

INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA *Cercospora coffeicola* NO BRASIL

Wanderson B. Moraes¹, Waldir C. de Jesus Junior², Willian B. Moraes³, Antônio F. de Souza⁴, Plínio A. Guerra Filho⁵, Ranolfo V. Junior⁶, Roberto A. Cecílio⁷, Fernando C. Cosmi⁸

¹ Graduando em Agronomia, CCA UFES, Alegre-ES, wandersonbuckee@yahoo.com.br

² Professor, D.Sc., CCA UFES, Alegre-ES, wcintra@yahoo.com

³ Pós-Graduando em Produção Vegetal, CCA UFES, Alegre-ES, moraeswb@hotmail.com

⁴ Bolsista de Pós-Doutorado (PRODOC/CAPES), CCA UFES, Alegre-ES, anfersouza@yahoo.com.br

⁵ Graduando em Agronomia, CCA UFES, Alegre-ES, plinioguerra@hotmail.com

⁶ Pós-Graduando em Produção Vegetal, CCA UFES, Alegre-ES, ranolfoagro@hotmail.com

⁷ Professor, D.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, raccilio@yahoo.com.br

⁸ Pós-Graduando em Produção Vegetal, CCA UFES, Alegre-ES, carrara1@hotmail.com

RESUMO: As mudanças climáticas globais (MCG) provavelmente alterarão o atual cenário dos problemas fitossanitários. Um dos prováveis impactos será a distribuição geográfica das doenças, podendo ocorrer modificações na importância relativa das áreas de cultivo. *Cercospora coffeicola* é uma das principais doenças que afeta a cultura do café, atacando folhas e frutos, causando prejuízos em mudas e em plantações no campo, principalmente em cafezais jovens. Levando em consideração a interação patógeno x ambiente, o presente trabalho objetivou analisar o efeito dos impactos das MCG na distribuição geográfica da *Cercospora coffeicola* para o cafeeiro no Brasil. Para isso, elaboraram-se mapas de favorabilidade climática à ocorrência da doença, confeccionados a partir de dados climáticos atuais e dos cenários futuros A2 e B2 (2020, 2050 e 2080) disponibilizados pelo IPCC, utilizando o sistema de informações geográficas (SIG) Idrisi 32, desenvolvido pela Universidade de Clark – EUA. Empregou-se o modelo de simulação Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3). Com base nos resultados obtidos, haverá redução das áreas favoráveis à ocorrência da doença no Brasil, sendo que tal redução será mais acentuada no cenário A2 do que no B2 e gradativa para as décadas de 2020, 2050 e 2080.

Palavras-chave: mudanças climáticas globais, Mancha-de-olho-pardo, *Coffea* spp., geoprocessamento.

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE IN THE DISTRIBUTION OF *CERCOSPORA COFFEICOLA* IN BRAZIL

ABSTRACT: The global climate change (GCC) probably amend the current scenario of plant diseases. One of the likely impacts will be the geographical distribution of diseases, changes may occur in the relative importance of areas of cultivation. *Cercospora coffeicola* is a major disease that affects the culture of coffee, attacking leaves and fruits, causing damage to seedlings and planting in the field, especially in young coffee plantations. Considering the pathogen x environment interaction, this study aimed to analyze the effect of the impacts of GCC in the geographical distribution of *Cercospora coffeicola* for the coffee in Brazil. For this, maps were prepared for climate favorable to the occurrence of the disease, up from current weather data and of future scenarios A2 and B2 (2020, 2050 and 2080) provided by the IPCC, using the geographic information system (GIS), Idrisi 32 developed by Clark University - USA. We applied the simulation model Hadley Center for Climate Prediction and Research (HadCM3). Based on the results, there will be reduction in areas favorable to the occurrence of the disease in Brazil, and such reduction is more pronounced in the A2 scenario than in the B2 and to gradual the decades of 2020, 2050 and 2080.

Key words: global climate change, *Cercospora coffeicola*, *Coffea* spp., geoprocessing.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, e o segundo maior consumidor de café do mundo; com uma produção estimada em 45.992 mil sacas de café beneficiado na safra 2008 (CONAB, 2008), exportando 27,1 milhões de sacas no ano 2004/05 e 20,5 milhões no ano de 2005/06 (JORNAL COFFEE BUSINESS, 2006). No Brasil a cultura do cafeeiro sempre ocupou posição de destaque, não só pela importância econômica, mas também por exercer importante função social, pois é geradora de grande número de empregos, diretos e indiretos.

