maioria dos produtores como padrão no controle de diversas pragas.

Neste sentido, destaca-se o controle biológico com a utilização de fungos entomopatogênicos pois, oferece inúmeras vantagens para o sucesso da produção, como: redução do tempo de exposição dos produtores e técnicos aos inseticidas, ausência de resíduos nos alimentos, baixíssimo risco de poluição ambiental e apreciação pelo público por produtos livres de agrotóxicos (PARRA et al., 2002).

Desta forma, objetivou-se com esta pesquisa estudar a distribuição espacial de *T. limbativentris* na cultura do arroz e nas palmeiras de babaçu próximas às áreas de plantio, avaliar o estágio de desenvolvimento das gônadas das fêmeas de *T. limbativentris*, bem como avaliar a utilização de fungos entomopatogênicos no controle biológico dessa praga.

REFERÊNCIAS¹

BARRIGOSI, J. A. F. et al. Spatial and probability distribution of mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, v. 30, n. 2, p. 244-253, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2017/2018. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2018 / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

COSTA, E. A. **Distribuição espacial e preferência alimentar de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz e em vegetação nativa e espontânea na região Norte Maranhense**. 73f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2014.

FAO, Food and Agriculture organization of the United Nations. **FAOSTAT data by crops**. Rice, 2017. Quantity, disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 28 de dez. de 2018.

FERREIRA, E. Pragas do arroz: diagnóstico e controle. **Informações Agrônomicas** Piracicaba, n. 9, p.8-16, 1995. (Potafos- Arquivos do Agrônomo).

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás, 1998. 110 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 90).

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Damage by *Tibraca limbativentris* Stal (Pentatomidae) to upland rice cultivated in Amazon rainforest region (Brazil) at different growth stages. **Neotropical Entomology**, v. 46, n° 1, p. 107-114, 2017.

LIRAKISA, M.; DOLEZALA, M.; SCHLÖTTERERA, C. Redefining reproductive dormancy in *Drosophila* as a general stress response to cold temperatures. **Journal of Insect Physiology**, v. 107, p. 175-185, 2018.

LI, H. Y. et al. TGF- β and BMP signals regulate insect diapause through Smad1-POU-TFAM pathway. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research**, v. 1865, n. 9, p. 1239-1249, 2018.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, cap. 7, p. 253-287, 1991.

PARRA, J. R. P. et al. (Eds). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Ed. Manole. 2002.

SANTANA, M. V. et al. Economic injury levels and economic thresholds for *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) on paddy rice based on insect-days. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 5, p. 2242-2249, 2018.

SOUZA, J. R. et al. Resistência do tipo antibiose a ninfas de *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) em variedades de arroz. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n.3, p.321-326, 2008.

TRUJILLO, M. R. **Contribuição ao conhecimento do dano e biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera-Pentatomidae) praga da cultura do arroz.** Piracicaba: USP-ESALQ, 1970, 63 p. (Dissertação de Mestrado).

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO 1

1 Cultura do arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é originário da zona pré-himalaia do sudeste asiático, pertence a família das Gramineas (Poaceae), é uma planta anual, com sistema radicular formado por raízes seminais e adventícias e sua inflorescência é uma panícula de espiguetas (SILVA, 1975).

A China é o maior produtor mundial de arroz em 2017 e o Brasil ocupou a nona posição (FAO, 2017). Nacionalmente o maior produtor é o Estado do Rio Grande do Sul, enquanto o Maranhão é o quinto maior produtor nacional (CONAB, 2018), destacando o município de São Mateus do Maranhão (IBGE, 2017). O consumo médio mundial desse cereal é de 70 kg/pessoa/ano, porém os países asiáticos apresentam média de 84,4 kg/pessoa/ano, e no Brasil que é o maior consumidor da América Latina, a média de consumo é 45 kg/pessoa/ano (SOSBAI, 2016).

Esse cereal é uma das fontes alimentícias mais importantes, atendendo a 21% das necessidades em calorias e 14% em proteínas; altamente energético, apresenta sais minerais (fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B (FERREIRA; DEL VILLAR, 2004). Devido ao tipo de carboidrato presente (complexo) e à elevada concentração de amido no grão constitui-se em uma excelente fonte de energia (SANTOS; RABELO, 2008).

No Brasil o arroz é plantado em dois sistemas de cultivo: terras altas ou sequeiro e várzea ou irrigado. No Maranhão, a cultura do arroz é plantada em quase todos os municípios, com predominância do sistema de sequeiro, respondendo por 98% do cultivo e 95% da produção (ZONTA; SILVA, 2014).

No sistema de cultivo de terras altas, a umidade é o fator limitante da produção sendo, portanto, necessária para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Esse fator coloca o Maranhão em condição privilegiada para o cultivo desse cereal, pois a quantidade e distribuição das chuvas favorecem a disponibilidade de água para o bom desenvolvimento do arroz de sequeiro (FORNASIERI; FORNASIERI FILHO, 2006).

O sistema de cultivo sequeiro tradicional no Maranhão é realizado predominantemente por agricultores em pequenas áreas de forma rudimentar, sem o uso de tecnologias apropriadas e que geralmente utilizam o arroz como principal alimento da família, sendo o excedente da produção comercializado (MENDEZ DEL VILLAR et al., 2001). Essa produção se dá em grande parte pelo sistema itinerante de derrubada, queima e pousio, conhecido como “roça no toco” em que utilizam o fogo para limpeza

da área e a cinza para adubação (FERRAZ JUNIOR et al., 2007), sendo o plantio, geralmente, realizado em consórcio com as culturas de milho e/ou mandioca.

O arroz irrigado é cultivado no Maranhão por grandes produtores, com bom aporte tecnológico, na região do Baixo Mearim, com destaque para os municípios de São Mateus do Maranhão, Arari e Vitória do Mearim, produzido geralmente por agricultores originários do sul do país (CONAB, 2017).

De acordo com Fornasieri e Fornasieri Filho (2006), no sistema de várzeas, em geral, as condições variadas de drenagem e topografia plana favorecem o cultivo do arroz, não sendo adequadas para utilização de outras culturas. Esse sistema caracteriza-se pelo cultivo irrigado por inundação permanente da lavoura, assegurando produções altas e estáveis (AZAMBUJA; VERNETTI JUNIOR; MAGALHÃES, 2004).

A perda anual na produtividade de arroz devido ao ataque de insetos varia de 15% a 30% nos diferentes tipos de cultivo (MARTINS et al., 2009). As pragas que mais infestam a cultura do arroz são *Spodoptera frugiperda* (lagarta dos arrozais), *Diatraea saccharalis*, *Rupela albinella* (brocas-do-colmo), *Deois flavopicta* (cigarrinha-das-pastagens), *Tibraca limbativentris* (percevejo-do-colmo) e *Oebalus poecilus* (percevejo da panícula). Dentre os insetos fitófagos mais prejudiciais à cultura destaca-se *T. limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae), que ataca os colmos tanto no sistema de cultivo de terras altas quanto o irrigado. No Maranhão, este inseto é muito frequente nos arrozais, e regionalmente conhecido como “cangapara”, devido sua aparência na fase adulta ser semelhante ao quelônio, de igual nome e muito comum na Baixada Maranhense.

2 *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae)

O percevejo *T. limbativentris* pertence à ordem Hemiptera, família Pentatomidae, apresenta coloração marrom e mede em torno de aproximadamente 5 cm, é o principal inseto sugador de importância econômica para a cultura do arroz, e está distribuído geograficamente na Argentina, Brasil, Guiana Inglesa, Colômbia, Peru, Equador, Uruguai, Venezuela e República Dominicana (PANIZZI, 2015), trata-se de uma praga adaptada ao clima temperado e ao ambiente quente de climas tropicais e equatoriais.

Tibraca limbativentris apresenta metamorfose incompleta (ovo-ninfa-adulto), e de acordo com Botton et al. (1996) em casa de vegetação o ciclo de vida do percevejo é de 47,4 dias, em média, podendo esse apresentar duas a três gerações durante o ciclo do arroz. Em condições de laboratório com temperatura $26\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, Silva et al. (2004) constataram um período maior de vida, média de 62,5 dias. Ressaltando que as variáveis ambientais, como temperatura (FERGUSON et al., 2015) e precipitação (NI et al., 2019) podem interferir no desenvolvimento dos insetos.

Os ovos são dispostos em fileira, preferencialmente, na face abaxial das folhas do arroz (TRUJILLO, 1970). A fase ninfal passa por cinco instares, e como os demais percevejos o 5º instar apresenta maior duração (SILVA et al., 2004). A duração dessa fase é de aproximadamente 44 dias para temperatura ambiente de 25°C , porém prolongou-se em torno de 80 dias à temperatura de 20°C (KISHINO; ALVES, 1994). Na fase adulta as fêmeas são geralmente maiores que os machos (FERREIRA et al., 1997), e a primeira copula é realizada em média com $11,3 \pm 6,86$ dias após os machos atingirem esta fase, enquanto as fêmeas após $14,2 \pm 7,5$ dias (SILVA et al., 2004). Quando migram dos hospedeiros alternativos para as áreas de arroz, observa-se que as primeiras posturas aparecem dez dias após a sua entrada nos arrozais, e em condições favoráveis para oviposição, uma fêmea pode produzir até 880 ovos (FERREIRA, 1998).

Os adultos apresentam o comportamento de ficarem na parte inferior das plantas pela manhã, alimentando-se ou refugiando-se, com o aumento da temperatura movem-se para as folhas superiores, iniciando picadas no colmo em diferentes alturas e quando a temperatura começa diminuir os adultos voltam para a parte inferior das plantas (TRUJILLO, 1970).

Os danos na cultura são devidos à alimentação dos adultos e ninfas a partir do segundo instar, nos colmos das plantas com mais de 20 dias de emergência (FERREIRA et al., 1997), até o enchimento dos grãos (SOSBAI, 2016). Para se alimentar, os percevejos introduzem o estilete nos colmos próximos ao solo na posição de cabeça para baixo (TRUJILLO, 1970), e injetam saliva tóxica, observando-se um pequeno ponto de coloração marrom, provocando estrangulamento do colmo, tanto na fase vegetativa da cultura enquanto na reprodutiva, que devido a interrupção do fluxo de seiva resulta em morte da planta (BARRIGOSI; FERREIRA; LANNA, 2004; FERREIRA, 1998). Durante a fase vegetativa provoca o murchamento da folha central conhecido como “coração morto”, enquanto na fase reprodutiva ocorre o sintoma de

“panícula branca”, sendo o período de 12 a 24 horas de alimentação suficiente para ocasionar os dois tipos de sintomas (FERREIRA et al., 1997; RIFFEL, 2007). Porém, torna-se mais prejudicial quando a infestação ocorre na fase reprodutiva das plantas, com aumento do número de grãos quebrados e gessados no beneficiamento (FERREIRA, 2006).

Tibraca limbativentris apresenta padrão alimentar polífago e busca hospedeiros alternativos no período de entressafra do arroz. Na pós-colheita do arroz esse permanece nos restos culturais; porém, quando a palhada seca é retirada, os percevejos se dispersam à procura de refúgios próximos à lavoura, a fim de passarem o período hibernar (PAZINI; BOTTA; SILVA, 2012).

A disponibilidade de hospedeiros alternativos, tanto plantas cultivadas quanto invasoras, é um dos fatores que afetam a dinâmica populacional de insetos-pragas, pois ocorrem simultaneamente com as culturas susceptíveis nos diferentes locais e épocas do ano (SA et al., 2009). Para os percevejos que são geralmente polí-fagos, as plantas hospedeiras alternativas desempenham um papel importante no aumento das populações, pois servem de recursos alimentares para o desenvolvimento de ninfas e reprodução para os adultos (PANIZZI, 1997).

Apesar de polí-fagos, os percevejos apresentam preferência por espécies do mesmo grupo botânico do hospedeiro principal. O percevejo-do-colmo prefere alimentar-se de espécies das famílias Poaceae e Ciperaceae na entressafra da cultura do arroz, por serem abundantes ao redor da cultura principal (TRUJILLO, 1970; FERREIRA et al., 1997). No estado do Rio Grande do Sul, Klein, Redaelli e Barcellos (2012) e Pasini et al. (2018) destacaram o papel da espécie espontânea *Andropogon bicornis* (capim rabo-de-raposa) como planta hospedeira de *T. limbativentris*. No Maranhão, *T. limbativentris* foi encontrado em palmeiras jovens de babaçu (pindovas) após a colheita do arroz (COSTA, 2014).

3 Geoestatística e distribuição espacial de percevejos

A geoestatística determina a dependência espacial das observações de uma variável (GUIMARÃES, 2004), definindo que quanto mais próximo os pontos amostrados, mais parecidos serão seus valores; dessa forma, existe uma relação de

dependência entre uma medida amostrada em um determinado ponto e os pontos adjacentes (TEIXEIRA, 2013).

O conhecimento da geoestatística tem sido adotado por diferentes setores da cadeia agrícola, com destaque na área da Entomologia (VIEIRA, 2008). Ele é utilizado como ferramenta vantajosa e segura para análise dos dados de distribuição espacial dos insetos. Foram realizados estudos sobre a distribuição espacial de algumas espécies da família Pentatomidae como adultos e ninfas de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado (PAZINI et al., 2017; ALVES, 2012) e palmeiras jovens de babaçu (COSTA, 2014); adultos de *Oebalus* spp. em arroz irrigado (COUTO et al., 2006) e outras espécies de percevejo na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) (REAY-JONES, 2010). Dessa forma, a distribuição espacial é definida pelo monitoramento das pragas (SILVA et al., 2012), o que possibilita, avaliar a dispersão dos espécimes de uma população no habitat (SILVA et al., 2011).

A dependência espacial entre as amostras é representada pela ferramenta da geoestatística chamada de semivariograma (FARIAS et al., 2008), que constitui-se de um gráfico da função semivariância (γ)(h) versus a distância (h) entre os pares de pontos, e a semivariância é a medida do nível de dependência entre as variáveis regionais (TEIXEIRA, 2013).

O semivariograma é definido por três parâmetros: o alcance, o patamar e o efeito pepita. O alcance (a) é valor da distância (h) em metros dentro do qual as amostras têm dependência espacial, as medições realizadas em distâncias maiores que o alcance apresenta distribuição espacial aleatória e são independentes entre si; o patamar é o valor da semivariância correspondente ao alcance (a), a partir desse ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras, e a semivariância se torna constante; já o efeito pepita é o valor da semivariância nos pontos muito próximos, nesse momento a distância entre as amostras são mínimas, causando descontinuidade do semivariograma (VIEIRA, 2008; GUIMARÃES, 2004; ROSA, 2010; GENEROSO, 2006).

Costa et al. (2019) ao mapearem a distribuição espacial de *T. limbativentris* em arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, constataram que os adultos são abundantes na metade da fase vegetativa da cultura, concentrando-se nas bordas, enquanto as ninfas são predominantes no final da fase vegetativa. Os resultados de Pazini et al. (2015) indicaram forte dependência espacial do percevejo, distribuição espacial agregada e o modelo gaussiano apresentou melhor ajuste do semivariograma,

na maioria dos pontos amostrados. No entanto, Alves, Maia e Barrigossi (2016) estudando a distribuição espacial de ninfas e adultos de *T. limbativentris* em sistema de arroz irrigado, em Tocantins, verificaram que o inseto além de apresentar distribuição agregada, comportou-se de forma aleatória no arrozal.

