

## POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O ESTABELECIMENTO DA MANCHA AMERICANA DO CAFEIEIRO NO BRASIL

Wanderson Bucker Moraes<sup>1</sup>, Leonardo de Azevedo Peixoto<sup>1</sup>, Waldir Cintra de Jesus Junior<sup>2</sup>, Willian Bucker Moraes<sup>3</sup>, Roberto Avelino Cecílio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>. Graduando em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), 29500-000, Alegre-ES, Brasil, wandersonbucker@yahoo.com.br, leonardopeixotoagro@hotmail.com

<sup>2</sup>. Professor Doutor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES, wcintra@cca.ufes.br

<sup>3</sup>. Doutorando em Proteção de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA-UNESP), moraeswb@hotmail.com

<sup>4</sup>. Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal do CCA-UFES, rcecilio@cca.ufes.br

**RESUMO:** Este trabalho avaliou o potencial risco de estabelecimento da mancha americana do cafeeiro no Brasil, e os impactos das mudanças climáticas sobre esta doença nas décadas futuras, caso este patógeno sejam introduzido. Elaboraram-se mapas de favorabilidade climática à ocorrência da mancha americana no período atual e futuro. Os cenários futuros empregados foram centrados nas décadas de 2020, 2050 e 2080 (cenários A2 e B2). Analisando a distribuição atual, existem áreas com potencial risco climático de estabelecimento da mancha americana nas principais regiões produtoras de café do Brasil. Haverá uma tendência de redução da favorabilidade climática a ocorrência da doença no decorrer das décadas futuras. Estes resultados são preditos para ambos cenários futuros (A2 e B2). Contudo, nos cenários futuros ocorrerá um aumento do risco de ocorrência da mancha americana na região sul do Brasil, durante os meses de maio a julho. Portanto, com as possíveis modificações do zoneamento da cultura, a importância relativa deste patossistema será alterada, caso este patógeno estabeleça no país.

**Palavras-Chave:** aquecimento global, doenças de planta, *Coffea arabica*, sistema de informação geográfico

## POTENTIAL IMPACTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON THE ESTABLISHMENT OF AMERICAN LEAF SPOT OF COFFEE IN BRAZIL

**ABSTRACT:** In this study we evaluated the potential risk of establishment of American leaf spot of coffee in Brazil, and the impacts of climate change on this disease for future decades, if the pathogen is introduced. Were prepared maps with the favorability of the climate to the occurrence of American leaf spot in the current period and future. The future scenarios used were centered for the decades of 2020, 2050 and 2080 (scenarios A2 and B2). Analyzing the current distribution, there are areas with risk potential climate for the establishment of American leaf spot in the main coffee producing regions of Brazil. There will be a trend of reducing climate favorability to the disease occurrence in the course of future decades. These results are predicted for both future scenarios (A2 e B2). However, occur in the future scenarios of increased risk for American leaf spot in southern Brazil, during the months from May to July. Therefore, with possible modifications to the zoning of culture, the relative importance of this pathosystem will be changed, if this pathogen establishes in the country.

**Keywords:** global warming, plant diseases, *Coffea arabica*, geographic information system

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café (FAO, 2010). A cafeicultura desempenha uma função relevante para o desenvolvimento social e econômico deste país, garantindo a geração de trabalho e receitas. Entretanto, o cultivo do cafeeiro é um desafio aos produtores devido ao grande número de doenças e pragas que acometem essa cultura.

A *Mycena citricolor* é um fungo do Filo Basidiomycota, que causa a doença conhecida como mancha americana em plantas de café arábica. O fungo infecta diferentes órgãos da parte aérea do cafeeiro tais como, ramos, folhas e frutos. O principal dano causado é a desfolha e a queda precoce dos frutos (WANG & AVELINO, 1999). Esta doença foi constatada no Brasil em julho/agosto de 2008 infectando plantas de *Coffea arabica* cv. Catuaí vermelho 81, no município de Marechal Floriano, região serrana do estado do Espírito Santo. Nessa área, foram observados três focos da doença em plantas sombreadas e próximas da mata (KROHLING et al., 2008).

