

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS POTENCIAIS IMPACTOS SOBRE A OCORRÊNCIA DA *Diaphorina citri* (VETOR DO GREENING ASIÁTICO) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Wanderson Bucker Moraes*, Willian Bucker Moraes, Sara Morra Coser, Leonardo de Azevedo Peixoto, Genilson Pereira Souza, Roberto Avelino Cecílio, Waldir Cintra de Jesus Junior**

Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 29500-000, Alegre – ES, e-mail: wandersonbucker@yahoo.com.br*, wcintra@yahoo.com**

Resumo- O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial impacto das mudanças climáticas globais (MCG) sobre a distribuição espaço-temporal da *Diaphorina citri* (vetor do greening asiático do citrus) em São Paulo. Elaboraram-se mapas de favorabilidade climática à ocorrência da doença no período atual e futuros (décadas de 2020, 2050 e 2080) a partir dos cenários climáticos previstos pelo IPCC (A2 e B2). No período atual, verificou-se que o período de maior favorabilidade climática a ocorrência da *D. citri* em São Paulo Brasil está compreendido entre os meses de outubro a março. Admitindo os cenários futuros preditos pelo IPCC, verifica-se que nas décadas futuras haverá o aumento das áreas favoráveis ao desenvolvimento da *D. citri* em São Paulo, em ambos cenários analisados (A2 e B2). Contudo, este aumento será mais acentuado no cenário A2 quando comparado com os preditos no cenário B2. Com relação à distribuição temporal das classes de favorabilidade climática ao *D. citri* nos cenários futuros, verifica-se que o período de maior favorabilidade estará compreendido entre os meses agosto a maio. Conclui-se que as MCG provavelmente alterarão a atual distribuição espaço-temporal da *D. citri* em São Paulo, caso ocorram às previsões realizadas pelo IPCC.

Palavras-chave: *Citrus* spp., *Diaphorina citri*, aquecimento global, geoprocessamento

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

As mudanças climáticas globais (MCG), provocadas pela emissão de gases de efeito estufa, é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade e vem despertando atenções de diferentes segmentos da sociedade. Dentre todas as atividades econômicas, a agricultura é a que apresenta maior dependência das condições ambientais, especialmente as climáticas. Assim, estima-se que qualquer mudança no clima possa afetar o zoneamento agrícola, a produtividade e técnicas de manejo, bem como a importância relativa das atuais doenças e pragas que afetam as culturas (EPA, 1989).

O aparecimento e desenvolvimento de uma doença é resultante da interação de quatro fatores, conhecidos por tetraedro de doença: planta suscetível, agente patogênico, vetores e fatores ambientais favoráveis. O ambiente é um componente relevante nesta interação, podendo inclusive impedir a ocorrência da doença mesmo na presença de hospedeiro suscetível e patógeno virulento (VALE et al., 2004). Portanto, a distribuição espacial das doenças de plantas é extremamente influenciada pelas condições climáticas. Importantes doenças podem se tornar secundárias caso as condições ambientes não sejam favoráveis. Contrariamente, doenças secundárias podem se tornar importantes caso o

ambiente seja extremamente favorável. Adicionalmente, a distribuição temporal também pode ser afetada pelas condições climáticas (CHAKRABORTY, 2005).

Desta forma, as MCG provavelmente alterarão o atual cenário fitossanitário da agricultura brasileira. A alteração de um determinado fator climático poderá ter efeitos positivos em uma das partes do triângulo da doença, e negativos em outra. Além disso, os efeitos poderão ser também contrários nas diversas fases do ciclo de vida do patógeno (COAKLEY, 1995).

Os citros apresentam uma ampla distribuição geográfica no mundo, o que demonstra sua grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas. Entre os países produtores, o Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de citros e suco concentrado. Entretanto, o seu cultivo é afetado por várias doenças dentre as quais destaca-se o greening (*Candidatus Liberibacter americanum* spp). O tipo asiático da doença é transmitido pelo psilídeo *Diaphorina citri*. Como é abundante no Brasil, acredita-se na possibilidade deste ser também o vetor do greening americano. O inseto é tolerante a altas temperaturas e sobrevive a várias condições climáticas (LIU & TSAI, 2000). Adicionalmente, a temperatura exerce um efeito significativo na taxa de desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e longevidade de *D. citri* (LIU & TSAI, 2000).

