



AVALIAÇÃO DO MODELO CLIMEX EM ZONEAMENTOS DE ÁREAS FAVORÁVEIS AO DESENVOLVIMENTO DE *DIAPHORINA CITRI* E *TAMARIXIA RADIATA*

Letícia **Barbosa**¹; Rafael **Mingoti**²; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**³

Nº 24504

RESUMO – Este trabalho avaliou o uso do modelo *Climex* em zoneamentos territoriais de áreas brasileiras favoráveis aos insetos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), vetor da doença Huanglongbing dos citros (HLB) ou greening, e de seu parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), com base em informações de literatura. Estas consideraram as condições climáticas que expressam os desenvolvimentos ótimos do inseto vetor e do parasitoide aplicadas em planos de informações georreferenciadas, elaborados a partir de dados nacionais. O *Climex*, nas opções “Compare Locations (1 Species)” e “Compare Locations (2 Species)”, foi utilizado com os dados climáticos mundiais históricos do aplicativo (de 1961 a 2000) e informações de faixas favoráveis aos desenvolvimentos dos insetos, entre outras, obtidas de literatura. As áreas resultantes favoráveis a *D. citri* e a *T. radiata* foram identificadas e analisadas. A alta adequabilidade ao desenvolvimento de ambos os insetos foi identificada para 27,6% do território nacional, enquanto, para o estado de São Paulo, maior produtor brasileiro de citros, foi encontrada para 63,7% da área estadual. Nas áreas favoráveis a ambos os insetos no estado de São Paulo, nota-se também a presença de grandes áreas produtoras de citros. O uso do *Climex* deve ser avaliado com cautela e conforme as espécies avaliadas, dado que os resultados podem sofrer interferências da quantidade de estações climáticas disponíveis em sua base de dados para localidades avaliadas, como também por não considerar a umidade relativa (UR) no desenvolvimento das espécies estudadas.

Palavras-chave: controle biológico, defesa fitossanitária, sistema de informações geográficas, praga quarentenária.

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; leticia77barbosa@gmail.com.

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

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



ABSTRACT – This work evaluated the use of the *Climex* model in the territorial zoning maps of Brazilian areas suitable for the insect *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), vector of the citrus disease Huanglongbing (HLB) or greening, and its parasitoid *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), based on information from the literature. Optimal climatic development conditions for the insect vector and the parasitoid were considered both separately and subsequently applied in georeferenced information plans prepared using national data. *Climex*'s options "Compare Locations (1 Species)" and "Compare Locations (2 Species)" were also used considering its available historical global climate data (from 1961 to 2000) and information on favorable ranges of development for the insect, among others, obtained from literature. The resulting areas apt for *D. citri* and *T. radiata* were identified and analyzed. High suitability for the development of both species was identified for 27.6% of the national territory, while for the state of São Paulo, which is the main Brazilian citrus producer, 63.7% of the state's area was found suitable. In areas favorable to both insects in the State of São Paulo, the presence of large citrus producing areas is also noted. The use of *Climex* must be evaluated with caution and according to the species evaluated, as the results may be influenced by the number of climate stations available in its database for the evaluated locations, as well as by not considering relative humidity (RH) in the development of the species studied.

Keywords: biological control, phytosanitary defense, GIS, present quarantine pest.

1. INTRODUÇÃO

O inseto *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) tem sua suposta origem no continente Asiático (Crawford, 1917), com relatos de sua presença em vastas áreas do sudeste asiático, Índia, Arábia Saudita, ilhas Maurício e Reunião, EUA (Flórida), Venezuela, Brasil, Uruguai, bem como em certas partes do Caribe e América Central (Cermeli et al., 2000; Halbert; Núñez, 2004).

