

POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NO PROGRESSO DA FERRUGEM DO CAFÉ NO BRASIL

Plínio Antonio Guerra Filho¹, Waldir Cintra de Jesus Junior², Wanderson Bucker Moraes³, Stênio Oggioni da Fonseca⁴, William Bucker Moraes⁵, Antônio Fernando de Souza⁶, Roberto Avelino Cecílio⁷.

¹ Graduando em Agronomia, CCAUFES, Alegre-ES, plinioguerraf@hotmail.com

² Professor, D.Sc., CCAUFES, Alegre-ES, wcintra@cca.ufes.br

³ Graduando em Agronomia, CCAUFES, Alegre-ES, wandersonbucker@yahoo.com.br

⁴ Graduando em Agronomia, CCAUFES, Alegre-ES, stogfo@hotmail.com

⁵ Pós-Graduando em Produção Vegetal, CCAUFES, Alegre-ES, moraeswb@hotmail.com

⁶ Bolsista de Pós-Doutorado (PRODOC/CAPES), CCAUFES, Alegre-ES, anfersouza@yahoo.com.br

⁷ Professor, D.Sc., CCAUFES, Alegre-ES, racecilio@yahoo.com

RESUMO: A ocorrência e a severidade da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*), a exemplo do que ocorre com as demais doenças, apresenta estreita relação com as condições ambientais, entre elas o clima. A temperatura exerce influência em todas as etapas do ciclo de vida de um patógeno, ou seja, infecção, colonização, reprodução e sobrevivência. Com relação à umidade, sabe-se que a presença de água líquida na forma de molhamento foliar é um fator indispensável para a germinação dos uredosporos. As mudanças climáticas globais (MCG) podem alterar os problemas fitossanitários, de modo que é necessário e urgente entender os impactos dessas MCG sobre as doenças de modo a evitá-los. Diante disso, o presente trabalho visou analisar os potenciais impactos das MCG na ferrugem do café no Brasil. Para tanto, desenvolveu-se mapas climáticos que apresentam a situação atual e para o cenário futuro A2 e B2 da distribuição espacial das áreas muito favoráveis, favoráveis, pouco favoráveis e desfavoráveis ao desenvolvimento da ferrugem do café, no Brasil, nos meses de janeiro a dezembro para as décadas de 2020, 2050 e 2080. Os mapas foram gerados por meio de rotinas específicas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) Idrisi 32, desenvolvido pela Universidade de Clark – EUA. Os resultados indicam que a área favorável a ferrugem do café sofrerá um decréscimo como consequência das mudanças climáticas globais, que tendem a um aumento de temperatura e diminuição da umidade relativa do ar em todas as regiões brasileiras.

Palavras-chave: Cafeicultura, ferrugem, mudanças climáticas, SIG.

POTENTIAL IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE IN COFFEE LEAF RUST IN BRAZIL

ABSTRACT: The occurrence and severity of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*), as occurs with other diseases, has close relationship with environmental conditions, including climate. The temperature influence at all stages of the life cycle of a pathogen, infection, colonization, reproduction and survival. The presence of liquid water in the form of leaf wetness is a factor essential for germination of uredosporos. Global climatic changes (GCC) will potentially influence plant diseases and the efficacy of their management options. The present study aimed to analyze the potential impacts of GCM in the coffee leaf rust in Brazil. Thus, has developed maps weather showing the current situation and the future scenario A2 and B2 of the spatial distribution of the areas very favorable, favorable, somewhat favorable and unfavorable to the development of coffee leaf rust in Brazil, to months in January to December to the decades of 2020, 2050 and 2080. The maps were generated using routines specific to Geographic Information Systems (GIS) Idrisi 32, developed by Clark University - USA. The results indicate that the area in favor of the coffee rust will decrease as a result of global climate change, which tend to increase in temperature and decrease in relative humidity in all regions of Brazil.

