



## ESTIMATIVA DE NICHOS ECOLÓGICOS DE *ANASTREPHA CURVICAUDA* EM TERRITÓRIO BRASILEIRO POR ALGORITMOS DE MODELAGEM

Bárbara de Oliveira **Jacomo**<sup>1</sup>; Rafael **Mingoti**<sup>2</sup>; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**<sup>3</sup>; Jeanne Scardini **Marinho-Prado**<sup>4</sup>

Nº 21502

**RESUMO** – *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) é uma importante praga de cultivo de mamão. Essa mosca-das-frutas está presente em países do sul da América do Norte (também em áreas peninsulares), da América Central e Caribe e da América do Sul (Venezuela e Colômbia). O Brasil é o segundo produtor mundial de mamão, e o inseto é considerado praga quarentenária ausente (PQA) no país, portanto ações que contribuam com estratégias de prevenção à sua entrada são imprescindíveis. Este trabalho produziu zoneamentos de nicho ecológico de *A. curvicauda* em território brasileiro usando algoritmos Garp e MaxEnt, no OpenModeller. Considerou parâmetros climáticos nacionais para avaliar áreas favoráveis no Brasil. Dados de ocorrência do inseto foram obtidos (GBIF; CABI). Planos de informação de pressão do vapor de água, radiação solar, velocidade do vento, variáveis bioclimáticas, precipitação, temperaturas (máxima, média e mínima) e umidade relativa foram gerados, utilizando dados nacionais para as três últimas variáveis. Dados municipais sobre cultivo de mamão em 2017 no país foram considerados (IBGE). O MaxEnt indicou favorabilidade ao inseto em todo o país, com probabilidades de ocorrência menos elevadas em áreas da faixa litorânea do sul do Rio de Janeiro e São Paulo e nos estados da região Sul; alguns pontos com presença do inseto no exterior não foram sinalizados como altamente favoráveis. O Garp indicou favorabilidade à ocorrência do inseto em pontos de Acre, Roraima e Amapá, alguns próximos às fronteiras com países vizinhos, além de extensas áreas favoráveis predominantes na região Sudeste e ao sul da região Nordeste, entre outras.

**Palavras-chave:** defesa fitossanitária, mosca das frutas, praga quarentenária, tendência.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciências Biológicas, UNICAMP, Campinas-SP; barbara.jacomo@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** – *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) is an important pest of papaya crops. This fruit fly is present in countries in the South of North America (also in peninsular areas), in Central America and the Caribbean as well as in South America (Venezuela and Colombia). Brazil is the second papaya producer in the world, and the insect is considered an absent quarantine pest (AQP) in the country, therefore strategic actions to prevent their entrance are essential. We produced ecological-niche zonings for *A. curvicauda* in the Brazilian territory using the Garp and MaxEnt algorithms in OpenModeller. National climatic parameters were considered when assessing favorable areas in Brazil. Data on insect occurrence were obtained (GBIF; CABI). Layers on water vapor pressure, solar radiation, wind speed, bioclimatic variables, rainfall, temperatures (maximum, average, and minimum), and relative humidity were generated, these last three using national data. Municipality data on Brazilian papaya crops in 2017 (IBGE) were considered. MaxEnt indicated favorability to the insect throughout the country, and lower probability of its occurrence in areas of the Southern coastal line of Rio de Janeiro and of São Paulo, as well as in states of the Southern region; some points showing presence of the insect abroad were not signaled as of high favorability. Garp indicated favorability to the insect's occurrence in points at Acre, Roraima and Amapá, some of them close to the borders with neighboring countries; extensive favorable areas prevailing in the Southeastern region and in the south of the Northeastern Region, among others, were pointed out.