Embora observado no Brasil desde os anos 1940 (Costa Lima, 1942), *D. citri* é considerado vetor-praga das bactérias procariontes *Candidatus Liberibacter americanus* e *Candidatus Liberibacter asiaticus*, listadas como pragas quarentenárias presentes (PQP) no país pela Instrução Normativa (IN) SDA/Mapa nº 38, de 1 de outubro de 2018 publicada em 2/10/2018, causadoras da doença *Huanglongbing* dos citros (HLB), anteriormente chamada *greening*. A presença dessas bactérias no Brasil deu-se a partir de 2004 em cultivos de citros de São Paulo, porém atualmente ocorre em áreas de citros dos estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, afetadas em 99% dos casos por *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Fundecitrus,



2004, 2023; Teixeira et al., 2005), conforme IN SDA/Mapa nº 38/2018 complementada pela IN SDA/Mapa nº 26/2019 e Portaria SDA/Mapa nº 750/2023.

Os sinais que as plantas demonstram ao desenvolverem a doença HLB são o amarelamento inicial das folhas, seguido pelo enrugamento e surgimento de manchas cloróticas em tons variados de amarelo, semelhantes às causadas pela falta de zinco (Schneider, 1968; Koen; Langenegger, 1970; Aubert, 1975). Os frutos afetados são pequenos, ácidos e têm baixa concentração de açúcar (Kapur et al., 1978). Muitos deles caem prematuramente, enquanto os que permanecem nas árvores não são adequados para a utilização na indústria (McClen; Schwarz, 1970). Pelo apresentado, Aubert et al. (1985) e Su e Huang (1990) citaram o *greening* como a principal enfermidade global dos citros. Na Índia, a doença resultou em drástica redução na produção de citros (Fraser, 1978); nas Filipinas, aproximadamente 7 milhões de árvores foram erradicadas em 1962 (Martinez; Wallace, 1967), reduzindo a área plantada em cerca de 60% entre 1962 e 1970. Na Tailândia, 95% das árvores foram afetadas pela doença (Bhavakul et al., 1981), enquanto, na Arábia Saudita, todas as variedades de laranja doce e mandarinas foram eliminadas (Bové, 1986).

Apesar de esforços empreendidos para controlar o HLB no Brasil, ainda são inexistentes variedades de citros resistentes às bactérias citadas e alternativas efetivas para o controle de plantas já infectadas, demandando a erradicação de plantas e o maior controle do inseto vetor (Neves et al., 2015; Girardi et al., 2017; Stuchi et al., 2018; Governo do Estado de São Paulo, 2023; Fundecitrus, 2004, 2023). Levantamentos anuais realizados pelo Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) revelam que a incidência de HLB vem crescendo consecutivamente nos últimos seis anos, tendo registrado seu maior aumento em 2023, quando passou de 24,42% da área de citros, em 2022, para 38,06%, em 2023, no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro (Fundecitrus, 2023).

Entre as estratégias de controle de *D. citri* (Girardi et al., 2017), o parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) constitui-se como o principal agente de controle biológico, fundamentado em dados de literatura que demonstraram sua alta eficácia no parasitismo e significativa capacidade de dispersão, estabelecimento e adaptação em condições de campo, além de casos de sucesso nas suas liberações com foco no controle de *D. citri* em diversas regiões, tais como nas ilhas Reunião, Maurício e Guadalupe (Étienne et al., 2001), em Taiwan (Chien; Chu, 1996) e nos Estados Unidos (Hoy; Nguyen, 2000). Após estudos preliminares feitos no Brasil, *T. radiata* foi observado ocorrendo naturalmente no país, tornando-se desnecessária sua prevista importação do exterior (Gómez-Torres et al., 2006). Assim sendo, vários estudos foram realizados



no Brasil, para melhor retratar a biologia do inseto vetor, do parasitoide e para subsidiar o monitoramento e as criações desses insetos visando liberações de *T. radiata* em campo (Gómez-Torres et al., 2006; Paiva, 2009; Parra et al., 2010; Diniz, 2013; Gómez-Torrez et al., 2014; Neves et al., 2015; Garcia et al., 2019; Prando; Sá, 2019; Pessoa et al., 2020).