Os fatores que influenciam o desenvolvimento das doenças de plantas são ocorrência simultânea da presença de hospedeiro suscetível, patógeno virulento e condições climáticas favoráveis, principalmente no que se refere ao microclima (AGRIOS, 2005). Portanto, o ambiente é um componente relevante nesta interação, podendo inclusive impedir a ocorrência da doença mesmo na presença de hospedeiro suscetível e patógeno virulento (JESUS JUNIOR et al., 2003). Desta forma, as mudanças climáticas constituem uma séria ameaça ao cenário fitossanitário brasileiro, pois poderão promover significativas alterações na ocorrência e severidade das doenças de plantas.

Estas alterações climáticas poderão ter efeitos diretos e indiretos, tanto sobre os patógenos quanto sobre as plantas hospedeiras, bem como na interação de ambos (CHAKRABORTY, 2005). Certamente, num futuro próximo, ocorrerão modificações na importância relativa de cada doença de planta (CHAKRABORTY, 2000). Além disso, poderá haver maior potencial de estabelecimento de patógenos quarentenários em função das condições climáticas. Portanto, novas doenças poderão surgir em determinadas regiões e outras poderão perder ou aumentar sua importância econômica, principalmente caso ocorra o deslocamento das áreas de cultivo (COAKLEY, 1995). Adicionalmente, a distribuição temporal das doenças também poderá ser afetada pelas mudanças climáticas (CHAKRABORTY, 2005). Contudo, apesar das ameaças das mudanças climáticas sobre a proteção de plantas em um futuro próximo, ainda há poucos relatos sobre este assunto (GARRETT et al., 2006).

Portanto, dada a importância dos fatores climáticos para o desenvolvimento das doenças de plantas, aventa-se a hipótese que as mudanças climáticas poderão alterar o atual cenário fitossanitário da cafeicultura brasileira. Assim, o conhecimento dos efeitos das mudanças climáticas sobre o desenvolvimento da mancha americana no Brasil servirá como subsídio para enfrentar o futuro cenário fitossanitário desse patossistema, caso esta doença encontre condições climáticas favoráveis ao seu estabelecimento. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial risco de estabelecimento da mancha americana no Brasil, e os impactos das mudanças climáticas sobre esta doença nas décadas futuras a partir dos cenários climáticos A2 e B2 (IPCC, 2007).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração dos mapas atuais de distribuição espacial das áreas de favorabilidade climática ao estabelecimento da mancha americana do cafeeiro, empregaram-se dados mensais médios de temperatura e umidade relativa do ar, 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 e umidade relativa do ar, foram utilizadas as previsões dos desvios destas variáveis preditas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007). Os dados de umidade relativa estão disponíveis somente pelo modelo HadCM3, sendo assim, foram utilizados dados originados de um único modelo para essa variável climática.

Os desvios dos dados climáticos futuros de temperatura média e umidade relativa 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, obteve-se os valores médios preditos pelos seis modelos. Para tal, utilizou-se a ferramenta de análise espacial (operação aritmética) do Idrisi 32. Para obtenção das projeções futuras mensais de temperatura média e umidade relativa do ar, os mapas dos desvios futuros destas variáveis foram somados com os mapas atuais de temperatura e umidade relativa com o auxílio da ferramenta de operação aritmética do Idrisi 32.

