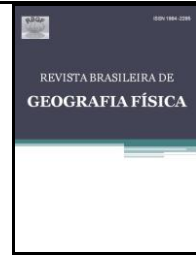




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Efeito das Mudanças Climáticas sobre a Favorabilidade às Podridões da Uva Madura e Cinzenta da Videira no Nordeste Brasileiro

Emília Hamada¹, Francislene Angelotti², Lucas da Ressurreição Garrido³, Raquel Ghini¹, Márcia Corrêa de Carvalho⁴, Renata Pavanelli Palladino⁴

¹Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente. E-mail: emilia@cnpma.embrapa.br, raquel@cnpma.embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido. E-mail: fran@cpatsa.embrapa.br

³Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho. E-mail: garrido@cnpuv.embrapa.br

⁴Graduando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. E-mail: marcia.carvalho@feagri.unicamp.br, renatappalladino@yahoo.com.br

Artigo recebido em 10/12/2011 e aceito em 27/12/2011

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o impacto potencial das mudanças climáticas sobre a favorabilidade às podridões da uva madura e cinzenta da videira, causadas por *Glomerella cingulata* e *Botrytis cinerea*, respectivamente, para o Nordeste brasileiro. Médias mensais de temperatura média do ar e de duração do período de molhamento foliar do período de referência (1961-1990) e do período futuro (2071-2100) foram obtidas das projeções dos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC para o cenário A2 de emissões de gases de efeito estufa. Mapas de distribuição geográfica da favorabilidade à doença foram elaborados no SIG Idrisi 32 demonstrando que para as duas doenças, no futuro, haverá uma redução da área favorável às suas incidências no Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: *Vitis* sp; *Glomerella cingulata*; *Botrytis cinerea*.

Climate Change Effect on the Favorability for Ripe Rot and Gray Mold of Grapevines in the Brazilian Northeast

ABSTRACT

This study aimed to assess the potential impact of climate change on the favorability for ripe rot and gray mold of grapevines, caused by *Glomerella cingulata* and *Botrytis cinerea*, respectively, in the Brazilian Northeast. Average monthly mean temperature and leaf wetness duration of the reference period (1961-1990) and future period (2071-2100) were obtained from projections of global climate models from IPCC Fourth Assessment Report for A2 scenario of emissions of greenhouse gases. Maps of geographic distribution of favorable responses for both diseases were developed using GIS Idrisi 32 and showed that in the future there will be a reduction in the favorable area for their incidence in the Brazilian Northeast.

Keywords: *Vitis* sp; *Glomerella cingulata*; *Botrytis cinerea*.

1. Introdução

O ambiente pode influenciar o crescimento e a suscetibilidade da planta hospedeira, a multiplicação, a disseminação, a sobrevivência e as atividades do patógeno,

assim como a interação entre a planta hospedeira e o patógeno. Nesse sentido, é de se esperar que as mudanças climáticas globais possam promover significativas alterações na ocorrência e severidade de doenças de plantas, ocasionando graves consequências

* E-mail para correspondência: emilia@cnpma.embrapa.br (Hamada, E.).

econômicas, sociais e ambientais (Ghini *et al.*, 2008).

Para prever possíveis alterações na distribuição dos patógenos provocados pelos efeitos das mudanças climáticas são utilizadas as projeções dos modelos climáticos. Estes modelos são baseados em princípios físicos, que descrevem características do clima recente e mudanças do clima passado e, com considerável confiança, fornecem boas estimativas quantitativas da mudança do clima futuro, particularmente em escalas continental e mundial (Randall *et al.*, 2007). Por envolverem processos dinâmicos e complexos, é fundamental que a análise desses efeitos considere cada patossistema, em particular (Shaw e Osborne, 2011).

As doenças fúngicas constituem-se em um dos principais problemas em todas as regiões produtoras de uva do Brasil e, dentre essas doenças, estão as podridões do cacho. Segundo Garrido *et al.* (2007), elas ocorrem quando os cachos de uvas são atacados por uma série de microrganismos que inclui fungos, bactérias e leveduras, presentes na superfície das plantas e sobre material em decomposição e, além dos cachos, alguns desses fungos podem ocorrer em outros órgãos da planta, como folhas e ramos. As principais podridões que ocorrem nas uvas americanas são a podridão da uva madura, causada por *Glomerella cingulata*, e a podridão amarga. Já nas uvas viníferas, as mais comuns são a podridão da uva madura, a podridão cinzenta, causada pelo fungo

Botrytis cinerea, e a podridão ácida, causada por um complexo de microrganismos que inclui bactérias e leveduras (Garrido *et al.*, 2007).