**Keywords:** phytosanitary defense, fruit fly, quarantine pest, trend.

## 1. INTRODUÇÃO

A Índia é o maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), seguida por Brasil, México, Indonésia, República Dominicana, Nigéria, República Popular do Congo, Cuba, Colômbia, Tailândia, Peru e Filipinas (Atlas Big, 2021). A área brasileira cultivada com mamão é de cerca de 30,72 mil hectares. Em 2019, a região Nordeste participou com 54,9% da produção nacional, seguida pelas regiões Sudeste (40,3%), Norte (3,4%), Centro-Oeste (0,3%) e Sul (0,3%) (Atlas Big, 2021; Embrapa



**15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021**  
**01 a 02 de setembro de 2021**  
**ISBN 978-65-994972-0-9**

Mandioca e Fruticultura, 2021). Nesse ano, os estados Espírito Santo, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais foram os maiores produtores da cultura, com 34,7%, 33,6%, 10,2%, 6,8% e 4,4% da produção total, respectivamente, enquanto Ceará (59,60 t/ha), Espírito Santo (58,67 t/ha), Mato Grosso do Sul (46,92 t/ha), Bahia (40,47 t/ha) e Rio Grande do Norte (39,97 t/ha) destacaram-se com os maiores rendimentos (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021).

*Anastrepha curvicauda* (Gerstaecker, 1860) (Diptera: Tephritidae), ou mosca-das-frutas do mamão, conhecida também por *Toxotrypana curvicauda* (Gerstaecker, 1860) (uma de suas sinônimas), é uma das principais pragas do cultivo do mamão no exterior (Norrbom et al., 2018). O inseto está presente em países da América do Norte (Flórida peninsular, sul do Texas e México), América Central e Caribe, assim como América do Sul (Venezuela e Colômbia) (Cabi, 2021; Australia Plant Health, 2021; Martinez; Burbano, 2006; Boscán; Godoy, 1998). Diante da presença de *A. curvicauda* em países fronteiriços ao Brasil e da importância do cultivo de mamão para o país, entre outros fatores de risco, o inseto é considerado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) como praga quarentenária ausente (PQA) (Brasil, 2018). Adicionalmente, em trabalho orientado à priorização de pragas quarentenárias ausentes do Brasil realizado por Embrapa e DSV-SDA/Mapa, *A. curvicauda* foi listada entre as 20 PQAs priorizadas (Fidelis et al., 2018). Por essa razão, ações que contribuam para aumentar o conhecimento sobre *A. curvicauda* e sobre estratégias de prevenção à sua entrada no país são imprescindíveis. Nesse contexto, a avaliação de tendências de locais no Brasil que exibam condições climáticas favoráveis ao estabelecimento de *A. curvicauda* é um importante instrumento para apoiar a gestão territorial de áreas prováveis ao ingresso desse inseto-praga exótico e, assim, orientar monitoramentos preventivos.

Zoneamentos de áreas aptas para insetos-pragas, produzidos a partir do uso integrado de conhecimento biológico sobre esses insetos, sobre fatores climáticos e sobre a localização de áreas com cultivos hospedeiros, vêm sendo viabilizados por técnicas de geoprocessamento (Mingoti et al., 2019, 2017; Pessoa et al., 2019, 2016). Nesse contexto, Jacomo et al. (2020) também empregaram o uso de técnicas de modelagem de nicho ecológico, utilizando o modelo MaxEnt na plataforma OpenModeller, para avaliar a distribuição das PQAs *Lobesia botrana* e *Bactrocera dorsalis* e subsidiar estratégias. Esses autores também indicaram a necessidade de se considerar maior quantidade de variáveis climáticas e de se atentar à escolha do limiar de corte do MaxEnt.

A rede internacional *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) disponibiliza dados referentes à biodiversidade global para acesso público e informações sobre os modelos de nichos ecológicos *Maximum Entropy Species Modelling* (MaxEnt) e *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (Garp) (Scachetti-Pereira, 2002; Gbif, 2021; Phillips et al., 2021). A entrada de dados