O aquecimento global provocado pela emissão de gases de efeito estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade. As previsões das mudanças climáticas globais (MCG) são baseadas em modelos climáticos que simulam cenários futuros em diferentes escalas temporais e espaciais, que descrevem as emissões de gases como recurso potencial usando padrões, inovações tecnológicas, bem como dados demográficos (IPCC, 2001). De acordo com estas previsões realizadas pelo IPCC (“Intergovernmental Panel on Climate Change”), a temperatura global deverá aumentar entre 1,4°C a 5,8°C nos próximos 100 anos. Todavia, estima-se que qualquer mudança no clima possa afetar o

zoneamento agrícola, a produtividade das culturas e as técnicas de manejo, alterando o atual cenário da agricultura, com conseqüências econômicas, sociais e ambientais (EPA, 1989).

O aparecimento e desenvolvimento de uma doença é resultante da interação de três fatores: hospedeiro suscetível, agente patogênico e fatores ambientais favoráveis, que são conhecidos por triângulo de doença (Vale et. al., 2004). O ambiente, portanto, é um componente relevante nesta interação, podendo, inclusive, impedir a ocorrência da doença mesmo na presença de hospedeiro suscetível e patógeno. Desta forma as mudanças climáticas poderão alterar a distribuição geográfica da ocorrência das doenças, causando efeitos diretos e indiretos tanto sobre os patógenos quanto sobre as plantas hospedeiras e a interação de ambos, influenciando assim a produção das culturas (Chakraborty et al., 1998; Jesus Junior et al., 2008a).

O cultivo do café está sujeito ao ataque de inúmeras doenças, dentre as quais se destaca a mancha-de-olho-pardo (*Cercospora coffeicola*), que é uma das principais doenças que afeta a cultura. O progresso *C. coffeicola* é favorecido por vários fatores tais como: estresse hídrico, desequilíbrio nutricional, alta luminosidade e condições climáticas favoráveis, sendo as ideais temperaturas entre 24°C e 28°C e alta umidade relativa, para que ocorra o desenvolvimento desta doença (Echandi, 1959). Os ataques mais intensos de *C. coffeicola* no campo causam sérios prejuízos à cultura, provocando desfolha, amadurecimento precoce dos frutos, chochamento e queda prematura dos grãos, além de causar perdas na qualidade da bebida do café. No viveiro, a *C. coffeicola* é uma das principais doenças responsável por desfolha, redução no desenvolvimento e raquitismo, tornando as mudas impróprias ao plantio (Zambolim, 2003).

Devido à importância da doença, o presente trabalho objetivou analisar os cenários atuais e futuros, e as possíveis conseqüências das mudanças climáticas globais sobre a distribuição geográfica da mancha-de-olho-pardo no Brasil, utilizando o sistema de informações geográficas (SIG).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados dos cenários futuros de temperatura média do ar e umidade relativa do ar para o Brasil foram obtidos do IPCC, disponível em (<http://www.ipcc.ch>), já os dados atuais foram obtidos do Climate Researc Unit (CRU) da University of East Anglia, Inglaterra (New et al., 2002). O SIG (Sistema de Informações Geográficas) Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas, sendo adotado como área de estudo o Brasil, utilizando os sistemas de coordenadas geográficas latitude e longitude, com resolução espacial de 0,5° x 0,5°.

Foram utilizados dois cenários futuros de acordo com Marengo (2001), A2 e B2, projetados para as décadas de 2020, 2050 e 2080; onde A2 é o cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante e é utilizado um acréscimo médio de 3,65°C “pessimista”; e B2 o cenário que descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental e com isso utiliza um acréscimo de 2,08°C “otimista”; em relação às mudanças climáticas (Hulme & Sheard, 1999). Para a caracterização do clima atual foram consideradas informações referentes ao período de 1961 a 1990. Os dados sobre as cenários futuros utilizados A2 e B2, foram fornecidos pelo GCM Change Fields (<http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cgi-bin/ddcvis/gcmcf>), empregando o modelo de simulação HadCM3 (“Hadley Centre Coupled Model version 3”), centrados nas décadas de 2020, 2050 e 2080.