A podridão cinzenta ocorre em todas as regiões produtoras de uvas do Brasil, reduzindo qualitativa e quantitativamente a produção (Garrido e Sônego, 2005). Temperaturas entre 18 °C a 28 °C e elevada umidade relativa, durante a maturação da uva, proporcionam alta severidade da doença (Broome *et al.*, 1995).

A podridão da uva madura também pode causar sérios danos à vitivinicultura. A infecção pelo patógeno pode ocorrer em todos os estádios de desenvolvimento do fruto (desde a floração até a colheita). As condições favoráveis para a ocorrência e desenvolvimento da doença são temperaturas entre 25 °C a 30 °C e elevada umidade (Agrios, 1997; Chalfoun e Abrahão, 1984; Lee, 1962).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a favorabilidade da podridão da uva madura e da podridão cinzenta no Nordeste do Brasil.

2. Material e Métodos

As variáveis climáticas utilizadas foram médias mensais de temperatura média do ar e da duração de período de molhamento foliar (DPMF) dos climas de referência (1961 a 1990) e futuro (2071 a 2100), no cenário de emissão A2.

Tabela 1. Modelos climáticos globais selecionados do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, de acordo com a variável climática considerada.

Modelo	Instituição e País	Temperatura média	Umidade Específica*
BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centre for Climate Research, Noruega	X	X
CGCM3.1.T47	Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis, Canadá	X	X
CNRM-CM3	Météo-France, França	X	X
CSIRO-Mk3.0	CSIRO Atmospheric Research, Austrália	X	
ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn, Alemanha/Coréia	X	
GFDL-CM2.0	US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, EUA	X	
GISS-ER	Goddard Institute for Space Shuttles, EUA	X	X
UKMO-HadCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office, Reino Unido	X	
UKMO-HadGEM1	Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office, Reino Unido	X	
INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics, Rússia	X	X
MIROC3.2.medres	Center for Climate System Research, Japão	X	X
ECHAM5	Max Planck Institute for Meteorology, Alemanha	X	
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute, Japão	X	X
CCSM3	National Center for Atmospheric Research, EUA	X	
PCM	National Center for Atmospheric Research, EUA	X	

* A Duração do Período de Molhamento Foliar (DPMF) utilizada neste estudo foi obtida a partir da variável climática básica umidade específica. Fonte: Adaptado de Randall *et al.* (2007).

Na caracterização do clima de referência foram consideradas informações obtidas do Climate Research Unit (<http://www.cru.uea.ac.uk/>). O clima futuro foi obtido das projeções dos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do

IPCC disponíveis no *Data Distribution Centre* (DDC) em sua página da internet (<http://www.ipcc-data.org/>). Na caracterização do clima futuro foi realizada a média aritmética das projeções de 30 anos, mês a mês, representando o período de 2071 a 2100 e

também a média das projeções dos modelos, considerando 15 modelos para temperatura média do ar e sete para umidade específica, como variáveis básicas (Tabela 1). Os modelos considerados são os disponíveis, abrangendo o continente sul-americano, pois nem todos os modelos apresentam as projeções de todas as variáveis climáticas. Informações de umidade específica foram convertidas em umidade relativa, aplicando-se a fórmula de Tetens. A seguir, a DPMF foi estimada em função da umidade relativa, segundo metodologia apresentada em Hamada *et al.* (2008).

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 dados foram submetidos aos métodos de interpolação, de forma a terem a resolução espacial final de 0,5° X 0,5° de latitude e de longitude. Maiores detalhes são apresentados em Hamada *et al.* (2011). Posteriormente, foi realizado o recorte das informações do banco de dados climáticos para a região de estudo, o Nordeste brasileiro (Figura 1).

Na elaboração dos mapas de favorabilidade da podridão da uva madura foram estabelecidas as seguintes faixas: “favorável” – DPMF entre 4 e 8 horas/dia e temperatura média mensal acima de 20 °C ou DPMF acima de 8 horas/dia e temperatura acima de 16 °C; “pouco favorável” – DPMF entre 2 e 4 horas/dia e temperatura acima de

16 °C ou DPMF entre 4 e 8 horas/dia e temperatura entre 16 °C e 20 °C; e “desfavorável” – temperaturas inferiores a 16 °C, para qualquer DPMF ou para DPMF inferior a 2 horas/dia, para qualquer temperatura.