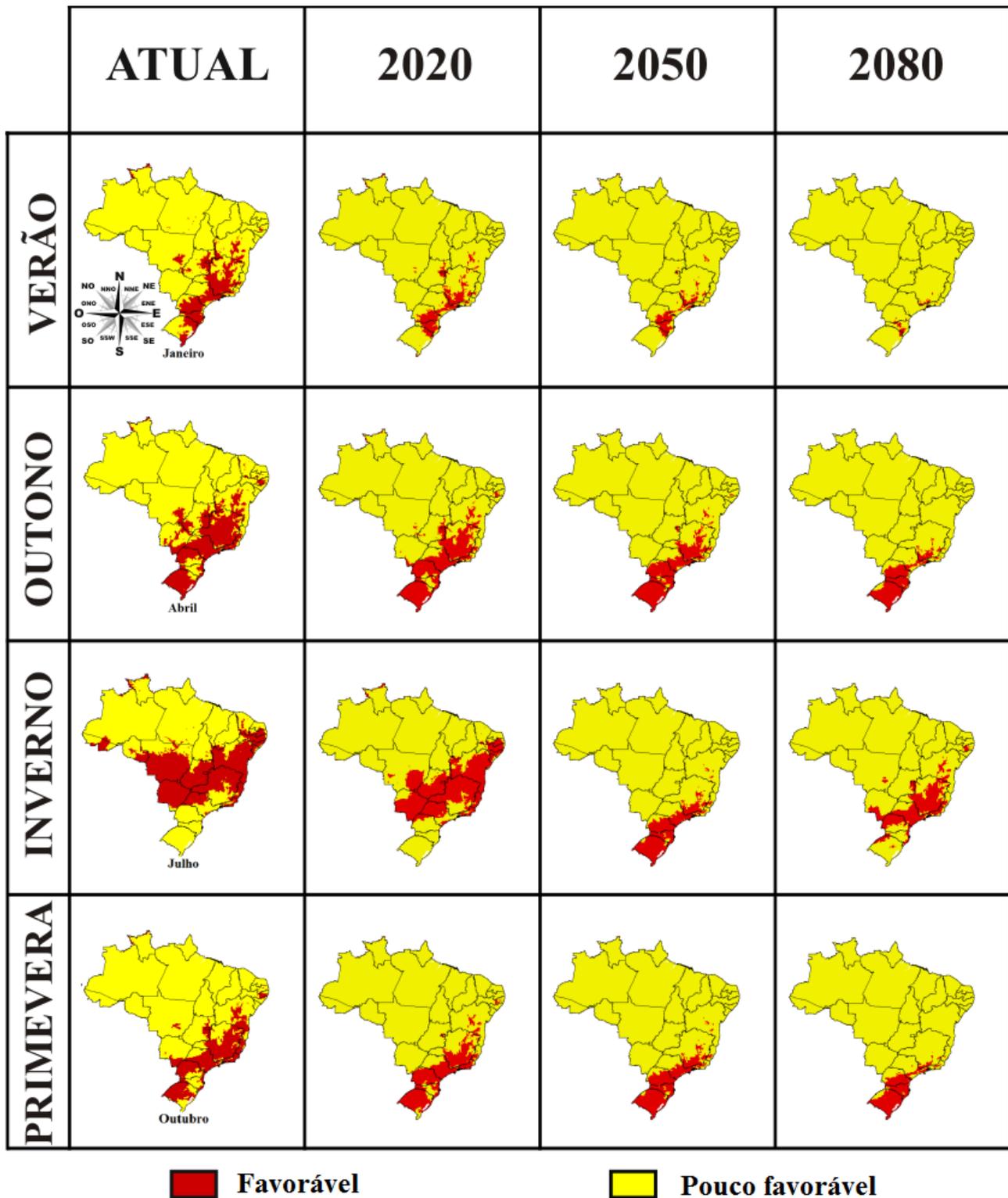
Baseado na sobreposição dos mapas mensais de temperatura média ( $T_m$ , °C) e umidade relativa (UR, %) do período atual e futuro (2020, 2050 e 2080) de ambos cenários (A2 e B2), foram elaborados mapas da distribuição espacial da mancha americana do cafeeiro. Os limites das classes de favorabilidade climática foram definidos com base em dados epidemiológicos do efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento da *M. citricolor* do cafeeiro, a saber: favorável –  $T_m$  entre 18 a 24 °C e UR superior a 70%; pouco favorável –  $T_m$  inferior a 18 °C ou superior a 24 °C, ou UR inferior a 70% (RAO & TEWARI; 1987; 1988; 1989).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Este estudo é ilustrado originalmente por 84 mapas, dentre os quais 28 foram apresentados para a representação das zonas de favorabilidade climática a mancha americana do *C. arabica* no Brasil, nas estações do ano do período atual (1961-1990) e futuro (décadas de 2020, 2050 e 2080) nos cenários A2 e B2 (Figuras 1 e 2).

Analisando o cenário atual (média de 1961 a 1990), existem extensas áreas que apresentam potencial climático ao estabelecimento da mancha americana, especialmente nas principais regiões produtoras de café arábica do Brasil (Figura 1 a 2). O período de maior favorabilidade climática ao desenvolvimento desta doença está compreendido entre os meses de dezembro a maio. Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Bahia são os principais Estados produtores de café arábica do Brasil (CONAB, 2011). Assim, deve-se dar ênfase a estas regiões na análise dos potenciais impactos das mudanças climáticas na cultura do cafeeiro no Brasil.