Dada a importância do greening para a citricultura e das condições climáticas sobre o desenvolvimento de seu vetor (*D. citri*), a análise dos potenciais efeitos das MCG é fundamental para auxiliar a elaboração de medidas mitigadoras que visem evitar ou minimizar os futuros impactos das MCG sobre a citricultura brasileira.

Este estudo avaliou os impactos das mudanças climáticas globais sobre o *D. citri* em São Paulo, através da análise da distribuição espaço-temporal da doença no período atual e futuro (décadas de 2020, 2050 e 2080), a partir dos cenários climáticos previstos pelo IPCC (A2 e B2).

Metodologia

Para a elaboração dos mapas atuais de distribuição espacial das áreas de favorabilidade climática ao desenvolvimento da *D. citri*, empregaram-se dados mensais médios de temperatura, obtidos do Climate Research Unit (CRU) (NEW et al., 2002). Os dados são referentes às médias históricas destas variáveis no período entre 1961 e 1990, disponíveis no formato matricial (grid) com células de 10' x 10' de latitude e longitude.

Com relação às projeções futuras de temperatura média do ar, foram utilizadas as previsões dos desvios destas variáveis previstas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007).

Os desvios dos dados climáticos futuros de temperatura média do ar, foram centrados nas décadas de 2020, 2050 e 2080 (IPCC, 2007), de acordo com os cenários de emissões A2 e B2. O cenário A2 descreve um futuro mais heterogêneo onde a regionalização é dominante. O cenário B2 descreve um futuro no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Assim, o cenário A2 pode ser considerado mais "pessimista", com maior emissão de gases de efeito estufa, e o B2, "otimista" em relação às mudanças.

O SIG (Sistema de Informações Geográficas) Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas. Devido às diferentes resoluções espaciais dos modelos disponibilizados pelo IPCC, os desvios dos dados climáticos futuros foram reamostrados utilizando o SIG Idrisi 32 para geração de mapas com resolução espacial de 10' x 10' de latitude e longitude. Visando a redução da variabilidade da simulação, foi realizada a média dos seis modelos para a obtenção dos mapas dos desvios da temperatura média mensal dos cenários futuros. Para tal, utilizou-se a ferramenta de análise espacial (operação aritmética) do SIG Idrisi 32. Para obtenção das projeções futuras mensais de temperatura média do ar, os mapas dos desvios

futuros desta variável foram somados com os mapas atuais de temperatura, empregando a ferramenta de operação aritmética do SIG Idrisi 32.

Foram elaborados mapas da distribuição espacial da *D. citri* do período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) de ambos cenários (A2 e B2). Para a confecção dos mapas da distribuição espacial do inseto vetor, utilizaram-se classes de favorabilidade proposta por Hamada et al. (2005) (Tabela 1). Estas classes foram obtidas utilizando o modelo de taxa de desenvolvimento da *D. citri* em função da temperatura média proposto por Liu & Tsai (2000).

Tabela 1 – Classes de favorabilidade climática a multiplicação e desenvolvimento da *Diaphorina citri* definido em função dos intervalos de temperatura

Temperatura (°C)	Descrição
25 a 28	Altamente Favorável
20 a 25	Favorável
28 a 30	Favorável
15 a 20	Pouco Favorável
30>	Pouco Favorável
<15	Desfavorável

Resultados

Este estudo é ilustrado originalmente por 84 mapas, dentre os quais 28 foram apresentados para a representação das zonas de favorabilidade climática a *D. citri* em São Paulo, nas estações do ano do período atual e futuro (décadas de 2020, 2050 e 2080) nos cenários A2 e B2 (Figuras 1 e 2).

Verificou-se que no cenário atual, o período de maior favorabilidade a *D. citri* está compreendido entre os meses de outubro a março. Neste período ocorre o predomínio de áreas classificadas como favorável ao desenvolvimento deste inseto em praticamente todo o estado de São Paulo.

Analisando a distribuição espacial da *D. citri*, verificou-se que nas regiões Norte e Noroeste de São Paulo, concentram-se áreas classificadas como altamente favorável e favorável ao desenvolvimento da *D. citri* durante o período de maior favorabilidade climática ao inseto. Na região Centro-oeste e Sul de São Paulo, observa-se o predomínio de áreas classificadas como favoráveis e pouco favorável ao desenvolvimento deste inseto.