desses modelos fundamenta-se no levantamento de informações que são posteriormente disponibilizadas em planos de informação de um sistema de informações geográficas (SIG) e no qual representam camadas com pontos geográficos de locais onde há registros de ocorrências da espécie-alvo, bem como de planos de informação para cada parâmetro ambiental que interfira na capacidade de sua sobrevivência (tais como fatores climáticos). O algoritmo MaxEnt atribui uma probabilidade de ocorrência da espécie avaliada a cada ponto da grade da malha geográfica, viabilizando assim a curva de distribuição das probabilidades de acordo com a favorabilidade à condição de existência da espécie. O algoritmo permite a entrada da informação de um parâmetro limiar de corte (ou parâmetro *threshold*), definido pelo usuário previamente, para que a grade de pontos de probabilidades gerada seja transformada em uma grade binária de ocorrência da espécie (“ocorre” ou “não ocorre”). Abaixo do limiar de corte estabelecido, o algoritmo sinaliza que a espécie não ocorrerá. Assim, quanto menor for o valor do parâmetro *threshold*, menos restritivo à ocorrência da espécie será o resultado viabilizado pelo MaxEnt. Os modelos MaxEnt e Garp estão disponíveis na plataforma OpenModeller (Cria, 2021). Aplicações que fazem uso desses algoritmos viabilizam a identificação de locais onde as espécies-alvo teriam maiores condições de manter suas populações.

O objetivo deste trabalho foi produzir o zoneamento de nicho ecológico de *A. curvicauda* em território brasileiro utilizando, para isso, algoritmos de modelagem de nicho ecológico Garp e MaxEnt na plataforma OpenModeller e considerando parâmetros climáticos nacionais para avaliar as áreas favoráveis no Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa de nicho ecológico de *A. curvicauda* no Brasil foi produzida com uso dos algoritmos MaxEnt e Garp na plataforma OpenModeller (Santana, 2009; Souza Muñoz et al., 2011; Cria, 2021).

Os pontos de ocorrências de *A. curvicauda* foram obtidos na plataforma GBIF e atualizados conforme a presença do inseto informada pela CABI (*Centre for Agriculture and Bioscience International*). Em seguida, os pontos obtidos foram ilustrados como figura, para permitir a visualização em grades de coordenadas.

Para representar os fatores abióticos de interesse, os seguintes planos de informação, provenientes de WorldClim2 (Fick; Hijmans, 2017), foram considerados: pressão do vapor de água, radiação solar, velocidade do vento e variáveis bioclimáticas. Similarmente, foram utilizados planos



de informação de precipitação, temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima, os quais tiveram os dados originais, igualmente obtidos do WorldClim2, substituídos por dados médios representativos do território nacional. Esses dados médios consideraram dados recuperados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o período de 1961 a 2018 (INMET, 2020) e disponibilizados em arquivos em formato de texto que foram padronizados e convertidos para *geodatabase* do tipo “ponto em aplicativo ArcMap”, no qual foram interpolados usando o método de cokrigagem simples e considerando como variável auxiliar, em grade de pontos de 100 km entre pontos, dados de temperatura média mensal obtidos para os anos de 1950 a 1990 por Alvares et al. (2013).

O plano de informação de umidade relativa para todo o globo terrestre foi gerado a partir de dados médios mensais de umidade relativa (UR) obtidos de Willett et al. (2014, 2018), os quais foram substituídos para o território nacional pelos dados médios obtidos da BDMEP/INMET para os anos de 1961 a 2018, segundo método descrito anteriormente. O processamento foi feito no SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando sistema de referência WGS 84 em coordenadas geográficas, com pixel igual a 10 min ou 0,1667°.

Os dados municipais de áreas com cultivo de mamão foram obtidos da Pesquisa Agrícola Municipal para o ano de 2017 e do Censo Agropecuário de 2017, ambos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), via Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)/IBGE, tendo sido considerada a presença de cultivo de mamão em ao menos uma das pesquisas. Em seguida, os dados foram padronizados em planilhas Microsoft Excel e unidos a cada município do *shapefile* da malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018).