4 Desenvolvimento gonadal em hemiptero

O sistema reprodutor de um inseto pode ser examinado para estudar sua diapausa reprodutiva. A diapausa é um tipo de dormência pelo qual o inseto sobrevive em condições desfavoráveis. A diapausa pode ser facultativa, ela ocorre como resposta às condições ambientais; porém os espécimes podem não entrar em diapausa; enquanto a obrigatória é menos comum, não necessita de estímulo para ser desenvolvida (KOSTAL, 2011). Os principais fatores ambientais que acionam a diapausa de insetos com pré-disposição genética são: fotoperíodo, temperatura e umidade, além da disponibilidade de alimento (SAUSEN et al., 2011). Os insetos na condição de diapausa apresentam os órgãos reprodutivos imaturos em sua maioria (MOURÃO; PANIZZI, 2000), e encontram-se não aptos para desenvolvimento dos descendentes.

O aparelho reprodutor dos insetos serve, exclusivamente, para a perpetuação das espécies, e sua composição e formato varia de espécie para espécie. O sistema reprodutor das fêmeas de *T. limbativentris* é formado por um par de ovários, constituídos por sete ovaríolos que apresentam filamento terminal na parte apical e glândula spermatecal. Quando o sistema reprodutor de uma fêmea está maduro, em cada ovaríolo encontram-se ovócitos e este ocupa quase toda a cavidade abdominal do inseto (ANER, 1991). Forte, Salvador e Consoli (2011) ao estudarem o desenvolvimento e maturação do ovário de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), observaram um par de ovários, cada um com sete ovaríolos. As fêmeas recém-emergidas não possuíam ovócitos nos ovaríolos, esses foram vistos após cinco dias de desenvolvimento, e atingiram amadurecimento 10 dias após emergência, na fase de pré-acasalamento. O número total de ovócitos, nestas fêmeas, atingiu seu valor máximo aos 17 dias, com posterior redução gradual.

Klein, Redaelli e Barcellos (2012) verificaram a ocorrência de diapausa em *T. limbativentris* por meio de estudos do desenvolvimento dos órgãos reprodutivos e

presença de corpos gordurosos; enquanto Botta et al. (2014) verificaram a influência do fotoperíodo e a temperatura na dormência do inseto, levando este a hibernar por 10 meses. Santos et al. (2003) ao descreverem o estado de desenvolvimento dos órgãos internos de reprodução de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) constataram que a maturação sexual ocorreu dentro do sítio de hibernação para os machos, enquanto para as fêmeas após saírem dos sítios; Segundo os autores, a presença de corpos gordurosos na cavidade abdominal, assim como aparelho reprodutor imaturo caracterizam diapausa.

Godoy et al. (2010) identificaram *Cenchrus echinatus* L. (capim carrapicho), *Panicum maximum* Jacq. (capim-monbaça), *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy (mucuna preta) e *Mangifera indica* L. (mangueira), como sítios de diapausa dos adultos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) no período de entressafra, e observaram que os percevejos apresentavam mobilidade reduzida ou mesmo estáticos com a posição ventral orientada para cima, evidenciando condição de diapausa do inseto.

Tratando-se do manejo de *T. limbativentris*, a caracterização do sistema reprodutor das fêmeas no período de diapausa possibilita o monitoramento precoce das populações futuras. Devido à maturidade dos órgãos reprodutivos, os espécimes precisam formar casais, além de repor a reserva energética para o estabelecimento da população na área, o que os torna suscetíveis a medidas de controle. Dessa forma, justifica-se o estudo do desenvolvimento gonadal, para que medidas de controle sustentáveis, como o controle biológico, possam ser aplicadas a partir da diapausa de adultos de percevejos fitófagos.

5 Controle de hemíptero com fungos entomopatogênicos

A preocupação com o alto custo dos produtos químicos, o aumento do número de insetos resistentes a pelo menos um ingrediente ativo e os impactos negativos ao meio ambiente, tem aumentado a importância das pesquisas que envolvam organismos capazes de promover o controle biológico (DESTÉFANO, 2003).

Um dos ramos do controle biológico é o controle microbiano. Para Alves e Lopes (2008) o controle microbiano visa a utilização racional de entomopatógenos, com

intuito de manter o nível populacional das pragas abaixo do nível de controle. Entre os seus principais agentes destacam-se os fungos entomopatogênicos, que são encontrados na natureza e causam doenças em populações de artrópodes (MASCARIN; QUINTELA, 2013). Os fungos entomopatogênicos iniciam o processo de infecção, a partir da penetração do tubo germinativo do conídio na cutícula dos insetos (SILVA et al., 2015). A penetração na cutícula ocorre pela associação de ação mecânica e de enzimas, como consequência acontece a colonização, produção de toxinas e posterior morte do inseto (DESTÉFANO, 2003).

Os entomopatógenos são abundantes na natureza, fáceis de serem produzidos e apresentam maior espectro no controle de pragas (ALVES; LOPES, 2008). Os gêneros de fungos mais importantes no controle biológico de hemípteras são *Metarhizium* e *Beauveria*. No Brasil, os estudos com *M. anisopliae* foram ampliados após a ocorrência de epizootia em cigarrinhas-da-cana-de-açúcar (*Mahanarva posticata* e *M. fimbriolata*), tendo como estratégia de controle a implantação de campos de dispersão desse fungo (ALVES; LOPES, 2008). A utilização de *M. anisopliae* e *B. bassiana* para o controle de percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae*) em seringueira vem trazendo resultados positivos, apresentando crescente utilização desses pelos produtores.

Pesquisa realizada em campo no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, verificou que os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram eficientes no controle de *T. limbativentris* (MARTINS et al., 1997). Segundo Martins et al. (2004) a aplicação de entomopatógenos no percevejo-do-colmo tem sido a melhor estratégia para reduzir a população em focos iniciais de infestação e os sobreviventes, contaminados, ao distribuírem-se ao acaso, disseminam os fungos na lavoura de arroz.

Na cultura de arroz, vários fungos entomopatogênicos estão sendo estudados no controle de pragas. Martins et al. (2014), avaliando a eficiência de marcas comerciais de *M. anisopliae* e *B. bassiana* no controle de *T. limbativentris* em arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul, verificaram que, apesar das cepas dos produtos avaliados não terem sido isoladas do percevejo, apresentaram elevada eficiência no controle de ninfas e adultos, independentemente da espécie de fungo e da formulação. Em experimento realizado por Quintela et al. (2013), o fungo *M. anisopliae* foi combinado com doses subletais de inseticidas químicos com estratégia promissora no combate do percevejo-do-colmo na cultura do arroz. A combinação causou superação da barreira natural (tegumento) do inseto pelo fungo, o que ocasionou melhor

desempenho devido ao aumento da suscetibilidade de *T. limbativentris* ao *M. anisopliae*.

6 REFERÊNCIAS¹

ALVES, T. M. **Distribuição espacial do percevejo-do colmo (*Tibraca limbativentris* Stal) em arroz irrigado**. 2012. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba, SP. Ed: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz-FEALQ, v. 1, 2008. 414p.

ALVES, T. M.; MAIA, A. H. N.; BARRIGOSI, J. A. F. Spatial distribution and coexisting patterns of adults and nymphs of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) in paddy rice fields. **Environmental Entomology**, v. 45, n. 6, p. 1505-1514, 2016.

ANER, U. **Pentatomídeos em hibernação em touceiras de gramíneas no município de Eldorado do Sul, RS (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae)**. 141p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI JUNIOR, F. J.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. Aspectos socioeconômicos da produção de arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.

BARRIGOSI, J. A. F.; FERREIRA, E.; LANNA, A.C. **Panícula branca em arroz: o que causa?** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004, 4p. (Comunicado Técnico, 83)

BOTTA, R. A. et al. Abundância sazonal do percevejo-do-colmo do arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 417-423, 2014.

BOTTON, M. et al. Biologia de *Tibraca limbativentris* sobre plantas de arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n.1, p. 217-221, 1996.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2017/2018. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2018** / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

COSTA, E. A. **Distribuição espacial e preferência alimentar de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz e em vegetação nativa e espontânea na região Norte Maranhense**. 73f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2014.

COSTA H. S. et al. Mapping of spatio temporal distribution of *Tibraca limbativentris* Stal (Hem.:Pentatomidae) in flood ed rice crop in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.04>.

COUTO, D. et al. Caracterização geoestatística da distribuição espacial de adultos de *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006, Brasília, DF. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

DESTÉFANO, R. H. R. **Deteção e identificação de *Metarhizium anisopliae* em larvas de *Diatraea saccharalis* por primers específicos.** 2003. 72 p. Piracicaba. Tese (doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2003.

FAO, Food and Agriculture organization of the United Nations. **FAOSTAT data by crops.** Rice, 2017. Quantity, disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 28 de dez. de 2018.

FARIAS, P. R. S. et al. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 321-327, 2008.

FERGUSON, A. W.; NEVARD, L. M.; CLARK, S. J.; COOK, S. M. Temperature activity relationships in *Meligethes aeneus*: implications for pest management. **Pest Management Science**, v. 71, p. 459-466, 2015.

FERRAZ JUNIOR, A. S. L. et al. Cultivo de arroz de vazante na baixada maranhense. In: SILVA, A. C.; FORTES, JORGE, J. L. O. **Diversidade biológica uso e conservação de recursos naturais no Maranhão: Projeto e ações em Biologia e Química.** v. 2, São Luís: UEMA, 2007. p. 301-346.

FERREIRA C. M.; DEL VILLAR P. M. Aspectos da produção e do mercado de arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 11-18, 2004.

FERREIRA, E. et al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz.** Santo Antônio de Goiás, 1997. 43p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 75).

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz.** Santo Antônio de Goiás, 1998. 110 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 90).

FERREIRA, E. Fauna prejudicial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil.** 2ª ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 485-560.

FORNASIERI, J. L.; FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do arroz**, Editora: Funep: Jaboticabal, 2006. 589 p.

FORTE, P.; SALVADOR, G.; CONSOLI, F. L. Ovary development and maturation in *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 1, p 89-96, 2011.

FREITAS, T. F. S.; OLIVEIRA, J. V.; FIÚZA, L. Inimigos Naturais em Arroz Irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 58, n.455, p.20-22, 2010.

GENEROSO, A. R. **Distribuição espacial de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e comportamento de forrageamento do parasitóide *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae): implicações para o manejo da mosca-branca.** 2006. 85f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

GODOY, K. B. et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1199-1202, 2010.

GUIMARÃES, E. C. **Geoestatística básica e aplicada.** Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Matemática, núcleo de estudos estatísticos e biométricos, Uberlândia, MG, p. 77, 2004. Apostilha.

QUINTELA, E. D. et al. Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. **Biological Control**, v. 66, p. 56-64, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2017. Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 de jul. 2019.

KISHINO, K.; ALVES, R. T. **Ecologia de percevejos que atacam o colmo e a panícula do arroz na região dos cerrados.** In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório Técnico do projeto nipo-brasileiro de cooperação em pesquisa agrícola nos cerrados 1987/1992. [Planaltina]: EMBRAPA-CPAC/JICA, 1994, P.156-179.

KLEIN, J. T.; REDAELLI, L. R.; BARCELLOS, A. Occurrence of diapause and the role of *Andropogon bicornis* (Poaceae) tussocks on the seasonal abundance and mortality of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, v. 95, n.4, p. 813-818, 2012.

KOSTAL, V. Insect photoperiodic calendar and circadian clock: independence, cooperation, or unity? **Journal of Insect Physiology**, v. 57, n. 5, p. 538-556, 2011.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Damage by *Tibraca limbativentris* Stål (Pentatomidae) to upland rice cultivated in Amazon rainforest region (Brazil) at different growth stages. **Neotropical Entomology**, v. 46, n° 1, p. 107-114, 2017.

MARTINS, J. F. S. et al. Efeito de Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o Percevejo-do-Colmo do Arroz, *Tibraca limbativentris* Stal. **Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.2, p. 277-283, 1997.

MARTINS, J. F. S. et al. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-Colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1681-1688, nov-dez, 2004.

MARTINS, J. F. S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p. (Documentos, 290)

MARQUES et al. **Efeito de fungos entomopatogênicos na redução populacional do percevejo-do-colmo do arroz**. Pelotas, RS, Embrapa Clima Temperado, 2014. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 150).

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D. **Técnica de produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para uso em controle biológico**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 17 p. (Documento 289)

MENDEZ DEL VILLAR, P. et al. **Cadeia produtiva do arroz no estado do Maranhão**. Teresina, EMBRAPA- Meio Norte, p. 136, 2001.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Diapausa e Diferentes Formas Sazonais em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) no Norte do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 205-218, 2000.

PANIZZI, A. R. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.42, p.99-122, 1997.

PANIZZI, A. R. Growing Problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species Invasive to the U.S. and Potential Neotropical Invader. **American Entomologist**, v. 61, n° 4, p. 223-233, 2015.

PASINI, M. P. B. et al. Population density of *Tibraca limbativentris* on flood irrigated rice and alternative host plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 3, p. 265-278, 2018.

PAZINI, J. B.; BOTTA, R. A.; SILVA, F. F. Efeito do manejo do solo em pós-colheita sobre a população do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. In: XXIX REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. 2012, Itajaí, **Anais...** Itajaí: SOSBAI, 2012. 179p.

PAZINI, J. B. et al. Geoestatística aplicada ao estudo da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado por inundação. **Ciência Rural**, v.45, n.6, p.1006-1012, jun, 2015.

PAZINI, J. B. et al. Validação do arranjo espacial do percevejo-do-colmo em arroz irrigado por inundação. **Ciência e Natura**, v.39, n.2, p.221-232, 2017

REAY-JONES, F. P. F. Spatial and Temporal Patterns of Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Wheat. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 3, p. 944-955, 2010.

RIFFEL, C. T. **Levantamento e aspectos biológicos de espécies parasitóides de posturas do percevejo-do-colmo-do-arroz no Estado de Santa Catarina**. 2007. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina: Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2007.

ROSA, J. **Distribuição espacial e raio de agregação de cancro cítrico definidos por geostatística**. 2010. 53 f. Tese (doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

SA, V. G. M. et al. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 1, p. 108-115, 2009.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 136 p. - (Documentos 218/ Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644).

SANTOS, R. S. S. et al. Characterization of the imaginal reproductive diapause of *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, v.63, n°4, p.695-703, 2003

SAUSEN, C. D. et al. Diapause Initiation and Alterations in the Life Cycle of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) as Induced by Photoperiodic Conditions. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 5, p. 529-532, 2011.

SILVA, C. C. A. et al. **Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbativentris* Stal. 1860 (Heterodoptera: Pentatomidae) para estudos de ecologia química**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004, p. 16. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SILVA, F. F. et al. **Monitoramento de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em Arrozais do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS, Embrapa Clima Temperado, 2012. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 132).

SILVA, F. F. et al. Distribuição espacial e dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz irrigado por inundação no planalto da campanha do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2011. p. 643-646.

SILVA, R. A. et al. Unveiling chemical defense in the rice stalk stink bug against the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 127, p. 93-100, 2015.

SILVA, V. M. **A cultura do arroz**. Coleção técnica agrária, Clássica, Lisboa, Portugal, 1975.

SOSBAI: Reunião técnica da cultura do arroz irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Bento Gonçalves, SC, 2016. 199 p.

TEIXEIRA, M. B. R. **Comparação entre estimadores de semivariância**. 2013. 122p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

TRUJILLO, M. R. **Contribuição ao conhecimento do dano e biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera-Pentatomidae) praga da cultura do arroz.** Piracicaba: USP-ESALQ, 1970, 63 p. (Tese de Mestrado).

VIEIRA, D. L. **Flutuação populacional e dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus latifolia*.** 2008. 41f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2008.

ZONTA, J. B.; SILVA, F. B. Dinâmica da orizicultura no Maranhão. **Revista de Política Agrícola**, ano 23, n. 2, p. 116-132, 2014.