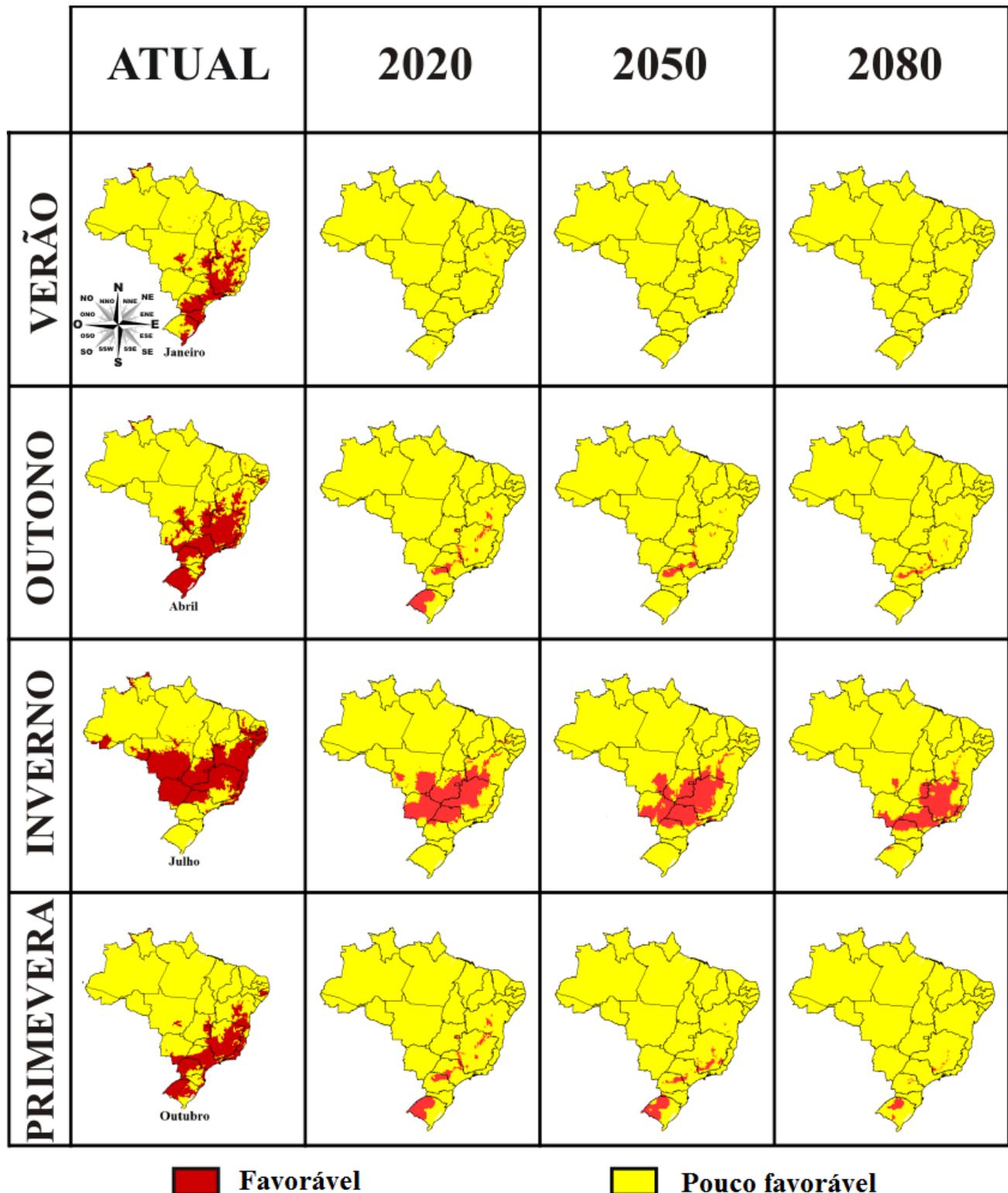
Admitindo os cenários futuros traçados pelo IPCC, haverá a redução das áreas classificadas como favorável a mancha americana do cafeeiro no decorrer das décadas futuras (2020, 2050 e 2080) no Brasil (Figura 1 e 2). Esta alteração é prevista em ambos cenários futuros (A2 e B2). O aumento das áreas classificadas como pouco favorável a doença, deve-se principalmente a acentuada redução da umidade relativa do ar prevista nas décadas futuras, bem como o aumento da temperatura para níveis desfavoráveis a doença em algumas regiões (Nordeste e Centro-Oeste) do país. Com relação à distribuição temporal das classes de favorabilidade a mancha americana do cafeeiro no Brasil, verificou-se que o período de maior favorabilidade a doença nos cenários futuros estará compreendido entre os meses de abril a outubro. Embora exista a tendência de redução das áreas classificadas como favorável ao desenvolvimento da mancha americana no Brasil, nestes estados ainda haverá áreas com potencial de estabelecimento da *M. citricolor*. Desta forma, estudos visando o manejo desta doença devem ser realizados para minimizar os impactos e as potenciais perdas geradas pelo possível estabelecimento e desenvolvimento da mancha americana em outros estados do Brasil. Além disso, durante os meses de inverno das décadas futuras, ocorrerá o aumento da favorabilidade climática a mancha americana na região Sul do Brasil (Figura 1 e 2).



