



MÉTODOS PARA PROVER ZONEAMENTOS DE ÁREAS FAVORÁVEIS AO MELHOR DESENVOLVIMENTO DE *BACTROCERA DORSALIS*

Letícia **Barbosa**¹; Rafael **Mingoti**²; Bruna Hortência Santana Araújo da **Silva**³; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**⁴; Jeanne Scardini **Marinho-Prado**⁵

Nº 23507

RESUMO – O inseto-praga *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) é originário da Ásia e considerado praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil. Essa espécie polífaga apresenta alta fecundidade e capacidade de dispersão. Vários métodos vêm sendo utilizados para prover zoneamentos de áreas aptas para PQA, entre eles os que fazem uso de modelagem de nicho ecológico e os fundamentados em condições climáticas que viabilizam melhores condições ao desenvolvimento de todas as fases do ciclo de vida e aos aspectos reprodutivos do inseto-praga (condições ótimas de desenvolvimento). Este trabalho avaliou resultados de dois métodos utilizados para prover zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Bactrocera dorsalis*, fundamentados em fatores climáticos que favorecem seu melhor desenvolvimento. No primeiro método, o aplicativo CLIMEX, opção *Compare Locations* (1 *Species*), foi utilizado com os dados climáticos mundiais históricos do aplicativo (de 1961 a 2000) e informações de faixas favoráveis ao desenvolvimento do inseto, entre outras, obtidas em literatura. O segundo método considerou informações de literatura, que fizeram uso de fatores climáticos (temperatura e umidade relativa médias) que expressam o desenvolvimento ótimo da PQA, aplicadas em planos de informações georreferenciadas elaborados a partir de dados nacionais das mesmas variáveis climáticas, obtidas do BDMEP/Inmet (de 2009 a 2018). As áreas nacionais favoráveis à PQA disponibilizadas pelos dois métodos foram analisadas. Diferenças encontradas nas áreas nacionais apresentando condições ótimas para *B. dorsalis* refletiram aspectos intrínsecos aos métodos utilizados, incluindo limitações oferecidas pelos recursos disponibilizados para melhor representar a realidade de todas as regiões brasileiras.

Palavras-chave: CLIMEX, defesa fitossanitária, distribuição de espécies, sistema de informações geográficas.

¹ Autora, Bolsista CNPq (PIBIC) / Embrapa Territorial: Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; leticia.barbosa@colaborador.embrapa.br

² Orientador: Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP; rafael.mingoti@embrapa.br

³ Colaboradora, Estagiária Embrapa Territorial: Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP

⁴ Colaboradora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP

⁵ Colaboradora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP



ABSTRACT – *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) is native of Asia and considered an absent quarantine pest (PQA) in Brazil. This polyphagous species has high fecundity and dispersal capacity. Several methods have been used to provide zoning maps of suitable areas for this PQA, including methods that use ecological niche modeling and those based on climatic conditions, which enable better conditions for both the development of all stages of the life cycle and the reproductive aspects of this insect-pest (optimal development conditions). This work evaluated the results of two methods used to provide territorial zoning maps of Brazilian areas favorable to the PQA *B. dorsalis*, based on climatic factors that favor its better development. In the first method, the CLIMEX application, option Compare Locations (1 Species), was used, along its historical world climate data (from 1961 to 2000) and information on ranges favorable to the development of the insect, among others, obtained in the literature. The second method considered information from literature, which made use of climate factors (average temperature and relative humidity) that express the optimal development of the PQA, both applied on georeferenced information plans elaborated considering national data on the same climatic variables obtained from BDMEP/Inmet (from 2009 to 2018). The national areas favorable to this PQA provided by both methods were analyzed. The differences found in national areas offering optimal conditions for *B. dorsalis* reflected intrinsic differences between both methods, including limitations offered by available resources, in order to better represent the reality of all Brazilian regions.

Keywords: CLIMEX, phytosanitary defense, species distribution, geographical information systems.