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

Geoestatística em estudos de distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* Stal (Heteroptera: Pentatomidae) na safra e entressafra da cultura do arroz

CAPÍTULO 2

32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

Raimunda Nonata Santos de Lemos
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual do Maranhão/UEMA
Centro de Ciências Agrárias/CCA, 65055-310, São Luís/MA
rlemos@cca.uema.br

Geoestatística em Estudos de Distribuição Espacial de *Tibraca limbativentris* Stal
(Heteroptera: Pentatomidae) na Safra e Entressafra da Cultura do Arroz

E A COSTA¹, R N S LEMOS²

¹ Programa de Pós-Graduação em Agroecologia/UEMA.

² Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual do Maranhão/UEMA
Centro de Ciências Agrárias/CCA, 65055-310, São Luís/MA.

Distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* na cultura de arroz

64 **RESUMO** - O percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Heteroptera:
65 Pentatomidae) é uma das pragas mais importantes da cultura do arroz, responsável por causar
66 danos na cultura nas fases vegetativa e reprodutiva. Com a colheita do arroz, os adultos
67 migram para os restos da cultura ou para plantas hospedeiras secundárias localizadas nas
68 proximidades dos arrozaes à espera dos próximos cultivos. Objetivou-se com este trabalho
69 avaliar a distribuição espacial de *T. limbativentris* na cultura de arroz, e em palmeiras jovens
70 de babaçu. Touceiras de arroz e palmeiras jovens de babaçu foram vistoriadas, mensalmente,
71 no município de São Vicente Ferrer (MA), durante os anos de 2017 e 2018 para coleta e
72 quantificação de adultos do percevejo do colmo do arroz. Foram coletados 1584 adultos de *T.*
73 *limbativentris* na cultura do arroz e 54 nas palmeiras de babaçu totalizando 1638 espécimes.
74 Na análise geoestatística, o semivariograma para a coleta nas touceiras de arroz foi ajustado
75 ao modelo exponencial e a distribuição espacial de adultos vivos apresentou forte
76 dependência espacial; enquanto, para as coletas no babaçu não houve ajuste de modelo. O
77 percevejo-do-colmo apresentou distribuição espacial agregada na área cultivada com arroz.

78

79 **Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., palmeiras de babaçu, percevejo-do-colmo,
80 Semivariograma.

81

82 **ABSTRACT** - The rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera:
83 Pentatomidae) is a major pest of rice crop, responsible for causing damage in the vegetative
84 and reproductive stages. Harvesting rice, the adults migrate to the remnants of the crop or to
85 secondary host plants located near the rice fields waiting for the next crops. The objective of
86 this work was to evaluate the spatial distribution of *T. limbativentris* in rice crop and in
87 babassu palms. Rice tussocks and young babassu palm were inspected monthly in the
88 municipality of São Vicente Ferrer (MA), during 2017 and 2018 to collect and quantify rice
89 stalk stink bug adults. Were collected 1584 *T. limbativentris* adults from rice crop and 54
90 from babassu palms, totaling 1638. In the geostatistical analysis, the semivariogram for the
91 collection in rice tussocks was adjusted to exponential model and the spatial distribution of

92 living adults presented strong spatial dependence; however, babassu collections did not go
93 model adjustment. The rice stalk stink bug showed an aggregate spatial distribution in the
94 area cultivated with rice.

95 **Key words:** *Oryza sativa* L., Babassu palm, stalk stink bug, semivariogram.

96

97

98

99 **Introdução**

100 O percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stal, 1860) é a principal praga da
101 cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), responsável por atacar o colmo a partir dos 20 dias de
102 emergência até a fase de reprodução e está presente nas regiões produtoras da cultura no
103 Brasil (Moreira & Barros 2004; França *et al* 2018).

104 Este inseto ao se alimentar suga a seiva dos colmos e libera toxinas que produzem
105 os danos conhecidos como coração morto, na fase vegetativa da cultura, e panícula branca, na
106 fase reprodutiva (Alves *et al* 2016, Ferreira *et al* 1997, Krinski & Foerster 2017) com perdas
107 de até 90% na produtividade (Souza *et al* 2008).

108 O controle da praga é realizado de maneira preventiva com agrotóxicos, contudo a
109 maioria dos produtos não está registrada no Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento
110 (MAPA) (Martins *et al* 2016). Para a aplicação correta de medidas de controle faz-se
111 necessário o conhecimento da distribuição espacial da praga, que é a densidade populacional
112 do indivíduo no espaço (Grego *et al* 2006).

113 Diversas técnicas têm sido utilizadas para determinar variações espaciais de
114 pragas dentre essas, a geoestatística. Essa é utilizada como ferramenta vantajosa e segura para
115 análise dos dados de distribuição espacial de algumas espécies da família Pentatomidae. A
116 geoestatística define os padrões de distribuição da praga no campo (Carvalho *et al* 2015), a
117 partir da construção de mapas de infestação por meio do processo de interpolação por
118 krigagem (Cambardella *et al* 1994).

119 O conhecimento da geoestatística tem sido adotado para o estudos da distribuição
120 espacial dos insetos-pragas nas áreas agrícolas. O mapeamento da distribuição espacial de
121 adultos e ninfas de *T. limbativentris* foi realizado em arroz irrigado, e os padrões de
122 distribuição foram aleatórios ou agregados, com forte dependência espacial da espécie (Costa
123 *et al* 2019, Pazini *et al* 2017, Alves *et al* 2016, Pazini *et al* 2015).

124 Devido ao hábito do percevejo-do-colmo em migrar para os hospedeiros
125 alternativos após a colheita do arroz, em particular para as palmeiras de babaçu, que são
126 abundantes no estado do Maranhão, surgiu a necessidade de mapear sua distribuição em
127 cultivos de arroz e nas palmeiras jovens de babaçu, com vistas a associação de técnicas de
128 amostragem com a geoestatística. Assim, este trabalho objetivou avaliar a distribuição
129 espacial de *T. limbativentris* na cultura de arroz no sistema de cultivo de sequeiro, e em
130 palmeiras jovens de babaçu associada a cultura no Município de São Vicente Ferrer (MA).

131

132 **Material e métodos**

133 As coletas foram realizadas no município de São Vicente Ferrer, Estado do
134 Maranhão, Brasil (2017), em uma área, de produtor rural cultivada com arroz variedade
135 Agulha Branca em sistema de terras altas com coordenadas (02°54'36,8''S; 44°59'53,8''W).
136 O clima do município segundo a classificação de Thorntwaite é do tipo (B₁WA'a'),
137 caracterizado como úmido, com moderada deficiência hídrica, entre os meses de junho a
138 setembro e temperatura média mensal sempre superior a 18°C e regime pluviométrico entre
139 2000 e 2400 mm ao ano. Os solos são predominantes do tipo Plintossolo, apresentam textura
140 média, raramente argilosa, com restrição à percolação d'água, imperfeitamente drenados
141 (GEPLAN 2002).

142 As coletas de *T. Limbativentris* foram realizadas, mensalmente, durante o ciclo do
143 arroz, percorrendo toda a área (3 ha) em caminamento em zigue-zague, sendo amostradas 86

144 touceiras, distanciando-se 5m uma da outra e considerando o efeito de borda. As touceiras
145 foram cuidadosamente examinadas (colmo e folhas) e o número de adultos (vivos e mortos),
146 ninfas e posturas dos percevejos foram quantificadas.

147 A coleta de adultos de *T. Limbativentris* nas palmeiras jovens de babaçu (39
148 plantas) que estavam dentro da área cultivada com o arroz, foi realizada mensalmente, no
149 período de junho a setembro (colheita e pós-colheita do arroz).

150 Todas as touceiras de arroz e palmeiras jovens de babaçu amostradas foram
151 georreferenciadas com um aparelho GPS, utilizando-se as coordenadas planas do Sistema
152 Universal Transversal de Mercator (UTM).

153 Para caracterizar a flutuação da população do percevejo-do-colmo na cultura do
154 arroz e nas palmeiras jovens de babaçu os dados foram submetidos a análise estatística
155 descritiva utilizando o programa Statistica, versão 7.0 (STATSOFT INC 2011). Para análise
156 geoestatística, construíram-se os semivariogramas para verificar a presença ou não de
157 dependência espacial entre as amostras (Abreu *et al* 2003, Santos & Cardi 2009).

158 Para a análise da dependência espacial, foi utilizada a classificação de
159 Cambardella *et al* (1994), que consideram o grau de dependência espacial forte se essa razão
160 for $\leq 25\%$, moderada se estiver entre 25% e 75% , e fraca quanto a razão for $> 75\%$. Para
161 determinação dessa variável foi utilizada a fórmula $[(Co/Co + C) \times 100]$.

162 Na confecção dos mapas de distribuição espacial foram utilizados os dados totais
163 de percevejos adultos vivos na área. Para estimar o nível populacional a técnica de krigagem
164 utiliza a localização do percevejo na área, que foi fornecida por um par de ordenadas (X, Y), e
165 a quantidade de espécimes em cada amostra. Os dados obtidos foram analisados no SAS,
166 versão 8.2 (SAS 2001) e depois as informações foram cruzadas e interpoladas, gerando os
167 mapas de infestação de percevejos no programa GS+ (GAMMA DESIGN SOFTWARE
168 2000).

169 **Resultados e discussão**

170

171 Foram coletados 1584 adultos de *T. limbiventris* na cultura do arroz e 54 nas
172 palmeiras de babaçu em São Vicente Ferrer (MA), com total de 1638 adultos da espécie. Nas
173 touceiras de arroz os primeiros espécimes foram encontrados 60 dias após a emergência das
174 plantas, observando-se que o início da reprodução desses insetos ocorreu cerca de 70 dias
175 após a emergência das plantas. No arroz foram observados picos populacionais de *T.*
176 *limbiventris* no mês de maio (Fig 1A), quando a cultura estava na fase de maturação
177 (enchimento dos grãos). Nessa condição fenológica ocorrem os maiores prejuízos na cultura,
178 com perdas quantitativas e qualitativas na produtividade de grãos (Ferreira 2006; Krinski &
179 Foerster 2017).

180 Não foram observados percevejos na lavoura na fase de perfilhamento. Esse fato
181 pode ser atribuído ao consórcio do arroz com milho (*Zea mays* L.) e mandioca (*Manihot*
182 *esculenta* Crantz), uma vez que, segundo Ferreira *et al* (1997) outras culturas servem de
183 barreira às migrações externas dos espécimes na cultura do arroz.

184 Nas palmeiras jovens de babaçu observou-se um pico populacional em junho e em
185 seguida um decréscimo na densidade populacional do inseto (Fig 1B). Vale ressaltar, que
186 nesse período foi realizada a capina manual, com a retirada dos restos de cultura, após a
187 colheita do arroz, prática cultural que diminui a população de percevejos na área por reduzir
188 os possíveis sítios de diapausa. Esse comportamento foi verificado por Botta *et al* (2014)
189 constatando que as operações de colheita e manejo da palhada do arroz, são fatores que
190 exercem importante função tanto na redução populacional de adultos e ninfas do percevejo-
191 do-colmo, quanto para o estímulo à hibernação.

192 O percevejo-do-colmo apresentou distribuição espacial agregada na área cultivada
193 com arroz (Fig 2A). Nas palmeiras jovens de babaçu (Fig 2B) adultos do percevejo foram

194 encontrados em apenas 10 pontos de coleta e a distribuição foi aleatória. Isso pode ser
195 explicado pela migração de *T. limbativentris* para outras fontes de refúgio, como as plantas
196 espontâneas que são utilizadas como sítios de diapausa, conforme Klein *et al* (2012).

197 Em relação à distribuição espacial de *T. limbativentris* na cultura do arroz, o
198 modelo matemático que melhor se ajustou foi o exponencial, o semivariograma foi crescente
199 e dependente da distância, evidenciando a existência de dependência espacial na escala
200 estudada, e apresentou o coeficiente de determinação (R^2) com valor 0,039 (Fig 3A). O
201 coeficiente de determinação indica o bom ajuste do modelo com valores máximos próximos a
202 1 (Silva *et al* 2015). No entanto, essa qualidade foi considerada muito baixa para a área de
203 arroz, indicando pouca variação espacial entre as amostras. Estes resultados corroboram com
204 os apresentados por Pazini *et al* (2015) para *T. limbativentris* em arroz irrigado.

205 Na amostragem dos percevejos em palmeiras jovens de babaçu não houve ajuste
206 de qualquer modelo, considerando-se neste caso, o efeito pepita puro, quando o
207 semivariograma é constante e igual ao patamar para qualquer distância (Fig 3B), o que
208 significa ausência de dependência espacial, com distribuição aleatória dos insetos.

209 O efeito pepita puro observado no presente estudo ocorreu, possivelmente, devido
210 ao baixo número de espécimes amostrados. Situação semelhante foi verificada por Pias *et al*
211 (2017) ao caracterizar a distribuição espacial de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera:
212 Pentatomidae) na cultura da soja, com contagem quase nula de espécimes e eficiente
213 dispersão. Convém ressaltar, que as palmeiras jovens de babaçu são plantas nativas e que
214 estão dispostas de forma irregular na área com cultivo de arroz. Para Liebhold *et al* (1993) o
215 efeito pepita puro se deve principalmente ao fato de que a dependência espacial ocorre em
216 uma escala espacial diferente da escala adotada, ou erro de amostragem.

217 De acordo com Valeriano & Prado (2001) o alcance representa a influência dos
218 pontos mostrados sobre os adjacentes, ou seja, a distância na qual ocorre dependência espacial

219 entre as amostras (Dinardo-Miranda *et al* 2007). Neste trabalho, verificou-se que o alcance
220 entre as 86 amostras na cultura do arroz foi 1,63m (Fig 3A). Carvalho *et al* (2017) afirmaram
221 que o valor do alcance representa a distância máxima em que ocorre a dependência espacial
222 das amostras; e para garantir a independência dos pontos amostrais, a minimização do erro-
223 padrão da média, o menor trabalho na coleta e do número de amostras, deve-se utilizar para o
224 intervalo de amostragem duas vezes o valor do alcance (Carvalho *et al* 2002).

225 A distribuição espacial de *T. limbativentris* apresentou dependência espacial
226 classificada como forte ($\leq 25\%$), quando a amostragem ocorreu nas touceiras de arroz de
227 terras altas. Assim, de acordo com Liebhold *et al* (1993) quando existe dependência espacial
228 entre os pontos amostrados, a distribuição é caracterizada como agregada, e segundo Boaretto
229 & Brandão (2000) é a mais comum para os insetos.

230 Alves *et al* (2016) e Pazini *et al* (2017) ao estudaram a distribuição e arranjo
231 espacial de população de *T. limbativentris* em arroz irrigado no estado do Tocantins e Rio
232 Grande do Sul, respectivamente, verificaram que a distribuição foi agregada. Para a infestação
233 de *T. limbativentris* nas palmeiras de babaçu não foi confeccionado mapa (krigagem) pela
234 distribuição ter sido aleatória, o que segundo Silva *et al* (2015), não justifica a confecção de
235 mapas de infestação devido a falta de dependência espacial.

236 Os mapas de superfície das densidades populacionais de *T. limbativentris* na
237 cultura do arroz, obtidos pela krigagem, indicam categorias de 1,57 a 3,56 percevejos por
238 amostragem, com predomínio da categoria de 2,53 a 2,90 espécimes por amostras. Este mapa
239 permite a visualização detalhada da distribuição espacial de *T. limbativentris* em áreas com
240 níveis de infestação distintos, ou seja, as reboleiras assumem maiores valores da praga no
241 campo, representado pela cor verde mais escuro (Figura 4). Entretanto, é possível verificar no
242 centro do mapa que existe menor quantidade de espécimes, representado pela cor azul mais
243 claro.

