

## Efeito das mudanças climáticas sobre a favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta do amendoim no Brasil e na Argentina

Emília Hamada <sup>1</sup>

Raquel Ghini <sup>1</sup>

Alejandro Mario Rago <sup>2</sup>

Eduardo Matias Bisonard <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Meio Ambiente

Caixa Postal 69 - 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil

{emilia.hamada, raquel.ghini}@embrapa.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA

IPAVE, CIAP - Av. 11 de septiembre 4755, 5020 – Córdoba, Argentina

{rago.alejandro, bisonard.matias}@inta.gob.ar

**Abstract.** Due to the intense relationship between environment and disease, changes in the geographical and temporal distribution of disease occurrence may occur as an impact of climate change. The responses of different pathosystems to climate change vary widely. This variation makes it necessary to study each response of the species or plant variety and its diseases in relation to climate change on a case-by-case basis. The objective of this study was evaluate the effect of climate change on the late leaf spot of peanut to Brazil and Argentina. Spatial and temporal distribution maps were obtained by GIS tool, applying criteria of mathematical logic of climate favorability to pathogen incidence, developed by experts, and using the projections of future climate obtained from global climate models from the IPCC AR4. In the future, in general, it is forecast an increase in favorability of the environment to the occurrence of the late leaf spot of peanut for Brazil and Argentina. However, it is necessary to analyze the seasonal pattern and the specific location. In São Paulo state and Córdoba province, main producers regions, and their neighborhoods in Brazil and Argentina, respectively, the future tendencies are not similar. The forecast in future is to increase the favorability for the São Paulo state and surrounding areas from January to March; and for Córdoba province and around, to decrease the favorability is expected in January and February and to increase in March.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogea* L., *Cercosporidium personatum*, climate change, disease, geoprocessing, mudanças climáticas, doença, geoprocessamento.

### 1. Introdução

O amendoim (*Arachis hypogea* L.) é planta nativa da América do Sul e sua expressiva importância econômica está associada a grande diversidade dos hábitos de consumo (Pezzopane, 2009). Seus grãos são consumidos “in natura” ou processados industrialmente, na forma de óleo e farelo, ou utilizados na fabricação de produtos alimentícios, em conservas, confeitarias, enlatados e na indústria farmacêutica (Godoy et al., 1985).

De 2008 a 2010, no Brasil, foram produzidas 830 mil toneladas de amendoim em casca em 314 mil hectares, foram exportadas 148 mil toneladas de amendoim descascado e 73 mil toneladas de óleo bruto de amendoim (IEA, 2014). O estado de São Paulo é responsável por 80% da produção brasileira e domina quase a totalidade das exportações de amendoim em grão que, a partir de 2010 com a participação de Minas Gerais nas exportações de óleo de amendoim, passou a responder por cerca de 90% das exportações desse produto. Na Argentina, o amendoim é cultivado em 200 a 250 mil hectares anualmente, sendo a província de Córdoba responsável por 85% da produção; a produção exportada é de 496 mil toneladas, o que representa 80% da produção.

Um dos fatores limitantes à produtividade da cultura do amendoim é a ocorrência de doenças na parte aérea, destacando-se a mancha castanha e a mancha preta, causadas pelos fungos *Cercospora arachidicola* Hori e *Cercosporidium personatum* (Berk & Curt) Deighton, respectivamente (Pezzopane, 2009). No estado de São Paulo, a mancha preta do amendoim é

a doença mais importante (Barreto, 2005), e em toda a área produtora de amendoim da Argentina, pela distribuição, presença, intensidade e custos de controle (Marinelli & March, 2005). Na campanha agrícola 2006/07, a mancha preta gerou elevadas perdas na região produtora da província de Córdoba. A elevada intensidade da doença foi atribuída a distintas causas, condições climáticas altamente favoráveis à doença, doses inadequadas dos fungicidas utilizados, realização tardia dos tratamentos e surgimento de populações resistentes (March et al., 2011).