1. INTRODUÇÃO

O inseto-praga *Bactrocera dorsalis* (Handel, 1912) (Diptera: Tephritidae) é originário da Ásia (Vargas et al., 2007; Silva et al., 2018). No Brasil, esse inseto é uma praga quarentenária ausente (PQA), de acordo com a Portaria SDA/Mapa nº 617, de 11 de julho de 2022, publicada em 12 de julho de 2022 (Brasil, 2022). Essa espécie é polífaga e apresenta alta fecundidade e capacidade de dispersão (Clarke et al., 2005; Ekesi et al., 2007; Froerer et al., 2010; Vargas et al., 2015). *Bactrocera dorsalis* apresenta aproximadamente 300 espécies vegetais hospedeiras (Cabi, 2018; Samayoa et al., 2018; Silva et al., 2018). Em cultivos de frutíferas hospedeiras, *B. dorsalis* causa danos diretos aos frutos, principalmente durante sua fase larval, além de outras perdas



causadas por impedimentos comerciais às áreas com a sua presença (Rwomushana et al., 2008; Mingoti et al., 2020, 2022).

O levantamento de conhecimento biológico sobre *B. dorsalis* é fundamentado nos seguintes fatores: Climáticos, faixas de temperaturas e de umidade relativa do ar, que influenciam o melhor desenvolvimento (desenvolvimento ótimo) da praga; Biológicos, ou seja, espécies hospedeiras da praga de interesse comercial para o Brasil; Áreas atacadas pelo inseto no exterior; e Localidades nacionais com presença desses cultivos hospedeiros. Esses fatores viabilizaram avaliações metodológicas diferenciadas, com foco na elaboração de zoneamentos de áreas nacionais aptas à PQA *B. dorsalis* considerando ou não a presença de cultivos hospedeiros (Jacomo et al., 2020; Damaceno et al., 2021; Mingoti et al., 2020, 2022). Nessas avaliações, diferentes métodos foram abordados a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, a saber: a) classificação climática nacional de Thornthwaite semelhante às de áreas atacadas pelo inseto no exterior (Damaceno et al., 2021); b) modelagem de nicho ecológico (ENM) pelo algoritmo *Maximum Entropy Species Modelling* (MaxEnt) (plataforma OpenModeller) (Jacomo et al., 2020; Mingoti et al., 2020); e c) localização de áreas nacionais com as condições climáticas – temperaturas médias (Tmed) e umidades relativas médias (URmed) – que expressam maior favorabilidade ao desenvolvimento ótimo das diferentes fases do ciclo de vida e reprodutivo do inseto, considerando ou não áreas com cultivos hospedeiros (Mingoti et al., 2020, 2022).

O aplicativo de modelagem de distribuição de espécies (SDM) denominado CLIMEX possibilita integrar processos fisiológicos e climáticos no chamado índice ecoclimático geral (EI) (escala de 0 a 100), o qual pode ser representado de forma georreferenciada para indicar o potencial distribuição espacial de uma ou mais espécies, incluindo moscas-das-frutas de importância econômica mundial (Sutherst, 1991; Bennett et al., 1998; Zalucki; Van Klinken, 2006; Stephens et al., 2007; Kriticos et al., 2015; Benito et al., 2016; Byeon et al., 2018; Akrivou et al., 2021; Oliveira, 2021; Soares, 2021).

Este trabalho avaliou resultados de dois métodos utilizados para prover zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Bactrocera dorsalis* fundamentados em fatores climáticos que favorecem seu melhor desenvolvimento: o método 1 com a utilização do aplicativo CLIMEX (opção *Compare Locations (1 Species)*) e o método 2, a partir de condições climáticas estabelecidas por revisão da literatura, que expressam o desenvolvimento ótimo da PQA, aplicadas a planos de informações georreferenciadas elaborados a partir de dados nacionais.



2. MATERIAL E MÉTODOS

O método 1 utilizou o aplicativo CLIMEX, opção *Compare Locations (1 Species)*, com os dados climáticos mundiais históricos (1961 a 2000) providos pelo aplicativo (Kriticos et al., 2012; 2015) e modelagem sem irrigação. Os parâmetros de entrada considerando *B. dorsalis* foram obtidos de literatura (Stephens et al., 2007; Rwomushana et al., 2008; Samayoa et al., 2018) (Tabela 1). Os valores resultantes do índice de adequação climática (EI) foram classificados conforme Soares (2021).