Como variável para o estudo do desenvolvimento da mancha-de-olho-pardo utilizou-se as seguintes faixas de temperatura do ar (Ta), para o estabelecimento das classes: altamente favorável (25° < Ta < 30°C), favorável (15° < Ta < 24°C), relativamente favorável (8° < Ta < 15° e 28 < Ta < 36°), e áreas desfavoráveis (Ta < 8°C e Ta > 36°C). Para umidade relativa do ar (UR) a classes foram divididas da seguinte maneira: altamente favorável (UR < 92%), favorável (82% < UR < 92%), relativamente favorável (75% < UR < 82%) e áreas desfavoráveis (0% < UR < 75%). Desta forma, no presente trabalho foram consideradas as seguintes classes de favorabilidade à ocorrência do patógeno, de acordo com a interação entre temperatura do ar e umidade relativa do ar: classe 1 = altamente favorável, classe 2 = favorável, classe 3 = relativamente favorável, classe 4 = desfavorável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram confeccionados 96 mapas utilizando-se projeções atuais e futuras (2020, 2050 e 2080) para os cenários A2 e B2, para a representação das zonas de favorabilidade climática à mancha-de-olho-pardo para o cafeeiro no Brasil (Figura 1 a 4).

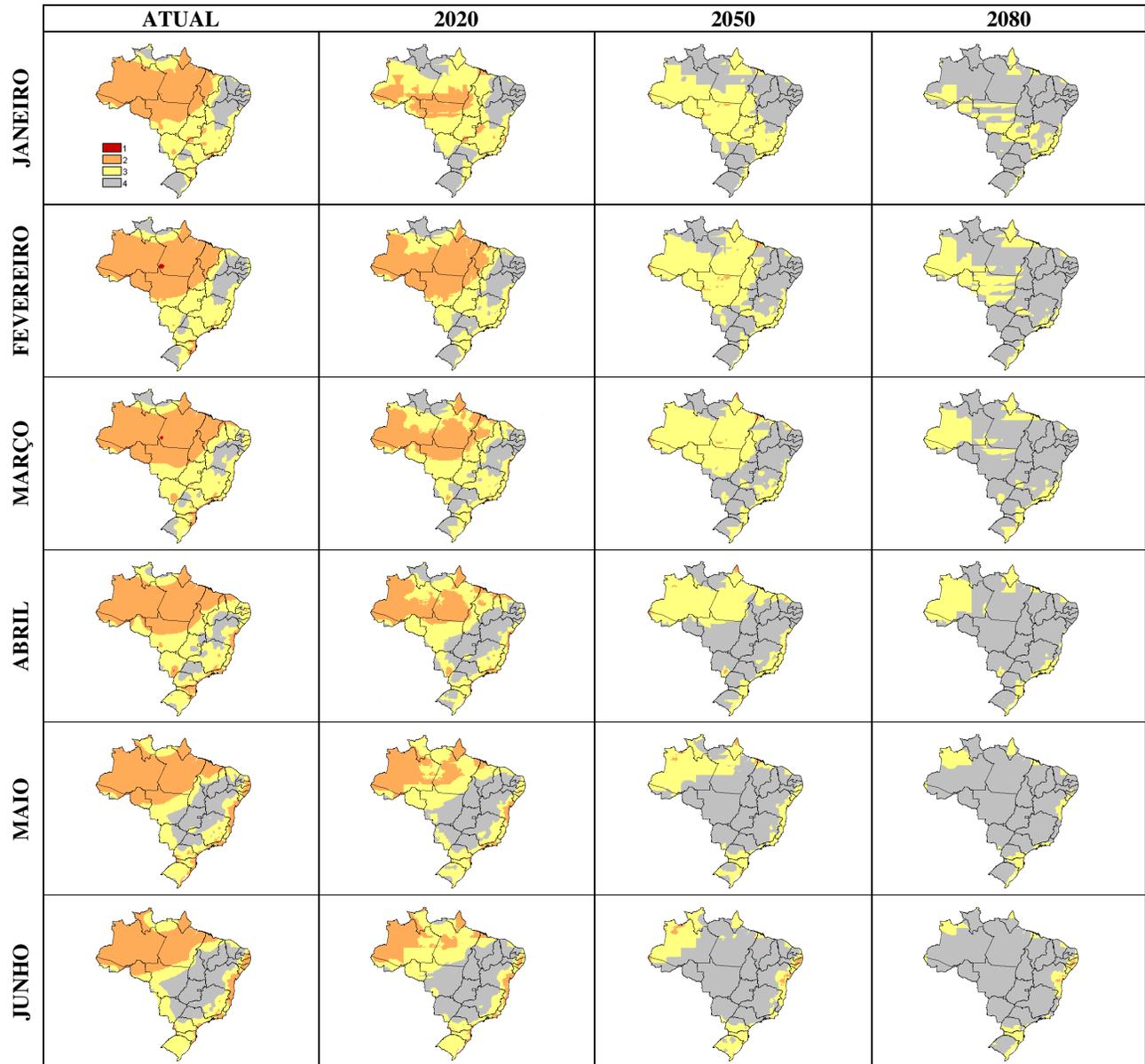


Figura 1. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da mancha-de-olho-pardo no cafeeiro, para os meses de janeiro a junho, no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2. **Legenda das cores:** Vermelho: Altamente Favorável; Laranja: Favorável; Amarelo: Relativamente Favorável; Cinza: Desfavorável.

