



IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA SARNA DA MACIEIRA

THÁLITA CARRIJO DE OLIVEIRA¹; EMÍLIA HAMADA²; SÍLVIO ANDRÉ MEIRELLES
ALVES³; JOSÉ TADEU DE OLIVEIRA LANA⁴

Nº 12421

RESUMO

As mudanças climáticas globais, de forma geral, representam sérias ameaças à produção agrícola, modificando a incidência dos problemas fitossanitários com impactos negativos à agricultura. O Brasil é bastante vulnerável quando se trata desses impactos, devido à grande variabilidade natural do clima. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a distribuição espacial e temporal da sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), no período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100) para o cenário A2 e B1, nas condições brasileiras. Foram elaborados mapas do período de referência (1961-1990) e, posteriormente, do futuro (2071-2100, cenários A2 e B1), utilizando o SIG Idrisi 32, baseando-se em faixas de favorabilidade das variáveis climáticas, temperatura média e duração do período de molhamento foliar. Concluiu-se que, as mudanças climáticas alterarão o panorama fitossanitário no Brasil no futuro (2071-2100) para a sarna da macieira e sua favorabilidade diminuirá, principalmente, nos meses mais críticos para o avanço da doença, nas regiões Sul e Sudeste, hoje tradicionalmente produtoras.

¹ Eng.^a Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Goiânia-GO, thalita.c.oliveira@hotmail.com

² Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, emilia@cnpma.embrapa.br

³ Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Vacaria-RS, silvio@cnpuv.embrapa.br.

⁴ Analista, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, lana@cnpma.embrapa.br



ABSTRACT

Global climate change, in general, pose serious threats to agricultural production, modifying the incidence of disease problems with negative impacts to agriculture. Brazil is very vulnerable when it comes to these impacts due to natural climate variability. The objective of this study was to evaluate the impacts of climate change on the spatial and temporal distribution of apple scab (*Venturia inaequalis*) in the reference period (1961-1990) and future (2071-2100) for scenario A2 and B1 in Brazilian conditions. Maps were drawn of the reference period (1961-1990) and thereafter the future (2071-2100, A2 and B1 scenarios), using the GIS Idrisi 32, based on ranges of favorable climatic variables, mean temperature and duration of leaf wetness. It was concluded that climate change will alter the landscape plant in Brazil in the future (2071-2100) for apple scab and his favorability decline, especially in the months most critical for the advancement of the disease in South and Southeast, today traditional producer.

INTRODUÇÃO

A mudança global do clima pode ser observada nas alterações médias do aumento da temperatura e na maior frequência e intensidade de eventos extremos de clima (enchentes, secas, entre outros), sendo que, as ações antrópicas são as principais causas dessas alterações, influenciando significativamente o atual cenário fitossanitário da agricultura brasileira (HAMADA et al., 2006). As mudanças climáticas podem alterar significativamente a ocorrência e severidade de problemas fitossanitários (GHINI, 2005). Estes, por sua vez, constituem-se em um dos principais responsáveis pelas reduções na produção agrícola, colocando em risco a sustentabilidade do agroecossistema (GHINI et al., 2011). Atualmente, uma das principais frutas comercializadas no Brasil é a maçã (*Malus domestica* Borkh) e os estados da região Sul são os seus principais produtores (BONETI et al., 2002). As doenças de verão, conhecidas assim porque seus sintomas são mais visíveis nesta época do ano, atacam a parte aérea do fruto, e a sarna é a principal doença de verão da macieira nas regiões de clima temperado e úmido, podendo causar perdas de até 100% na produção de maçãs (SANHUEZA et al., 2002). A sarna da macieira, causada pelo fungo *Venturia inaequalis*, afeta diversas partes da planta como as folhas, gemas, flores e frutos e o patógeno sobrevive no inverno nas folhas que foram infectadas no ciclo vegetativo anterior e que, após sua queda, permanecem no solo do pomar (SANHUEZA, 2004). Durante o outono e inverno, o micélio de *Venturia inaequalis* penetra profundamente no tecido do hospedeiro e inicia a formação do pseudotécio