O modelo Climex é uma ferramenta de modelagem de distribuição de espécies (SDM) e permite integrar processos fisiológicos e climáticos para obter o índice ecoclimático geral (EI) (escala de 0 a 100), que pode ser georreferenciado para representar a potencial distribuição espacial de uma ou mais espécies (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; Akriovou et al., 2021; Barbosa et al., 2023).

Dentre as opções de modelagem presentes no modelo Climex estão “*Compare Locations (1 Species)*” e “*Compare Locations (2 Species)*”. A opção “*Compare Locations (1 Species)*” é destinada para obter a resposta de uma espécie às condições meteorológicas médias em diferentes regiões do globo terrestre. Portanto, para a avaliação de duas espécies (praga e parasitoide, por exemplo), a simulação utilizando esta opção precisa ser feita separadamente para cada espécie considerada. A opção “*Compare Locations (2 Species)*” é destinada para obter, em uma única simulação, as respostas distintas para cada espécie avaliada (Kriticos et al., 2015). Ambas as opções podem ser utilizadas para analisar insetos-vetores ou insetos-praga e seus bioagentes de controle.

Este trabalho utilizou o modelo Climex, nas opções “*Compare Locations (1 Species)*” e “*Compare Locations (2 Species)*”, para prover os zoneamentos territoriais de áreas brasileiras favoráveis aos insetos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), vetor da doença *Huanglongbing* dos citros (HLB) ou *greening*, e de seu parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) com base em informações de literatura, utilizando condições climáticas que expressam os desenvolvimentos ótimos do inseto vetor e do seu parasitoide utilizado como agente de controle biológico, aplicadas em planos de informações georreferenciadas elaborados a partir de dados nacionais.



2. MATERIAL E MÉTODOS

O modelo Climex, nas opções “*Compare Locations (1 Species)*” e “*Compare Locations (2 Species)*”, foi utilizado fazendo uso de dados climáticos mundiais históricos do próprio aplicativo (de 1961 a 2000) (Kriticos et al., 2012, 2015) e modelagem sem irrigação.

Os parâmetros de entrada adotados para *D. citri* e *T. radiata* foram obtidos de Liu e Tsai (2000) citados por Paiva (2009), Nava et al. (2007) citados por Nakata (2006), Parra et al. (2010), Nava et al. (2010) citados por Garcia et al. (2019), Chien et al. (2001), USDA (2010) e Gomez-Torres et al. (2014) (Tabela 1). Os valores resultantes do EI obtidos foram posteriormente classificados conforme Stephens et al. (2007).

Tabela 1. Parâmetros usados no Climex adotados para *Diaphorina citri* e *Tamarixia radiata*.

Parâmetros	Valores adotados para <i>Diaphorina citri</i>	Valores adotados para <i>Tamarixia radiata</i>
DV0 – limite de temperatura mais baixa	13,0 °C	11,0 °C
DV1 - temperatura ideal mais baixa	18,0 °C	24,0 °C
DV2 - temperatura ideal superior	30,0 °C	26,0 °C
DV3 - limite de alta temperatura	38,0 °C	38,0 °C
SM0 - limite inferior da umidade de solo	0,10	0,10
SM1 - menor umidade ideal do solo	0,35	0,35
SM2 - umidade ideal do solo superior	1,00	1,00
SM3 - limite de alta umidade do solo	1,50	1,50
TTCS - limite de temperatura de estresse pelo frio	10,5 °C	7,1 °C
THCS - taxa de temperatura de estresse pelo frio	-0,005/semana	-0,005/semana
TTHS - limite de temperatura de estresse pelo calor	38,0 °C	38,0 °C
THHS - taxa de temperatura de estresse térmico	0,002/semana	0,002/semana
SMDS - limite de estresse seco por umidade do solo	0,02	0,02
HDS - taxa de estresse seco	-0,005/semana	-0,005/semana
SMWS - limite de estresse úmido da umidade do solo	1,50	1,50
HWS - taxa de estresse úmido	0,007/semana	0,007/semana
PDD - graus-dia por geração	210,9	187,5

As áreas favoráveis ao inseto vetor disponibilizadas pelo Climex foram organizadas utilizando o aplicativo de sistema de informações geográficas (SIG) ESRI ArcGIS v.10.8.2, para a obtenção do zoneamento esperado. O mesmo foi feito para o zoneamento do parasitoide.