244 O estudo da distribuição espacial de *T. limbativentris*, permite que o controle
245 dessa praga seja realizado somente nos focos de infestação que atingirem o nível de controle,
246 dessa forma, as medidas de controle são mais efetivas e apresentam menores impacto
247 ambientais, visando a sustentabilidade dos agroecossistema do arroz em sistema de terras
248 altas. A geoestatística, configura-se como uma boa ferramenta na implantação de estratégias
249 de controle dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

250

251

252

253 Referências

254

255 Abreu SL, Reichert JM, Silva VR, Reinert DJ, Elena Blume E (2003) Variabilidade espacial
256 de propriedades físico-hídricas do solo, da produtividade e da qualidade de grãos de trigo em
257 Argissolo Franco Arenoso sob plantio direto. *Ciência Rural*, 33(2):275-282.

258

259 Alves TM, Maia AHN, Barrigossi JAF (2016) Spatial distribution and coexisting patterns of
260 adults and nymphs of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) in paddy rice fields.
261 *Environ Entomol*.

262

263 Boaretto MAC, Brandão ALS (2000) Amostragem de insetos. Universidade Estadual do
264 Sudoeste Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia área de Entomologia, Vitória da
265 Conquista, BA. <http://www.uesb.br/entomologia/amostrag.html>. Accessed 06 Nov 2018.

266

267 Botta RA, Silva FF, Pazini JB, Martins JFS, Rubenich R (2014) Abundância sazonal do
268 percevejo-do-colmo do arroz. *Pesq Agropec Trop* 44(4):417-423.

269

270 Cambardella CA, Moorman TB, Novak JM, Parkin TB, Karlen DL, Turco RF, Konopka AE
271 (1994) Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci Soc Am J*
272 58:1501-1511

273

274 Carvalho LCC, Silva FM, Ferraz GAS, Figueiredo VC, Cunha JPB (2017) Comparação entre
275 amostragem foliar convencional e de precisão para análise de micronutrientes na cafeicultura.
276 *Coffee Science*, 12(2):272-281.

277

278 Carvalho JHS, Barbosa JC, Yamamoto PT, Bicalho IB (2015) Distribuição espacial do Bicho-
279 furão, *Gymnandrosoma aurantiana* (Lima, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE), em
280 citros utilizando eostatística. *Rev Bras Frut* 37(3):600-609.

281

282 Carvalho JRP, Silveira PM, Vieira SR (2002) Geoestatística na determinação da variabilidade
283 espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. *Pesq Agropec Bras* 37(8):
284 1151-1159.

- 285
286 CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento-Safra 2017/2018 (2019) Acompanhamento
287 de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro. Conab, Brasília.
288 <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>.
289 Accessed 19 Jul 2019.
290
- 291 Costa HS, Seidel EJ, Pazini JB, Silva AM, Silva FF, Martins JFS, Barrigossi JAF (2019)
292 Mapping of spatio temporal distribution of *Tibraca limbativentris* Stal (Hem.:Pentatomidae)
293 in flood ed rice crop in Southern Brazil. Rev Brasil Entomol
294 <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.04>.
295
- 296 Dinardo-Miranda LL, Vasconcelos ACM, Vieira SR, Fracasso JV, Grego CR (2007) Uso da
297 geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-
298 açúcar. Bragantia 66(3):449-455.
299
- 300 Ferreira E, Zimmermann FJP, Santos AB, Neves BP (1997) O percevejo-do-colmo na cultura
301 do arroz. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão (Documentos, 75),
302 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/204293>. Accessed 25 Jul 2019.
303
- 304 Ferreira E (2006) Fauna prejudicial. In: Santos AB, Stone LF, Vieira NRA (eds) A cultura do
305 arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, pp. 485-560.
306
- 307 França LL, Dierings CA, Almeida ACS, Araújo MS, Heinrichs EA, Silva AR, Barrigossi
308 JAF, Jesus FG (2018) Resistance in Rice to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera:
309 Pentatomidae) Influenced by Plant Silicon Content. Fla Entomol. 2018 101(4): 587-591,
310 <https://doi.org/10.1653/024.101.0419>.
311
- 312 GAMMA DESIGN SOFTWARE. Geostatistics for the environmental sciences (version 5.1
313 for windows) Michigan, 2000.
314
- 315 GEPLAN - GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.
316 Atlas do Maranhão. Laboratório de Geoprocessamento. São Luís: Universidade Estadual do
317 Maranhão, 2002. 32 p.
318
- 319 Grego CR, Vieira SR, Lourenção AL (2006) Spatial distribution of *Pseudaletia sequax*
320 Franclemont in triticale under no-till management. Scientia Agricola 63(4):321-327.
321 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000400002>
322
- 323 Klein JT, Redaelli LR, Barcellos A (2012) Occurrence of diapause and the role of
324 *Andropogon bicornis* (Poaceae) tussocks on the seasonal abundance and mortality of *Tibraca*
325 *limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). Fla Entomol 95(4):813-818.
326
- 327 Krinski D, Foerster LA (2017) Damage by *Tibraca limbativentris* Stal (Pentatomidae) to
328 upland rice cultivated in Amazon rainforest region (Brazil) at different growth stages.
329 Neotrop Entomol 46(1):107-114. DOI 10.1007/s13744-016-0435-5.
330
- 331 Liebhold AM, Rossi RE, Kemp WP (1993) Geostatistic and geographic information system in
332 applied insect ecology. Ann Rev Entomol 38:303-327.
333

- 334 Martins JFS, Silva FF, Theisen G, Mattos MLT, Botta RA, Pazini JB, Nunes CDM (2016)
335 Diagnóstico sobre o manejo de agrotóxicos em áreas orizícolas da fronteira Oeste do Rio
336 Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1072936/diagnostico-sobre-o-manejo-de-agrotoxicos-em-areas-orizicolas-da-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1072936/diagnostico-sobre-o-manejo-de-agrotoxicos-em-areas-orizicolas-da-fronteira-oeste-do-rio-grande-do-sul)
337 [fronteira-oeste-do-rio-grande-do-sul](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1072936/diagnostico-sobre-o-manejo-de-agrotoxicos-em-areas-orizicolas-da-fronteira-oeste-do-rio-grande-do-sul). Accessed 15 Jul 2019.
338
339
- 340 Moreira MAB, Barros LCG (2004) Manejo e controle das principais pragas da cultura do
341 arroz irrigado na Região do Baixo São Francisco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
342 [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/371781/manejo-e-controle-das-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/371781/manejo-e-controle-das-principais-pragas-da-cultura-do-arroz-irrigado-na-regiao-do-baixo-sao-francisco)
343 [principais-pragas-da-cultura-do-arroz-irrigado-na-regiao-do-baixo-sao-francisco](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/371781/manejo-e-controle-das-principais-pragas-da-cultura-do-arroz-irrigado-na-regiao-do-baixo-sao-francisco). Accessed 20
344 Jul 2019.
345
- 346 Pazini JB, Botta RA, Seidel EJ, Silva FF, Martins JFS, Barrigossi JAF, Rübénich R (2015)
347 Geoestatística aplicada ao estudo da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* em
348 arrozal irrigado por inundação. Ciência Rural 45(6):1006-1012.
349 <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140841>.
350
- 351 Pazini JB, Seidel EJ, Silva FF, Barrigossi JAF, Martins JFS, Botta RA (2017) Validação do
352 arranjo espacial do percevejo-do-colmo em arroz irrigado por inundação. Ciência e Natura
353 39(2):221-232. DOI:10.5902/2179460X22073.
354
- 355 Pias OHC, Cherubin MR, Berghetti J, Kuss CC, Santi AL, Basso CJ (2017) Sampling grids
356 for monitoring *Euschistus heros* infestation in soybean. Bragantia, 76(3):386-397. DOI:
357 <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.2016-261>.
358
- 359 Santos FHR, Cardim D (2009) Variabilidade espacial da infestação da broca na cana-de-
360 açúcar (*Diatraea Saccharalis*). Omnia Exatas 2(1):59-71.
361
- 362 SAS System the Version 8.2. Cary: SAS Institute, 6 CD-ROM. Windows 98.2001.
363
- 364 STATSOFT INC: Statistica for Windows (Software – system for data – analyses) Version
365 7.0. Tulsa, 2011.
366
- 367 Silva AG, Farias PRS, Boiça Junior AL, Lima BG, Ponte NHT, Pinho RC, Barbosa RS
368 (2015) Análise espacial da mosca-negra em sistema agroflorestal de citros. Comunicata
369 Scientiae, 6(3):350-358. DOI: 10.14295/CS. v6i3.408
370
- 371 Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas da
372 pesquisa para o Sul do Brasil. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Bento Gonçalves,
373 SC, 2016. 199 p.
374
- 375 Souza JR, Ferreira E, Chagas EF, Mondego JM, Maciel AAS, Sardinha DHS, Gonçalves
376 KKM, Carvalho Filho JA (2008) Resistência do tipo antibiose a ninfas de *Tibraca*
377 *limbativentris* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) em variedades de arroz. Arq Inst Biol
378 75(3):321-326.
379
- 380 Valeriano MM, PRADO H (2001) Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o
381 mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. Rev Bras Cienc Solo 25:997-1005.

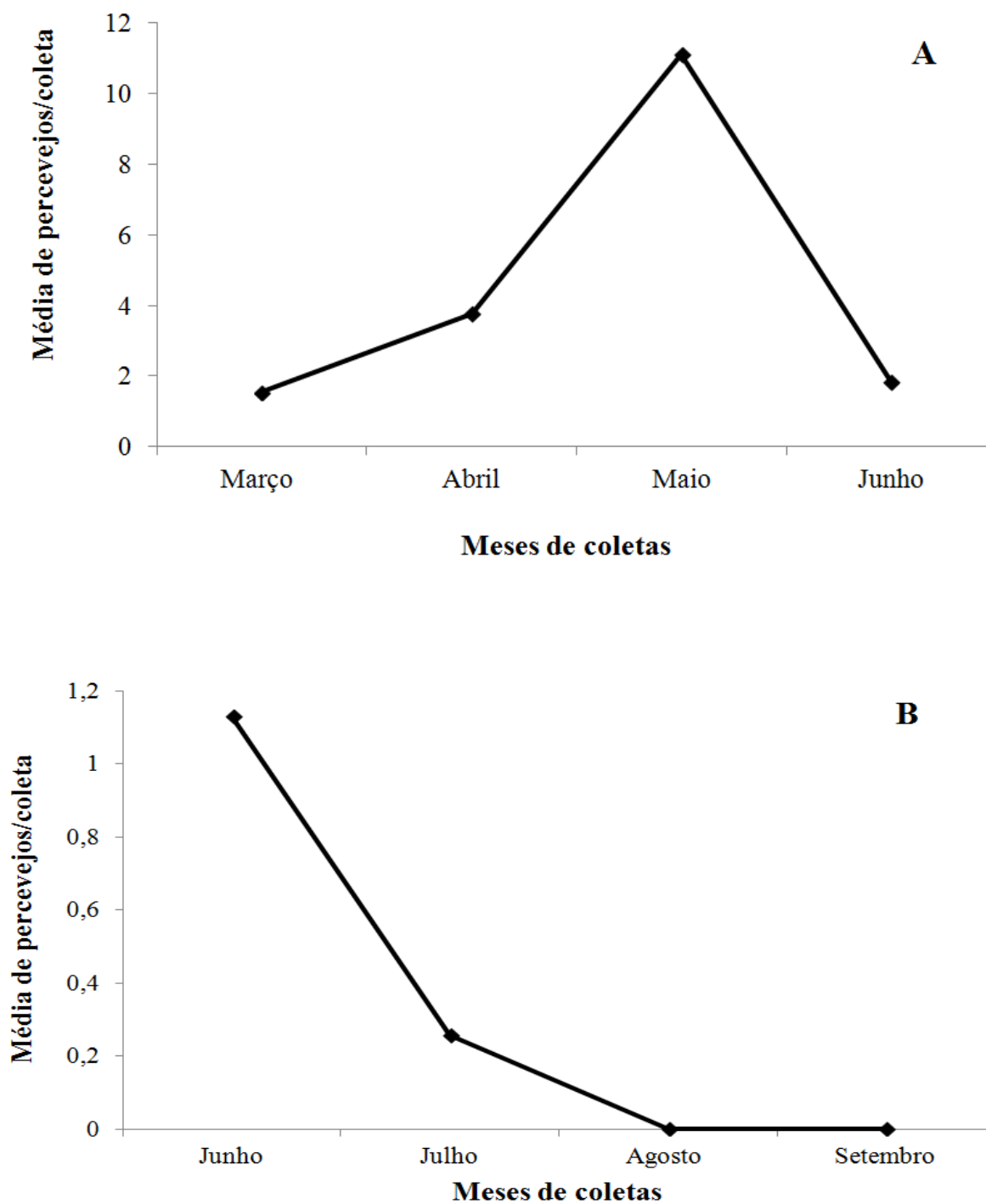


Fig 1 Flutuação populacional de adultos de percevejo-do-colmo em 86 pontos amostrados na cultura de arroz (A) e 39 pontos amostrados em palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2016/2017. São Vicente Ferrer - MA.

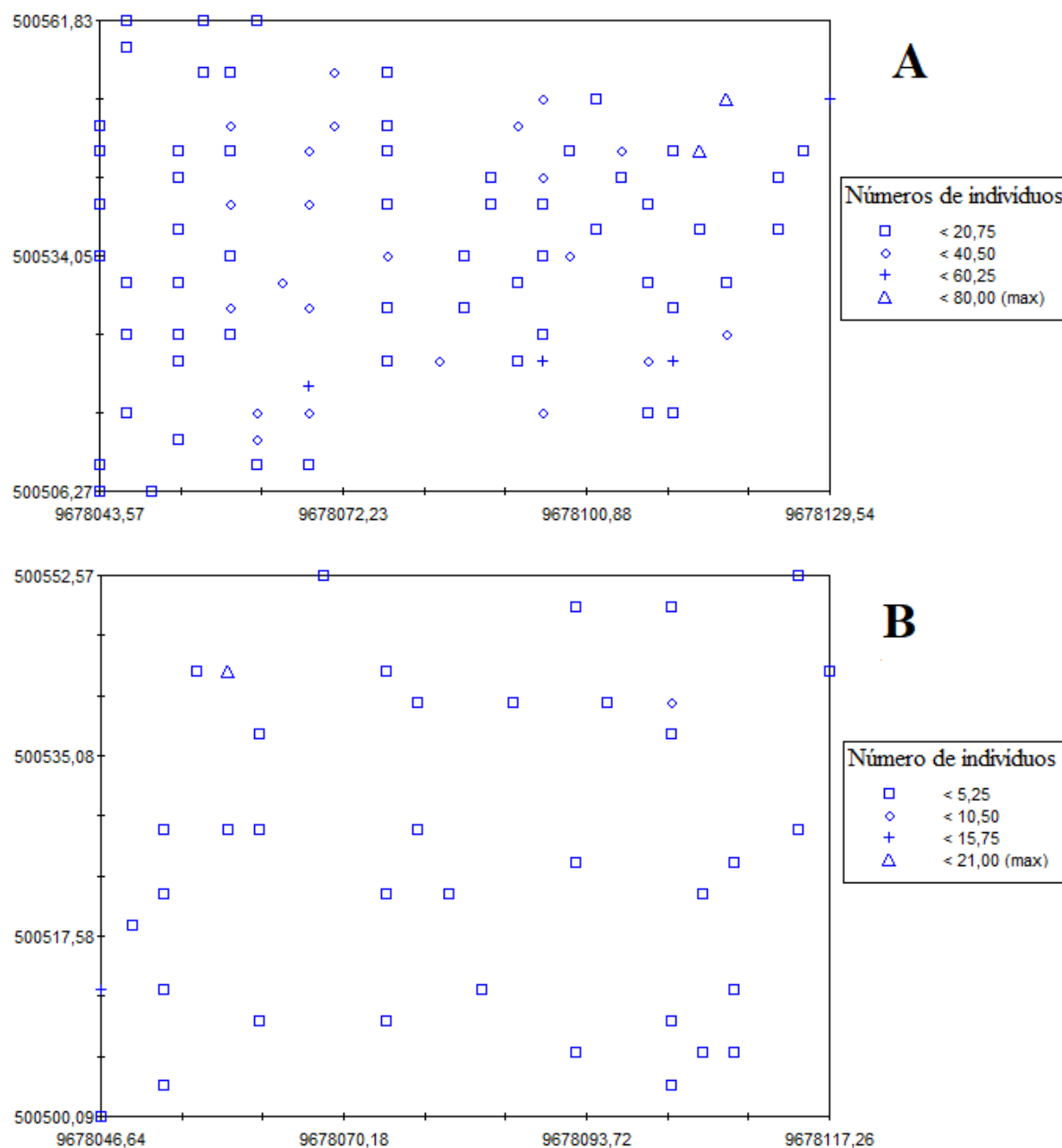


Fig 2 Número de adultos de percevejo-do-colmo em 86 pontos amostrados na cultura de arroz (A) e 39 pontos amostrados em palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2017/2018. São Vicente Ferrer - MA.