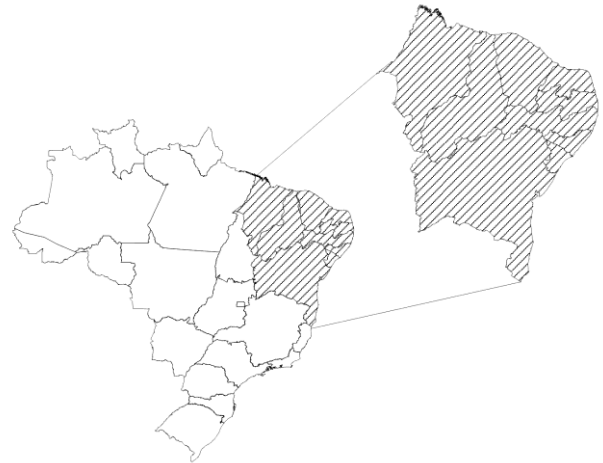


Figura 1. Localização da área de estudo, Nordeste brasileiro.

Para a podridão cinzenta foram definidas as faixas: “favorável” – DPMF acima de 8 horas/dia e temperatura acima de 16 °C ou DPMF entre 2 e 8 horas/dia e temperatura entre 20 °C e 24 °C; “pouco favorável” – DPMF entre 2 e 8 horas/dia e temperaturas entre 16 °C e 20 °C ou acima de 24 °C ; e “desfavorável” – temperaturas inferiores a 16 °C, para qualquer DPMF ou para DPMF inferior a 2 horas/dia, para qualquer temperatura.

Esses critérios foram utilizados nas funções lógicas no SIG, gerando mapas mensais de faixas de favorabilidade para as duas doenças. Os mapas mensais de risco de cada problema fitossanitário para o clima de referência foram validados por profissionais

da Embrapa da região com base na ocorrência da doença.

3. Resultados e Discussão

Os mapas de distribuição das podridões da uva madura e cinzenta confeccionados para o clima futuro (2071 a 2100) indicam que, de um modo geral, haverá redução da favorabilidade do ambiente à ocorrência de ambas as doenças em relação ao clima de referência (1961 a 1990) para o Nordeste brasileiro (Figuras 2 e 3).

Na média anual, para a podridão da uva madura a área desfavorável à ocorrência da doença na região passará de 18% para 25%, mantendo em 24% de área pouco favorável e diminuirá a área favorável de 58% para 51%, porém com previsão que a área favorável no futuro mantenha-se ainda em pelo menos metade da região Nordeste (Figura 4A). Para a podridão cinzenta, estima-se que a área desfavorável passará de 18% para 25%, a pouco favorável de 49% para 55% e a área favorável de 33% para 20%, com predominância ainda das áreas pouco favoráveis à essa doença (Figura 4B). A principal alteração do clima responsável por esses resultados será a redução da DPMF no futuro, que é diretamente relacionada com o decréscimo da umidade relativa média para níveis desfavoráveis à ocorrência da doença (Garrido *et al.*, 2007).

As mudanças climáticas alterarão o atual cenário dos problemas fitossanitários. As modificações na importância relativa das

doenças podem ocorrer em algumas décadas. Os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes podem ser positivos, negativos ou neutros, pois as mudanças climáticas podem diminuir, aumentar ou não ter efeito sobre os diferentes problemas fitossanitários, em cada região (Ghini *et al.*, 2008). Por exemplo, Ghini *et al.* (2007) avaliaram os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a sigatoka-negra da bananeira, por meio da elaboração de mapas de distribuição da doença confeccionados a partir dos cenários disponibilizados pelo IPCC e os mapas indicaram que haverá redução da área favorável à doença no país, gradativamente para as décadas de 2020, 2050 e 2080; porém, extensas áreas ainda continuarão favoráveis à ocorrência da doença, especialmente no período de novembro a abril. Por outro lado, para nematóides (raças de *Meloidogyne incognita*) e bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) da cultura de café, as projeções do futuro (2020, 2050 e 2080) indicam que poderá haver aumento na infestação, tanto do nematóide quanto da praga, pelo maior número de gerações por mês, quando se compara com a normal climatológica de 1961–1990 (Ghini *et al.*, 2008). Na região Nordeste, as principais doenças que causam dano econômico na videira são o míldio, o oídio, a ferrugem e o cancro bacteriano, entretanto diante do novo cenário climático torna-se necessário estudar outros patossistemas e a localidade em questão.