A influência dos elementos climatológicos sobre o desenvolvimento de epidemias das manchas foliares do amendoim são bastante conhecidas: a doença requer períodos prolongados de molhamento foliar ou vários períodos curtos, isto é, é favorecida por longos períodos de alta umidade relativa do ar. Assim, umidade relativa igual ou superior a 90-95%, mantida por um período de 8 a 10 horas, e temperaturas médias entre 25 e 30°C, seriam condições satisfatórias para a produção e aumento de infecção das cercosporioses (Jensen & Boyle, 1966; Pedro Jr. et al., 1994).

As mudanças climáticas poderão ter efeitos diretos e indiretos tanto sobre os patógenos quanto sobre as plantas hospedeiras e a interação de ambos; e, dentre os efeitos diretos sobre os microrganismos fitopatogênicos, sua distribuição geográfica, por exemplo, é determinada pela gama de temperaturas ou outros fatores climáticos, nas quais o microrganismo pode se desenvolver (Ghini et al., 2011). Ainda segundo esses autores, muitas espécies prevalecem somente em regiões apresentando condições ótimas para permitir um rápido desenvolvimento e a distribuição temporal também pode ser afetada, com diversos patógenos, especialmente os que infectam folhas, que apresentam flutuações quanto à ocorrência e à severidade durante o ano, que podem ser frequentemente atribuídas às variações de clima.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das mudanças climáticas sobre a mancha preta do amendoim para o Brasil e para a Argentina com a elaboração de mapas de distribuição geográfica e temporal, adotando-se critérios de lógica matemática elaborados por especialistas, que estimam a favorabilidade climática de incidência do patógeno e utilizando-se as projeções do clima futuro obtidos de modelos climáticos globais do IPCC AR4.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foi utilizado a ferramenta de SIG (Sistema de Informações Geográficas) Idrisi 32 na elaboração dos mapas. Foram desenvolvidos dois bancos de dados geográficos, um para cada país, Brasil e Argentina, seguindo o mesmo esquema: foram utilizados para o clima presente (1961-1990), os dados de médias mensais de temperatura média do ar, precipitação pluvial e umidade relativa, obtidos do *Climatic Research Unit* (<http://www.cru.uea.ac.uk/>); e para o clima futuro (2071-2100, cenários B1 e A2), foram consideradas as projeções dos modelos climáticos globais disponibilizadas pelo Quarto Relatório de Avaliação - AR4 do IPCC (2007). Para temperatura média do ar e precipitação pluvial, foram consideradas as projeções de quinze modelos climáticos globais: BCCR-BCM2.0, CGCM3.1.T47, CNRM-CM3, CSIRO-Mk3.0, ECHO-G, GFDL-CM2.0, GISS-ER, UKMO-HadCM3, UKMO-HadGEM1, INM-CM3.0, MIROC3.2.medres, ECHAM5, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3 e PCMC e, para umidade relativa, foram sete modelos: BCCR-BCM2.0, CGCM3.1.T47, CNRM-CM3, GISS-ER, INM-CM3.0, MIROC3.2.medres e MRI-CGCM2.3.2., adotando-se metodologia descrita por Hamada et al. (2011).

Com base na revisão de literatura e experiência dos especialistas, um grupo de cada país elaborou regras de favorabilidade à ocorrência da mancha preta do amendoim para aplicação da álgebra lógica no SIG, considerando o clima do período de 1961-1990. Esses mapas foram submetidos à avaliação do grupo de especialista de cada país e ajustes nas regras foram sendo realizadas até que os mapas fossem validados. A partir deste momento, os mapas do clima futuro foram elaborados. Desta forma, considerando-se as possíveis particularidades do

patógeno em cada país, os grupos tiveram a liberdade de selecionar as variáveis climáticas a serem consideradas nas regras (Brasil: temperatura média e umidade relativa e Argentina: temperatura média e precipitação), bem como as faixas das regras (Brasil: cinco classes de favorabilidade e Argentina: quatro classes de favorabilidade), resultando em regras diferentes para a mesma doença para os dois países.