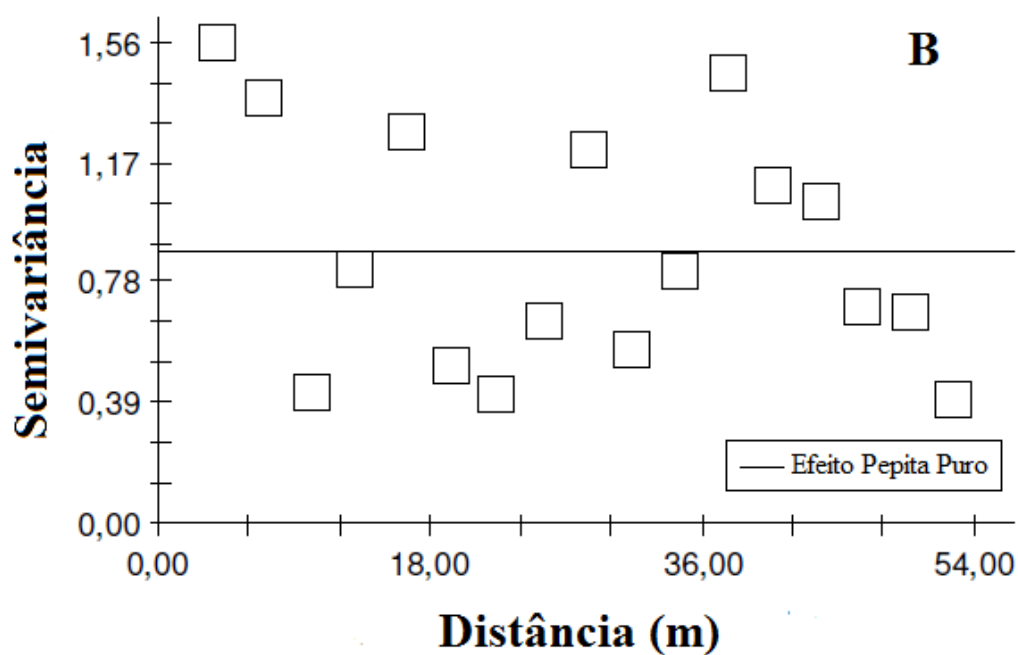
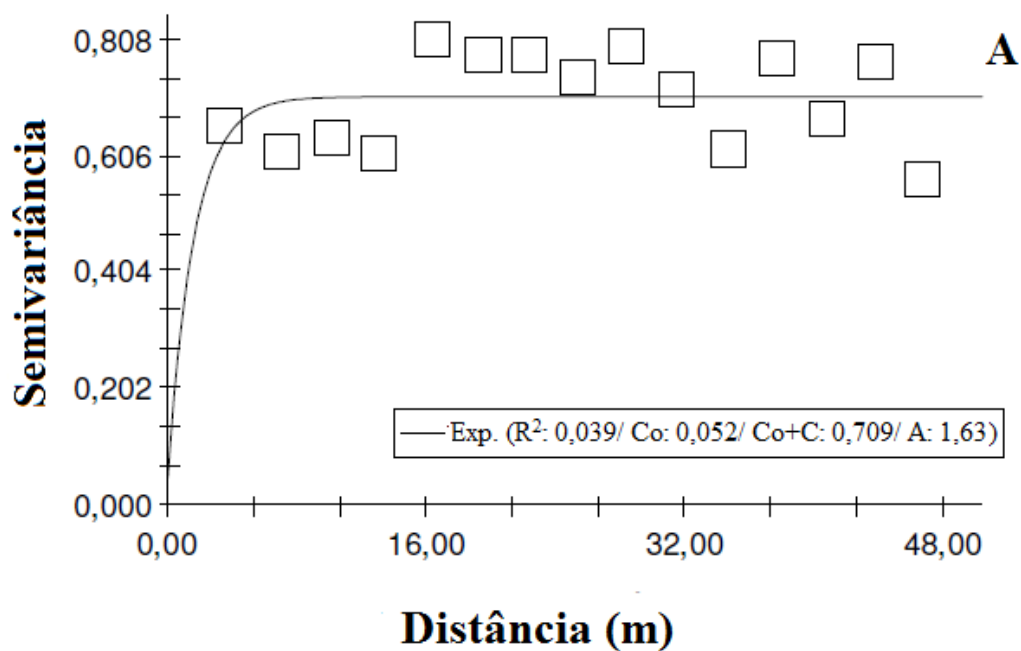


Fig 3 Semivariogramas da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris*, coletados na cultura de arroz (A) e palmeiras jovens de babaçu (B). Safra 2016/2017. São Vicente Ferrer – MA. A) modelo exponencial (Exp.) ajustado para a cultura de arroz (R^2 : Coeficiente de Determinação; Co: Efeito pepita; Co+C: Patamar; A: Alcance). B) modelo linear (Efeito Pepita Puro) ajustado para palmeiras jovens de babaçu.

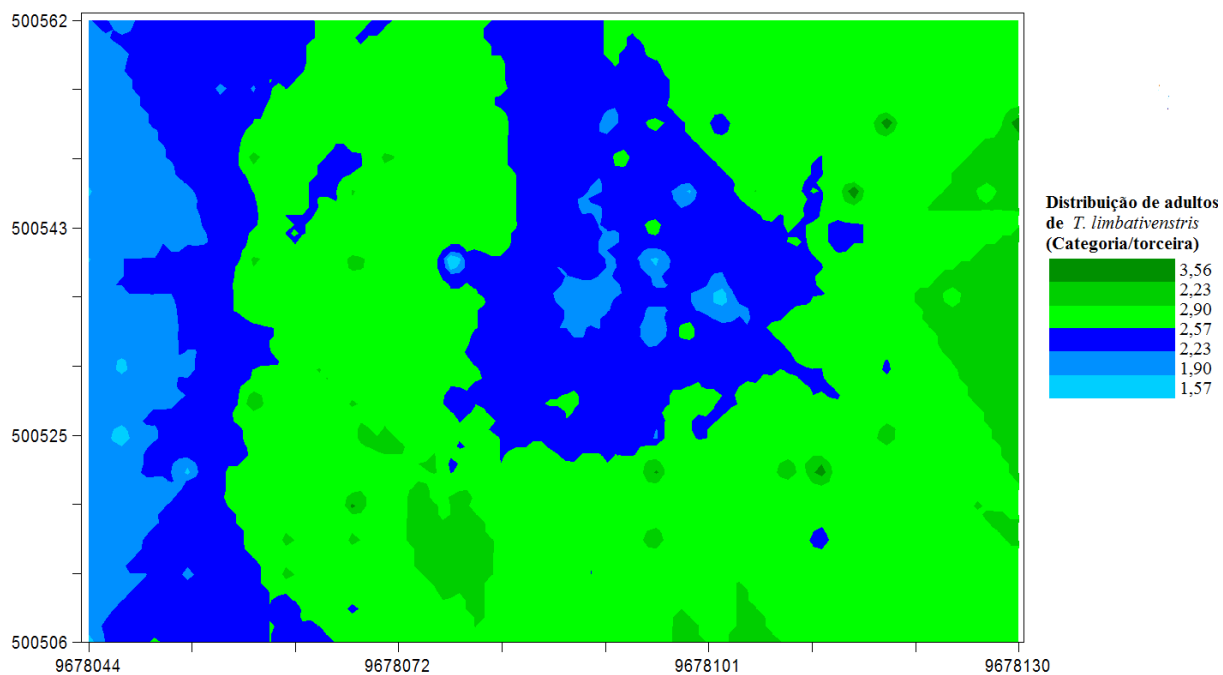


Fig 4 Mapa de krigagem da infestação de *Tibraca limbativentris*, em cultivo de arroz. Safra 2017/2018. São Vicente Ferrer - MA.

Comunicação científica a ser submetida à Revista Brasileira de Entomologia

Diapausa em fêmeas de *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) em palmeiras de babaçu na pós-safra do arroz na Baixada Maranhense

CAPÍTULO 3

RESUMO - *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) é a principal praga da cultura do arroz. Essa espécie já foi encontrada em hospedeiros alternativos pertencentes às famílias Poaceae e Cyperaceae, e em palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa*) no período de entressafra da cultura do arroz. Este trabalho objetivou estudar o aparelho reprodutor de fêmeas hibernantes de *T. limbativentris* em palmeiras jovens de babaçu, a partir da caracterização dos ovários em maduros ou imaturos e pela presença ou ausência de corpos gordurosos na cavidade abdominal. Foram dissecadas 37 fêmeas com auxílio de um microscópio estereoscópio. As fêmeas dissecadas foram consideradas imaturas pela ausência de ovócitos nos ovários e presença de corpos gordurosos na cavidade abdominal, o que caracteriza esse hospedeiro alternativo como sítio de refúgio para diapausa de *T. limbativentris* na entressafra do arroz.

Palavras-chave: hibernação, hospedeiro alternativo, percevejo-do-colmo

ABSTRACT - *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) is a major pest of rice crop. This species been found in alternative hosts belonging to the Poaceae and Cyperaceae families, and in babassu palms (*Attalea speciosa*) in the off-season of the rice crop. The objectives of this work were to study the reproductive organ the hibernating females of *T. limbativentris* in young babassu palm, by characterizing the ovaries as mature or immature and by the presence or absence of abdominal cavity body fat. Dissected 37 females using a stereoscopic microscope. The dissected females were considered immature through the absence of oocytes in the ovaries and the abdominal cavity body fat, which characterizes this alternative host as refuge for *T. limbativentris* diapause in the rice off-season.

Keywords: hibernation, alternative hosts, rice stink bug

Na produção mundial de arroz, o Brasil é o maior produtor fora do continente asiático (FAO, 2017), com produção anual superior a 10 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 (CONAB, 2019). No ranking nacional, o estado do Maranhão é o maior produtor da Região Nordeste, com predomínio, do plantio de arroz em sistema de sequeiro (CONAB, 2019).

No Maranhão, o cultivo de arroz é realizado em sua maioria por pequenos agricultores, em sistema itinerante de “corte e queima”, que utiliza o fogo como prática de limpeza e fertilização da área para plantio de culturas alimentares temporárias, como arroz, milho e mandioca. O percevejo *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) está entre as pragas que causam prejuízos econômicos e redução drástica na produção de arroz (Souza et al., 2009; Santana et al., 2018). Os danos na cultura são devido à alimentação dos adultos e ninfas nos colmos das plantas com mais de 20 dias de emergência (Ferreira et al., 1997), se estendendo a fase reprodutiva da cultura (Krinski e Foerster, 2016).

O percevejo-do-colmo, tem capacidade de explorar e adaptar-se a diferentes hospedeiros alternativos para alimentação, oviposição e desenvolvimento da sua descendência (Panizzi, 1991; Panizzi, 2015). Pelo seu comportamento polífago, normalmente, após a colheita do arroz, este inseto permanece nos restos culturais, por encontrar condições favoráveis de abrigo no período de hibernação. Em outras situações, os percevejos podem completar mais uma geração em plantas hospedeiras alternativas, antes de se deslocarem para os sítios de hibernação (Panizzi et al., 2012). Nesse sentido, a diapausa é uma estratégia de sobrevivência dos insetos em condições desfavoráveis, acionada por fatores abióticos como fotoperíodo, temperatura e umidade (Sausen et al., 2011) e fatores bióticos relacionados à disponibilidade de alimento ou refúgio, como hospedeiro principal e plantas adjacentes ao cultivo (Botta et al., 2014).

Apesar de polífago, *T. limbativentris* apresenta preferência por espécies do mesmo grupo botânico do hospedeiro principal. Ferreira et al. (1997) citam as espécies das famílias

Poaceae e Ciperaceae, por serem abundantes ao redor da cultura principal. No estado do Rio Grande do Sul, a espécie espontânea *Andropogon bicornis* (capim rabo-de-raposa) foi relatada como planta hospedeira de *T. limbativentris* (Klein, Redaelli e Barcellos, 2012; Pasini et al., 2018). Contudo, é importante verificar se as fêmeas desse percevejo migram para o hospedeiro alternativo já fecundadas e entram em diapausa ou se esse hospedeiro serve apenas de abrigo e sítio de hibernação. Visando o manejo ecológico de *T. limbativentris*, justifica-se a realização desta pesquisa para conhecer o comportamento reprodutivo desse inseto em hospedeiro alternativo, a fim de que medidas preventivas de controle sejam realizadas nessa fase, diminuindo assim o nível populacional da praga nos próximos cultivos de arroz.

Dessa forma, este trabalho objetivou estudar o aparelho reprodutor de fêmeas diapausantes de *T. limbativentris* em palmeiras jovens de babaçu e presença de parasitóides.

Após a colheita do arroz, as coletas foram realizadas mensalmente em palmeiras jovens de babaçu (em média 55 cm de circunferência), nos municípios Matões do Norte (03° 37' 57'' S; 44° 33' 9'' W), nos períodos de agosto a dezembro/2012 e agosto a outubro/2013, e em São Vicente Ferrer (02°54'36,8''S; 44°59'53,8''W), no período de junho a setembro/2017. As palmeiras foram examinadas cuidadosamente, anotando-se o número de adultos, ninfas e postura dos percevejos. No Laboratório de Entomologia do Núcleo de Biotecnologia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão, os insetos foram sexados, a partir da observação das genitálias de machos e fêmeas nos últimos segmentos abdominais, com auxílio de um microscópio estereoscópio, sendo em seguida conservados em álcool 92%.

No Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO, foram dissecadas 37 fêmeas com auxílio de um microscópio estereoscópio, cortando-se as pernas, asas e laterais do abdômen. Cada fêmea foi transferida para uma placa de Petri com parafina, fixada com alfinetes entomológicos e submersas em álcool 70% para facilitar a retirada dos corpos gordurosos. Retirou-se o aparelho digestivo com o auxílio de pinças para a

visualização do sistema reprodutivo, sendo este isolado e colocado dentro de eppendorf contendo álcool etílico 96%. O sistema reprodutivo foi classificado de acordo com o grau de desenvolvimento dos ovários, em imaturos ou maduros, observando-se a presença ou ausência de ovócitos nos ovários. Além dos órgãos reprodutivos, a condição da gordura corporal hipertrofiada ou não também foi caracterizada para avaliação do *status* da diapausa.

