



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

USO DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA THORNTHWAITTE EM ESTIMATIVA DE NICHOS ECOLÓGICO DE *BACTROCERA DORSALIS* NO BRASIL

Tainara Gimenes **Damaceno**¹; Rafael **Mingoti**²; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**³; Jeanne Scardini **Marinho-Prado**⁴

Nº 21506

RESUMO – A mosca-das-frutas oriental *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) é originária da Ásia e está presente em vários continentes. O inseto apresenta grande capacidade de dispersão e estabelecimento e é praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil. A umidade relativa é o principal fator abiótico a ser considerado na longevidade ou sobrevivência de moscas adultas. Por essa razão, a determinação de locais mais propícios ao ingresso e estabelecimento de *B. dorsalis* deve também considerar áreas favoráveis sob a influência desse fator abiótico. A classificação climática de Thornthwaite considera classes de índices de umidade calculados com base em índices hídricos, e já foi empregada para prospectar adaptação e estabelecimento dessa PQA no Brasil, porém por método de correspondência das classes Thornthwaite às classes de Köppen-Geiger, diante da indisponibilidade de zoneamento nacional com base em Thornthwaite. Um mapeamento de tipos climáticos segundo a classificação de Thornthwaite foi disponibilizado para áreas brasileiras em 2021. O objetivo deste trabalho foi produzir o zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *B. dorsalis* no país considerando o mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de Thornthwaite, a ocorrência de ataques da praga em outros países em 18 cultivos hospedeiros, bem como suas correspondentes classes climáticas Thornthwaite, e a presença de áreas desses cultivos em municípios brasileiros. Cruzamentos foram viabilizados por técnica de geoprocessamento utilizando ArcGIS. O resultado sinaliza as áreas nacionais aptas a se tornarem nichos ecológicos de *B. dorsalis*, com as maiores áreas de alta favorabilidade predominando nas regiões Norte, Sul e Sudeste.

Palavras-chaves: defesa fitossanitária, *Diptera*, praga quarentenária, sistema de informação geográfica, *Tephritidae*, umidade relativa.

1 Autora, Bolsista CNPq (ITI): Graduação em Geografia, UNICAMP, Campinas-SP; tainara.guga@gmail.com.

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

3 Colaboradora, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

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



ABSTRACT – *The oriental fruit fly Bactrocera dorsalis (Diptera: Tephritidae) is native to Asia, but present in many continents. The insect has great capacity of dispersion and of establishment, and is an absent quarantine pest (AQP) in Brazil. Relative humidity is the main abiotic factor for the longevity or survival of adult fruit flies. Therefore, detecting places which are more favorable to the entrance and establishment of B. dorsalis should also consider favorable areas in terms of this abiotic factor. The Thornthwaite climate classification considers classes of humidity calculated based on water indexes, and has already been employed to prospect adaptation and establishment of this AQP in Brazil using a method that corresponded Thornthwaite classes to Köppen-Geiger classes, due to the unavailability of national Thornthwaite-based zoning maps. A mapping of climate types according to the Thornthwaite classification was made available for Brazilian areas in 2021. The objective of this work was to produce a zoning of potential ecological niches of B. dorsalis in the country, considering the mapping of Brazilian areas according to Thornthwaite's climate types, the occurrence of attacks by the pest abroad in 18 host crops, as well as their respective Thornthwaite's climate classes, and the presence of areas of these crops in Brazilian municipalities. Crossings were produced using geoprocessing techniques in ArcGIS. The result indicates national areas suitable to become ecological niches of B. dorsalis, with areas of highest favorability prevailing in the North, South and Southeast regions.*

Keywords: phytosanitary defense, *Diptera*, quarantine pest, geographic information system, *Tephritidae*, relative humidity.

1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas estão entre os principais insetos-praga que comprometem a fruticultura mundial e compreendem diferentes espécies, com grande capacidade de adaptação e de propagação quando inseridas em uma nova região. Além das espécies de moscas-das-frutas de



importância econômica já presentes no país, existem outras exóticas listadas como pragas quarentenárias ausentes (PQA) pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) como de risco iminente de ingresso. A entrada de uma PQA no país pode acarretar elevadas perdas econômicas, dependendo da sua adaptação, da quantidade de cultivos hospedeiros e de seu desenvolvimento em diferentes zonas climáticas, que podem favorecer a sua permanência e dispersão para novas áreas.