### 3. Resultados e Discussão

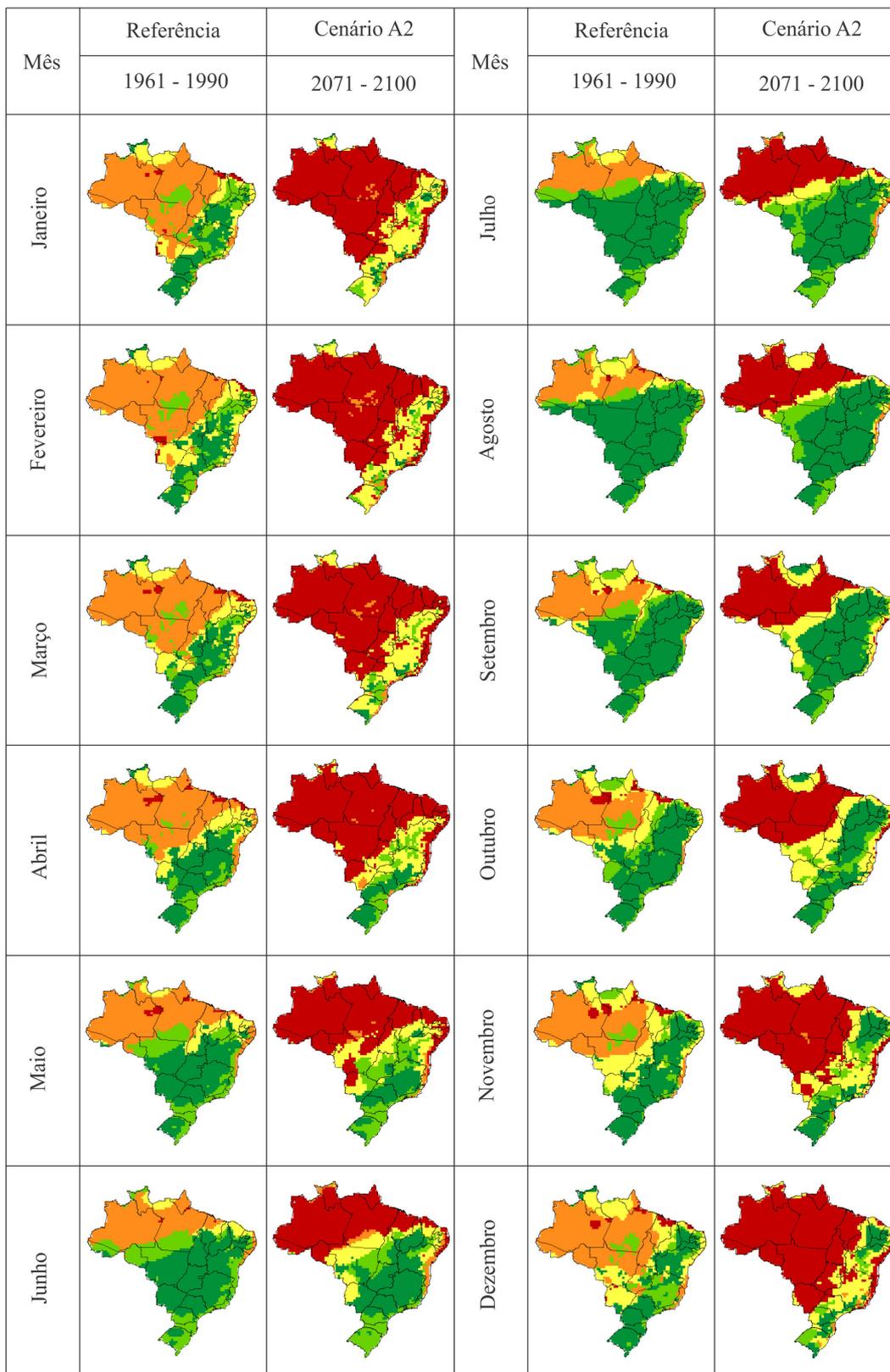
Os mapas mensais de distribuição da favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta do amendoim para o período de 1961-1990 e futuro de 2071-2100, cenário A2, para o Brasil e para a Argentina estão apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. As Figuras 3 e 4 mostram a percentagem de área ocupada das classes de favorabilidade climática à ocorrência da doença do amendoim nos meses de janeiro a dezembro nos períodos de 1961-1990 e de 2071-2100, cenários B1 e A2 para o Brasil e a Argentina, respectivamente.