Os resultados da opção “*Compare Locations (1 Species)*” obtidos de simulação feita separadamente para cada espécie avaliada, foram disponibilizados, pelo próprio modelo, em grade regular de pontos com coordenadas de latitude e longitude (*datum* WGS84) e com valores de EI.



A organização deste resultado realizada no SIG ESRI ArcGIS v.10.8.2 compreendeu a projeção dos pontos para o sistema de projeção equidistante de Albers no sistema de referência SIRGAS 2000 (IBGE, 2020), seguida da conversão desta grade regular de pontos para superfície *raster* com 1.000 m de resolução espacial e, por fim, do recorte para a área do Brasil.

Os resultados da opção “*Compare Locations (2 Species)*” foram obtidos para as duas espécies em uma única simulação. Este resultado foi disponibilizado pelo Climex para pontos com coordenadas de latitude e longitude (*datum* WGS84) e com valores de EI. A organização deste resultado realizada no SIG ESRI ArcGIS v.10.8.2 compreendeu a projeção para o sistema de projeção equidistante de Albers no sistema de referência SIRGAS 2000 (IBGE, 2020), e o recorte para a área do Brasil.

Os resultados obtidos pelas duas opções citadas foram apresentados em uma mesma imagem separadamente por espécie e posteriormente comparados com as áreas dos municípios brasileiros onde estão as classes alta (Q4) e média (Q3) de área plantada de laranja e limão no Brasil, obtidas a partir de dados de áreas plantadas (IBGE, 2022) e pela classificação em quartéis, produzindo as seguintes classes: alta (Q4), média (Q3), baixa (Q2) e muito baixa (Q1) (Garagorry; Farias, 2021). Os resultados também foram comparados a localizações de áreas viabilizadas por zoneamentos já disponibilizados em literatura (Garcia et al., 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os zoneamentos de áreas nacionais favoráveis aos desenvolvimentos de *D. citri* e de *T. radiata* providos pelo Climex, nas opções “*Compare Locations (1 Species)*” e “*Compare Locations (2 Species)*”, são apresentados separadamente por espécie na Figura 1: a opção “*Compare Locations (1 Species)*” está representada de maneira contínua, em uma superfície que ocupa todo o território brasileiro, e a opção “*Compare Locations (2 Species)*” está apresentada em círculos referentes às 39 estações de dados meteorológicos do Brasil, presentes no modelo, e deve ser interpretada como válida somente para o ponto, conforme a classificação por faixas de valores de EI (vide legenda).

Considerando os resultados obtidos pela opção “*Compare Locations (1 Species)*”, as áreas ótimas ao inseto vetor e ao bioagente de controle identificadas mostraram-se distribuídas em todas as regiões do país. Ao considerar as áreas nacionais aptas para *D. citri*, observam-se favorabilidades notadamente mais expressivas nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do país. Áreas aptas a ambas as espécies ocorreram principalmente no leste do país, em estados localizados na

faixa litorânea das regiões Nordeste e Sudeste (nesta, a partir do estado do Rio de Janeiro) e de estreita faixa mais ao sul do Rio Grande do Sul. Áreas aptas a ambas espécies foram também identificadas em grande parte dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia.