Key words: Coffee growing, *Hemileia vastatrix*, climate change, GIS.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas estão mudando a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera, levando as alterações no clima do planeta, as quais podem mudar o atual cenário dos problemas fitossanitários, com graves consequências econômicas, sociais e ambientais em várias culturas de importância mundial. A incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), principal doença da cultura, apresenta estreita relação com as condições ambientais com destaque para a

temperatura, umidade e precipitação. Além destes, ambientes sombrios, espaçamentos mais fechados, adubação e tratamentos culturais inadequados e alta carga favorecem a doença (Bock, 1962; Zambolim et al. 1985; Chalfoun & Lima, 1986).

Em relação à temperatura Camargo (1978) observou que, em áreas cafezeiras com temperaturas mais amenas, baixas temperaturas limitam o desenvolvimento do fungo no inverno, ao passo que, em áreas mais quentes, a manifestação da doença parece ficar bloqueada por causa do efeito de temperaturas elevadas. Ribeiro et al. (1978), estudando o efeito de temperaturas elevadas no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro, verificou que a exposição de plantas a temperatura próxima de 40°C por quatro horas durante quatro dias foi suficiente para impedir a evolução da doença. Períodos menores de exposição não afetaram o desenvolvimento do fungo. A temperatura exerce influência em todas as etapas do ciclo de vida de um patógeno, ou seja, infecção, colonização, reprodução e sobrevivência (Vale et al., 2000). Segundo Montoya e Chaves (1974) a faixa de temperatura ideal ao desenvolvimento do fungo varia entre 20 e 25°C.

Com relação à umidade, sabe-se que a presença de água líquida na forma de molhamento foliar é um fator indispensável para a germinação dos uredosporos (Ward, 1882). Segundo Vale et al. (2000) umidade relativa acima de 90% favorece o desenvolvimento do fungo. Por outro lado, a umidade na forma de chuva ou irrigação atua na disseminação dos uredosporos e no aumento da doença no campo, além de proporcionar água em estado líquido para a germinação.

Programas especiais para a interpretação de imagens por satélites, associados a um banco de dados climáticos, permitem a construção de mapas de riscos climáticos a uma cultura em específico. Conforme o zoneamento agrícola constitui uma tarefa de fundamental importância na organização dos programas de trabalho e suporte do planejamento da agricultura. Ele se baseia no levantamento dos fatores que definem as aptidões agrícolas, encontradas em diferentes faixas da região estudada (Santos, 1999).

O conhecimento das condições climáticas de determinada região, assim como suas projeções futuras poderá ser de extrema importância para o manejo de doenças, visto que a delimitação das regiões climaticamente homogêneas poderão determinar as áreas mais propensas à sua ocorrência. Sabe-se que as mudanças climáticas globais (MCG) poderão alterar o status dos problemas fitossanitários na agricultura, de modo que é necessário e urgente entender os impactos dessas MCG sobre as doenças do cafeeiro de modo a evitá-los. Diante disso, o presente trabalho visou analisar os potenciais impactos das MCG na ferrugem do café no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados atuais de temperatura média do ar e umidade relativa do ar foram originários do Climate Researc Unit (CRU) da University of East Anglia, Inglaterra (New et al., 2002). Com relação às projeções futuras, os dados foram obtidos no endereço eletrônico do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) e inseridos no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Foram utilizados dois cenários futuros A2 e B2, projetados para as décadas de 2020 (entre 2010 e 2039), 2050 (entre 2040 e 2069) e 2080 (entre 2070 e 2099). O Cenário A2 descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante e com maior emissão de gases de efeito estufa. O cenário B2 descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Assim, o cenário A2 pode ser considerado mais “pessimista” e o B2 mais “otimista” em relação às mudanças climáticas.

A metodologia utilizada foi proposta por Jesus Junior et al. (2008), onde as previsões das condições climáticas futuras foram estimadas por meio das médias de seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIROmk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2), CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3). Sendo os dados de umidade relativa disponíveis apenas para o modelo HadCM3.