Tabela 1. Parâmetros usados no método 1, aplicativo CLIMEX, para *Bactrocera dorsalis*.

Parâmetros	Valores
SM0 – <i>limiting low soil moisture</i>	0,10
SM1 – <i>lower optimum soil moisture</i>	0,25
SM2 – <i>upper optimum soil moisture</i>	1,00
SM3 – <i>limiting high soil moisture</i>	1,50
DV0 – <i>limiting lower temperature</i>	15 °C
DV1 – <i>lower optimum temperature</i>	20 °C
DV2 – <i>upper optimum temperature</i>	30 °C
DV3 – <i>limiting high temperature</i>	33 °C
TTCS – <i>cold stress temperature threshold</i>	2,0 °C
THCS – <i>cold stress temperature rate</i>	-0,012/semana
DTCS – <i>cold stress degree day threshold</i>	15,0 °C
DHCS – <i>cold stress degree day rate</i>	-0,00025/semana
TTHS – <i>heat stress temperature threshold</i>	36,0 °C
THHS – <i>heat stress temperature rate</i>	0,005/semana
SMDS – <i>soil moisture dry stress threshold</i>	0,10
HDS – <i>dry stress rate</i>	-0,024/semana
SMWS – <i>soil moisture wet stress threshold</i>	1,50
HWS – <i>Wet stress rate</i>	0,007/semana
DVCS – <i>cold stress degree day threshold temperature</i>	9,4 °C
DVHS – <i>hot stress degree day threshold temperature</i>	33,0 °C
PDD – <i>degree days per generation</i>	376

O método 2 considerou o resultado obtido com uso do método apresentado por Mingoti et al. (2020). Esses autores disponibilizaram zoneamentos territoriais de áreas nacionais favoráveis ao melhor desenvolvimento de *B. dorsalis*, fazendo uso de temperaturas médias (Tmed) de 20 °C a 30 °C e umidade relativa média (URmed) de 50% ± 8% como as condições climáticas que expressam favorabilidade ao seu desenvolvimento ótimo (Rwomushana et al., 2008; Samayoa et al., 2018).

Essas condições foram aplicadas pelos autores a planos de informações georreferenciadas de Tmed mensais e de URmed mensais, obtidos a partir de interpolação de dados obtidos de 261 estações meteorológicas do Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) para o período de 2009 a 2018.

A partir dessas áreas nacionais mensais e utilizando o sistema de informações geográficas (SIG) ESRI ArcGIS v.10.8.2, também identificaram, entre outros zoneamentos apresentados com foco na PQA, os locais de ocorrência de condições climáticas favoráveis a *B. dorsalis* em ao menos um mês do ano.

As áreas ótimas geradas pelos dois métodos foram apresentadas no mesmo aplicativo SIG e analisadas conforme as unidades da Federação e regiões geográficas aptas a essa PQA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os zoneamentos de áreas nacionais favoráveis ao desenvolvimento de *B. dorsalis* providos pelos dois métodos estudados são apresentados na Figura 1.