Posteriormente, os algoritmos MaxEnt e Garp foram executados. No algoritmo MaxEnt, foi gerada a curva de distribuição das probabilidades, de acordo com a intensidade de favorabilidade à condição de existência da espécie. Os resultados foram apresentados em classes de nicho ecológico, com identificação dos locais com cultivo de mamão, por meio do SIG ESRI ArcGIS v.10.7 e adotando o sistema de referência SIRGAS 2000 e o sistema de projeção policônica (IBGE, 2020).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ilustração dos pontos de locais com presença de *A. curvicauda* no exterior, produzida com base em informações de ocorrências disponibilizadas pelo GBIF (GBIF, 2021) e atualizadas conforme a presença do inseto (Cabi, 2021), é apresentada na Figura 1.

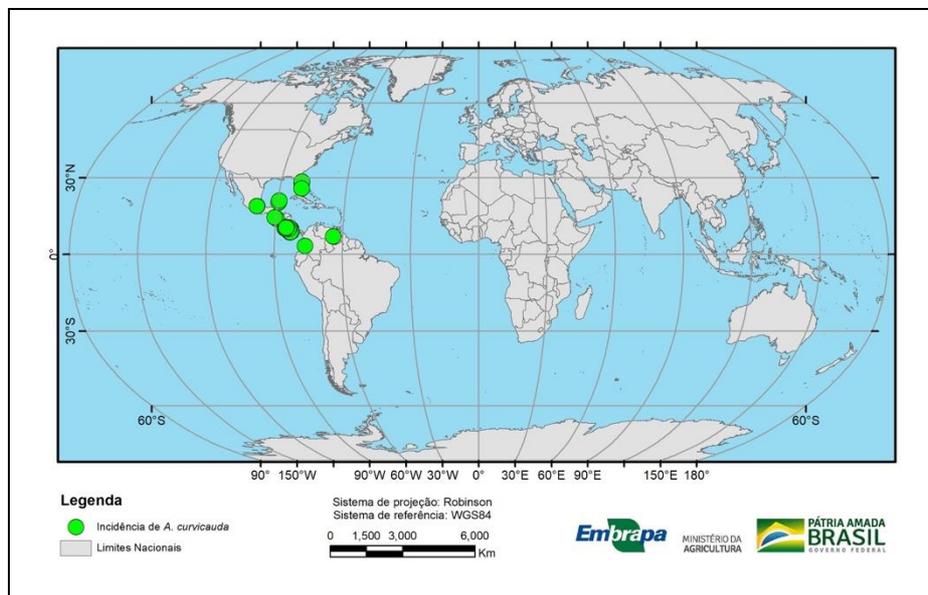


Figura 1. Locais com presença de *Anastrepha curvicauda* no exterior. Fonte: GBIF (2021) e Cabi (2021).

Os municípios brasileiros com cultivo de mamão e a distribuição das áreas brasileiras com esse cultivo foram determinados e estão apresentados na Figura 2.