Admitindo os cenários futuros preditos pelo IPCC, observa-se que haverá o aumento das áreas classificadas com altamente favorável e favorável ao desenvolvimento da *D. citri* em São Paulo em ambos cenários avaliados (A2 e B2). Entretanto, tal aumento será mais acentuado no cenário A2 quando comparado com os resultados preditos pelo cenário B2.

Quando comparada as épocas de maior risco de ocorrência da *D. citri* em 2080, verificou-se que o período de maior favorabilidade a doença estará compreendido entre os meses de agosto a maio.

Com relação à distribuição espacial da *D. citri* nas décadas futuras, extensas áreas apresentaram alta favorabilidade ao desenvolvimento do inseto no estado de São Paulo. Verifica-se que provavelmente ocorrerá um maior aumento de áreas favoráveis nas regiões Centro-oeste e Sul do estado de São Paulo durante a estação de verão.

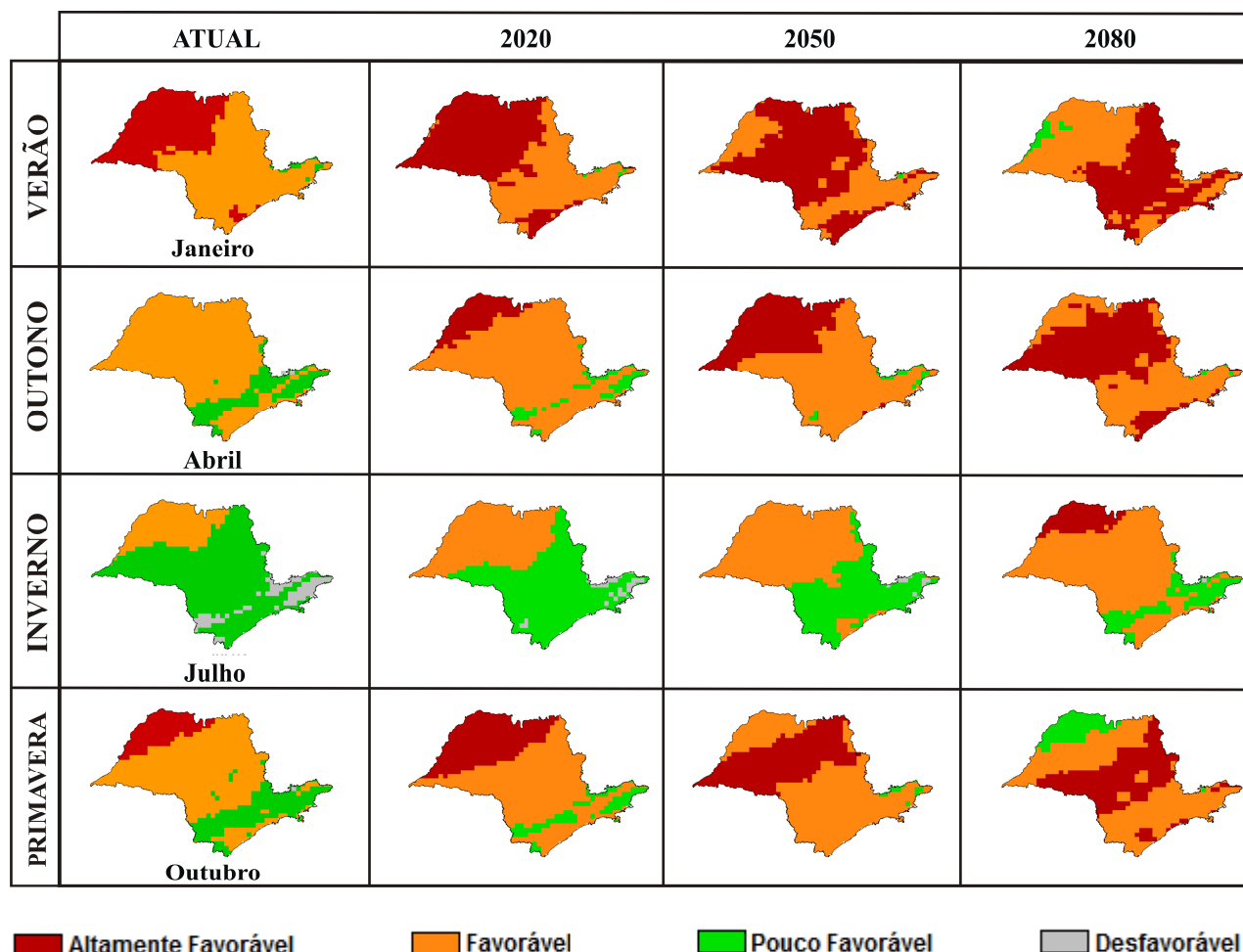


FIGURA 1 - Distribuição das áreas de risco de ocorrência da *Diaphorina citri* em São Paulo no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2.