A espécie *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae), que apresenta como uma de suas sinônimas *Bactrocera invadens* Drew, Turuna & White, 2005 (Diptera: Tephritidae) (Chute et al., 2015), dispõe de mais de 400 cultivos hospedeiros (Samayoa et al., 2018; Silva et al., 2014; Cabi, 2021). Chamada de *oriental fruit fly* (ou mosca-das-frutas oriental), *B. dorsalis* é originária da Ásia, onde ocorre em vários países. Também é registrada na África subsaariana, assim como em poucos países da Oceania e América; com raras intercepções relatadas em países da Europa (Margosian et al., s.d; Vargas et al., 2007; Wei et al., 2017; Nugnes et al., 2018; Papadopoulos et al., 2019; USDA; APHIS, 2020; Cabi, 2021; Eppo, 2021). A presença desse inseto na Guiana (Cabi, 2021) intensifica o seu risco de entrada no Brasil.

Entre os fatores que favorecem a capacidade invasiva e de crescimento de *B. dorsalis* estão o seu grande número de hospedeiros, sua alta capacidade reprodutiva, alta adaptabilidade, resistência a inseticidas e habitat de alimentação dentro dos hospedeiros no estágio larval, o que a protege de inimigos naturais (Wei et al., 2017). Essa praga causa grandes danos às frutas diretamente, através da alimentação das larvas, e indiretamente, em decorrência das restrições quarentenárias impostas por países importadores com a finalidade de prevenir a entrada e o estabelecimento do inseto (Rwomushana et al., 2008).

Sabe-se que a longevidade de moscas adultas está mais sujeita à umidade que à pluviosidade (Silveira Neto et al., 1976), motivo pelo qual esse fator abiótico e a temperatura são considerados em climogramas (Silveira Neto et al., 1976). Desse modo, a umidade também deve ser considerada durante a determinação de locais mais propícios ao ingresso e estabelecimento de moscas-das-frutas exóticas, como *B. dorsalis*. A classificação climática de Thornthwaite (1948) considera classes de índices de umidade calculados com base em índices hídricos. Estes índices são determinados a partir de informações de excedente hídrico, proveniente do cálculo do balanço hídrico, e de índices de aridez, que são calculados a partir de informações de deficiência hídrica (também decorrente da informação do balanço hídrico) e da informação de evapotranspiração de referência (ou potencial) (Souza et al., 2013; Silva et al., 2014; Francisco et al., 2015). O balanço hídrico climatológico, por sua vez, utiliza dados de precipitação e evapotranspiração, contabilizando



a entrada e a saída de água do solo (Amorim Neto, 1989). A classificação climática de Thornthwaite considera faixas climáticas categorizadas pelos seguintes climas: E (árido), D (semiárido), C1 (subúmido seco), C2 (subúmido; 0-20%), B1 (úmido; 20-40%), B2 (úmido; 40-60%), B3 (úmido; 60-80%), B4 (úmido; 80-100%) e A (superúmido; mais de 100%). Trabalho conjunto da Embrapa e do Departamento de Sanidade Vegetal (DSV)/Mapa, realizado em 2016 para priorizar PQAs (Fidelis et al., 2018b) utilizou, entre as várias análises produzidas, a classificação climática de Thornthwaite como parte da análise de estabelecimento e dispersão para *B. dorsalis*, mais precisamente na avaliação do potencial de adaptabilidade climática (Fidelis et al., 2018a). Esse potencial foi prospectado com base nas áreas já atacadas pela praga em outros países e nas respectivas classificações climáticas de Thornthwaite, com base em Feddema (2005), por cultivo hospedeiro priorizado, e na presença dessas mesmas áreas climáticas no território nacional. Porém, em decorrência da ausência de informações territoriais sobre as porcentagens de áreas brasileiras em cada classe climática de Thornthwaite, obtida a partir de índices hídricos determinados para o país, essas áreas foram estimadas por correspondência às classes de Köppen-Geiger, com base em método apresentado por Sampaio et al. (2011).