Foram coletados um total 1472 espécimes adultos vivos, 14 mortos e 11 posturas eclodidas de *T. limbiventris* em plantas de *A. speciosa*, no entanto, não foram encontradas ninfas. Observou-se que os adultos vivos estão associados a estipe (Fig. 1A) e folhas (Fig. 1B) do babaçu, e as posturas eclodidas foram observadas apenas em folhas (Fig. 1C).



Fig.1. *Tibraca limbiventris* em palmeiras jovens de babaçu, Maranhão. (A) Adultos em estipe, (B) adultos em folha e (C) postura eclodida em folha.

Em pesquisas com outras espécies da família Pentatomidae Medeiros e Megier (2009) encontraram ninfas do percevejo *Euschistus heros* alimentando-se em *Vassobia breviflora* (esporão-de-galo) no Rio Grande do Sul; enquanto Krinski (2013) constatou postura de *Edessa meditabunda* em *Physalis angulata* (camapum) no Pará. No período de entressafra das culturas, as plantas hospedeiras alternativas permitem a continuidade do ciclo dos percevejos fitófagos em estado de diapausa (Godoy et al., 2010), ou desempenham um papel importante no aumento das populações, pois são utilizados como fonte alimentar para o desenvolvimento de ninfas e reprodução de adultos.

Nesta pesquisa as fêmeas dissecadas foram consideradas imaturas pela ausência de ovócitos nos ovários. Os órgãos genitais imaturos eram delicados e translúcidos, ocupando

um pequeno espaço da cavidade abdominal (Fig. 2A). Verificou-se que apesar da ausência do alimento principal, a cavidade abdominal das fêmeas coletadas em palmeiras jovens de babaçu estava repleta de corpos gordurosos (Fig. 2B), o que caracteriza esse hospedeiro alternativo como sítio de refúgio para diapausa de *T. limbativentris* na entressafra do arroz.

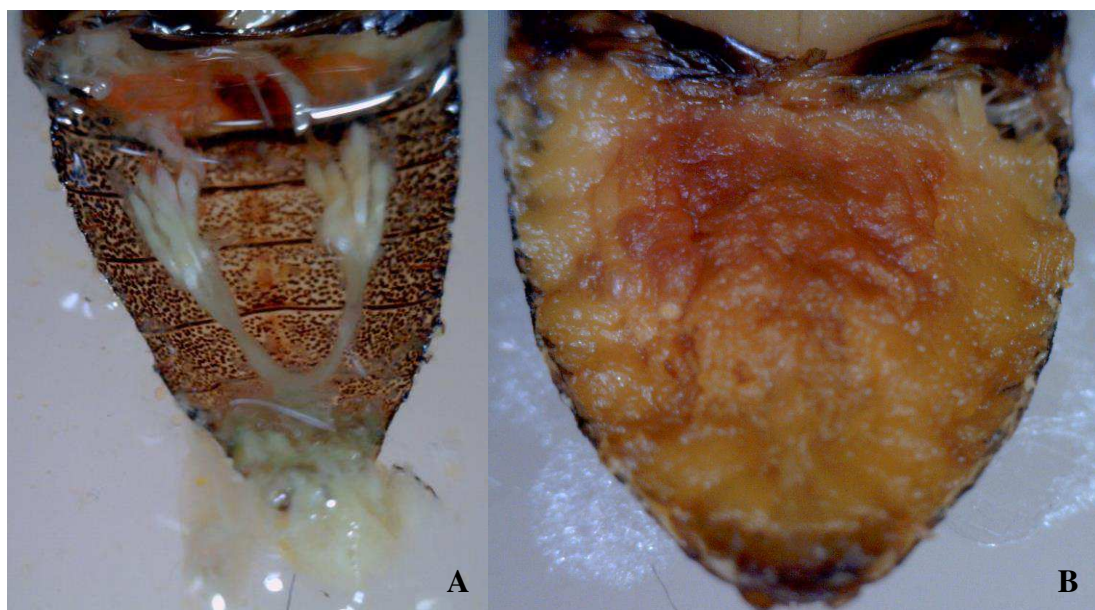


Fig. 2. Fêmeas de *Tibraca limbativentris*: estrutura reprodutiva imatura (A) e cavidade abdominal cheia de corpos gordurosos (B).

Os insetos na condição de diapausa apresentam os órgãos reprodutivos imaturos em sua maioria (Mourão; Panizzi, 2000), ou seja, encontram-se não aptos para desenvolvimento dos descendentes. De acordo com Kostal (2011), os insetos iniciam o período de diapausa com o armazenamento de reservas energéticas, seguido de busca de abrigos de sobrevivência, paralização de desenvolvimento, diminuição do metabolismo, alterações da fisiologia e aquisição de resistência a fatores extrínsecos. Contudo, a falta de reservas energéticas em insetos diapausantes torna os espécimes menos resistentes, e sua morte pode ocorrer antes do fim do período de diapausa (Santos et al., 2003).

A presença de corpos gordurosos na cavidade abdominal e órgãos reprodutores imaturos das fêmeas de *T. limbativentris*, favorece a sobrevivência desse inseto em condições

adversas, uma vez que o período de diapausa se estende de junho a dezembro, e caracteriza-se por altas temperaturas e déficit hídrico na região da Baixada Maranhense. Essas informações são importantes para que o monitoramento e medidas de controle preventivas sejam realizadas no período da diapausa, visando diminuir o nível populacional de *T. limbativentris* na safra seguinte.

Botta, R.A., Silva, F.F., Pazini, J.B., Martins, J.F.S., Rubenich, R., 2014. Abundância sazonal do percevejo-do-colmo do arroz. *Pesq. Agropec. Bras.*, 44, 417-423.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2019. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro. Conab, Brasília. Available at: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. (accessed 07 Jan 2020).

FAO - Food and Agriculture organization of the United Nations, 2017. FAOSTAT data by crops, Rice. Quantity, Available at: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (accessed 19 Jul 2019).

Ferreira, E., Zimmermann, F.J.P., Santos, A.B. dos, Neves, B.P. das, 1997. O percevejo-do-colmo na cultura do arroz. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão (Documentos, 75), <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/204293> (accessed 25 Jul 2019).

Godoy, K.B., Ávila, C.J., Duarte, M.M. Arce, C.C.M., 2010. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40, 1199-1202.

Kostal, V., 2011. Insect photoperiodic calendar and circadian clock: independence, cooperation, or unity? *J. Insect Physiol.*, 57, 538-556.

- Klein, J.T., Redaelli, L.R., Barcellos, A., 2012. Occurrence of diapause and the role of *Andropogon bicornis* (Poaceae) tussocks on the seasonal abundance and mortality of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). Fla. Entomol. 95, 813-818.
- Krinski, D., 2013. *Physalis angulata* L. (Solanaceae): a potential host-plant of stink bugs *Edessa meditabunda* F. (Hemiptera, Pentatomidae). Biota Neotrop. 13, 336-339.
- Krinski, D., Foerster L.A., 2016. Damage by *Tibraca limbativentris* Stål (Pentatomidae) to upland rice cultivated in Amazon Rainforest Region (Brazil) at different growth stages. Neotrop Entomol. 46, 107-114.
- Medeiros, L., Megier, G.A., 2009. Ocorrência e Desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em Plantas Hospedeiras Alternativas no Rio Grande do Sul. Neotrop. Entomol. 38, 459-463.
- Mourão, A.P.M., Panizzi, A.R., 2000. Diapausa e Diferentes Formas Sazonais em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) no Norte do Paraná. An Soc Entmol Bras. 29, 205-218.
- Panizzi, A.R., 1991. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: Panizzi, A.R. Parra, J.R.P. (Eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole, pp. 253-287.
- Panizzi, A.R., Bueno, A. de F., Silva, F.A.C. da, 2012. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C.B., Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F. (Eds.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-pragas. Brasília: Embrapa, pp. 335-420.
- Panizzi, A.R., 2015. Growing Problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species Invasive to the U.S. and Potential Neotropical Invader. Am Entomol. 61, 223-233.

- Pasini, M.P.B., Lúcio, A.D., Cargnelutti Filho, A., Ribeiro, A.L.P. de, Zamberlan, J.F., Lopes, S.J., 2018. Population density of *Tibraca limbativentris* on flood irrigated rice and alternative host plants. *Pesq. Agropec. Bras.* 53, 265-278.
- Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 2016. Arroz irrigado: Recomendação técnica da pesquisa para o Sul do Brasil. SOSBAI, Pelotas.
- Santana, M.V., Macedo, R. da S., Santos, T.T.M. dos, Barrigossi, J.A.F., 2018. Economic injury levels and economic thresholds for *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) on paddy rice based on insect-days. *J. Econ. Entomol.* 111, 2242-2249.
- Santos, R.S.S., Redaelli, L.R., Diefenbach, L.M.G., Romanowski, H.P., Prando, H.F., 2003. Characterization of the imaginal reproductive diapause of *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). *Braz. J. Biol.* 63, 695-703.
- Sausen, C.D., Sant'Ana J., Redaelli, L.R., Pires, P.D.S., 2011. Diapause Initiation and Alterations in the Life Cycle of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) as Induced by Photoperiodic Conditions. *Neotrop. Entomol.* 40, 529-532.
- Souza, J.R., Ferreira, E., Cargnelutti Filho, A., Boiça Junior, A.L., Chagas, E.F., Mondego, J.M., 2009. Divergência genética de cultivares de arroz quanto à resistência a *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotrop. Entomol.* 38, 671-676.

Artigo a ser submetido à Revista de Biología Tropical

Fungos entomopatogênicos no manejo do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris*
(Hemiptera: Pentatomidae), em cultivo de arroz de sequeiro

CAPÍTULO 4

Fungos entomopatogênicos no manejo do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae), em cultivo de arroz de sequeiro

Elizabeth Araujo Costa^{1*}, Raimunda Nonata Santos de Lemos¹

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, CEP 65.055-098, São Luís-Maranhão, Brasil

*elizacosta17@yahoo.com.br

Resumo: Fungos entomopatogênicos no manejo do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae), em cultivo de arroz de sequeiro. *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) é a principal praga da cultura do arroz no Brasil, causando danos nas fases vegetativa e reprodutiva. Objetivou-se estudar a eficiência de isolados e marcas comerciais de *Metharhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no manejo do percevejo-do-colmo em lavouras de arroz no estado do Maranhão. Foram utilizados os isolados MGSS 189 (*M. anisopliae*), MGSS 192 (*M. anisopliae*) MGSS 87 (*B. bassiana*) e os produtos comerciais Opala® e Granada® (*M. anisopliae*). Os isolados foram pulverizados em suspensão de conídios e veiculados em grãos de arroz cobertos com os produtos fúngicos na concentração 1×10^7 . Os produtos Opala® e Granada® foram pulverizados na dosagem de 0,75 e 5,5 kg p.c./ha, respectivamente. O delineamento foi blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. As avaliações foram realizadas antes das aplicações e 15 dias após a aplicação dos fungos. Houve redução populacional dos percevejos após o tratamento. Os isolados e produtos comerciais de *M. anisopliae* e *B. bassiana*, independente da concentração e formas aplicadas foram eficientes no controle de *T. limbativentris*.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; pentatomídeos; controle microbiano, *Metharhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea anual, pertencente à família Poaceae (Reunião, 2018); este cereal é uma das fontes alimentícias mais importantes, atendendo a 21% das necessidades em calorias e 14% em proteínas (Ferreira, 2004).

Entre os insetos causadores de danos na cultura do arroz, destaca-se *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) (Reunião, 2018), principal praga de importância econômica dessa cultura tanto no sistema plantio de terras altas, quanto irrigado (França et al., 2018; Panizzi et al., 2015). Os danos ocasionados por essa praga inicia-se com a alimentação dos insetos a partir do segundo instar nas fases vegetativa e reprodutiva, caracterizados pelos sintomas “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente (Botton et al., 1996).

Normalmente o controle de *T. limbativentris* é realizado com inseticidas químicos, principalmente, inseticida de contato e ingestão do grupo químico dos piretróides (Martins et al., 2016), com nível de controle de 2 a 4 percevejos na fase vegetativa, e 1 a 2 percevejos na fase reprodutiva, amostrando-se 15 colmos (Krinski & Foerster, 2016). Estudos revelam efeitos indesejados de piretróides em organismos não-alvo, com associação positiva entre a exposição a piretróides e o risco de doença cardíaca coronária (Han et al., 2017); alterações nas atividades reprodutivas dos peixes (Montanha & Pimpão, 2017); desenvolvimento de efeitos fitotóxicos em folhas e flores de mudas deavena *Impatiens walleriana* (Souza et al., 2017), além disso, causa o colapso de colônias de abelhas (Kiljanek, Niewiadowska & Posyniak, 2016).

Contudo, novas medidas de manejo de *T. limbativentris* devem ser aplicadas, para evitar o surgimento de populações resistentes da praga aos inseticidas além de contaminação do ambiente (Rampelotti et al., 2008). O controle microbiano dessa praga vem sendo amplamente estudado como substituição ao uso de inseticidas sintéticos (Martins & Lima, 1993; Martins et al., 1997; Quintela et al., 2003; Martins et al., 2004; Rampelotti-Ferreira et al., 2010; Zambiazzi et al., 2011; Safavi & Sarhozaki, 2019). No grupo dos patógenos de insetos destacam-se os fungos, que apresentam largo espectro, epizootias em condições naturais e são capazes de infectar todos os estágios de desenvolvimento dos hospedeiros (Alves & Lopes, 2008).

Pesquisas para redução populacional de *T. Limbativentris* com os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* estão cada vez mais difundidas. Martins et al. (2014) verificaram que as cepas ESALQ-PL63 WP (*B. Bassiana*) e ESALQ-1037 SC (*M. anisopliae*) atingiram 64,3% de eficiência no controle desse percevejo em arroz irrigado. Rampelotti et al. (2007) verificaram que todas as fases de desenvolvimento de *T. limbativentris* foram suscetíveis ao isolado CG

891 (*M. anisopliae*) em condição de laboratório, e que as ninfas que conseguiram eclodir dos ovos tratados não atingiram o segundo instar.

O estado do Maranhão, especialmente a região da Baixada Maranhense, oferece condições edafoclimáticas com potencial para o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, com temperatura e umidade elevadas, fatores ambientais importantes para esporulação dos fungos. O objetivo desta pesquisa foi verificar a patogenicidade de isolados de fungos e marcas comerciais de *Metharhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *T. limbativentris* em lavouras de arroz de sequeiro em São Vicente Ferrer (MA).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: A pesquisa foi realizada nos anos agrícolas 2018 e 2019 em três áreas de agricultores familiares cultivadas com arroz de sequeiro, variedade Agulha Branca, no município de São Vicente Ferrer, MA, Brasil (Latitude: 2° 53' 44" Sul, Longitude: 44° 52' 53" Oeste). O clima do município segundo a classificação de Thorntwaite é do tipo (C₁SA' a'), caracterizado como subúmido-seco, megatérmico e moderada deficiência hídrica no verão (Geplan, 2002; Barros et al., 2012). As áreas selecionadas foram denominadas de A (2018), B e C (2019), medindo aproximadamente 1 ha e o sistema agrícola praticado foi agricultura itinerante, se baseia no corte da vegetação secundária, denominada capoeira, seguido por queima e cultivo de monoculturas ou consórcio por um ciclo, e posterior abandono da área para o pousio. O preparo da área ocorreu em novembro e a semeadura do arroz em janeiro que é o início do período chuvoso na região. A produção dos fungos entomopatogênicos foi realizada nos Laboratórios de Entomologia e Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão.