Com base nos estudos do efeito de temperatura sobre a capacidade infectiva de *H. vastatrix* realizados por Montoya & Chaves, 1974 foram definidas as classes de favorabilidade à ocorrência da ferrugem do cafeeiro: a) Temperatura: 22 a 25°C – muito favorável; 18 a 22°C e 25 a 28°C – favorável; 15 a 18°C e 28 a 30°C – pouco favorável; menor que 15°C e maior que 30°C – desfavorável. b) Umidade relativa: maior que 90% – muito favorável; 80 a 90% – favorável; menor que 80% – desfavorável.

A classificação das áreas mais propensas ao desenvolvimento da doença foi realizada por meio do software IDRISI 32 (da Universidade de Clark, EUA) de modo a formar um banco de dados com diversas imagens digitais espacializadas, em formato matricial (raster), relativas a cada um dos elementos do clima. De posse dessas imagens digitais e das condições de favorabilidade à ocorrência da ferrugem do cafeeiro no Brasil, foram elaborados mapas para a situação atual e para as projeções futuras (cenários A2 e B2) da distribuição espacial das áreas muito favoráveis, favoráveis, pouco favoráveis e desfavoráveis à ocorrência da ferrugem do café, para os meses de janeiro a dezembro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figura 1 a 4 são apresentados os resultados obtidos para a distribuição espacial da ferrugem do cafeeiro para o Brasil nos meses de janeiro a dezembro, para a condição atual e para as décadas de 2020, 2050 e 2080 nos cenários A2 e B2.

Com base nos resultados obtidos para o Brasil, verifica-se que no futuro haverá diminuição da área favorável à ferrugem do café nos meses de janeiro a dezembro para o cenário A2 e B2. O aumento da área desfavorável à ferrugem do café se torna maior à medida que se passam das décadas de 2020 para 2050 e 2080. Vale ressaltar, que áreas produtoras de café arábica e conilon continuarão favoráveis a ocorrência da doença como passar das décadas.