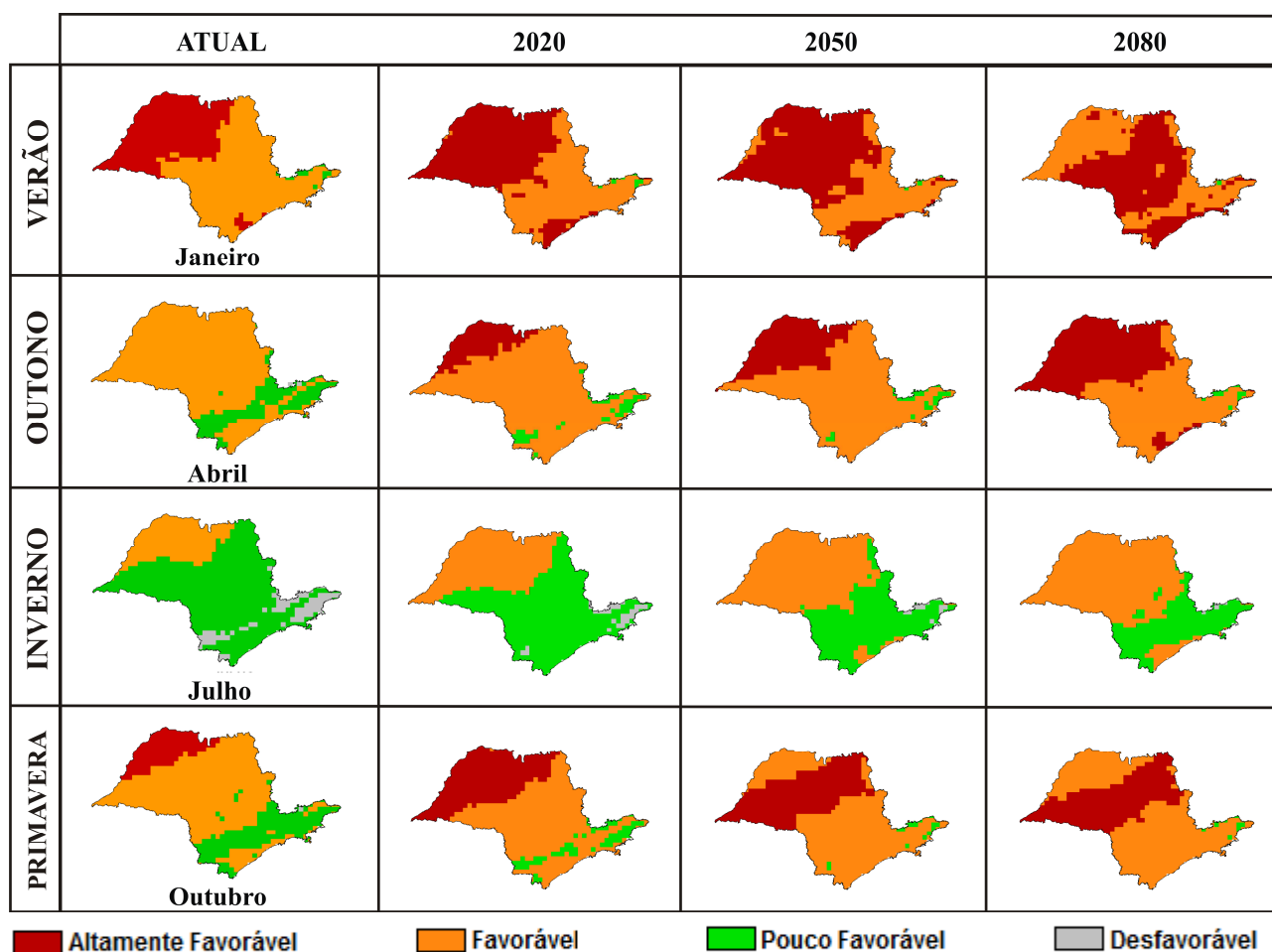


FIGURA 2 - Distribuição das áreas de risco de ocorrência da *Diaphorina citri* em São Paulo no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2.