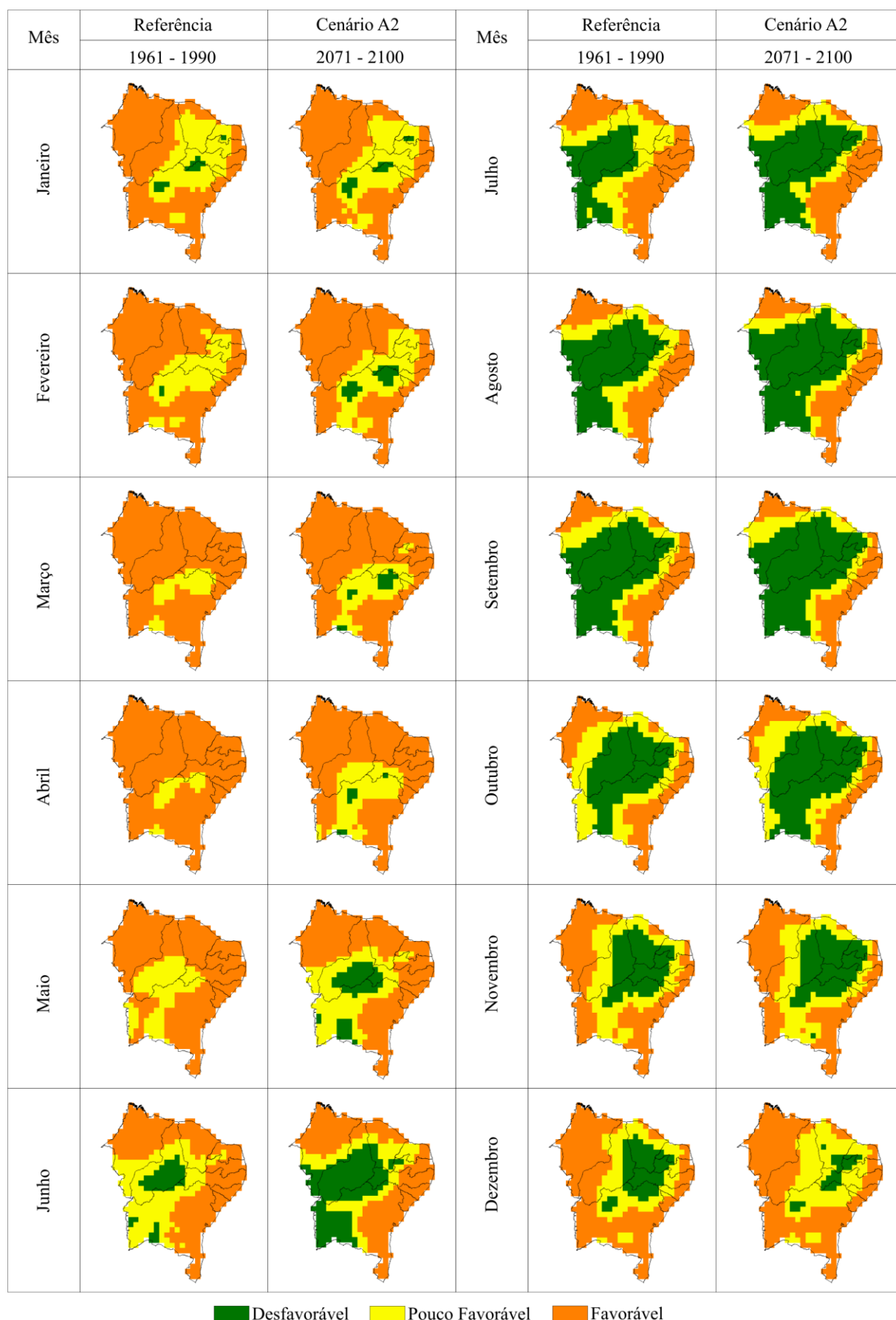


Figura 2. Favorabilidade à podridão da uva madura (*Glomerella cingulata*) de janeiro a dezembro no período de referência (1961 a1990) e futuro (2071 a 2100), cenário A2, para o Nordeste brasileiro.