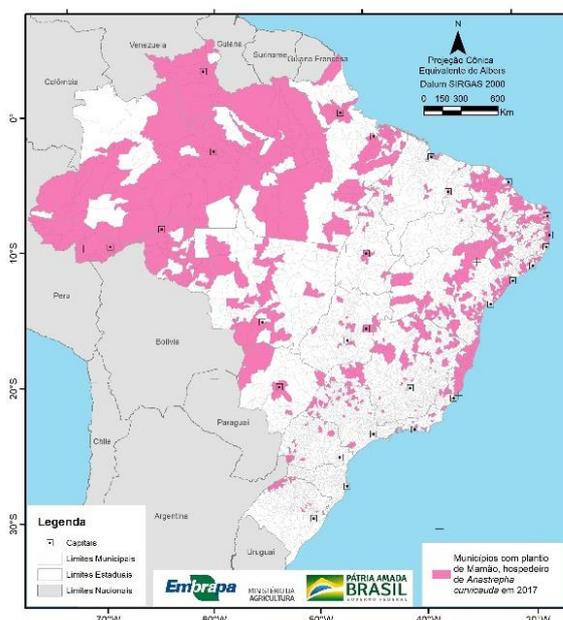
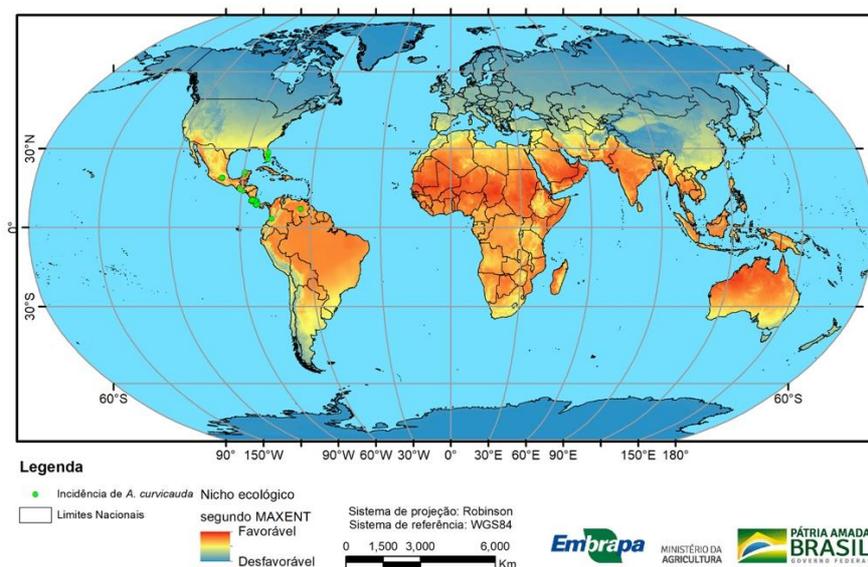
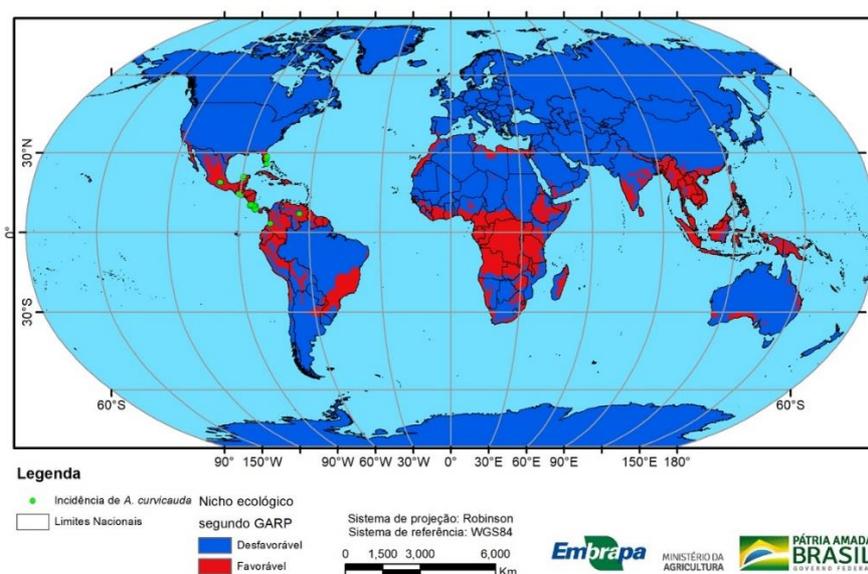


Figura 2. Distribuição dos municípios brasileiros com cultivo de mamão em 2017. Fonte: IBGE, 2018.

Os zoneamentos de potenciais nichos ecológicos de *A. curvicauda* no Brasil, elaborados usando os algoritmos MaxEnt e Garp, são apresentados nas Figuras 3 e 4.



**Figura 3.** Zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *Anastrepha curvicauda* no Brasil, elaborado usando o algoritmo MaxEnt.



**Figura 4.** Zoneamento de potenciais nichos ecológicos de *Anastrepha curvicauda* no Brasil, elaborado usando o algoritmo Garp.