(estrutura de reprodução sexuada), à temperatura ideal de 4 °C, não havendo acima de 15 °C (BONETTI et al., 2001). Passado esse período de sobrevivência, as condições climáticas se tornam mais favoráveis à ocorrência da doença. Ou seja, são nos meses da primavera que há grande fluxo de crescimento da macieira (abundância de tecido suscetível) e aumento na liberação de esporos do fungo. As condições de temperaturas amenas, chuvas e longo período de molhamento foliar favorecem a liberação de esporos e formação de novas lesões (SANHUEZA, 2004). O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a distribuição espacial e temporal da sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), no período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100), nas condições brasileiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O SIG Idrisi 32 foi adotado na análise e confecção dos mapas de distribuição geográfica, tendo o Brasil como área de estudo, com resolução espacial de 0,5° x 0,5° de longitude e latitude.

O clima de referência foi baseado nos dados observados do período de 1961 a 1990 e o clima futuro considerou dois cenários climáticos futuros, A2 e B1, centrados no período de 2071 a 2100.

O cenário A2 descreve um mundo muito heterogêneo, com aumento contínuo da população mundial, em que o crescimento econômico é principalmente orientado regionalmente e o crescimento econômico per capita e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos em relação aos outros cenários; enquanto o cenário B1 descreve um mundo convergente com a população global, que atinge o pico em meados do século XXI e declina logo em seguida, mas com rápida mudança na estrutura econômica, com redução na utilização de material e a iniciativa do uso de tecnologias limpas e eficientes na utilização de recursos (IPCC, 2000).

As variáveis consideradas para o clima de referência foram médias mensais de 30 anos, do período de 1961 a 1990, obtidas no CRU (*Climate Research Unit*), e as variáveis para o clima futuro foram médias mensais, do período de 2071 a 2100, obtidas das projeções de modelos climáticos globais, disponibilizadas pelo Quarto Relatório do IPCC (2007), são elas: temperatura média do ar e duração do período de molhamento foliar, segundo os critérios apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Faixas de favorabilidade à ocorrência da sarna da macieira

Temperatura (°C)	Horas de molhamento foliar (h/dia)		
	M < 2	2 ≤ M < 4	M ≥ 4
T < 10	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável
10 ≤ T < 18	Desfavorável	Favorável	Favorável
18 ≤ T < 20	Desfavorável	Pouco Favorável	Favorável
20 ≤ T < 22	Desfavorável	Pouco Favorável	Pouco Favorável
T ≥ 22	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de favorabilidade climática à sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) confeccionados para o clima futuro (2071-2100) indicam que, de forma geral, haverá redução da área favorável ao desenvolvimento da doença no país, nas regiões Sul e Sudeste, principalmente nos meses mais críticos, de setembro a novembro, para os dois cenários estudados (Figuras 1 e 2), comparado com o período de referência (1961-1990). Os meses de setembro a novembro são os mais críticos para o avanço da doença, quando folhas e frutos são infectados, porque há perfeita coincidência entre a fenologia da macieira e a maior produção de esporos pelo fungo (BONETI et al., 2003).

Os estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, tradicionalmente concentram a maior parte da produção de maçã brasileira (BITTENCOURT e MATTEI, 2008). De acordo com os dados do IBGE de 2010, a região sul foi responsável por 99,2% da área plantada de maçã do Brasil e, as áreas produtoras do Sudeste, que localizam-se nos estados de São Paulo e Minas Gerais, correspondem por apenas 0,6% da área plantada por essa frutífera (“Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA”, 2012). Já as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste não apresentam histórico de produção de maçã e nem condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do fungo, tanto no período de referência (1961-1990) quanto no futuro (2071-2100), portanto, apresentaram áreas desfavoráveis à sarna da macieira.