Diante do exposto e de forma a apoiar as ações de prevenção à entrada das PQAs, são necessários esforços para determinar áreas favoráveis para *B. dorsalis* mais precisas e atualizadas com base na influência do fator umidade. Nesse contexto, um mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de Thornthwaite foi elaborado usando o sistema de informações geográficas (SIG) ESRI ArcGIS v.10.7 e disponibilizado por Mingoti et al. (2021). Esse mapeamento foi produzido a partir da geração de mapeamentos intermediários do excedente hídrico e do déficit hídrico para o Brasil, usando o mesmo software e com base em dados mensais médios, de 2009 a 2018, de temperatura e pluviosidade anual de 263 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dispostas no território nacional (Inmet, 2020) e em interpolações pelo método de ponderação do inverso da distância (*Inverse Distance Weighting – IDW –*). A partir desses planos de informação e de mapeamentos mensais de evapotranspiração potencial disponibilizados por Alvares et al. (2013), Mingoti et al. (2021) calcularam os índices de umidade, de aridez e hídrico necessários para a classificação climática de Thornthwaite (1948), e classificaram os tipos climáticos correspondentes para todo o país, considerando a malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018), resultando no mapeamento disponibilizado. Desse modo, informações atualizadas sobre as classes climáticas considerando o fator umidade foram disponibilizadas para o país.

Este trabalho teve por objetivo produzir o zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *B. dorsalis* no país considerando o mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de



Thornthwaite, a ocorrência de ataques da praga em outros países para 18 cultivos hospedeiros (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate), bem como suas correspondentes classes climáticas de Thornthwaite, e a presença de áreas desses cultivos em municípios brasileiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As classes climáticas de Thornthwaite favoráveis à ocorrência de *B. dorsalis* foram estabelecidas considerando os mesmos cultivos hospedeiros priorizados por Fidelis et al. (2008a), referenciados como de importância econômica para o país, a saber: feijão, banana, laranja, tomate, melancia, maracujá, limão, manga, goiaba, tangerina, mamão, café, abacate, caju, caqui, maçã, melão e cacau. O método utilizado por Fidelis et al. (2008a) foi também adotado para a identificação das áreas desses cultivos já atacadas por *B. dorsalis* no exterior e para identificação das classes climáticas de Thornthwaite correspondentes. As áreas com presença dos cultivos atacados no exterior foram identificadas em levantamentos junto à literatura técnico-científica (USDA; APHIS, 2020; Cabi, 2021; Eppo, 2021). As classes de Thornthwaite respectivas a essas áreas foram identificadas com base em Fedema (2005). Posteriormente, as frequências de ocorrências de ataques do inseto aos 18 cultivos foram determinadas por classe de Thornthwaite, considerando a totalidade dos ataques observados nos hospedeiros, e a ocorrência relativa de cada classe foi posteriormente calculada em relação ao total de ocorrências registradas; diferencia-se, assim, este método do método utilizado por Fidelis et al. (2008a), que as determinaram separadamente por cultivo hospedeiro. Posteriormente, as ocorrências relativas registradas por classes de Thornthwaite foram analisadas e classificadas por faixas de intensidade de ocorrência de *B. dorsalis*, de modo a possibilitar o mapeamento de zonas de intensidades distintas em suas respectivas colorações no zoneamento final.

Os dados municipais de áreas brasileiras com cultivos hospedeiros do inseto foram obtidos da Pesquisa Agrícola Municipal para o ano de 2017 e do Censo Agropecuário de 2017, ambos disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seguida, os dados foram padronizados em planilhas no Excel e unidos a cada município do *shapefile* da malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018).

O mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de Thornthwaite utilizado foi o produzido por Mingoti et al. (2021) (Figura 1).