O resultado de MaxEnt indicou favorabilidade à ocorrência de *A. curvicauda* em todo o país com intensidades mais elevadas, exceto em áreas da faixa litorânea do sul do estado do Rio de Janeiro e de São Paulo e nos estados da região Sul (Figura 3). Desse modo, além de indicar favorabilidade nas grandes áreas com presença da cultura, localizadas nas regiões Norte e Centro-Oeste (Figura 2), também indicou favorabilidade à ocorrência do inseto nas principais áreas produtoras (ES, BA, CE, RN e MG), bem como nas áreas com maiores rendimentos (CE, ES, MS, BA e RN), sinalizadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021). Entretanto, cabe destacar que o algoritmo MaxEnt não indicou todos os pontos com a presença do inseto no exterior (sinalizados em círculos de coloração verde-clara na Figura 1) como altamente favoráveis. Portanto, se adotados limiares de corte, mesmo com valores próximos a 50%, como é usualmente recomendado para uso desse algoritmo, pontos com a presença do inseto poderiam ser desconsiderados como favoráveis. O resultado pode ter sido decorrente do fato de o MaxEnt separar automaticamente a metade dos pontos informados como registros de ocorrências para serem utilizados como balizadores da validação.

O resultado obtido pelo algoritmo Garp, que utilizou todos os pontos com presença do inseto no exterior, embora tenha sido mais restritivo à sinalização de áreas favoráveis ao inseto no Brasil quando comparado ao algoritmo MaxEnt, indicou todos os pontos com a presença do inseto no exterior como favoráveis à ocorrência (Figura 4). No Brasil, o algoritmo sinalizou áreas favoráveis à ocorrência do inseto próximas às fronteiras de Roraima com a Guiana e Venezuela, bem como do Amazonas com Colômbia e Peru, do Acre e de Rondônia com Peru e Bolívia e próxima ao litoral do Amapá. Observou-se também favorabilidade em pontos esparsos no Rio Grande do Norte, bem como outras áreas significativas que se estendem junto à faixa litorânea desse estado e percorrem os estados da Paraíba e parte de Pernambuco. Extensas áreas com aptidão foram sinalizadas no sul da Bahia, em Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e parte do Rio Grande do Sul (ao norte, nordeste e faixa noroeste-sudoeste). A favorabilidade a *A. curvicauda* também foi observada em áreas de Mato Grosso do Sul (poucas áreas na faixa leste) e em parte de Goiás. Nesse cenário, importantes áreas produtoras também seriam favoráveis ao inseto, tais como as localizadas no sul e oeste da Bahia, norte do Espírito Santo e norte de Minas Gerais (Hortifruti Brasil, 2020).



#### 4. CONCLUSÃO

Zoneamentos de nicho ecológico de *Anastrepha curvicauda* em território brasileiro foram produzidos usando os algoritmos Garp e MaxEnt e considerando parâmetros climáticos nacionais nas avaliações das áreas favoráveis no Brasil. O algoritmo MaxEnt sinalizou favorabilidade ao inseto em todo o território nacional, com probabilidades de ocorrências menos elevadas em áreas da faixa litorânea do sul do estado do Rio de Janeiro e de São Paulo e nos estados da região Sul. Esse algoritmo não indicou como altamente favoráveis alguns pontos localizados em países limítrofes com presença do inseto. O algoritmo Garp indicou favorabilidade à ocorrência do inseto em pontos dos estados Acre, Roraima e Amapá, alguns próximos às fronteiras com países vizinhos. Também sinalizou extensa área favorável predominante na região Sudeste e ao sul da região Nordeste.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa concedida, à primeira autora e à Embrapa Territorial, pelo financiamento do projeto.

#### 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.

ATLAS BIG. **Produção mundial de mamão por país**, 2021. Disponível em: <https://www.atlasbig.com/pt-br/paises-por-producao-de-mamao>. Acesso em: 30 jun. 2021.

AUSTRALIA PLANT HEALTH. *Toxotrypana curvicauda*. Fruit Fly ID Australia, 2021. Disponível em: <https://fruitflyidentification.org.au/species/anastrepha-curvicauda/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BOSCÁN, N.; GODOY, F. Levels of infestation of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerst. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 1., 1998, Canoabo and Bejuma, Venezuela. [Abstracts...]. Penang, Malaysia: FAO/IAEA, 1998. p. II-19.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 39, de 1 de outubro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 2018.