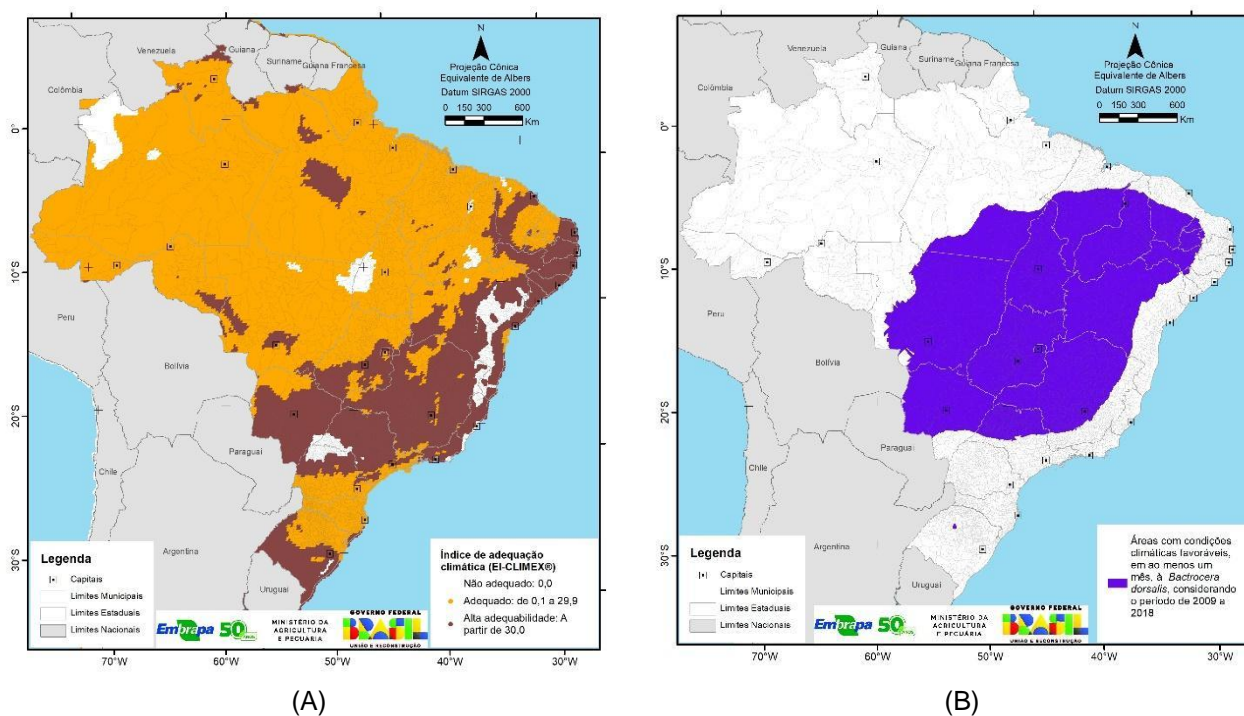


Figura 1. Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*, considerando: (A) método 1 (CLIMEX); (B) método 2 (Mingoti et al., 2020).



As áreas ótimas à PQA identificadas segundo o método 1 (CLIMEX) mostraram-se distribuídas em todas as regiões do País. Porém, concentraram-se em maior número nas regiões Sudeste e Nordeste, embora notadamente também estejam presentes em áreas das regiões Centro-Oeste e Sul. Na região Norte, as áreas ótimas para *B. dorsalis* foram identificadas em menor número, em todos os estados, predominando em áreas centrais do estado do Pará.

De forma geral, quanto aos parâmetros de entrada do CLIMEX, observou-se a grande influência dos dados de fatores estressantes e de umidade do solo nos resultados providos pelo modelo. Além disso, apesar de o aplicativo já disponibilizar dados para o período de 1961 a 2000, observou-se reduzido número de estações climáticas (42 estações) distribuídas para representar o território nacional. Desse modo, além de não considerar dados climáticos nacionais para os últimos 23 anos, esse reduzido número de estações também pode interferir nos resultados oferecidos pelo aplicativo.

Acrescenta-se, ainda, que o modelo 1 utiliza apenas o parâmetro “umidade” para efeito de aspectos do solo, não o considerando para o desenvolvimento do inseto. Nesse contexto, Silveira Neto et al. (1976) ressaltaram que tanto a temperatura quanto a umidade relativa são fatores de influência significativa no desenvolvimento, na adaptação e reprodução de insetos, como também na sua dispersão.

Constatou-se, ainda, a dificuldade para obter ou determinar, com precisão, dados de parâmetros relacionados aos fatores de solo e estressantes solicitados pelo CLIMEX que fossem representativos para todas as regiões geográficas nacionais. Desse modo, a indicação única de parâmetros de entradas relacionados a esses fatores pode também induzir a resultados pouco informativos de condições presentes na realidade de todas as regiões do País.

Pelo apresentado, ressalta-se a importância da análise criteriosa e acurada para os dados de entrada que vêm sendo atribuídos nesse método para as condições nacionais, como também de uma avaliação mais aprofundada dos resultados por ele oferecidos.

O zoneamento de áreas favoráveis ao inseto-praga pelo método 2, resultou da distribuição das áreas ótimas para *B. dorsalis* em quase todas as regiões do Brasil, com exceção da região Sul, com predominância nas regiões Nordeste e Sudeste e nas unidades da Federação Minas Gerais, São Paulo e Piauí, conforme apresentado em Mingoti et al. (2020).