Em geral, para ambos os países, a favorabilidade irá aumentar no futuro com as mudanças climáticas (Figuras 1 e 2), acompanhando o efeito sazonal do clima (Figuras 3 e 4). A área média anual desfavorável para o Brasil diminuirá de 33% da área do país em 1961-1990 para 23% da área 2071-2100, no cenário B1 e para 18% no cenário A2 (Figura 3); e para a Argentina, a área média anual desfavorável diminuirá de 64% da área ocupada no país em 1961-1990 para 56% da área 2071-2100, no cenário B1 e para 53% no cenário A2 (Figura 4), com conseqüente incrementos nas outras classes, mais favoráveis à doença.

Para o Brasil, os mapas indicam uma tendência de aumento da favorabilidade no futuro, abrangendo as regiões mais ao norte e no litoral do país (Figura 1). No estado de São Paulo, principal produtor do país, e áreas vizinhas, os meses de verão são mais favoráveis e os meses de inverno, com menores temperaturas, são desfavoráveis. Nos meses de janeiro a março, que são os mais importantes para a cultura no estado de São Paulo, a favorabilidade irá aumentar nos cenários climáticos futuros, o que pode significar necessidade de maior adoção de medidas de controle.

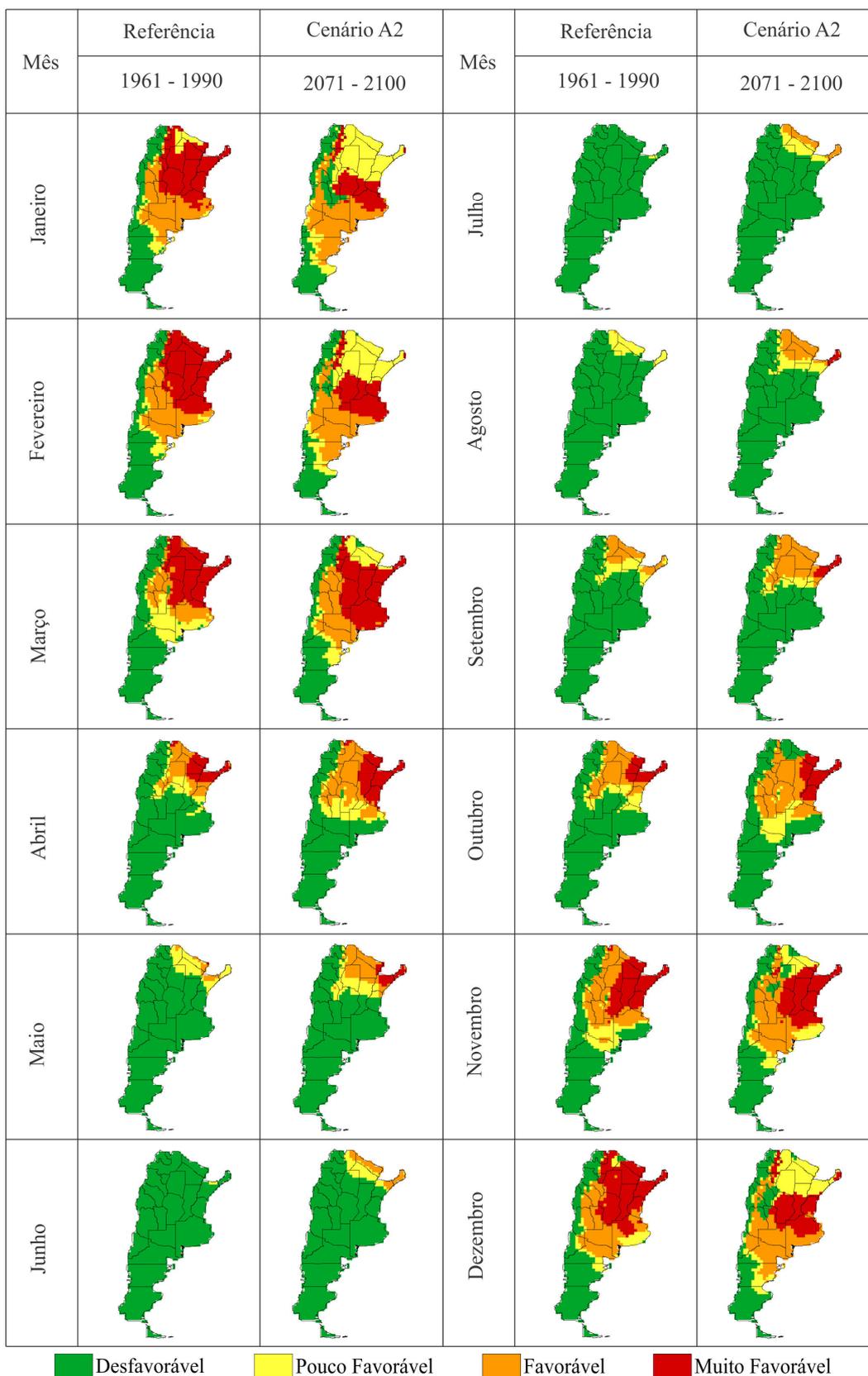