A maior incidência da sarna da macieira ocorrerá em praticamente toda a região Sul e nas regiões produtoras do Sudeste, durante todo o período do outono e inverno para os três períodos futuros, nos dois cenários futuros (Figura 3), como ocorre no período de referência (1961-1990).

Embora a área territorial que é favorável para a doença diminua na primavera, para os dois cenários, é nessa estação do ano que a doença mais avança (ALVES et al., 2012). Nos meses de verão a importância da doença diminui, pois o inóculo que sobreviveu no inverno se torna escasso e os tecidos vegetais se tornam mais resistentes (JONES, 1990).



FIGURA 1. Mapas de favorabilidade à sarna da macieira, para os meses de janeiro a junho, no período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100, cenários A2 e B1).

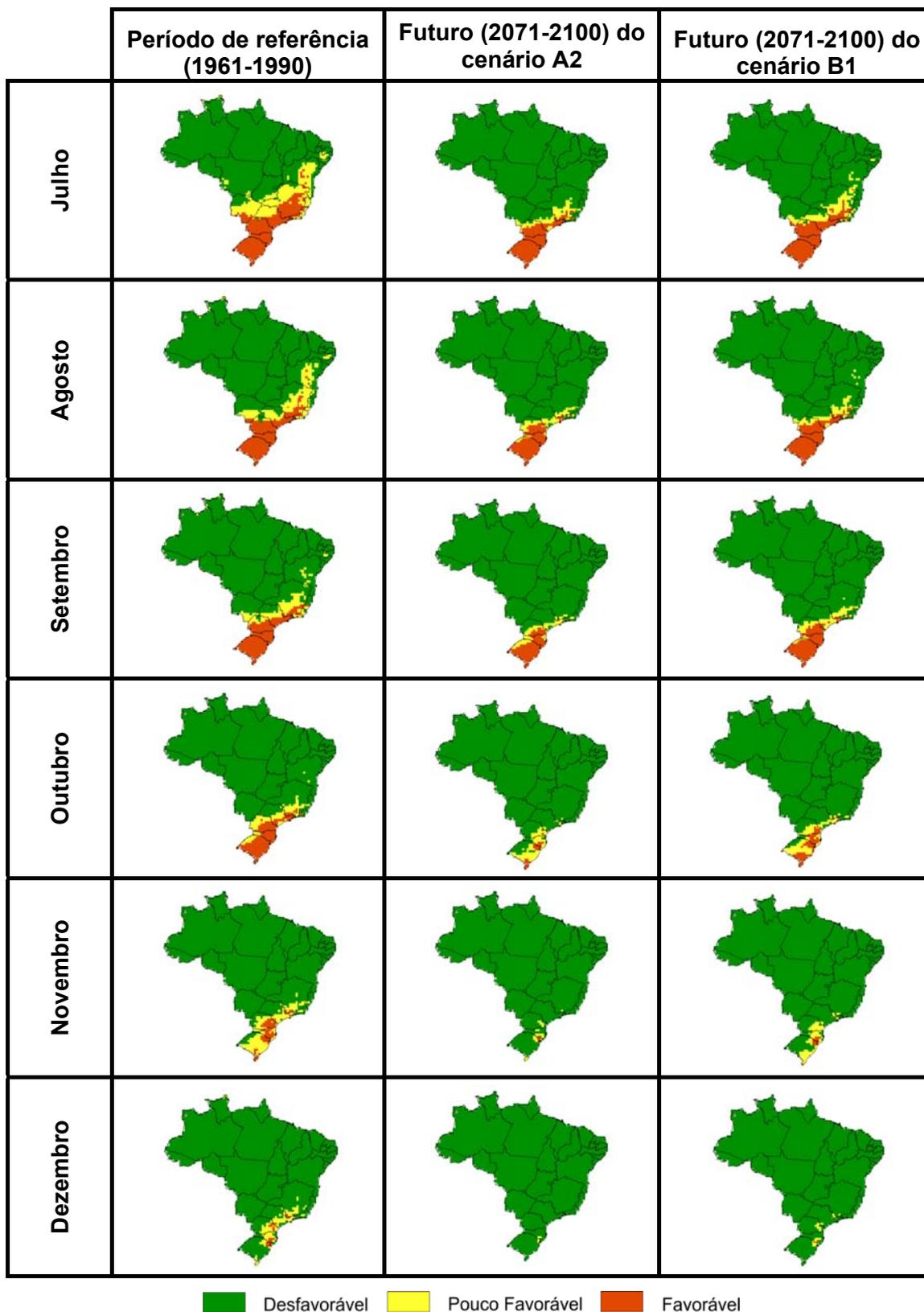
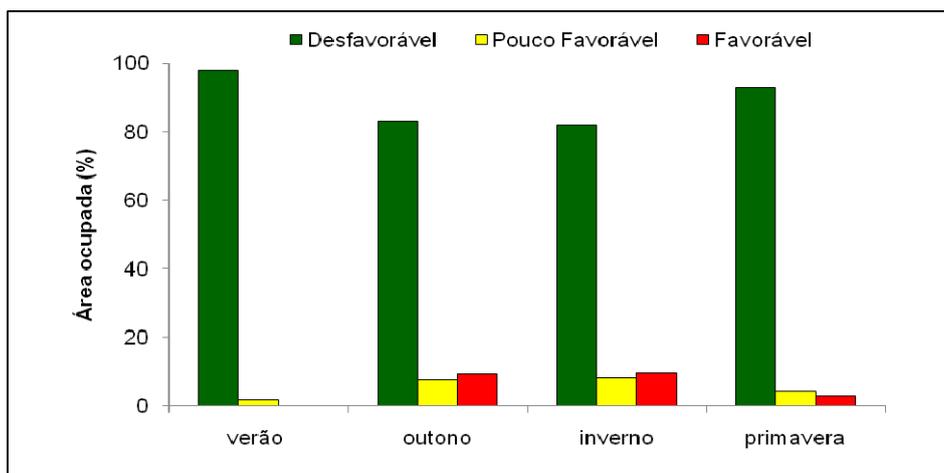
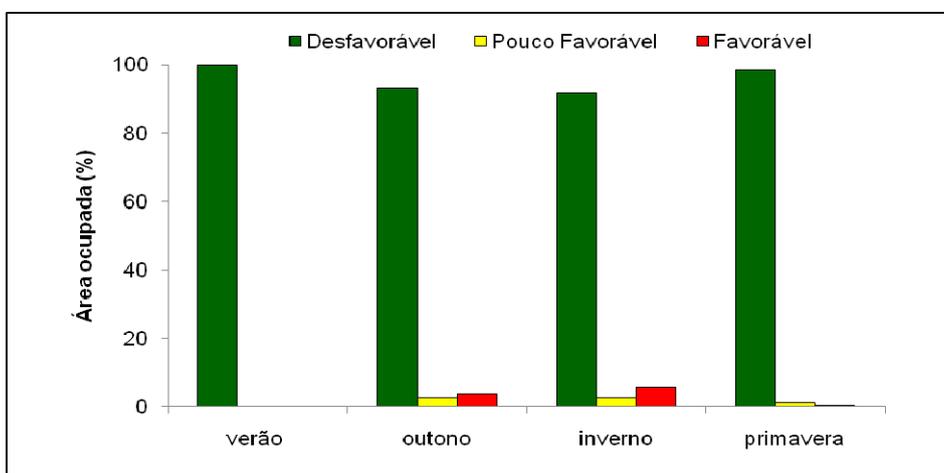