Esse modelo considerou apenas os fatores mais importantes para o desenvolvimento ótimo da praga, sem considerar aspectos de solo. Porém, o método 2 fez uso de dados obtidos pelas 261 estações meteorológicas do Inmet, distribuídas em todo o País em número muito maior que aquele disponibilizado no CLIMEX.

Acrescenta-se, ainda, que os fatores considerados no método 2 têm maior capacidade de determinação de áreas do País onde todas as fases de desenvolvimento de *B. dorsalis* ocorram em seu desenvolvimento ótimo, incluindo de seus aspectos reprodutivos, favorecendo, portanto, a identificação das áreas prioritárias para a implementação de estratégias de manejo do inseto visando seu controle, uma vez que ocorra no País.

As favorabilidades ótimas observadas nos zoneamentos resultantes dos dois métodos corroboram a grande capacidade invasiva e de estabelecimento do inseto (Wei et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

As áreas com condições climáticas ótimas viabilizadas pelos dois métodos foram apresentadas e analisadas. As diferenças encontradas nas áreas nacionais que apresentam condições ótimas à PQA *B. dorsalis* refletem as diferenças intrínsecas dos métodos utilizados, seja quanto aos dados demandados para os seus parâmetros de entrada ou quanto às limitações oferecidas pelos recursos disponibilizados para melhor representar as diferentes realidades das regiões brasileiras. Nesse contexto, a influência dos valores adotados como dados de entrada do método 1 (CLIMEX) foi demonstrada neste estudo, evidenciando a importância da análise criteriosa e acurada do uso desses dados de entrada, nem sempre disponíveis para o uso desse método.

5. AGRADECIMENTOS

À Embrapa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa PIBIC concedida.

6. REFERÊNCIAS

AKRIVOU, A.; GEORGOPOULOU, I.; PAPACHRISTOS, D. P.; MILONAS, P. G.; KRITICOS, D. J. Potential global distribution of *Aleurocanthus woglumi* considering climate change and irrigation. **Plos One**, v. 16, n. 12, p. e0261626, 2021.

BENITO, N. P.; LOPES-DA-SILVA, M.; SANTOS, R. S. S. Potential spread and economic impact of invasive *Drosophila suzukii* in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 571-578, 2016.



BENNETT, S. J.; SAIDI, N.; ENNEKING, D. Modelling climatic similarities in Mediterranean areas: a potential tool for plant genetic resources and breeding programmes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 70, n. 2-3, p. 129-143, 1998.

BRASIL. Portaria SDA/Mapa nº 617 de 11 de julho de 2022. Atualiza a lista de Pragas Quarentenárias Ausentes (PQA) para o Brasil. **Diário Oficial [da] União**, n.130. Seção 1, p. 9-13 de 12/7/2022. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=12/07/2022&jornal=515&pagina=9&totalArquivos=131>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BYEON, D-H.; JUNG, S.; LEE, W-H. Review of CLIMEX and MaxEnt for studying species distribution in South Korea. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, v. 11, n. 3, p. 325-333, 2018.

CABI. *Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly). In: **Invasive Species Compendium**. Wallingford, UK: CAB International, 2018. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CLARKE, A. R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S.; RODERICK, G. K.; YEATES, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 293–319, 2005.

DAMACENO, T. G.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Uso da classificação climática Thornthwaite em estimativa de nicho ecológico de *Bactrocera dorsalis* no Brasil In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Zootecnia, 2021. 12 p. Evento online. CIIC 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225831/1/5951.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

EKESI, S.; DIMBI, S.; MANIANIA, N. K. The role of entomopathogenic fungi in the integrated management of tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) with emphasis on species occurring in Africa. In: EKESI, S.; MANIANIA, N. K. (Ed.). **Use of entomopathogenic fungi in biological pest management**. Kerala, India: Research SignPost, 2007. p. 239–274.

FROERER, K. M.; PECK, S. L.; MCQUATE, G. T.; VARGAS, R. I.; JANG, E. B.; MCINNIS, D. O. Long distance movement of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Puna, Hawaii: How far can they go? **American Entomologist**, v. 56, p. 88-94, 2010.