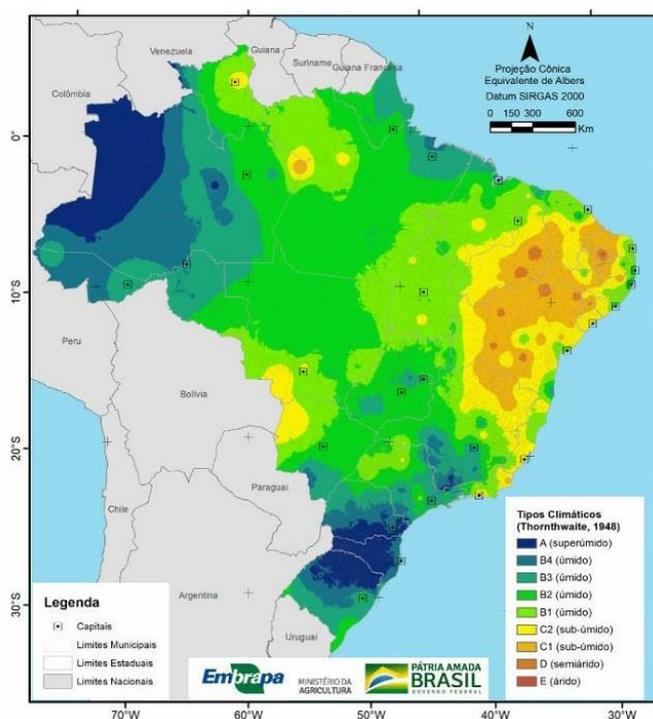


Figura 1. Mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de Thornthwaite. Fonte: Mingoti et al. (2021).

Com base nesse zoneamento climático, conforme a classificação de Thornthwaite, as faixas de intensidade de ocorrência de *B. dorsalis* nos 18 cultivos-alvo foram recortadas para as áreas de municípios com pelo menos um dos cultivos hospedeiros. O resultado foi o zoneamento final, produzido usando o SIG ESRI ArcGIS v.10.7 e adotando sistema de referência SIRGAS 2000 e sistema de projeção policônica (IBGE, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios com áreas de pelo menos um dos cultivos hospedeiros de *B. dorsalis* foram identificados e são apresentados na Figura 2.

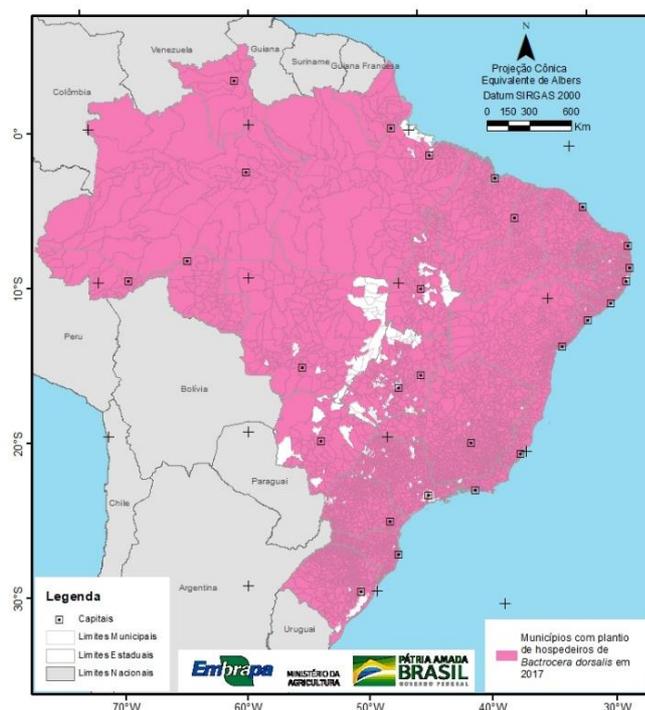


Figura 2. Municípios brasileiros com pelo menos um cultivo hospedeiro avaliado (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate). Fonte: IBGE (2017).

As classes de Thornthwaite, determinadas por níveis de intensidades de ocorrência do inseto de acordo com as porcentagens de ocorrências relativas de áreas já atacadas por *B. dorsalis* no exterior nos mesmos cultivos-alvo, foram estimadas e, a partir desse resultado, classificadas por intensidade de ocorrência do inseto em: **alta** – B3 e A; **média** – C1, C2, B1 e B2; **baixa** – D; e **muito baixa** – E e B4.

O zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *B. dorsalis* no Brasil, produzido com base nos níveis de intensidades de ocorrência do inseto nas classes climáticas de Thornthwaite e na presença de pelo menos um cultivo-alvo hospedeiro, é apresentado na Figura 3a. Extensas áreas com alta favorabilidade à ocorrência de *B. dorsalis* foram identificadas nas regiões Norte e Sul do país, além de áreas significativas da região Sudeste, poucas áreas da região Centro-Oeste e em ínfimas áreas da região Nordeste (Figuras 3a, b). As áreas de alta aptidão na região Norte destacaram-se nos estados Amazonas, Amapá e Rondônia, além de parte do Acre, Pará e pequenas áreas de Roraima. No Amazonas, as áreas de alta aptidão concentraram-se no eixo longitudinal norte-sul localizado ao centro do estado (embora nele também tenham sido observadas áreas de aptidão muito baixa), e em áreas a sudeste (com presença de aptidão média), a oeste e noroeste,