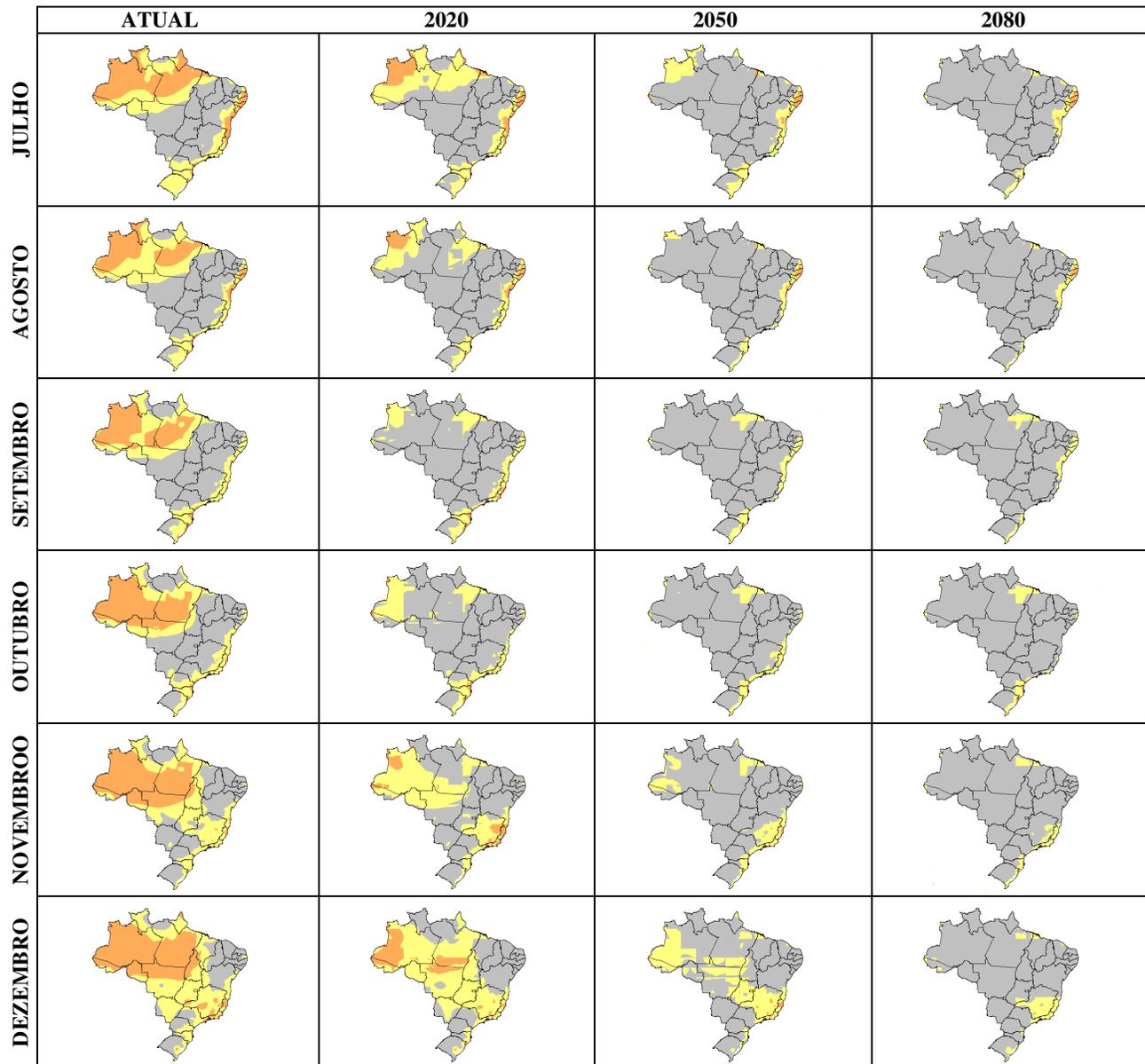


Figura 2. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da mancha-de-olho-pardo no cafeeiro, para os meses de julho a dezembro, no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2. **Legenda das cores:** Vermelho: Altamente Favorável; Laranja: Favorável; Amarelo: Relativamente Favorável; Cinza: Desfavorável.

Análise da distribuição temporal da doença mostrou que nos meses atuais, o período de maior favorabilidade ao desenvolvimento do patógeno é o outubro a abril e o de menor favorabilidade os meses de maio a setembro. Os limites para o estabelecimento das faixas favoráveis à ocorrência da mancha-de-olho-pardo mostraram-se adequados, pois os mapas confeccionados para as condições atuais estão de acordo com os relatos na literatura. Em relação à distribuição geográfica atual da doença no Brasil a região centro oeste foi a que teve maior porcentagem de áreas favoráveis com pequenas áreas altamente favoráveis ao desenvolvimento da mancha-de-olho-pardo, devido principalmente a elevada umidade relativa presente na região praticamente durante todo ano; sendo que na região sudeste, local em que se concentra a maior produção nacional de café, predominou a ocorrência de áreas relativamente favoráveis com pequenas áreas favoráveis.