JACOMO, B. de O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Avaliação do efeito do threshold do MaxEnt em estimativas de áreas climáticas aptas a dois insetos-pragas exóticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217401/1/5335.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

KRITICOS, D. J.; MAYWALD, G. F.; YONOW, T.; ZURCHER, E. J.; HERRMANN, N. I.; SUTHERST, R. W. **CLIMEX Version 4**: exploring the effects of climate on plants, animals and diseases. Canberra: CSIRO, 2015. v. 184. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309126801_CLIMEX_Version_4_Exploring_the_Effects_of_Climate_on_Plants_Animals_and_Diseases. Acesso em: 29 jun. 2022.

KRITICOS, D. J.; WEBBER, B. L.; LERICHE, A.; OTA, N.; MACADAM, I.; BATHOLS, J.; SCOTT, J. K. CliMond: global high-resolution historical and future scenario climate surfaces for bioclimatic modelling. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, n. 1, p. 53-64, 2012.

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE. A.; PARANHOS, B. A. G.; JESUS, C. R. de. **Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior**



desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. Campinas: Embrapa Territorial, 2022. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232955/1/6014.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. de A.; GOMES, M. A. F. Zoneamento territorial de áreas brasileiras mais favoráveis ao desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. Campinas, SP: Embrapa, 2020. 24 p. (Relatório Técnico Projeto ProjDEFESAINSETOS).

OLIVEIRA, R. C. M. **Modelagem de nicho ecológico para *Helicoverpa punctigera* (Wallengreen, 1860) (Lepidoptera: Noctuidae) no mundo: potencial invasão e riscos diante das mudanças climáticas**. 2021. 110 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza.

RWOMUSHANA, I.; EKESI, S.; OGOL, C. K. P. O.; GORDON, I. Effect of temperature on development and survival of immature stages of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 132. p. 832-839, 2008.

SAMAYOA, A. C.; CHOI, K. S.; WANG, Y. S.; HWANG, S. Y.; HUANG, Y. B.; AHN, J. J. Thermal effects on the development of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) and model validation in Taiwan. **Phytoparasitica**, v. 46, p. 365–376, 2018.

SILVA, M. L. da; FIDELIS, E. G.; NEGRINI, M.; COLMENARE, Y. C. *Bactrocera dorsalis* (Handel 1912) (Diptera: Tephritidae). In: FIDELIS, E. G.; LOHEMAN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; LARANJEIRA, F. F. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 10, p. 135-154. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1110053/1/LivroPragasPriorizadas1ed2018Ainfoverfinal1129148.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

SOARES, G. K. A. **Distribuição espaço-temporal de *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) usando CLIMEX**. 2021. 36 f. (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/29208>. Acesso em: 29 jun. 2023.

STEPHENS, A. E. A.; KRITICOS, D. J.; LERICHE, A. The current and future potential geographical distribution of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, n. 4, p. 369-378, 2007.

SUTHERST, R. W. Predicting the survival of immigrant insect pests in new environments. **Crop Protection**, v. 10, n. 5, p. 331-333, 1991.

VARGAS, R. I.; LEBLANC, L.; PUTOA, R.; EITAM, A. Impact of introduction of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and classical biological control releases of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on economically important fruit flies in French Polynesia. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 3, 2007.

VARGAS, R. I.; PIÑERO, J. C.; LEBLANC, L. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. **Insects**, v. 6, n. 2, p. 297-318, 2015.

WEI, D.; DOU, W.; JIANG, M.; WANG, J. Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel). In: WAN, F.; JIANG, M.; ZHAN, A. (ed.). **Biological Invasions and Its Management in China**. Springer: 2017. cap. 15, p. 267-283. (Invading Nature. Series in Invasion Ecology, 11).



17º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2023
29, 30 e 31 de agosto de 2023
ISSN: 2965-2812

ZALUCKI, M. P.; VAN KLINKEN, R. D. Predicting population dynamics of weed biological control agents: science or gazing into crystal balls? **Australian Journal of Entomology**, v. 45, n. 4, p. 331-344, 2006.