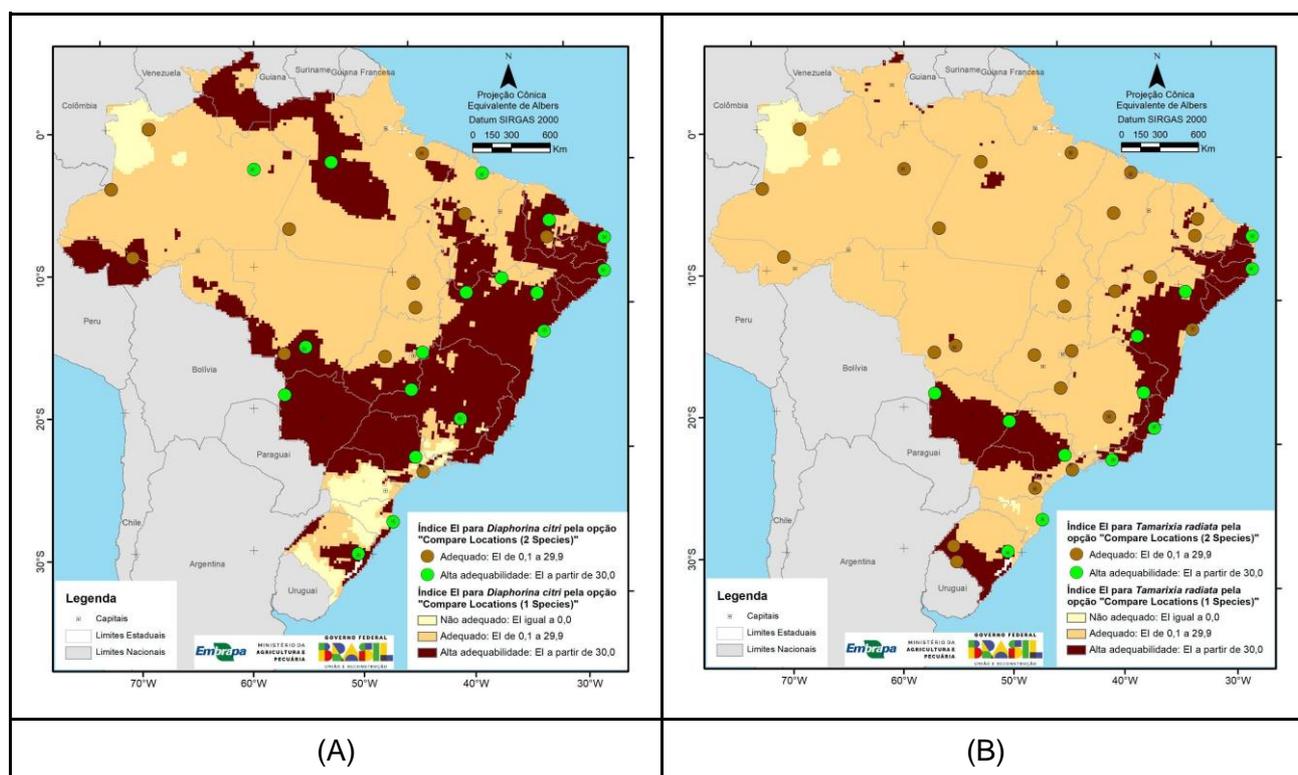


Figura 1. Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis aos desenvolvimentos de (A) *Diaphorina citri* e (B) *Tamarixia radiata*, obtidos por (Climex) nas opções "Compare Locations (1 Species)" e "Compare Locations (2 Species)" e dados de literatura.

Apesar de o Climex disponibilizar dados climáticos para o período de 1961 a 2000, observou-se que estão embasados em um reduzido número de estações climáticas distribuídas no território nacional. Portanto, apresentam-se insuficientes para recobrimento do território brasileiro, tanto em termos de distribuição quanto em quantidade. Como já observado por Barbosa et al. (2023), o Climex utiliza apenas a umidade para efeito de solo, e não considera a umidade do ar no desenvolvimento dos insetos avaliados; é um importante fator climático, conforme apontado por Silveira Neto (1976), e que já foi disponibilizado para ambos os insetos (Parra et al., 2010; Garcia et al., 2019). Considerando a dificuldade na determinação de parâmetros de solo solicitados pelo modelo, verifica-se que podem ocorrer resultados pouco representativos para algumas áreas nacionais.

As áreas aqui classificadas como de alta adequabilidade para *D. citri* e para *T. radiata* são apresentadas a seguir (Figura 2).