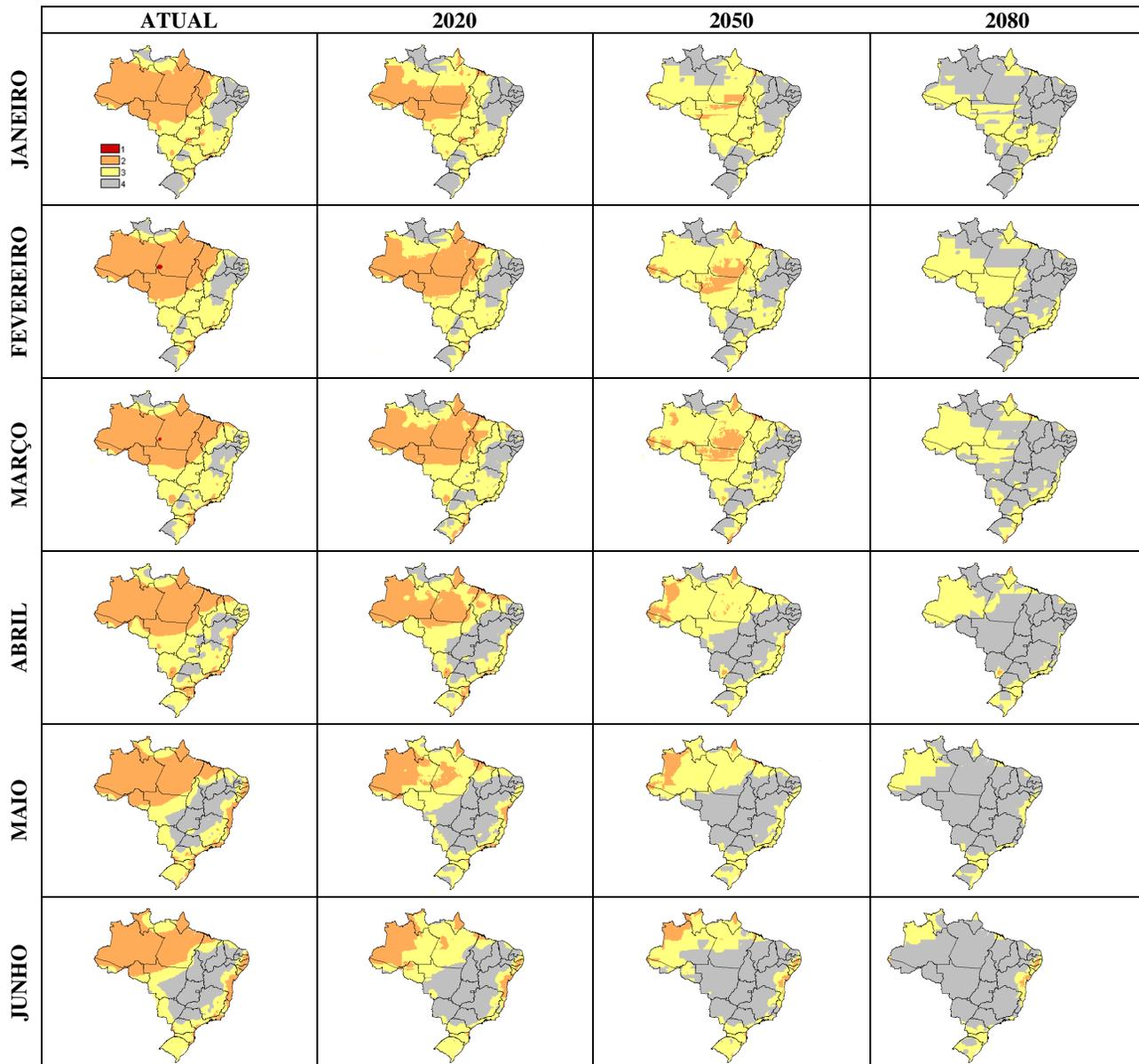


Figura 3. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da mancha-de-olho-pardo no cafeeiro, para os meses de janeiro a junho, no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2. **Legenda das cores:** Vermelho: Altamente Favorável; Laranja: Favorável; Amarelo: Relativamente Favorável; Cinza: Desfavorável.

Os resultados obtidos indicam, que para ambos os cenários (A2 e B2), haverá uma redução nas áreas classificadas altamente favoráveis, favoráveis e relativamente favoráveis ao desenvolvimento da doença nos próximos 71 anos no Brasil, sendo esta previsão projetada tanto para o período de maior favorabilidade à doença (meses de outubro a abril), assim como os períodos de menor favorabilidade (meses de maio a setembro). Estas mudanças climáticas provavelmente afetarão o desenvolvimento da planta, entretanto esta situação poderá ser evitada com o melhoramento de genético das plantas, que desenvolverá novas cultivares tolerantes às condições futuras; e através da implementação de práticas mitigadoras que permitam aumentar o seqüestro de carbono, reduzindo o efeito estufa. Da mesma forma, o patógeno poderá sofrer pressão de seleção em favor de linhagens mais adaptadas a esta nova condição ambiental.