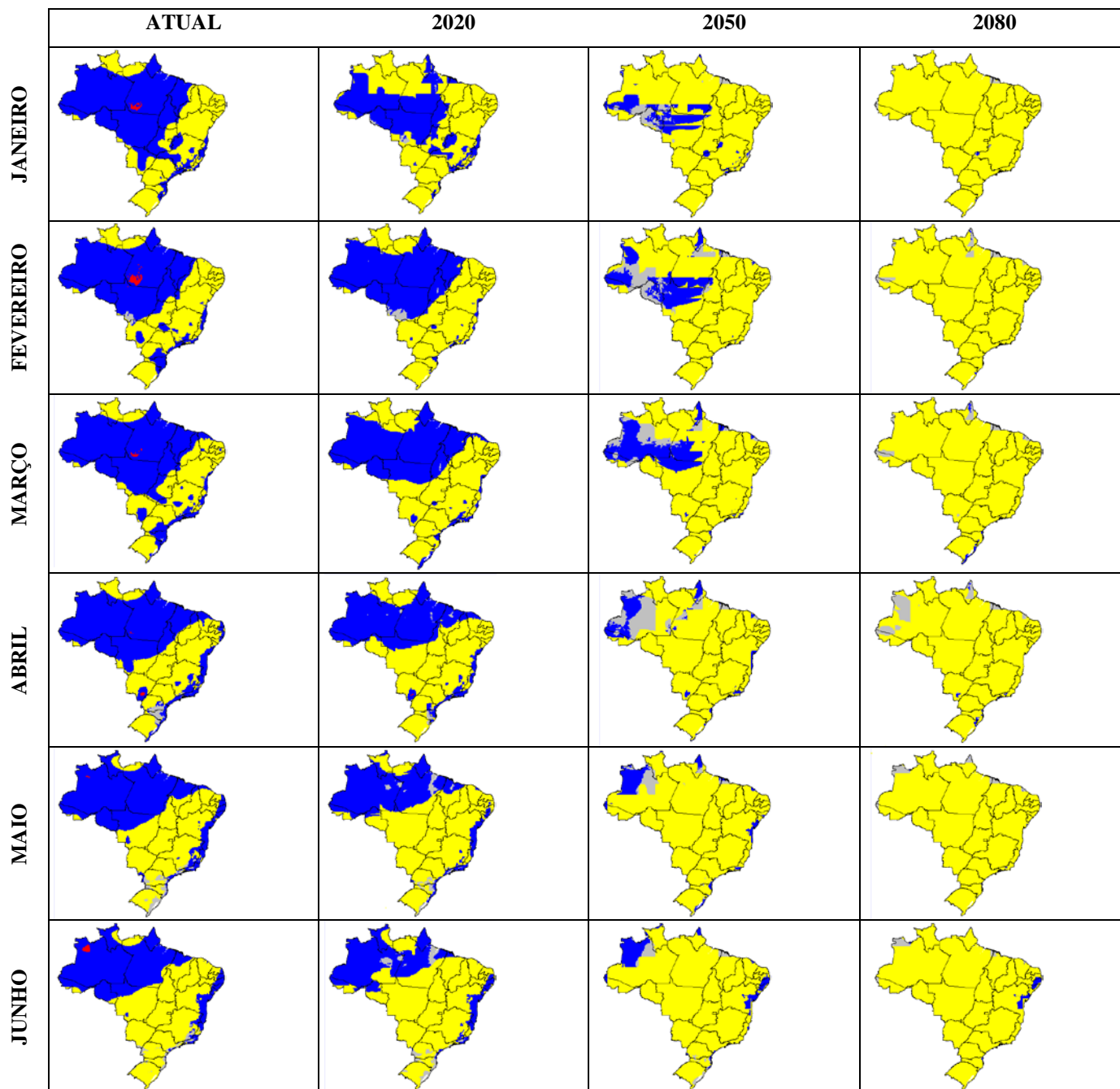


Figura 1. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da ferrugem do café, para os meses de janeiro a junho, no período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2. **Legenda das cores:** Vermelho: Muito Favorável; Azul: Favorável; Cinza: Pouco Favorável; Amarelo: Desfavorável.