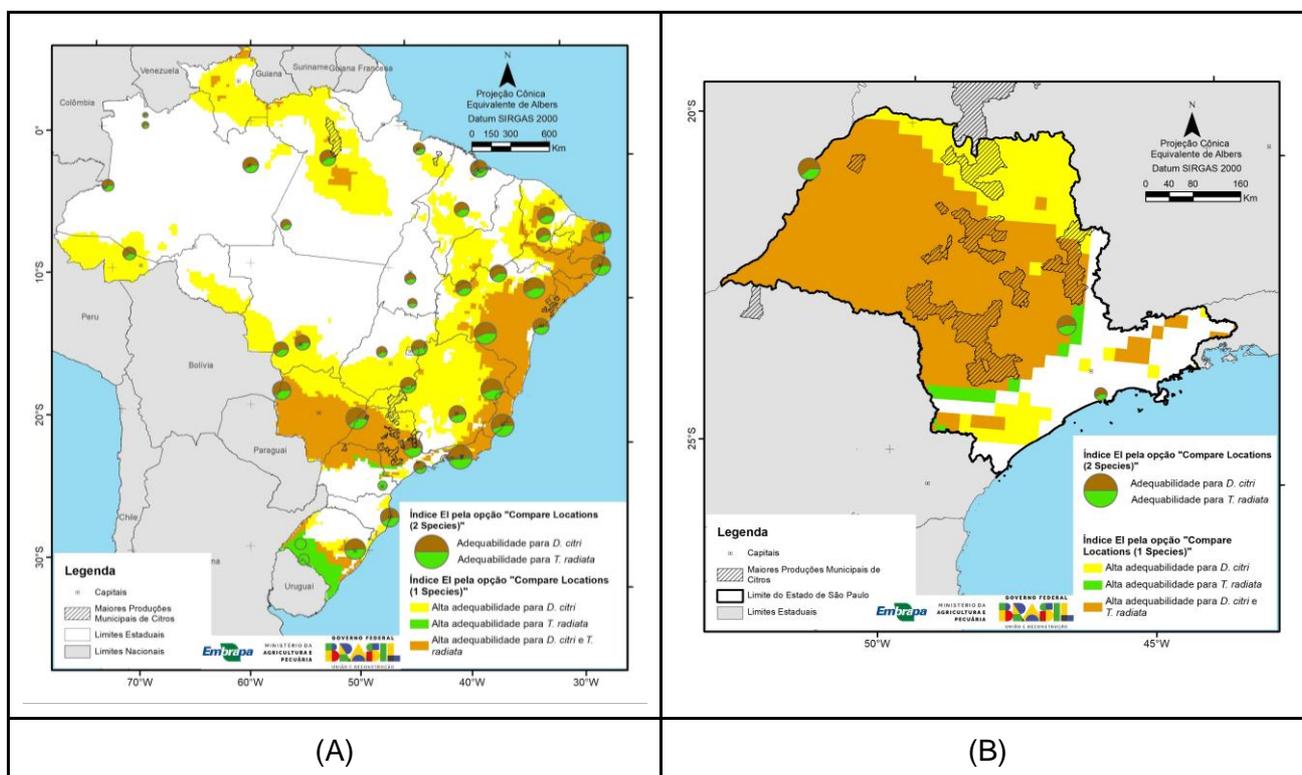


Figura 2. Distribuição das áreas classificadas como de alta adequabilidade ao desenvolvimento de *Diaphorina citri* e/ou *Tamarixia radiata*, considerando uso do Climex nas opções “Compare Locations (1 Species)” e “Compare Locations (2 Species)” para: (A) Brasil e (B) estado de São Paulo.

Considerando os resultados obtidos pela opção “Compare Locations (1 Species)”, os resultados indicam que, para o Brasil (Figura 2A), as áreas classificadas concomitantemente como de alta adequabilidade ao desenvolvimento do inseto vetor e do seu bioagente representam 27,6% do território nacional. Observa-se também que, em 1,2%, há favorabilidade apenas para *T. radiata* e, em 15,3%, apenas para *D. citri*. A favorabilidade ao bioagente de controle *T. radiata* abrange todas as unidades da Federação, e varia de adequada a altamente adequada. Portanto, tende a ser satisfatória no controle do inseto vetor *D. citri* nas áreas adequadas, porém mais efetiva nas áreas altamente adequadas ao desenvolvimento conjunto de ambas as espécies.