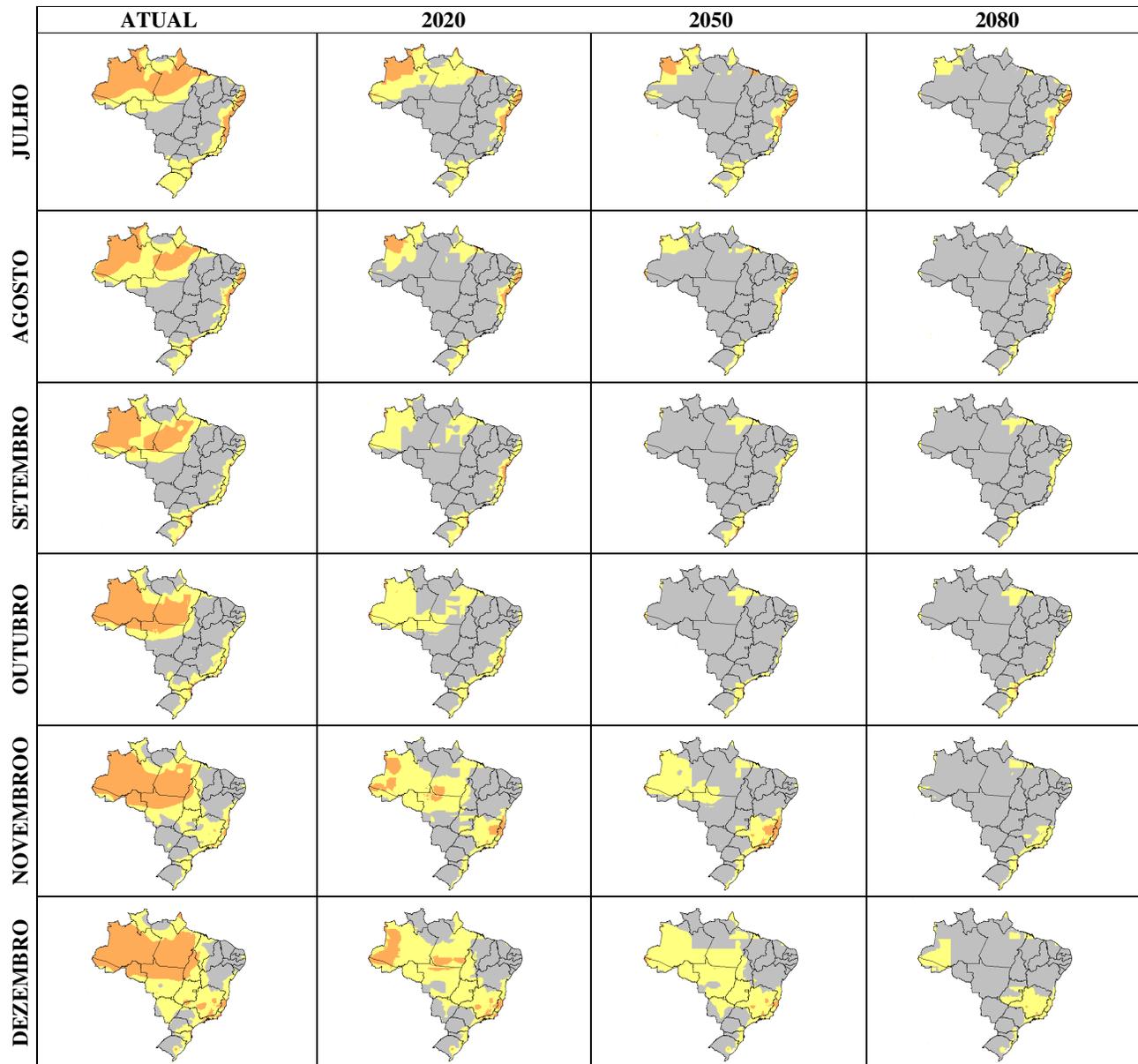


Figura 4. Distribuição das áreas de risco de ocorrência da mancha-de-olho-pardo no cafeeiro, para os meses de julho a dezembro, no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2. **Legenda das cores:** Vermelho: Altamente Favorável; Laranja: Favorável; Amarelo: Relativamente Favorável; Cinza: Desfavorável.

O desenvolvimento da doença está fortemente relacionado com as condições ambientais e suscetibilidade do hospedeiro, sendo que as condições ambientais afetam diretamente o processo de infecção e colonização do patógeno, podendo reduzir o período de incubação em condições favoráveis ou aumentar em condições desfavoráveis, influenciando assim o ciclo de vida do patógeno. O aumento das áreas desfavoráveis à mancha-de-olho-pardo evidencia o aumento da temperatura para níveis acima de 36° e a diminuição da umidade relativa do ar para níveis abaixo de 75%; devido ao aquecimento global, provocado pela elevação da concentração de gás carbônico na atmosfera. Estes resultados estão de acordo com aos dados obtidos por diversos autores que estudaram a influência das variáveis climáticas no desenvolvimento de *C. coffeicola*. Echandi (1959), avaliando o efeito da umidade relativa na esporulação de *C. coffeicola* verificou que é necessário valores superiores a 92 % de umidade relativa para que se inicie esporulação do fungo. Segundo Fernandes et al. (1991) a máxima severidade e o período de incubação médio de 16 dias da *C. coffeicola* ocorrem com o período de molhamento foliar de 6 a 12 horas. Wellman et al. citado por Echandi (1959), observaram que a temperatura mínima para o crescimento do fungo é de 8° C; apresentando um bom desenvolvendo a 12° C; crescendo vigorosamente entre 20° e 28° C, continuando o seu desenvolvimento até 32° C, e cessando o seu crescimento a 36° C.