entre outras menores a sudoeste e pontualmente a nordeste. Em Rondônia, a aptidão dividiu-se entre alta (a norte, nordeste, noroeste e sudoeste) e média (a leste, sul, sudeste e parte do sudoeste), com ocorrência de ínfimos pontos de aptidão muito baixa em áreas esparsas a centro-oeste e noroeste. No Acre, predominaram áreas de aptidão baixa, exceto a leste, sudoeste e noroeste. No Pará, observou-se predominância de aptidão média ao inseto, com áreas de alta aptidão concentradas a nordeste (onde também foram sinalizadas ínfimas áreas de aptidão muito baixa). No estado do Amapá, observou-se alta aptidão em toda a extensão centro-norte e a nordeste, como também em áreas esparsas a sudoeste; as demais áreas apresentaram aptidões médias ao inseto. Em Roraima, predominou aptidão média, com registros de aptidão alta na faixa longitudinal a oeste e no extremo sul. A noroeste foram observadas poucas áreas com aptidão muito baixa. No estado de Tocantins, predominou a aptidão média. Na região Sul, as áreas de alta aptidão para *B. dorsalis* concentraram-se nos estados de Santa Catarina, onde apenas a faixa litorânea apresentou aptidão predominantemente muito baixa ao inseto, e áreas a norte, sul, sudoeste e leste do Rio Grande do Sul, onde predominou aptidão muito baixa na faixa centro-sul e ocorreram áreas esparsas de tendência a aptidão média em alguns pontos a sul, leste e oeste. Alta aptidão também foi observada no estado do Paraná, exceto em áreas do extremo norte (onde predominou aptidão média) e na faixa central longitudinal oeste-leste, onde predominaram possibilidades de ocorrência muito baixa, com ínfima presença de pontos de aptidão média. Na região Sudeste, predominou aptidão média ao inseto, embora tenham sido registradas áreas com alta aptidão, principalmente nos estados de São Paulo, onde também foram registradas áreas de esperada ocorrência muito baixa, e de Minas Gerais, onde foram notadas áreas com alta aptidão e com muito baixa aptidão ao sul (e ambas foram observadas pontualmente em áreas centrais). No Rio de Janeiro, observou-se aptidão média, com ínfimos pontos de aptidão alta e muito baixa a oeste. No estado do Espírito Santo, predominou quase a totalidade de aptidão média ao inseto, exceto por diminutos pontos de alta favorabilidade observados a sudoeste. Na região Centro-Oeste, predominaram áreas com aptidão média na maioria dos estados. No estado de Mato Grosso do Sul, registrou-se aptidão alta apenas ao sul e em parte do sudoeste, onde observou-se área com aptidão muito baixa. No estado de Goiás, a aptidão média predominou, exceto em parte da faixa central próxima ao Distrito Federal, onde registrou-se aptidão alta, também observada a sudoeste do estado. Já em Mato Grosso, notou-se alta favorabilidade ao inseto somente a noroeste, próximo às fronteiras com Rondônia e Amazonas, e em ínfimas áreas a centro-sul; nas demais áreas observou-se favorabilidade média.