Quando considerada a favorabilidade para ambas espécies no estado de São Paulo (Figura 2B), as áreas classificadas por este trabalho como de alta adequabilidade conjuntamente aos desenvolvimentos de *D. citri* e *T. radiata* representam 63,7% da área estadual. Há favorabilidade



apenas para o parasitoide em 2,1% do estado, e, em 17,8%, apenas para o inseto vetor. Nas áreas favoráveis a ambos no estado de São Paulo (Figura 2B), nota-se também a presença de grandes áreas produtoras de citros. Contudo, observam-se também grandes áreas produtoras localizadas a norte e a nordeste do estado, onde predomina alta adequabilidade apenas para *D. citri*.

A Figura 2B aqui obtida e os resultados de adequabilidade a ambas espécies apresentados por Garcia et al. (2019) para o estado de São Paulo revelam que as áreas aptas encontradas no presente trabalho são similares àquelas obtidas por Garcia et al. (2019) para os meses de janeiro, fevereiro, março, agosto, outubro, novembro e dezembro, mas apenas em áreas aptas que estão localizadas a oeste, noroeste, sudoeste e na parte central do estado, não havendo similaridades nos meses de abril, maio, junho e julho. Devido às limitações do Climex, não é possível obter resultados de EI para médias mensais, o que poderia ampliar os detalhes do resultado e de suas aplicações.

4. CONCLUSÕES

Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis aos desenvolvimentos de *Diaphorina citri* e do parasitoide *Tamarixia radiata* foram obtidos a partir do uso do Climex e dados de literatura, sinalizando alta adequabilidade ao desenvolvimento de ambos os insetos em 27,6% do território nacional. Como o estado de São Paulo é o maior produtor nacional de citros, o zoneamento de áreas aptas a ambos os insetos também foi apresentado para este estado, indicando alta adequabilidade ao desenvolvimento de ambos os insetos em 63,7% da área estadual. Nas áreas favoráveis a ambos os insetos no estado de São Paulo, nota-se também a presença de grandes áreas produtoras de citros; exceto para as grandes áreas produtoras estaduais localizadas a norte e nordeste e em áreas de alta adequabilidade apenas para *D. citri*.

As áreas favoráveis aos insetos indicadas pelos zoneamentos obtidos auxiliam na orientação de áreas onde as liberações inundativas do parasitoide apresentam maior probabilidade de sucesso no controle biológico do inseto vetor do HLB.

Identificaram-se como limitações do uso do modelo Climex a baixa distribuição e pouca disponibilidade (apenas 39) de estações meteorológicas para representar o território nacional, como também o uso de dados de umidade considerados apenas para a matriz solo. Desse modo, o uso do Climex deve ser avaliado com cautela e conforme as espécies avaliadas, dado que os fatores de temperatura e umidade relativa do ar contribuem para a longevidade de algumas espécies e os resultados viabilizados podem, portanto, sofrer interferências da quantidade de estações climáticas



disponíveis em sua base de dados para localidades avaliadas, como também por não considerar a umidade relativa (UR) no desenvolvimento das espécies estudadas.

5. AGRADECIMENTOS

À Embrapa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa PIBIC concedida. Ao professor Ricardo Siqueira da Silva.

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.

BARBOSA, L.; MINGOTI, R.; SILVA, B. D.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Métodos para prover zoneamentos de áreas favoráveis ao melhor desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2023, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Embrapa Territorial, 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1156842/1/6159.pdf>.

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.

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.

DINIZ, A. J. F. **Otimização da criação de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) e de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera)**. 2013. 128 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2013.tde-22082013-164659>.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. **Greening - Huanglongbing**. online. 2024. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening>. Acesso em: 13 jun. 2024.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. **Greening avança no cinturão citrícola e demanda ações efetivas do setor para reduzir incidência nos pomares**. 24 agosto 2023. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/greening-avanca-no-cinturao-citricola-e-demanda-acoes-efetivas-do-setor-para-reduzir-incidencia-nos-pomares/1359>. Acesso em: 13 jun. 2024.