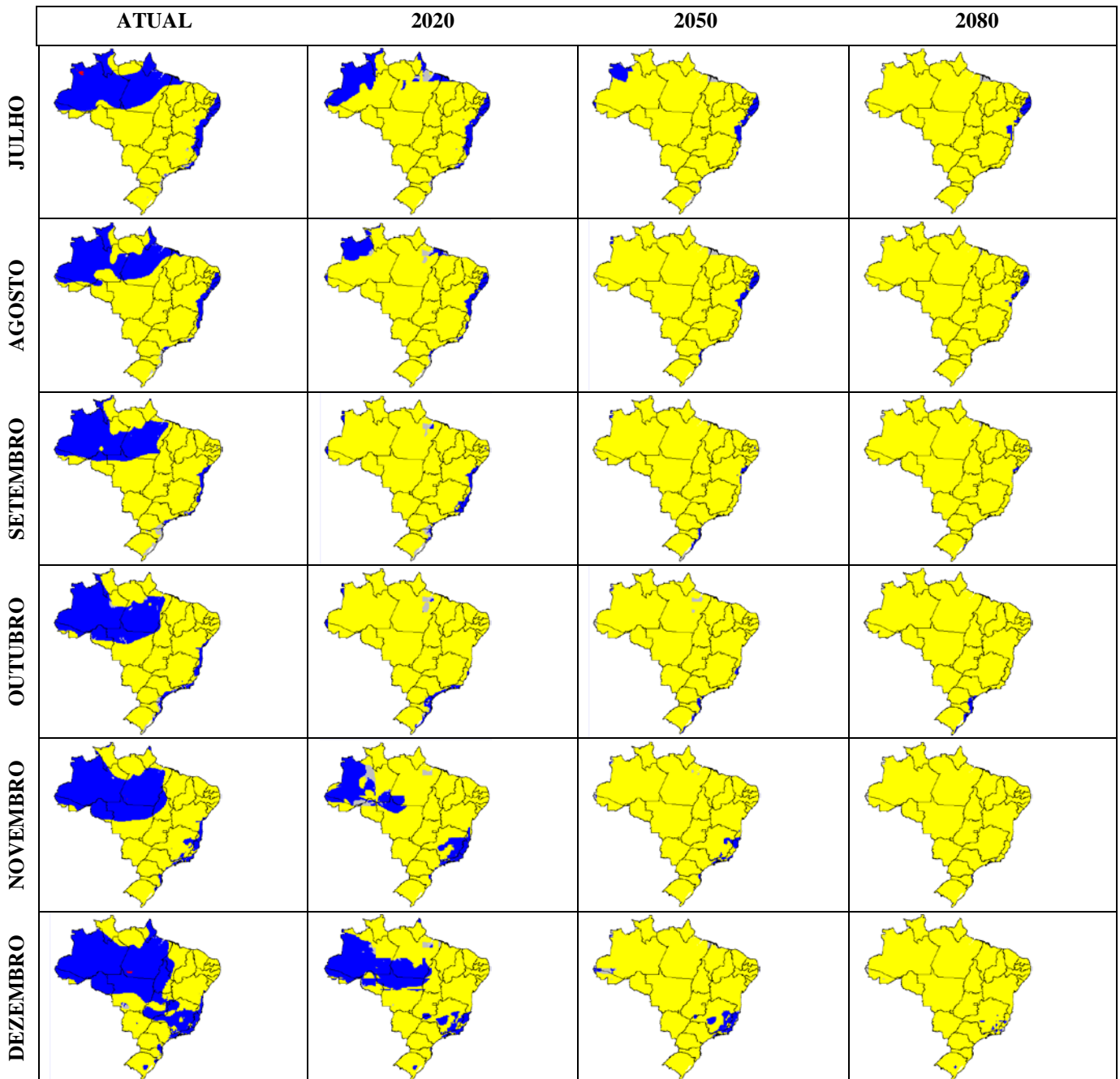


Figura 2. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da ferrugem do café, para os meses de julho a dezembro, no período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2. **Legenda das cores:** Vermelho: Muito Favorável; Azul: Favorável; Cinza: Pouco Favorável; Amarelo: Desfavorável.

As figuras 1 e 2 descrevem as projeções para um cenário A2, mais pessimista, em que ocorrerá maior emissão de gases de efeito estufa acentuando ainda mais os problemas decorrentes das MCG. Nas épocas críticas para ocorrência da doença, período que se estende de novembro a julho haverá redução da favorabilidade à ocorrência da doença nos principais

estados produtores de café do Brasil. Isto, levando-se em consideração os atuais cultivares plantados e as práticas de manejo normalmente adotadas no cultivo do café nestas áreas.

As figuras 3 e 4 descrevem as projeções para um cenário B2, mais otimista, que leva em consideração a busca por soluções locais visando reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Como na situação anterior existe previsão de redução das áreas favoráveis a ocorrência da ferrugem do cafeeiro. Neste caso os modelos não levam em consideração possíveis modificações de práticas culturais como consórcio do cafeeiro com outras culturas de interesse agrônomo e/ou florestal e nem mudanças que poderão ocorrer com o uso de materiais melhorados geneticamente e mais adaptados as condições climáticas. Vale ressaltar que algumas destas práticas influenciam condições microclimáticas locais, as quais podem favorecer e/ou desfavorecer a ocorrência da doença.