Obtenção do inoculo: Foram utilizados os isolados dos fungos *B. bassiana* (MGSS 87) e *M. anisopliae* (MGSS 189 e MGSS 192), pertencentes à Micoteca Prof. Gilson Soares da

Silva (MGSS) da Universidade Estadual do Maranhão (Tabela 1), e os fungos entomopatogênicos comerciais *M. anisopliae* (Opala ®) e *B. bassiana* (Granada®), nas formulações suspensão concentrada e pó molhável, respectivamente, conforme recomendações do fabricante.

TABELA 1
Isolados e produtos comerciais de fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* utilizados nos bioensaios para controle de *T. limbativentris*.

Isolados/Concentração	Espécie	Hospedeiro original	Procedência
MGSS 189 1 x 10 ⁷ conídios/mL	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Tibraca limbativentris</i>	Arari – MA
MGSS 192 1 x 10 ⁷ conídios/mL	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Tibraca limbativentris</i>	Matões do Norte – MA
MGSS 87 1 x 10 ⁷ conídios/mL	<i>Beauveria bassiana</i>	Solo	Recife – PE
IBCD 425 (Opala ®) 1,32 x 10 ⁹ conídios/g	<i>Metarhizium anisopliae</i>	-	Farroupilha®
IBCB 66 (Granada®) 1 x 10 ¹⁰ conídios/g	<i>Beauveria bassiana</i>	-	Farroupilha®

A suspensão inicial do inóculo foi obtida dos isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87, a partir da repicagem em placas de Petri (9 cm ø) com meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), previamente autoclavado a 120°C por 20 minutos. Os isolados foram repicados em três pontos das placas que foram incubadas em câmara de germinação do tipo BOD (25° ± 1°C e fotofase de 12 horas) para crescimento e esporulação dos fungos. Após 15 dias de incubação os fungos foram utilizados no preparo das suspensões. A viabilidade dos conídios, superior a 90%, foi aferida pelo método de germinação em microcultivo (Martins et al., 2004).

Preparo das suspensões: Após o crescimento micelial, os conídios dos isolados *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram raspados do meio de cultura com auxílio de uma espátula esterilizada, e colocados em backer (50 mL), contendo 10 mL de água destilada e espalhante adesivo a 0,01% (Tween 80®). Uma gota da suspensão foi colocada na câmara de Neubauer para contagem dos esporos em microscópio óptico com aumento de 400x com ajuste de concentração para 1×10^7 conídios/mL que foi inoculada em grãos de arroz.

Previamente, o arroz parboilizado ficou de molho em água por 1 hora e em seguida escorrido, e colocado em porções de 100 g em sacos de polipropileno, fechados e levados para esterilização em autoclave a 120°C por 20 minutos. Após o esfriamento da massa de grãos, a suspensão de conídios foi inoculada no arroz com o auxílio de uma micropipeta. Foi colocado 1 mL da suspensão por saco, que foram fechados e agitados manualmente para distribuição uniforme dos conídios na massa de arroz, e acondicionados em câmara do tipo B.O.D a $26^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotofase, por 15 dias para a germinação dos conídios e crescimento de micélio.

Preparo da calda e aplicação dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metharhizium anisopliae*:

A calda foi preparada, adicionando-se 100 mL de água mineral mais espalhante adesivo (Tween 80®) a 0,5% em saco de polipropileno contendo o material fúngico (100g de arroz). A calda foi agitada manualmente dentro do saco, coada e colocada em pulverizador costal de 5L com pressão de 20,7 bar (300psi), aplicando-se, em média, 1L por parcela.

Nas áreas A (2018) e B (2019), os isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram aplicados na concentração 1×10^7 conídios/mL, e os produtos Opala® e Granada® nas dosagens de 0,75 e 5,5 kg p.c./ha, respectivamente. A aplicação foi realizada no sentido de cima para baixo das touceiras de arroz, de modo que o jato atingisse as plantas uniformemente. Na área C (2019), os fungos veiculados em grãos de arroz (100 g) foram

colocados manualmente na base/interior das touceiras de arroz. As aplicações dos fungos foram realizadas 60 dias após a germinação, período em que foi constatada a presença do inseto nas áreas.

Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma pré-contagem de ninfas e adultos de *T. limbativentris*, em uma área de 0,5m² dentro das parcelas. Após 15 dias das aplicações avaliou-se o número de espécimes vivos e mortos. Os insetos mortos foram transferidos para placas de Petri com algodão úmido (câmara úmida) e colocados em câmara de germinação tipo BOD, a 26±1°C e fotofase de 12 h, por 10 dias, para confirmação da mortalidade causada pelos patógenos.

Desenho experimental e análise estatística: o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (isolados, produtos comerciais e testemunha) e quatro repetições. Nas áreas as parcelas mediam 2m de largura x 3m de comprimento, equidistantes 5m.

Realizou-se uma análise exploratória dos dados, para determinação do tipo de distribuição. O número de ninfas e adultos de *T. limbativentris* vivos, contabilizados antes e depois da aplicação dos fungos, foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o cálculo da mortalidade confirmada considerou-se o número total de insetos vivos e mortos após a pulverização dos produtos. Os dados de mortalidade confirmada não apresentaram distribuição normal, e as médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o Programa Assistat (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS

Não foram constatadas diferenças significativas no número médio de ninfas e adultos vivos de *T. limbativentris* antes da aplicação dos tratamentos em todas as parcelas, para cada área avaliada. Independente da espécie de fungo e das formas de aplicação, em suspensão ou em grão de arroz, não houve diferença entre os fungos testados nas avaliações realizadas 15 dias após a pulverização. Essa diferença só foi constatada nas parcelas testemunha (Tabela 2), observando-se maior número médio de ninfas e adultos vivos (6,30; 4,10 e 1,95).

TABELA 2

Número médio de ninfas e adultos vivos de *T. limbativentris* coletados em áreas com arroz de sequeiro, antes e depois da aplicação dos isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e dos produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.

Produtos	Área 1		Área 2		Área 3	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
MGSS 189	3,55 a	0,95 b	0,30 a	0,35 b	0,65 a	0,35 b
Opala®	3,10 a	0,85 b	0,28 a	0,35 b	1,15 a	0,25 b
MGSS 192	2,80 a	0,60 b	0,42 a	0,40 b	1,50 a	0,25 b
Granada®	3,90 a	1,45 b	0,32 a	0,15 b	1,10 a	0,55 b
MGSS 87	3,45 a	0,60 b	0,27 a	0,60 b	0,95 a	0,50 b
Testemunha	3,75 a	6,30 a	0,24 a	4,10 a	1,30 a	1,95 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

Pelo crescimento dos micélios nos cadáveres dos insetos, constatou-se que os produtos testados foram patogênicos para ninfas e adultos de *T. limbativentris* diferindo apenas da testemunha que não apresentou médias de mortalidade nas diferentes formas de aplicação dos fungos nas áreas (Tabela 3). Os fungos apresentaram média de mortalidade de 8,37 a 12,37 na área 1, de 7,25 a 12,75 na área 2 e 8 a 11,50 na área 3. No entanto o fungo *M. anisopliae* apresentou maior percentual de espécimes mortos nas parcelas tratadas, com destaque para o isolado MGSS 192 (44,44).

TABELA 3

Média e percentual de mortalidade confirmada de ninfas e adultos de *T. limbativentris* em áreas com arroz de sequeiro tratadas com os isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e os produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.

Produtos	Área 1		Área 2		Área 3	
	Suspensão de conídios		Suspensão de conídios		Conídios em arroz	
	Mortos	%	Mortos	%	Mortos	%
MGSS 189	12,37 a	34,48	10,62 a	36,36	10,50 a	36,36
Opala®	10,12 a	32,00	12,25 a	41,66	11,00 a	44,44
MGSS 192	8,37 a	29,41	10,62 a	19,04	11,50 a	44,44
Granada®	11,12 a	21,12	7,25 a	40,00	8,00 a	15,38
MGSS 87	10,5 a	36,84	12,75 a	33,33	11,50 a	28,57
Testemunha	0,00 b	-	0,00 b	-	0,00 b	-

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste não paramétrico Kruskal Wallis.

DISCUSSÃO

Os entomopatógenos *B. bassiana* e *M. anisopliae* ocorrem naturalmente no ambiente, a uma temperatura de 23 a 28°C e umidade relativa superior a 90% (Alves, 1986, Botero, 2018). Para Martins et al. (2014) a base interna dos colmos apresenta as condições climáticas ideais para o desenvolvimento populacional do percevejo-do-colmo e dos fungos entomopatogênicos.

Rampelotti et al. (2007), verificaram que todos os estágios de *T. limbativentris* são suscetíveis a *M. anisopliae*, em condições controladas. Martins et al. (1997), observaram que os isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram eficientes no controle de adultos de *T. limbativentris* em condições de campo. Esses fungos entomopatogênicos estão entre as espécies mais estudadas e utilizadas no controle de pragas, a ocorrência em condições naturais é importante na diminuição do nível populacional de pragas e na redução das aplicações de agrotóxicos nas lavouras (Alves, 1986; Alves & Lopes, 2008).

Os trabalhos de Rampelotti et al. (2007) e Martins et al. (2004) confirmaram a mortalidade de *T. limbativentris*, pelos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, respectivamente, a partir de

cepas isoladas de *T. limbativentris*. Por outro lado, Martins et al. (2014) trabalharam com quatro produtos comerciais e verificaram que apesar das cepas não terem sido isoladas de *T. limbativentris*, e independente da espécie (*B. bassiana* ou *M. anisopliae*) e da formulação os fungos evidenciaram-se como promissores para o controle biológico dessa praga.

Martins et al. (2004) ressaltaram que a aplicação dos fungos entomopatogênicos na forma de suspensão de conídios atinge de imediato maior número de insetos, enquanto na forma de conídios veiculados em grãos de arroz a infecção só ocorre se o inseto entrar em contato com os grânulos. No entanto, nos resultados obtidos nesta pesquisa não foram observadas diferenças na mortalidade de *T. limbativentris* entre as formulações aplicadas.

Os isolados dos fungos *M. anisopliae* (MGSS 189 e MGSS 192) e *B. bassiana* (MGSS 87) na concentração 1×10^7 são eficientes no controle de *T. limbativentris* nas formulações de conídios em suspensão e conídios veiculados em grãos de arroz. Com os resultados obtidos confirmou-se que os fungos entomopatogênicos podem ser usados em programas de controle de *T. limbativentris* no Estado do Maranhão.

AGRADECIMENTO

Ao Laboratório Farroupilha por terem cedido os fungos comerciais para desenvolvimento da pesquisa.

Resumen: Hongos entomopatógenos en el manejo de la chinche de tallo de arroz, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae), en el cultivo de arroz de tierras altas. *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) es la principal plaga del cultivo de arroz en Brasil, causando daños en las fases vegetativa y reproductiva. El objetivo de esta investigación es estudiar la eficiencia de los aislados y las marcas comerciales de *Metharhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en el manejo de la chinche de tallo de arroz en los arrozales del estado de Maranhão. Se utilizaron aislamientos MGSS 189 (*M. anisopliae*), MGSS 192 (*M. anisopliae*), MGSS 87 (*B. bassiana*) y los productos comerciales Opala® y Granada® (*M. anisopliae*). Los aislamientos se rociaron en suspensión de conidios y transportados sobre granos de arroz cubiertos con productos fúngicos a una concentración de 1×10^7 . Los productos Opala® y Granada® fueron rociados a una dosis de 0,75 y 5,5 kg p.c./ha, respectivamente. El diseño fue bloques al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Las evaluaciones fueron realizadas antes de las aplicaciones y 15 días después de la aplicación

de los hongos. Hubo una reducción de la población de chinches después del tratamiento. Los aislamientos y productos comerciales de *M. anisopliae* y *B. bassiana*, independientemente de la concentración y las formas aplicadas, fueron eficientes en el control de *T. limbativentris*.

Palabras clave: *Oryza sativa* L.; pentatomidas; control microbiano, *Metharhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*.

REFERÊNCIAS

- Alves, S. B., Lopes, R. B., Vieira, S. A., & Tamai, M. A. (2008). Controle microbiano de pragas na América Latina. In: Alves, S. B., & Lopes, R. B. (Eds.), *Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina* (pp. 69-110). Piracicaba: Fealq.
- Alves, S. B. (1986). Agentes entomopatogênicos no controle microbiano. In: Alves, S. B. (Eds), *Controle microbiano de insetos* (pp.73-126). São Paulo: Manole.
- Barros, A. H. C., Araújo Filho, J. C., Silva, A. B., Santiago, G. A. C. F. Climatologia do Estado de Alagoas Recife, Embrapa Solos, 2012, 32p. (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 211). ISSN 1678-0892.
- Botero, C. E. G. (2018). Respuesta a preguntas frecuentes sobre el hongo y el control de la broca del café. *Ciência e tecnología e innovación para La caficultura colombiana. Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica Fondo Nacional del Café*, Avance técnicos 493.
- Botton, M., Martins, J. F. S., Loeck, A. E., & Rosenthal, M. d'Á. (1996). Biología de *Tibraca limbativentris* sobre plantas de arroz. *Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia*, 25(1), 217-221.
- Ferreira, C. M., & Del Villar, P. M. (2004). Aspectos da produção e do mercado de arroz. *Informe Agropecuário*, 25(222), 11-18.
- França, L. L., Dierings, C. A., Almeida, A. C. S., Araújo, M. S., Heinrichs, E. A., Silva, A. R., Barrigossi, J. A. F., & Jesus, F. G. (2018). Resistance in Rice to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) Influenced by Plant Silicon Content. *Florida Entomology*, 101(4), 587-591.
- Geplan - Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Atlas do Maranhão. Laboratório de Geoprocessamento. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão. 2002, 40p.
- Han, J., Zhou, L., Luo, M., Liang, Y., Zhao, W., Wang, P., Zhou, Z., & Liu, D. (2017). Non-occupational exposure to pyrethroids and risk of coronary heart disease in the Chinese population. *Environmental Science and Technology*, 51(1), 664-670.

- Kiljanek, T., Niewiadowska, A., & Posyniak, A. (2016) pesticide poisoning of honeybees: a review of symptoms, incident classification, and causes of poisoning. *Journal of Apicultural Science*, 60(2), 5-24.
- Krinski, D., & Foerster, L. A. (2016). Damage by *Tibraca limbativentris* Stål (Pentatomidae) to upland rice cultivated in Amazon Rainforest Region (Brazil) at different growth stages. *Neotropical Entomology*, 46(1), 107-114.
- Martins, J. F. S., Botton, M., Carbonari, J. J., & Quintela, E. D. (2004). Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-Colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. *Ciência Rural*, 34(6), 1681-1688.
- Martins, J. F. S., Lima, M. G. A., Botton, M., Carbonari, J. J., & Quintela, E. D. (1997). Efeito de Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o Percevejo-do-Colmo do Arroz, *Tibraca limbativentris* Stal. *Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia*, 26(2), 277-283.
- Martins, J. F. S., Lima, M. G. A. (1994). Fungos entomopatogênicos no controle do percevejo-do-colmo do arroz *Tibraca limbativentris* Stal. Virulência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia*, 23(1), 39-44.
- Martins JFS, Pazini JB, Botta RA, Rubenich R, Silva FF. Efeito de fungos entomopatogênicos na redução populacional do percevejo-do-colmo do arroz. Pelotas, RS, Embrapa Clima Temperado, 2014, 6p. (Circular Técnica, 150).
- Martins JFS, Silva FF da, Theisen G, Mattos MLT, Botta RA, Pazini JB, Nunes CDM. Diagnóstico sobre o manejo de agrotóxicos em áreas orizícolas da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, 2016: 48p.
- Montanha, F. P., & Pimpão, C. T. (2012). Efeitos toxicológicos de piretróides (Cipermetrina e Deltametrina) em peixes – revisão. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária*, Ano IX.
- Pazini, J. B., Botta, R. A., Seidel, E. J., Silva, F. F., Martins, J. F. S., Barrigossi, J. A. F., & Rübénich, R. (2015). Geoestatística aplicada ao estudo da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* em arrozal irrigado por inundação. *Ciência Rural*, 45(6), 1006-1012.
- Quintela, E. D., Mascarin, G. M., Silva, R. A., Barrigossi, J. A. F., & Martins, J. F. S. (2013). Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. *Biological Control*, 66(1), 56-64.
- Rampelotti, F. T., Ferreira, A., Prando, H. F., Grützmacher, A. D., Martins, J. F. S., Tcacenco, F. A., & Mattos M. L. T. (2007). Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre as fases do desenvolvimento de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, 74(2), 141-148.