CABI. Centre for Agriculture and Bioscience International. **Invasive Species Compendium: *Toxotrypana curvicauda*** (papaya fruit fly) 2021. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54274#todistributionDatabaseTable>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CRIA. Centro de Referência de Informação Ambiental. **OpenModeller**. Disponível em: <http://openmodeller.cria.org.br/modelagem>. Acesso em: 30 jun. 2021.



EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Produção brasileira de mamão em 2019**. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/mamao/b1\\_mamao.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.pdf). Acesso em: 30 jun. 2021.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017.

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, 2018. 510 p Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108710/priorizacao-de-pragas-quarentenarias-ausentes-no-brasil>.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. **Free and open access to biodiversity data**. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 20 jun. 2021.

HORTFRUTI BRASIL. Piracicaba, Edição especial, v. 19, n. 207, dez. 2020/jun. 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/retrospectiva-2020-perspectivas-2021.aspx> Acesso em: 30 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2018/Brasil/BR/](ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasil/BR/). Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. 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**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

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>.

MARTINEZ, J. C.; BURBANO, O. I. I. Survey of fruit fly parasitoids and predators in cultivated and wild host in the province of Vélez (Santander- Colombia). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7.; MEETING OF THE WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 6., 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador: Fruitfly, 2006.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; LOVISI FILHO, E.; BRASCO, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SA, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R.; MARINHO-PRADO, J. S. **Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodioplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017. 29 p. (Embrapa Gestão Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; PRADO, J. S. M.; SIQUEIRA, C. de A.; MUNHOZ, V. C.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Acompanhamento georreferenciado de áreas brasileiras de Cerrado sujeitas aos ataques de *Helicoverpa armigera*. In: PRANDEL, J. A. (Org.). **Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019, v. 1, p. 117-130.

NORRBOM, A. L.; BARR, N. B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 120, n. 4, p. 834-841, 2018.



PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; VALLE, L. B. do; LOVISI FILHO, E.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Áreas Brasileiras aptas à ocorrência mensal de *Thaumastocoris peregrinus* em *Eucalyptus* spp. In: JASPE, M. (Org.). **Coletânea Nacional sobre Entomologia**. Ponta Grossa, PR: Atena editora, 2019, v. 1, p. 74-89.

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; SÁ, L. A. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 697-701, maio 2016. (Notas Científicas).

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. **MaxEnt software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1)**. Disponível em: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent). Acesso em: 30 jun. 2021.

SANTANA, F. S. **Uma infraestrutura orientada a serviços para a modelagem de nicho ecológico**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-13072009-165044/publico/Tese\\_FabianaSoaresSantana.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-13072009-165044/publico/Tese_FabianaSoaresSantana.pdf). Acesso em: 21 jun. 2021.

SCACHETTI-PEREIRA, R. **DesktopGarp: a software package for biodiversity and ecologic research**. United States: The University of Kansas Biodiversity Research Center, 2002. Disponível em: <http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SOUZA MUÑOZ, M. E.; DE GIOVANNI, R.; DE SIQUEIRA, M. F.; SUTTON, T.; BREWER, P.; PEREIRA, R. S.; CANHOS, D. A. L.; CANHOS, V. P. OpenModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling. **Geoinformatica**, v. 15, n. 1, p. 111-135, 2011.

WILLETT, K. M.; DUNN, R. J. H.; THORNE, P. W.; BELL, S.; De PODESTA, M.; PARKER, D. E.; WILLIAMS Jr, C. N. HadISDH land surface multi-variable humidity and temperature record for climate monitoring. **Climate of the Past**, v. 10, n. 6, p. 1983-2006, 2014.

WILLETT, K. M.; DUNN, R. J. H.; THORNE, P. W.; BELL, S.; De PODESTA, M.; PARKER, D. E.; JONES, P. D.; WILLIAMS, J. C. N.; KENNEDY, J. J.; BERRY, D. I. **HadISDH: global surface humidity data, version 4.0.0.2017f**. Centre for Environmental Data Analysis. Disponível em: <https://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/251474c7b09449d8b9e7aeaf1461858f>. Acesso em: 14 fev. 2018.