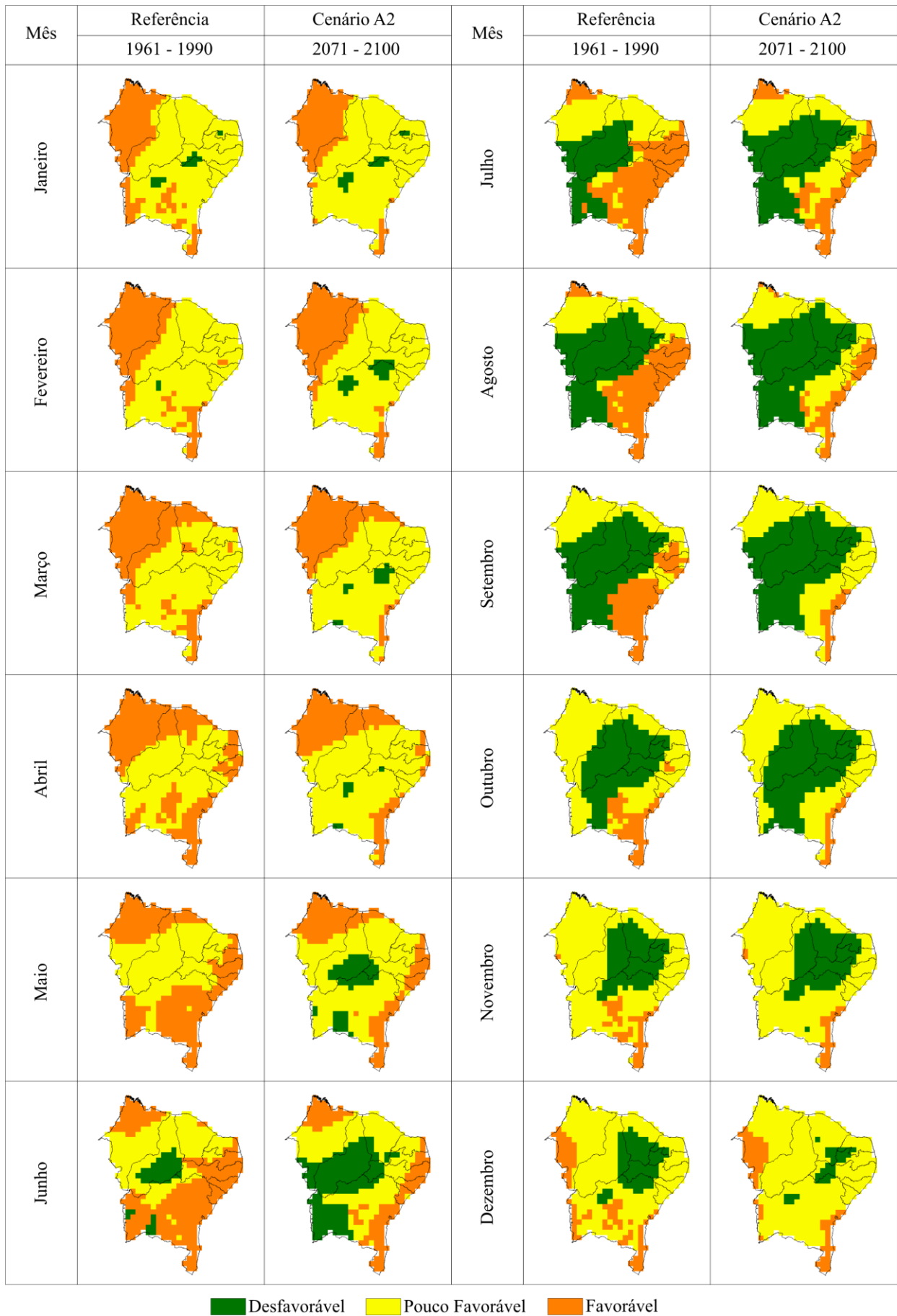
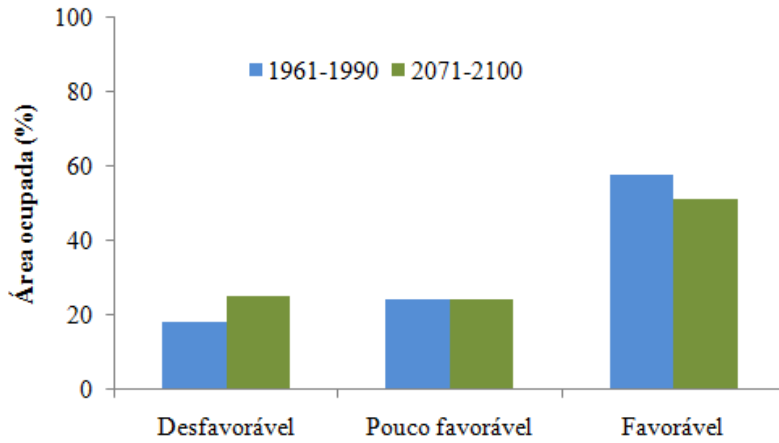
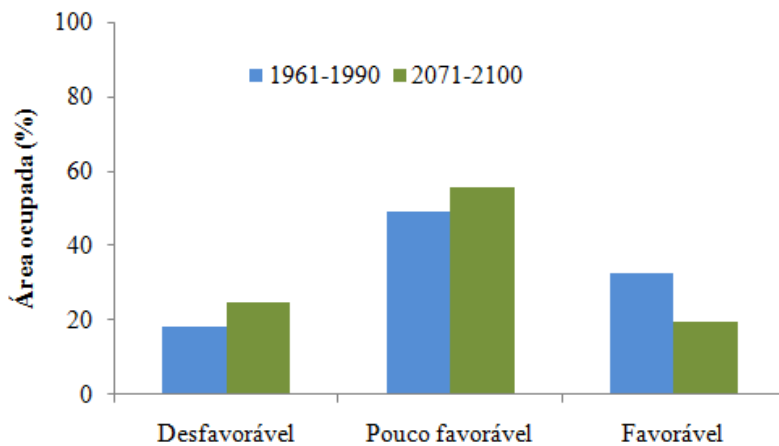