**Figura 1.** Distribuição espaço-temporal das classes de favorabilidade climática ao estabelecimento da mancha americano no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2.

Vale ressaltar que no presente estudo foi levado em consideração apenas as condições de favorabilidade climática (temperatura e umidade relativa) a ocorrência da mancha americana. No entanto, outros fatores podem influenciar de forma determinante o estabelecimento desta doença. A precipitação contribui de forma significativa para a liberação e dissiminação dos propágulos do patógeno, e para a infecção que ocorre somente com a presença de água livre (WELLMAN, 1950; AVELINO et al., 2007). Séries de chuvas fortes intercalados com períodos de seca é um fator determinante que favorece o desenvolvimento da *M. citricolor* (AVELINO et al., 2007). Portanto, o aumento da frequência de eventos extremos previstos, os quais compreendem a ocorrência de chuvas torrenciais em regiões

tropicais intercalada com períodos de seca (ROSENZWEIG et al., 2001), poderá influenciar o comportamento e progresso da mancha americana no Brasil.



**Figura 2.** Distribuição espaço-temporal das classes de favorabilidade climática ao estabelecimento da mancha americano no período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2.

Fatores bióticos também poderão influenciar a ocorrência da *M. citricolor* no Brasil. É importante salientar, que tanto o patógeno como o hospedeiro poderão sofrer modificações uma vez que estas alterações ocorreram de forma lenta ao longo das décadas futuras. Com relação ao patógeno, este poderá sofrer pressão de seleção em favor de linhagens mais adaptadas a estas novas condições ambientais. Quanto ao hospedeiro, o desenvolvimento do cafeeiro

provavelmente será afetado com estas alterações climáticas. Assim, novas áreas poderão tornar-se mais apta ao plantio da cultura. Assad et al. (2004) concluíram que se mantidas as atuais características genéticas e fisiológicas das cultivares de café arábica utilizadas no Brasil, haverá a redução de áreas aptas para a cultura superior a 95% em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, e de 75% no Paraná, ocorrendo assim o deslocamento da cultura para o Sul do Paraná.

Entretanto, esta situação poderá ser evitada com o melhoramento genético que possivelmente desenvolverá novas cultivares tolerantes às condições futuras, bem como através da implantação de práticas mitigadoras. Entre as possíveis práticas aptas a serem utilizadas, destaca-se o cultivo sob o sistema agroflorestal e o plantio em regiões com elevadas altitudes. Portanto, a alteração do microclima no interior do dossel provocada por estes sistemas de cultivo, afetará de certa forma o estabelecimento e desenvolvimento da mancha americana. Além disso, este fungo é caracterizado por ter maior desenvolvimento em locais pouca radiação solar (AVELINO et al., 2007). Adicionalmente, outro importante fator é a influencia da altitude sobre o progresso da mancha americana do cafeeiro. Trabalhos desenvolvidos recentemente na Costa Rica constaram que o desenvolvimento desta doença no país é maior em regiões localizadas entre 1100 a 1550 m acima do nível do mar (AVELINO et al., 2007). Portanto, o cultivo desta cultura consorciada com árvores florestais e frutíferas, bem como em regiões de maiores altitudes, proporcionará condições favoráveis ao progresso desta doença. Desta forma, caso a *M. citricolor* se estabeleça no país e ocorram alterações no sistema de cultivo do cafeeiro, certamente haverá a alteração da importância econômica desta doença no Brasil.