Para a Argentina, os meses de janeiro a março são de cultivo e também se encontram as condições favoráveis para a manifestação da doença, considerando a província de Córdoba, a maior produtora do país, e áreas vizinhas. No futuro, em 2071-2100, as condições predisponentes para a disseminação do patógeno é interrompida nos meses de janeiro e fevereiro na região mais noroeste do país; por outro lado, no mês de março se manteria as condições favoráveis, exceto mais ao norte do país.

A capacidade de simular os cenários das mudanças climáticas globais de diferentes níveis de severidade de doenças permite o desenvolvimento de táticas de controle e estratégias, facilitando a tomada de decisões e poderá resultar em significativa economia de tempo e recursos.



■ Desfavorável  
 ■ Pouco Favorável  
 ■ Favorável  
 ■ Muito Favorável  
 ■ Extremamente Favorável

Figura 1. Favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta (*Cercosporidium personatum*) do amendoim nos meses de janeiro a dezembro nos períodos de 1961-1990 e de 2071-2100, cenário A2 para o Brasil.



■ Desfavorável    
 ■ Pouco Favorável    
 ■ Favorável    
 ■ Muito Favorável

Figura 2. Favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta (*Cercosporidium personatum*) do amendoim nos meses de janeiro a dezembro nos períodos de 1961-1990 e de 2071-2100, cenário A2 para a Argentina.