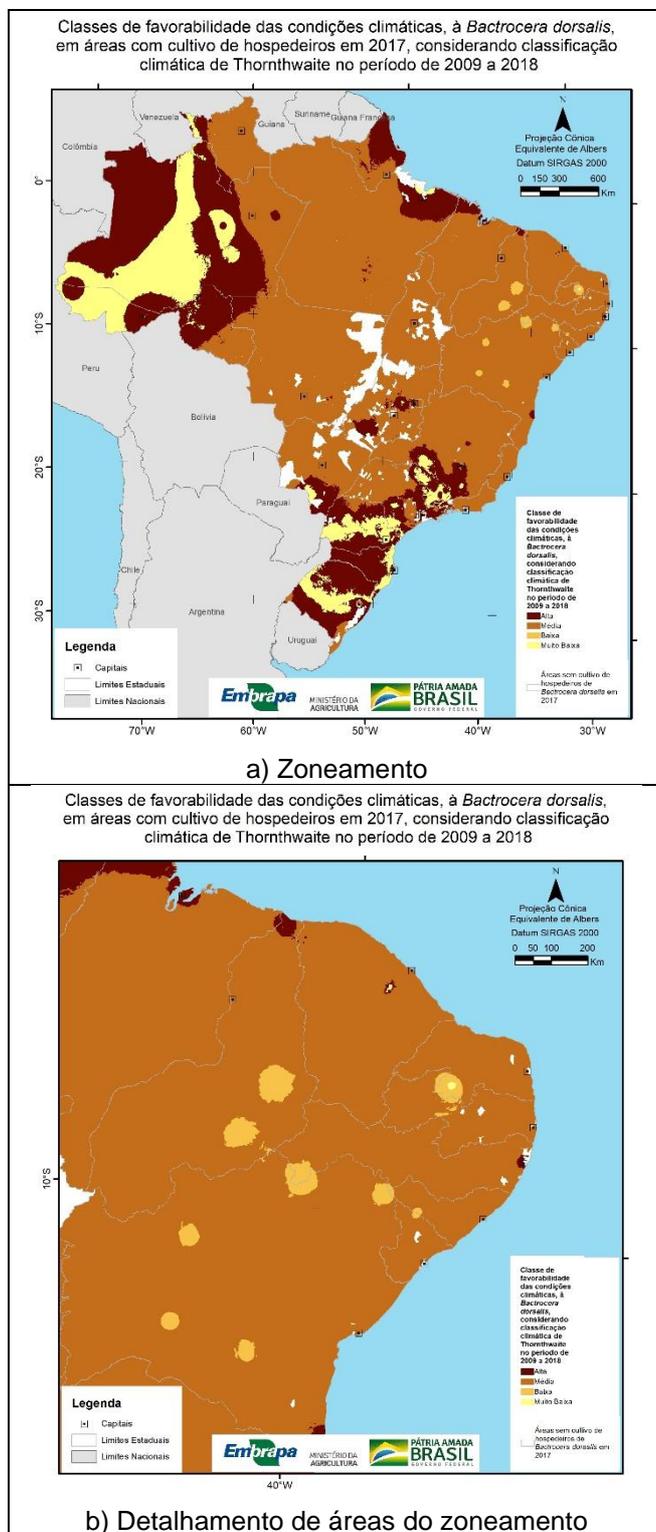


Figura 3. Zoneamento (a) e detalhamento (b) de potenciais nichos ecológicos de *B. dorsalis* no Brasil conforme a ocorrência do inseto em classes climáticas de Thornthwaite nos 18 cultivos-alvo.



Na região Nordeste, (Figura 3a) observou-se predomínio de aptidão média em todos os estados, com presença de poucas áreas de aptidão alta no sul do Maranhão e também na divisa com Piauí, estado onde também foram registradas algumas áreas com favorabilidade baixa a centro e centro-leste (com ínfimas áreas a sudeste). No Ceará, foram observadas ínfimas áreas com aptidão alta a noroeste e nordeste, sendo que a noroeste também notou-se área diminuta com aptidão muito baixa. No Rio Grande do Norte, pontos de muito baixa aptidão e áreas com baixa favorabilidade também foram observados ao sul e na divisa com a Paraíba, onde estes últimos também ocorreram em pontos da faixa longitudinal norte-sul. Em Pernambuco, também foram registradas áreas com baixa aptidão a noroeste, bem como outras ínfimas a sul e leste; a nordeste também foram registrados pontos de alta aptidão. Em Alagoas, além do predomínio já destacado para a média aptidão, foram identificados pontos esparsos de aptidão muito baixa ao inseto a oeste e sudoeste, enquanto em Sergipe esses pontos concentraram-se no norte do estado. Na Bahia, além da aptidão média predominante já citada para a região, também foi observada alta aptidão em pequena área a sudeste, além de áreas pontuais esparsas com aptidão baixa localizadas na faixa longitudinal norte-sul e a nordeste do estado.

4. CONCLUSÃO

O zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *B. dorsalis* no país foi produzido considerando o mapeamento de áreas brasileiras conforme os tipos climáticos de Thornthwaite. Predominaram áreas com média favorabilidade à ocorrência do inseto em grande parte do país, sendo que a alta favorabilidade foi observada predominantemente nas regiões Norte, Sul e Sudeste.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa concedida, e à Embrapa Territorial, pela oportunidade.

6. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.



AMORIM NETO, M. da S. **Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather (1955)**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1989. 18 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 34). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/131449/1/COT34.pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.

CABI. Centre for Agriculture and Biosciences International. Invasive Species Compendium. **Bactrocera dorsalis** (Distribution table). Wallingford, UK: CAB International, Last updated: 17 feb. 2021. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>. Acesso em: 29 abr. 2021.

EPPO. European And Mediterranean Plant Protection Organization. **Bactrocera dorsalis**. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Last updated: 2021-04-28. Disponível em: <https://gd.eppo.int>. Acesso em: 30 maio 2021.

FEDDEMA, J. J. Revised Thornthwaite type global climate classification. **Journal of Physical Geography**, v. 26, p. 422-466, 2005.

FIDELIS, E. G.; LARANJEIRA, F. F. L.; SILVA, M. L. da; PESSOA, M. C. P. Y.; RASKI, R. K.; MESCHEREFF FILHO, M.; HIROSE, E.; SANCHES, M. M.; MELLO, A. F. S.; XAUD, M. R.; SÁ, L. A. N. de. Análise de resultado para estabelecimento e dispersão. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. (Ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018a. p. 73-94. Capítulo 6.

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. (Ed.) **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018b. 510 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108710/priorizacao-de-pragas-quarentenarias-ausentes-no-brasil>. Acesso em: 27 maio 2021.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. D.; SANTOS, D.; MATOS, R. D. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 04, p. 1006-1016, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/233503>. Acesso em: 30 maio 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. Online 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home>. Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasil/BR/. Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 23 out. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. 2020. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MARGOSIAN, M. L.; BERTONE, C. A.; BORCHERT, D. M.; TAKEUCHI, Y. **Identification of areas susceptible to the establishment of fifty-three *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in the United States**. Manhattan, USA: USDA, s.d. 43 p. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fruit_flies/downloads/bactrocera-susceptibility-analysis.pdf. Acesso em: 26 nov. 2020.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. A. de; JACOMO, B. de O. Tipos climáticos segundo classificação de Thornthwaite. **Geoinfo**. 2021. Disponível em: http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Atiposclimaticos_v1_thornthwaite_mingotietal2021.

NUGNES, F.; RUSSO, E.; VIGGIANI, G.; BERNARDO, U. First Record of an Invasive Fruit Fly Belonging to *Bactrocera dorsalis* Complex (Diptera: Tephritidae) in Europe. **Insects**, v. 9, n. 4. 2018. doi:10.3390/insects9040182.

PAPADOPOULOS, N. T.; MEYER, M. de; NESTEL, D.; LUX, S.; KRITICOS, D. J.; PAPANASTASIOU, S.; ZARPAS, K. Invasive tephritids (Diptera: Tephritidae) threatening European horticultural production and trade. 2019. pg123-124. In: PHEROMONES AND OTHERS SEMIOCHEMICALS IN INTEGRATED PRODUCTION;



INTEGRATED PRODUCTION OF FRUIT CROPS, Pherofip, 19- 20 a 25 jan., 2019. Lisboa, Portugal. **Book of Abstracts...** 2019. 220 p. Disponível em:

https://www.isa.ulisboa.pt/cong/iobc2019/files/PheroFip%2019_Book%20of%20abstracts%20_final.pdf.

Acesso em: 26 nov. 2020.

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.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G. Uso do sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Köppen-Geiger e de Thornthwaite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBSR, 2011. p. 8857-8864.

SCHUTZE, M. K.; MAHMOOD, K.; PAVASOVIC, A.; BO, W.; NEWMAN, J.; CLARKE, A. R.; KROSCH, M. N.; CAMERON, S. L. One and the same: integrative taxonomic evidence that *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) is the same species as the Oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*. **Systematic Entomology**, v. 40, p. 472-486, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/syen.12114>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, A. O.; MOURA, G. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 46-60, 2014.

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

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEL, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

USDA. United States Department of Agriculture Animal; APHIS. Plant Health Inspection Service. Fruit Flies. Last modified jul., 16, 2020. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/pests-and-diseases/fruit-flies>. Acesso em: 26 nov. 2020.

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.

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, Invading Nature - **Springer Series in Invasion Ecology**, v. 11, 2017. p. 267-283 (Chapter 15). DOI 10.1007/978-94-024-0948-2_15.