## CONCLUSÕES

No cenário atual, existe alta favorabilidade climática ao estabelecimento da mancha americana nas principais regiões produtoras de café arábica do Brasil. O período de maior favorabilidade climática ao desenvolvimento da doença está compreendido entre os meses de dezembro a maio.

Considerando os cenários futuros traçados pelo IPCC, haverá a redução da favorabilidade climática ao estabelecimento da mancha americana no Brasil. Esta tendência de redução ocorrerá no decorrer das décadas futuras (2020, 2050 e 2080), sendo predita em ambos cenários futuros (A2 e B2). Entretanto, na região sul do Brasil, haverá um aumento do risco climático do estabelecimento desta doença nas décadas futuras, durante os meses de maio a julho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. Burlington: Elsevier Academic, 2005. 922pp.
- ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1057-1064, 2004.
- AVELINO, J.; CABUT, S.; BARBOZA, B.; BARQUERO, M.; ALFARO, R.; ESQUIVEL, C. DURAND, J.F.; CILAS, C. Topography and crop management are key factors for the development of American leaf spot epidemics on coffee in Costa Rica. **Phytopathology**, v.97, n.12, p.1532- 1542, 2007.
- CHAKRABORTY, S. Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. **Australasian Plant Pathology**, v.34, p.443-448, 2005.
- CHAKRABORTY, S.; TIEDEMANN, A.V.; TENG, P.S. Climate change: potential impact on plant diseases. **Environmental Pollution**, v.108, p.317-326, 2000.
- COAKLEY, S.M. Biospheric change: will it matter in plant pathology? **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.17, p.147-153, 1995.
- CONAB. **Safra 2010 - Quarta Estimativa**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10\\_12\\_14\\_11\\_47\\_58\\_boletim\\_cafe\\_dezembro\\_2010.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_14_11_47_58_boletim_cafe_dezembro_2010.pdf)>. Acesso em: 13 Marc. 2011.
- FAO. **Database Results - Crops**. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 15 Nov. 2010.
- GARRETT, K.A.; DENDY, S.P.; FRANK, E.E.; ROUSE, M.N.; TRAVERS, S.E. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v.44, p.489-509, 2006.
- IPCC. **IPCC SRES climate scenarios**: the IPCC data distribution centre. 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc-data.org/sres/gcm\\_data.html](http://www.ipcc-data.org/sres/gcm_data.html)>. Acesso em: 10 Fev. 2009.
- JESUS JUNIOR, W.C.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; VALE, F.X.R.; HAU, B. Sistemas de auxílio à tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.11, p.133-193, 2003.
- KROHLING, C.; MATIELLO, J.B.; COSTA, H. Mancha Americana, nova doença do cafeeiro ataca em Marechal Floriano-ES. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 34, 2008. Caxambu-MG. **Anais...**, 2008, p.1.
- NEW, M.; LISTER, D.; HULME, M.; MAKIN, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v.21, n.1, p.1-25, 2002.
- RAO, D.V.; TEWARI, J.P. Occurrence of magnesium oxalate crystals on lesions incited by *Mycena citricolor* on coffee. **Phytopathology**, v.79, p.783-787, 1989.
- RAO, D.V.; TEWARI, J.P. Production of oxalic acid by *Mycena citricolor*, causal agent of the American leaf spot of coffee. **Phytopathology**, v. 77, p.780-785, 1987.
- RAO, D.V.; TEWARI, J.P. Suppression of the symptoms of American leaf spot of coffee with calcium hydroxide. **Plant Disease**, v.72, p.688-690, 1988.

- ROSENZWEIG, C.; IGLESIAS, A.; YANG, X.B.; EPSTEIN, P.R.; CHIVIAN, E. Climate change and extreme weather events. **Global Change & Human Health**, v.2, p.90-104, 2001.
- WANG, A.; AVELINO, J. El ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*). In: Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. BERTRAND, B.; RAPIDEL, B. Eds. **IICA**. San José: Costa Rica. 1999. P.243-260.
- WELLMAN, F.L. Dissemination of Omphalia leaf spot of coffee. **Turrialba**, v.1, p.12-27, 1950.