- Rampelotti, F. T., Ferreira, A., Tcacenco, F. A., Martins, J. F. S. Grützmacher, A. D., & Prando, H. F. (2008). Diversidade Genética de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, Usando Marcadores RAPD. *Neotropical Entomology*, 37(1), 020-029.
- Rampelotti-Ferreira, F. T., Ferreira, A., Prando, H. F., Tcacenco, F. A., Grützmacher, A. D., & Martins, J. F. S. (2010). Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do arroz irrigado ao fungo *Metarhizium anisopliae*, agente de controle microbiano de *Tibraca limbativentris*. *Ciência Rural*, 40(4), 745-751.
- Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Arroz irrigado: Recomendação técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Farroupilha, RS: SOSBAI, 2018, 205p.
- Safavi, S. A., & Sarhozaki, M. T. (2019). Effects of the entomopathogenic fungus, *Lecanicillium longisporum* on survival and population growth parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 38(4), 377-388.
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39), 3733-3740.
- Souza, L. L., Silva, B. M., Almeida, L. M. R., Silva, B. I. R., & Godoy, A. G. (2017). Efeito fitotóxico de inseticidas piretróides em *Impatiens walleriana* Hook.f. *Revista de Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva*, 17,16-20.
- Zambiazzi, E. V., Corassa, J. N., Guilherme, S. R., & Bonaldo, S. M. (2011). biológico *in-vitro* do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria l*. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 5(3), 43-48.

APÊNDICE

Apêndice A – Tabelas e Figura referentes ao capítulo 2.

Tabela 1 - Coordenadas em UTM, número total de insetos amostrados por coleta de *T. limbativentris* em cultivo de arroz sequeiro, em área de agricultor familiar, São Vicente Ferrer, MA (mar./jun. 2017).

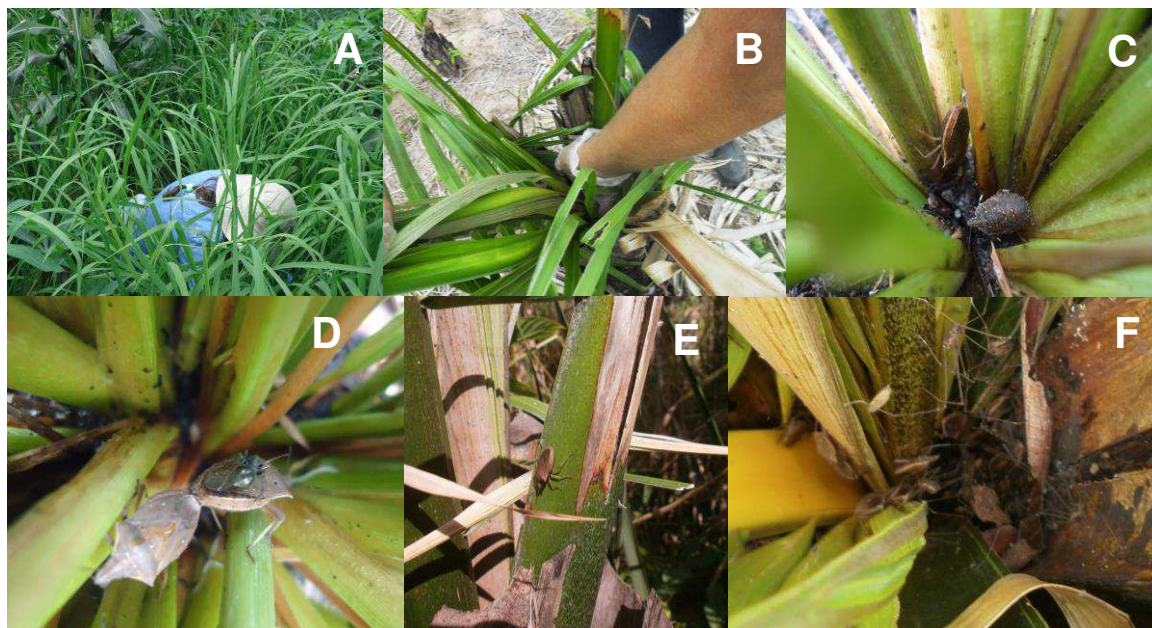
Pontos	Coordenadas em UTM		Número de espécimes				Total
	X	Y	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	
1	9678129.54	500552.57	5	9	43	2	59
2	9678126.47	500546.40	2	5	8	1	16
3	9678123.40	500543.31	1	0	14	0	15
4	9678123.40	500537.14	0	2	4	3	9
5	9678117.26	500530.96	0	10	0	0	10
6	9678117.26	500524.79	8	15	10	5	38
7	9678111.12	500521.70	1	6	51	0	58
8	9678111,12	500515.53	0	0	6	0	6
9	9678108.05	500515.53	2	0	9	1	12
10	9678108.05	500521.70	1	8	28	0	37
11	9678111.12	500527.87	7	1	6	3	17
12	9678108.05	500530.96	6	0	5	1	12
13	9678114.19	500537.14	0	7	3	6	16
14	9678108.05	500540.22	3	0	5	4	12
15	9678114.19	500546.40	10	12	45	13	80
16	9678117.26	500552.57	5	40	25	3	73
17	9678111.12	500546.40	2	1	10	1	13
18	9678104.98	500546.40	8	0	15	2	25
19	9678104.98	500543.31	1	0	7	0	8
20	9678101.91	500537.14	1	0	1	0	2
21	9678098.84	500534.05	0	0	32	0	32
22	9678095.77	500521.70	3	3	41	1	48
23	9678095.77	500515.53	5	16	12	0	33
24	9678092.69	500521.70	6	0	5	9	20
25	9678095.77	500524.79	1	0	3	1	5
26	9678092.69	500530.96	0	1	4	1	6
27	9678095.77	500534.05	2	0	2	0	4
28	9678095.77	500540.22	3	0	0	0	3
29	9678095.77	500543.31	5	0	20	3	28
30	9678098.84	500546.40	2	0	1	0	3
31	9678101.91	500552.57	3	5	0	0	8
32	9678095.77	500552.57	0	7	14	1	22
33	9678092.69	500549.48	0	0	23	0	23
34	9678089.62	500543.31	0	6	13	0	19
35	9678089.62	500540.22	4	4	8	0	16
36	9678086.55	500534.05	0	1	9	0	10
37	9678086.55	500527.87	2	7	10	1	20
38	9678083.48	500521.70	3	4	12	3	22
39	9678077.34	500521.70	0	5	4	0	9
40	9678077.34	500527.87	2	0	4	0	6
41	9678077.34	500534.05	0	6	16	0	22
42	9678077.34	500540.22	0	0	1	0	1

43	9678077.34	500546.40	0	2	15	0	17
44	9678077.34	500549.48	3	1	11	0	15
45	9678077.34	500555.66	2	2	7	0	11
46	9678071.20	500555.66	3	1	20	1	25
47	9678071.20	500549.48	4	11	13	4	32
48	9678068.13	500546.40	0	6	21	1	28
49	9678068.13	500540.22	1	0	23	2	26
50	9678065.06	500530.96	3	7	9	3	22
51	9678068.13	500527.87	1	0	19	3	23
52	9678068.13	500518.61	0	1	16	27	44
53	9678068.13	500515.53	0	2	24	0	26
54	9678068.13	500509.35	0	1	9	0	10
55	9678061.99	500509.35	1	4	4	0	9
56	9678061.99	500512.44	0	3	25	0	28
57	9678061.99	500515.53	0	6	16	5	27
58	9678058.92	500524.79	2	2	10	0	14
59	9678058.92	500527.87	0	0	40	0	40
60	9678058.92	500534.05	0	1	10	0	11
61	9678058.92	500540.22	1	13	12	1	27
62	9678058.92	500546.40	0	11	2	0	13
63	9678058.92	500549.48	0	6	24	0	30
64	9678058.92	500555.66	0	1	5	1	7
65	9678061.99	500561.83	0	2	8	2	12
66	9678055.85	500561.83	1	2	10	1	14
67	9678055.85	500555.66	0	1	1	4	6
68	9678052.78	500546.40	2	0	3	3	8
69	9678052.78	500543.31	2	2	0	2	6
70	9678052.78	500537.14	2	3	5	1	11
71	9678052.78	500530.96	0	5	2	1	8
72	9678052.78	500524.79	0	11	1	2	14
73	9678052.78	500521.70	0	0	2	2	4
74	9678052.78	500512.44	0	1	0	5	6
75	9678049.71	500506.27	0	0	15	1	16
76	9678043.57	500506.27	0	1	0	2	3
77	9678043.57	500509.35	4	6	7	1	18
78	9678046.64	500515.53	2	5	4	2	13
79	9678046.64	500524.79	1	6	2	3	12
80	9678046.64	500530.96	0	3	8	1	12
81	9678043.57	500534.05	2	5	3	0	10
82	9678043.57	500540.22	1	0	6	1	8
83	9678043.57	500546.40	2	1	3	0	6
84	9678043.57	500549.48	2	5	4	2	13
85	9678046.64	500558.74	2	2	5	3	12
86	9678046.64	500561.83	3	2	2	1	8

Tabela 2 - Coordenadas em UTM, número total de espécimes adultos amostrados por coleta de *T. limbativentris* palmeiras jovens de babaçu após a colheita da cultura do arroz, em área de agricultor familiar, São Vicente Ferrer, MA (jun./set., 2017).

Pontos	Coordenadas em UTM		Número de espécimes				Total
	X	Y	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	
1	9678104.98	500506.27	0	0	0	0	0
2	9678108.05	500512.44	0	0	0	0	0
3	9678108.05	500506.27	0	1	0	0	0
4	9678108.05	500524.79	0	0	0	0	0
5	9678114.19	500527.87	1	0	0	0	1
6	9678117.26	500543.31	2	0	0	0	0
7	9678114.19	500552.57	2	0	0	0	1
8	9678101.91	500549.48	2	0	0	0	0
9	9678101.91	500540.22	0	0	0	0	9
10	9678101.91	500537.14	0	0	0	0	2
11	9678104.98	500521.7	0	0	0	0	2
12	9678101.91	500509.35	0	0	0	0	2
13	9678101.91	500503.18	0	0	0	0	0
14	9678092.69	500506.27	0	0	0	0	0
15	9678092.69	500524.79	0	0	0	0	0
16	9678095.77	500540.22	0	0	0	0	0
17	9678092.69	500549.48	0	0	0	0	0
18	9678086.55	500540.22	0	0	0	0	0
19	9678080.41	500521.7	0	0	0	0	0
20	9678083.48	500512.44	0	1	0	0	0
21	9678074.27	500509.35	0	0	0	0	0
22	9678074.27	500521.7	20	1	0	0	0
23	9678077.34	500527.87	0	0	0	0	0
24	9678077.34	500540.22	0	0	0	0	1
25	9678061.99	500537.14	0	0	0	0	0
26	9678058.92	500543.31	0	0	0	0	21
27	9678068.13	500552.57	0	0	0	0	0
28	9678074.27	500543.31	0	0	0	0	0
29	9678058.92	500527.87	0	0	0	0	0
30	9678061.99	500527.87	0	0	0	0	0
31	9678061.99	500509.35	1	0	0	0	0
32	9678052.78	500503.18	0	0	0	0	0
33	9678052.78	500512.44	0	0	0	0	0
34	9678052.78	500521.7	13	1	0	0	0
35	9678052.78	500527.87	0	0	0	0	1
36	9678055.85	500543.31	0	0	0	0	0
37	9678049.71	500518.61	0	0	0	0	0
38	9678046.64	500512.44	0	0	0	0	14
39	9678046.64	500500.09	0	0	0	0	0

Figura 1 - Vistoria de *T. limbativentris* em touceira de arroz (A), em palmeira jovem de babaçu (B), adultos e ninfas em touceira de arroz (C), acasalamento em touceira de arroz (D) e adultos em palmeiras de babaçu (E e F).



Apêndice B - Tabela e Figura referentes ao capítulo 4.

Tabela 1 - Número médio de *T. limbativentris* (vivos e mortos), por bloco, em áreas com arroz de sequeiro tratadas com os isolados MGSS 189, MGSS 192, MGSS 87 e os produtos comerciais Opala®, Granada®. São Vicente Ferrer, MA. 2018 e 2019.

Tratamentos	A1			A2			A3		
	Vivos		Mortos	Vivos		Mortos	Vivos		Mortos
	Antes	Após		Antes	Após		Antes	Após	
M189	2,4	1,1	0,2	1,6	0,9	0,2	1,4	1,3	0,2
M189	3,4	2,3	0,6	1	2,1	0,2	1	2,5	0,6
M189	5	0	0,2	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0
M189	3,4	2,7	1	0,8	2,5	0,2	0	2,9	0
Opala®	2,8	0,1	0	1,4	0	1,2	1,6	0,3	0,4
Opala®	4,8	2,6	1	2,2	2,4	0,2	1,4	2,8	0,4
Opala®	0,4	1,5	0,6	0,2	1,3	0	1	1,7	0
Opala®	4,4	0,7	0	0,4	0,5	0	0,6	0,9	0
M192	3,4	0,7	0,2	1,2	0,5	0,8	1,4	0,9	0
M192	2,8	0,1	0	2,4	0	0,6	1	0,3	0,2
M192	3,2	0,2	0,4	1,2	0	0	1,4	0,4	0,4
M192	1,8	1,9	0,4	1,8	1,7	0,2	2,2	2,1	0,2
Granada®	0,6	0,1	0	3,8	0	0,4	1	0,3	0
Granada®	6,2	3,5	0,8	0,6	3,3	0,2	0,6	3,7	0
Granada®	4,6	3,9	0,4	0,6	3,7	0	1,8	4,1	0
Granada®	4,2	2,2	0,4	0,6	2	0	1	2,4	0,4
B87	4,2	1,5	0,4	0,8	1,3	1,2	1	1,7	0,2
B87	2,2	0	0,2	1,2	0,8	0,4	0,6	0,2	0,2
B87	3,2	1,5	0,6	0,8	1,3	0,8	1,2	1,7	0,4
B87	4,2	0,3	0,2	0,8	0,1	0	1	0,5	0
Testemunha	4,2	9,9	0	1,8	9,7	6	1,4	10,1	0
Testemunha	3,8	9,2	0	0,4	9	4,8	1,2	9,4	0
Testemunha	2,4	9,8	0	0,2	9,6	2,4	1,2	10	0
Testemunha	4,6	9,5	0	1	9,5	3,2	1,4	9,7	0

Figura 1 - Controle microbiano de *Tibraca limbativentris*: pulverização de touceiras de arroz com suspensão de fungo (A), aplicação de conídios veiculados em grãos de arroz (B), crescimento micelial de fungos em ninfas (C) e em percevejo adulto (D), início de crescimento micelial em ninfas (E) e em percevejo adulto (F).