Desta forma, os resultados apresentados indicam que haverá um aumento significativo da área desfavorável a *C. coffeicola* nos cenários futuros, o que se deve ao fenômeno do aquecimento global, uma vez que este compreende uma das maiores faixas de temperatura e menor faixa de umidade relativa. Estas reduções serão graduais para as próximas décadas de 2020, 2050 e 2080, e terá variações na distribuição geográfica da doença no Brasil de forma mais acentuada no cenário A2 que no B2. Estes resultados corroboram com dados obtidos por outros autores em diversos patossistemas, onde um dos prováveis efeitos dos impactos das MCG será a redistribuição geográfica das doenças em várias culturas de importância econômica (Brasier et al., 1996; Carter et al., 1996; Jesus Junior et al., 2008b).

CONCLUSÕES

Os mapas de favorabilidade climática à *Cercospora coffeicola* no cafeeiro para os cenários futuros indicam que, de um modo geral, haverá a redução gradativa das áreas favoráveis ao desenvolvimento da doença no país para as décadas de 2020, 2050 e 2080; em relação ao clima atual, tanto para o cenário A2 quanto para o B2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIER, C.M.; DREYER, E.; AUSSENAC, G. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. **Annales des Sciences Forestieres**, v.53, p.347-358, 1996.
- CARTER, T.R.; SAARIKKO, R.A.; NIEMI, K.J. Assessing the risks and uncertainties of regional crop potential under a changing climate in Finland. **Agricultural and Food Science in Finland**, v.5, p.329-350, 1996.
- CHAKRABORTY, S.; MURRAY, G.M.; MAGAREY, P.A.; YONOW, T.; SIVASITHAMPARAM, K.; O'BRIEN, R.G.; CROFT, B.J.; BARBETTI, M.J.; OLD, K.M.; DUDZINSKI, M.J.; SUTHERST, R.W.; PENROSE, L.J.; ARCHER, C.; EMMETT, R.W. Potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Australia. **Australasian Plant Pathology**, v.27, p.15-35, 1998.
- CONAB. **Safras Café - safra 2008**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4_levantamento_2008.pdf>.
- IPCC. Climate change 2001: the scientific basis: summary for policymakers. Geneva: IPCC, 2001. 20p. Available at: <http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>. Accessed 10 Jun. 2007.
- JORNAL COFFEE BUSINESS. **Produção exportável em 2005**. Disponível em: <http://www.coffeebusiness.com.br/tabelas/producao_exportavel.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2006.
- ECHANDI, E. La chasparria de los cafetos causada por el hongo *Cercospora coffeicola* Berk and Cooke. **Turrialba**. 9: 54-67. 1959.
- 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.
- FERNANDES, C.D.; PELOSO, M.C.; MAFFIA, L.A.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. Influência da concentração de inóculo de *Cercospora coffeicola* e do período de molhamento foliar na intensidade da cercosporiose do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.39-43, 1991.
- HULME, M.; SHEARD, N. **Cenários de alterações climáticas para o Brasil**. Climate Research Unit, Norwich, Reino Unido. 6 pp. 1999.
- JESUS JUNIOR, W.C. de; MORAES, W.B.; COSMI, F.C.; MORAES, W.B.; VALADARES JUNIOR, R.; CECILIO, R.A.; ALVES, F.R.; VALE, F.X.R. Aquecimento Global e o Potencial Impacto na Agricultura. In: **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. 1 ed. Vitória: Incaper, 2008a. v. 1, p. 1-36.
- JESUS JUNIOR, W. C.; VALADARES JÚNIOR, R.; CECÍLIO, R.A.; MORAES, W.B.; VALE, F.X.R. Do ; 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, 2008b.
- MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, n.1, p.1-18, 2001.
- 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.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia Aplicada ao Manejo de Doenças de Plantas**. Belo Horizonte: Perffil Editora, 2004. 531p.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MACIEL-ZAMBOLIM, E. Produção integrada do cafeeiro: Manejo de doenças. In: **Produção Integrada de Café**. L. ZAMBOLIM, (Ed.) Editora Suprema Gráfica e Editora LTDA. Visconde do Rio Branco – MG. p. 443-499. 2003.