Discussão

O zoneamento climático das áreas de favorabilidade a ocorrência da *D. citri* no cenário atual revelou que o período de maior risco de desenvolvimento deste inseto está compreendido entre os meses de outubro a março. Estes dados corroboram com os observados em condições de campo. Observa-se que no Brasil o aumento populacional do inseto inicia-se em setembro com a chegada da primavera e das brotações e se estende até março (FUNDECITRUS, 2004).

A temperatura é o principal fator que influencia a taxa de reprodução e desenvolvimento da *D. citri* (LIU & TSAI, 2000). Com as previsões de aumento da temperatura média do ar projetada para as próximas décadas, verificou-se que neste estudo que haverá o aumento da favorabilidade climática ao desenvolvimento deste inseto. Entretanto, o aumento das áreas de favorabilidade ao inseto será mais acentuado no cenário A2, quando comparada com o aumento predito no B2. O cenário A2 prevê maiores aumento da temperatura

média do ar que o cenário B2, resultando assim em condições mais favoráveis à *D. citri*.

Atualmente, devido as baixas temperaturas predominante nas região Centro-oeste e Sul de São Paulo, verifica-se a maior concentração de áreas classificadas como favorável e pouco favorável. Entretanto, devido o aumento da temperatura observa-se que nestas regiões ocorrerá maior aumento das áreas classificadas como altamente favorável e favorável, principalmente durante o verão.

As MCG poderão promover alterações em cada parte do tetraedro da doença. Neste estudo, analisou-se somente uma vértice do tetraedro (vetor). Portanto, outros fatores tais como a influência das MCG sobre o greening devem ser levados em consideração. Com as futuras alterações projetadas pelo IPCC, provavelmente tanto o vetor como o patógeno poderão sofrer modificações.

Adicionalmente, vale ressaltar que neste estudo não foi levado em consideração os efeitos das MCG sobre o desenvolvimento do hospedeiro. Possíveis alterações poderão ocorrer uma vez que

dependendo da amplitude da alteração em uma dada região, até a cultura poderá ser comprometida, o que provavelmente levará modificações das áreas de plantio. Portanto, o conhecimento do potencial risco climático de ocorrência da *D. citri* nestas novas regiões poderá servir como subsídio para a análise da tomada de decisão de manejo desta praga, bem como do greening nas décadas futuras.

Conclusão

Considerando os cenários de aquecimento global previsto pelo IPCC, haverá o aumento da favorabilidade climática a ocorrência da *Diaphorina citri* no estado de São Paulo. Admitindo o cenário mais pessimista traçado pelo IPCC (A2), o aumento da favorabilidade a este inseto será mais acentuado quando comparado aos preditos no cenário B2. Verifica-se que as áreas classificadas como "altamente favorável" e "favorável" ao inseto aumentará significativamente em extensas regiões do estado. Adicionalmente, extensas áreas apresentaram alto potencial de risco climático à ocorrência desta praga em São Paulo durante os meses de agosto a maio.

Referências

- CHAKRABORTY, S. Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. **Australasian Plant Pathology**, v.34, p.443-448, 2005.
- COAKLEY, S.M. Biospheric change: will it matter in plant pathology? **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.17, p.147-153, 1995.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The potential effects of global climate change on the United States**. Washington: EPA, 1989. Chapter 6. Agriculture (EPA-230-05-89-050), p.93-121.
- FUNDECITRUS. In: **Revista do FUNDECITRUS**, ano, n.125, p.10-12. 2004.
- HAMADA, E.; MORANDI, M.A.B.; TAMBASCO, F.J.; PEREIRA, D.A.; EVANGELISTA, S.R.M. Estimativa de áreas favoráveis à ocorrência da *Diaphorina citri* (vetor do greening asiático) no Estado de São Paulo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA**, 14., 2005, Campinas.
- IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers**. Geneva: IPCC, 2007. 18p. Available at: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>. Acessado em: 10 Jun. 2007.
- LIU, Y.H.; TSAI, J.H. Effects of temperature on biogy and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). **Ann. appl. Biol.**, v.137, p.201-206. 2000.
- NEW, M.; LISTER, D.; HULME, M.; MAKIN, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v.21, p.1-25, 2002.
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento da doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfill, 2004, p.47-88.