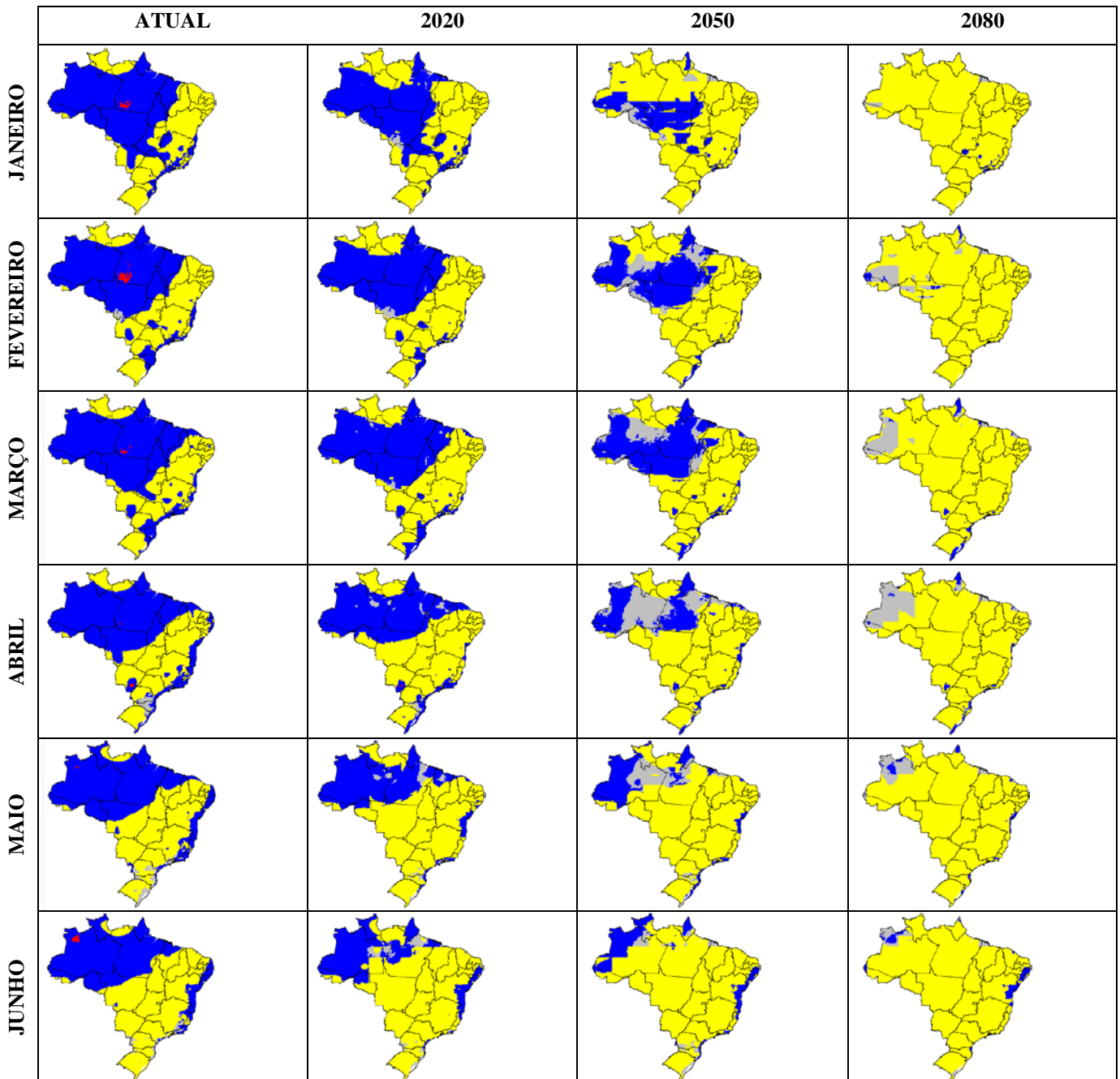


Figura 3. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da ferrugem do café, para os meses de janeiro a junho, no período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2. **Legenda das cores:** Vermelho: Muito Favorável; Azul: Favorável; Cinza: Pouco Favorável; Amarelo: Desfavorável.