GARCIA, A. D.; DINIZ, A. J. F.; PARRA, J. R. P. Fuzzy-based index to identify suitable areas for host-parasitoid interactions: Case study of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* and its natural enemy *Tamarixia radiata*. **Biological Control**, v. 135, p. 135-140, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.001>.

GARAGORRY, F. L.; FARIAS, A. R. **Caatinga: concentração espacial e dinâmica de produtos agrícolas**. Campinas: Embrapa Territorial, 2021. 182 p. (Embrapa Territorial. Documentos, 139). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228955/1/5998.pdf> Acesso em: 13 jun. 2024.

GIRARDI, E. A.; MILORI, D. M. B. P.; MARINHO-PRADO, J. S.; NAVA, D. E.; SANTOS, I. R. I.; STUCHI, E. S.; ASTUA, J. de F.; GURGEL, F. de L.; SA, L. A. N. de; SANCHES, M. M.; ANDRADE, E. C. de; BARBOSA,



F. F. L. **Relatório Corporativo da I Reunião Técnica do Arranjo HLB dos Citros "Soluções inovadoras e integradas para a superação da doença huanglongbing (HLB, ex-greening) dos citros"**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 48 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 218). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167258/1/DOC-218-Girardi-AINFO-ficha-ajustada.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Defesa Agropecuária. **Huanglongbing HLB, greening dos citros**. Defesa AgroSP nº 027, outubro 2023. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/informativo/defesa-agrosp-no-027-outubro2023/huanglongbing-hlb-greening-dos-citros/#:~:text=No%20Brasil%2C%20a%20ocorr%C3%AAncia%20do,americanus%20e%20Candidatus%20liberibacter%20asiaticus>. Acesso em: 13 jun. 2024.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 jun. 2024.

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: 13 jun. 2024.

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.

NEVES, M. F. O.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; NAVA, D. E.; GIRARDI, E. A. Avaliação do desenvolvimento de *Diaphorina citri* em *Murraya paniculata* e *Citrus limonia* em cenários de simulação numérica para subsidiar criações laboratoriais de *Tamarixia radiata*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2015. Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2015. 8 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138661/1/2015AA068.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; TORRES, M. L. G.; NAVA, D. E.; PAIVA, P. E. B. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, v. 31, n. 1, p. 37-51, 2010.

PAIVA, P. E. B. **Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo**. 2009. 64 f. (Tese de doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-19052009-085313/publico/Paulo_Paiva.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SA, L. A. N. de; LUCHINI, G. A.; TEIXEIRA, W. P. In: SILVA, C. D. D. da (org.). **Flutuação populacional e coloração de adultos de *Diaphorina citri* em *Citrus limonia* condição controlada de laboratório**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p. 127-138. (Coletânea nacional sobre entomologia, 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219843/1/Pessoa-Flutuacao-populacional-2020.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.



18º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2024
27, 28 e 29 de agosto de 2024
ISSN: 2965-2812

PRANDO, M. S. O.; SÁ L. A. N. de. Criação em laboratório do inseto-praga de pomares cítricos do estado de São Paulo *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2019, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207013/1/Sa-Criacao-Laboratorio-2019.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

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.

STUCHI, E. S.; BASSANEZI, R. B.; GIRARDI, E. A.; MOREIRA, A. S.; PAROLIN, L. G.; REIFF, E. T.; SEMPIONATO, O. R. **Incidência de huanglongbing (HLB) em pomares experimentais de combinações de porta-enxertos e cultivares de laranjeira doce e outros citros**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 33 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 227). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189292/1/SerieDocumentos227-Stuchi-AINFO.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SUTHERST, R. W. Predicting the survival of immigrant insect pests in new environments. **Crop Protection**, v. 10, n. 5, p. 331-333, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(06\)80020-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(06)80020-7).

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. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2006.00560.x>.