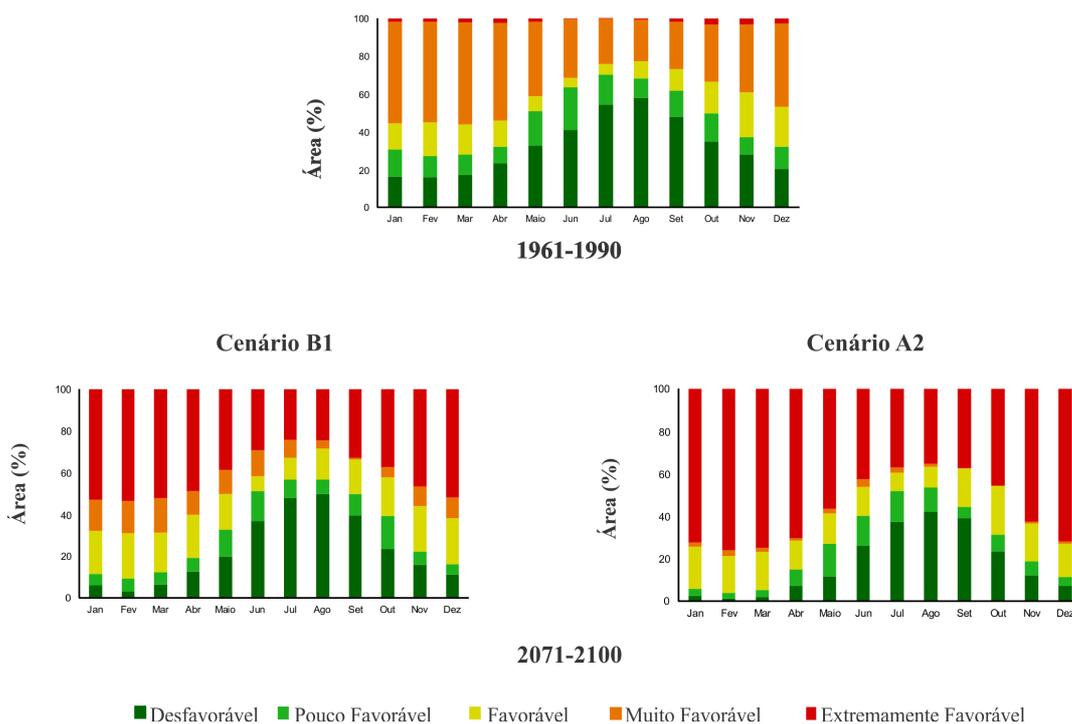


Figura 3. Área ocupada das classes de favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta (*Cercosporidium personatum*) do amendoim nos meses de janeiro a dezembro nos períodos de 1961-1990 e de 2071-2100, cenários B1 e A2 para o Brasil.