Figura 3. Favorabilidade à podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) da videira de janeiro a dezembro no período de referência (1961 a 1990) e futuro (2071 a 2100), cenário A2, para o Nordeste brasileiro.



(A): Podridão da uva madura (*Glomerella cingulata*)



(B): Podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*)

Figura 4. Área ocupada (%) das classes de favorabilidade à ocorrência da podridão da uva madura (A) e podridão cinzenta (B) para a média anual no período de referência (1961 a 1990) e no futuro (2071 a 2100), cenário A2, para o Nordeste brasileiro.

4. Conclusões

Prevê-se no futuro uma redução na favorabilidade do ambiente à ocorrência da podridão da uva madura e da podridão cinzenta para o Nordeste, considerando as projeções do IPCC.

5. Referências

Agrios, G.N. (1997). Plant pathology. New York, Academic Press, 635 p.

Broome, J.C.; English, J.T.; Marois, J.J.;

Latorre, B.A.; Aviles, J.C. (1995). Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. *Phytopathology*, v. 85. p. 97-102.

Chalfoun, S.M.; Abrahão, E. (1984). Doenças da videira. *Informe Agropecuário*, v. 10, p. 56-62.

Garrido, L.R.; Sônego, O.R. (2005). Podridão cinzenta da uva: epidemiologia,

- sintomatologia e controle. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 7 p. (Circular Técnica, 59).
- Garrido, L.R.; Sônego, O.R.; Schneider, E.P. Doenças. In: Nachtigal, J.C.; Schenider, E.P. (Eds.) (2007). *Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p. 47-54. (Documentos, 65).
- Ghini, R.; Hamada, E.; Gonçalves, R.R.V.; Gasparotto, L.; Pereira, J.C.R. (2007). Análise de risco das mudanças climáticas globais sobre a sigatoka-negra da bananeira no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, p. 197-204.
- Ghini, R.; Hamada, E.; Pedro Júnior, M.J.; Marengo, J.; Gonçalves, R.R.V. (2008). Risk analysis of climate change on coffee nematodes and leaf miner in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p.187-194.
- Ghini, R.; Hamada, E.; Bettiol, W. (2008). Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre as doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 16, p. 1-37.
- Hamada, E.; Ghini, R.; Fernandes, J.L.; Pedro Júnior, M.J.; Rossi, P. (2008). Spatial and temporal variability of leaf wetness duration in the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola*, v. 65, p. 26-31.
- 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. (Eds.) (2011). *Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil*. Embrapa Meio Ambiente. p. 41-74.
- Lee, D.H. (1962). Study on the control of ripe rot disease of grape. *Plant Protection*, v. 1, p.47-50, 1962.
- Randall, D.A.; Wood, R. A.; Bony, S. et al. Climate models and their evaluation. In: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averty, K. B.; Tignor, M.; Miller, H. L. (Eds.) (2007). *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, UK: Cambridge University Press. p. 589-662.
- Shaw, M.W.; Osborne, T.M. (2011). Geographic distribution of plant pathogens in response to climate change. *Plant Pathology*, v. 60, p. 31-43.