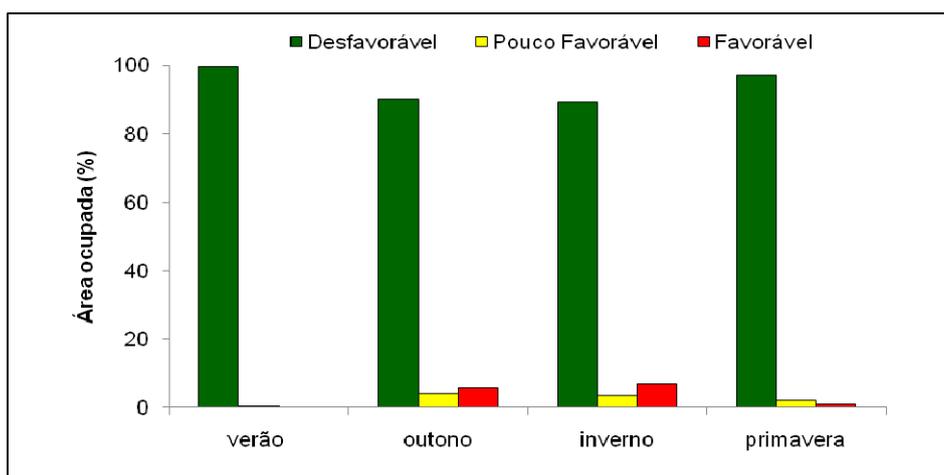
FIGURA 2. Mapas de favorabilidade à sarna da macieira, para os meses de julho a dezembro, no período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100, cenários A2 e B1).



(a) Período de 1961 a 1990



(b) Período de 2071 a 2100, cenário A2



(c) Período de 2071 a 2100, cenário B1

FIGURA 3. Área ocupada (%) das classes de favorabilidade à sarna da macieira nas estações do ano no (a) período de 1961 a 1990, (b) período de 2071 a 2100, cenário A2 (c) período de 2071 a 2100, cenário B1, para o Brasil.



CONCLUSÃO

No futuro, a favorabilidade da sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) diminuirá no Brasil, em especial, nos meses de setembro a novembro, considerados críticos para a cultura. Áreas hoje tradicionalmente produtoras de maçã, regiões Sul e Sudeste, terão reduzido o potencial de favorabilidade à essa doença.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa – Macroprograma 1 (Climapest) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. A. M.; HAMADA, E.; OLIVEIRA, T. C. Distribuição espacial e sazonal da favorabilidade climática à ocorrência da sarna da macieira no Brasil. In: Workshop sobre mudanças climáticas e problemas fitossanitários, 2012, Jaguariúna. **Anais Eletrônicos...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012.
- BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F. Panorama da cadeia da maçã no estado de Santa Catarina: algumas evidências no segmento da produção. Encontro de Economia Catarinense, 2., 2008, Chapecó-SC. Anais... Chapecó-SC, 2008.
- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. É hora de controlar a sarna que não coça. **Grupo Cultivar Hortaliças e frutas**, v. 7, maio. 2001.
- BONETI, J.I.S.; CESAR, J.D.; PETRI, J.L.; BLEICHER, J. **Evolução da cultura da macieira** In: A Cultura da Macieira. Florianópolis, 2002. 743p.
- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; SANHUEZA, R. M. V. Manejo da sarna na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, R. M. V. (Eds.). **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. 1. ed. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 35–52.
- GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doença de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104 p.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 356 p.
- HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R. R. V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologia de elaboração de mapas. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.3, n. 2, p. 73-85, 2006.



IPCC. **The SRES emission scenarios**: the IPCC Data Distribution Centre. 2000. Disponível em: <<http://sedac.ciesin.columbia.edu/ddc/sres/index.html>>. Acesso em: 30 Mar. 2012.

IPCC. **Climate change 2007**: fourth assessment report. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm>. Acesso em: 30 Mar. 2012.

JONES, A. L. **Compendium of apple and pear diseases**. St. Paul, Minnessota: Amer Phytopathological Society, 1990.

SANHUEZA, R. M. V. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã**: fitossanidade. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 34-60. (Manual da série Frutas do Brasil; 38).

SANHUEZA, R. M. V.; BECKER, W.; BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã**. 1. ed. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 12p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 36).

Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=18>>. Acesso em: 18 maio. 2012.