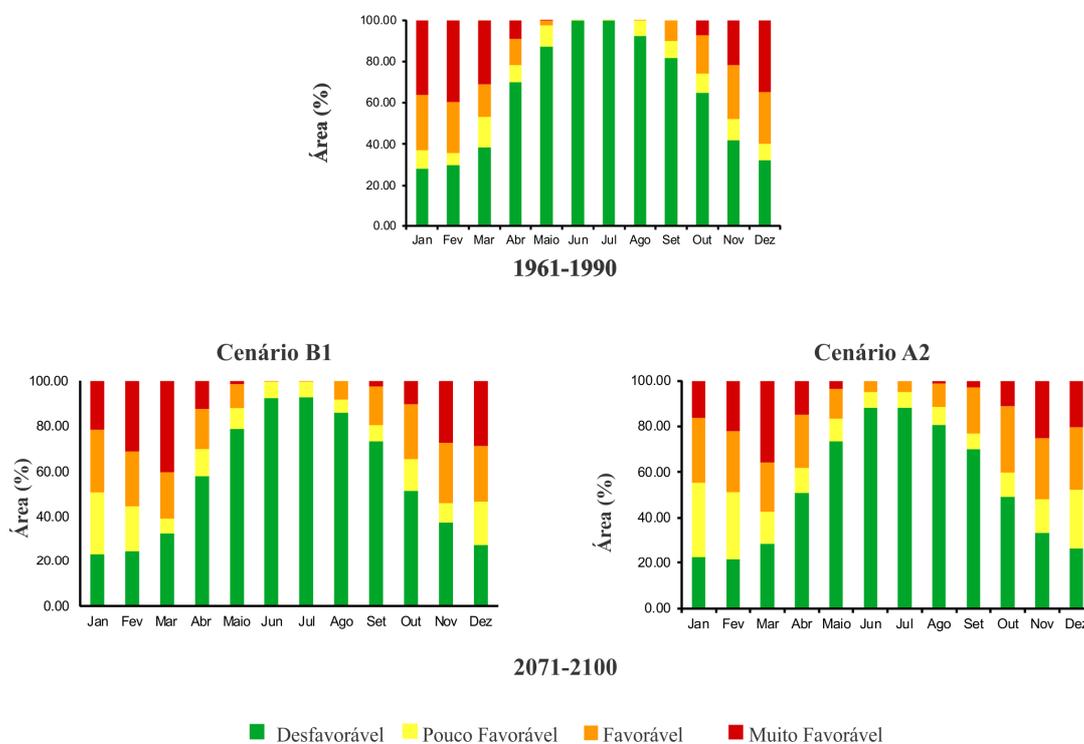


Figura 4. Área ocupada das classes de favorabilidade climática à ocorrência da mancha preta (*Cercosporidium personatum*) do amendoim nos meses de janeiro a dezembro nos períodos de 1961-1990 e de 2071-2100, cenários B1 e A2 para a Argentina.

#### 4. Conclusões

Prevê-se, no futuro, um aumento da favorabilidade do ambiente à ocorrência da mancha preta do amendoim para o Brasil e a Argentina. No entanto, considerando as atuais principais regiões produtoras e vizinhanças para o Brasil e a Argentina e os meses de janeiro a março, o panorama se diverge. Nesses meses, a previsão é de aumento de favorabilidade para o estado de São Paulo e áreas vizinhas. Para a província de Córdoba e ao redor, prevê-se diminuição de favorabilidade em janeiro e fevereiro e aumento em março.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa e ao INTA, por meio do projeto de pesquisa do Programa de Cooperação Bilateral Embrapa-INTA, pelo apoio financeiro.

#### Referências Bibliográficas

- Barreto, M. Doenças do amendoim. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 65-72.
- Ghini, R.; Hamada, E.; Bettiol, W. Impacto das mudanças climáticas sobre as doenças de plantas. In: Ghini, R.; Hamada, E.; Bettiol, W. (Ed.). **Impacto das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. cap. 1, p. 19-39.
- Godoy, I. J. et al. **Programa integrado de pesquisa**: oleaginosa. Campinas: IAC, 1985. 33p.
- Hamada, E.; Ghini, R.; Marengo, J. A.; Thomaz, M. C. Projeções de mudanças climáticas para o Brasil no final do século XXI. In: Ghini, R.; Hamada, E.; Bettiol, W. (Ed.). **Impacto das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. cap. 2, p. 41-74.
- IEA. Amendoim: produção, exportação e a safra 2011/2012. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12242>>. Acesso em: 10.nov.2015.
- IPCC. **Climate change 2007**: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.
- Jensen, R. E.; Boyle, L. W. A technique for forecasting leaf spot on peanuts. **Plant Disease Reporter**, v. 50, p. 810-814, 1966.
- March, G.; Oddino, C.; García, J.; Marinelli, A.; Rago, A. Variación de la eficiencia de fungicidas en el control de la viruela del maní. In: CONGRESO ARGENTINO DE FITOPATOLOGÍA, 2. Mar del Plata, Buenos Aires. p. 311. 2011.
- Marinelli, A.; Marchi, G. J. Viruela. In: March, G. J.; Marinelli, A. D. (Eds.). **Enfermedades del maní em Argentina**. Córdoba: Biglia Impresores, 2005, p. 13-39.
- Pedro Júnior, M. J.; Moraes, S. A.; Godoy, I. J. Agrometeorological forecasting method for Cercospora leafspot in peanuts. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 69-73, 1994.
- Pezzopane, J. R. M. Amendoim. In: Monteiro, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009, p. 354-372.