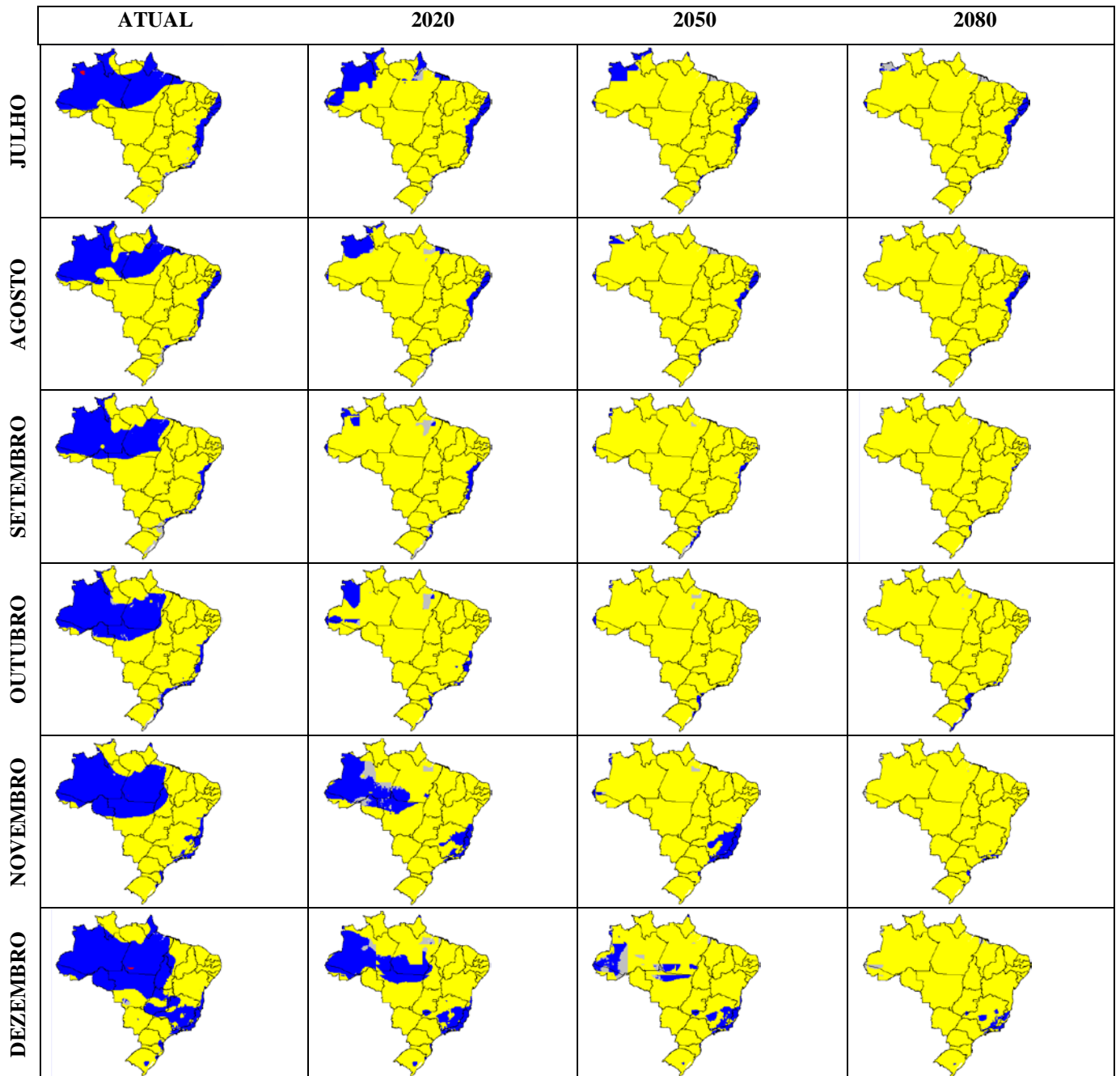


Figura 4. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da ferrugem do café, para os meses de julho a dezembro, no período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2. **Legenda das cores:** Vermelho: Muito Favorável; Azul: Favorável; Cinza: Pouco Favorável; Amarelo: Desfavorável.

O aumento das áreas desfavoráveis à ocorrência da ferrugem do café provavelmente está relacionada à diminuição da umidade relativa média para níveis abaixo de 80% e aumento da temperatura média acima de 30°C, concordando com Camargo (1978), o qual observou que em áreas mais quentes, a manifestação da doença parece ficar bloqueada por causa do efeito de temperaturas elevadas. Esse resultado também está coerente com Ward (1882), o qual observou que a presença de água líquida na forma de molhamento foliar, intimamente ligado a umidade relativa do ar, é um fator indispensável para a germinação dos uredosporos.

Apesar dos cenários futuros indicarem aumento das áreas desfavoráveis à doença, é imprescindível estar atento a possíveis modificações nos sistemas de cultivo, principalmente em relação ao desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições de altas temperaturas e de possíveis modificações na população do patógeno, que podem levar ao aparecimento de novas raças que sobrevivam a maiores amplitudes tanto de temperatura quanto de umidade relativa do ar.

CONCLUSÕES

A área favorável à ferrugem do café sofrerá um decréscimo como consequência das mudanças climáticas globais, que tendem a um aumento de temperatura e diminuição da umidade relativa do ar em todas as regiões brasileiras com o passar das décadas desde o cenário atual até 2020, 2050 e 2080. Apesar disso, nos meses críticos as grandes áreas produtoras de café no Brasil continuarão favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMIN FILHO, A. Consequências epidemiológicas da resistência no sistema *Coffea arabica* L. - *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. 1983. 111 f. Tese (Livro Docência) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BOCK, K.R. Seasonal periodicity of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya colony. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.45, n.3, p.279-300, jun. 1962.
- CAMARGO, P. Clima *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2., 1978. Campinas. **Anais...** Campinas, 1978. p.3-5.
- CHALFOUN, S.M.; LIMA, R.D. de. Influência do clima sobre a incidência de doenças infecciosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.31-36, jun. 1986.
- JESUS JUNIOR, W.C.; VALADARES JUNIOR, R.; CECÍLIO, R.A.; MORAES, W.B.; VALE, F.X.R.; ALVES, F.R. ; PAUL, P.A.. Worldwide geographical distribution of Black Sigatoka for banana: predictions based on climate change models. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 40-53, 2008.
- MONTOYA, R.H.; CHAVES, G.M. Influência da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. **Experientiae**, v. 18, p. 239-266, 1974.
- 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.
- RIBEIRO, I.J.A.; MONACO, L.C.; TISSELI FILHO, O. & SUGIMORI, M.H. Efeito de alta temperatura no desenvolvimento de *Hemileia vastatrix* em cafeeiro suscetível. **Bragantia**, 1978, v.37, n.1, p. 11-16.
- SANTOS, A.R. dos. Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* L.) e arábica (*Coffea arabica* L.), na bacia do Rio Itapemirim, ES. Viçosa: UFV, 1999. 59p. (Dissertação Mestrado)
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W.C. Efeito de fatores climáticos na ocorrência e no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, I, Poços de Caldas-MG. **Anais**. p. 171-173, 2000.
- WARD, H.M. Research on the life history of *Hemileia vastatrix*, the fungus of the coffee leaf disease. **Journal of the Linnean Society (Botany)**, London, v.12, p.299-335, 1882.
- ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M.C. del P.; CHAVES, G.M. Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.131, p.64-75, nov. 1985.