



MAPEAMENTO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM CENÁRIOS DE CLIMA ATUAL E FUTURO

VANESSA VITÓRIA CHEVARRIA¹, EMERSON MEDEIROS DEL PONTE², SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE³, EMÍLIA HAMADA⁴

¹ Doutoranda, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, vanessachevarria@yahoo.com.br

² Professor, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, emerson.delponte@ufrgs.br

³ Professora, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, mundstock.jahnke@ufrgs.br

⁴ Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, emilia@cnpma.embrapa.br

RESUMO: Dentre as doenças que ocorrem na cultura da soja no Brasil destaca-se em importância a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. O trabalho teve como objetivo avaliar o impacto potencial de alterações nos padrões de precipitação em cenários de clima futuro na severidade da ferrugem asiática na Região Sul do Brasil. Um modelo de predição da severidade foi integrado a um sistema de informação geográfica alimentado com dados de clima atual (1961-90) e futuro (2020, 2050 e 2080) predito pelos modelos do IPCC (cenários futuros A2 e B1) para a geração de mapas de severidade. Em cada um dos oito cenários possíveis, foi gerado um mapa mensal com a severidade delimitada em cinco classes (0-100%) com base na chuva acumulada para os meses de outubro a abril. Os resultados mostram que, no período de maior ocorrência da ferrugem (dezembro a fevereiro), no cenário atual, o maior percentual de área da região (de 70 a 80% da área) apresentou severidade média entre 40 e 60%. Já nos cenários futuros, os modelos projetam um pequeno incremento na área geográfica nessa mesma classe, variando de 70 a 90%, para o mesmo período, sendo mais alto na década de 2080.

PALAVRAS-CHAVE: *Phakopsora pachyrhizi*, precipitação, mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja *Glycine max* (L.) é base do agronegócio no Brasil e teve um incremento significativo em área plantada e índices de produtividade na última década, sendo o país o segundo maior produtor agrícola mundial (IBGE, 2009). Durante seu ciclo, fatores bióticos e abióticos podem causar perdas em rendimento e qualidade da produção, destacando-se insetos-praga e doenças.

A ferrugem asiática, a principal doença da cultura, é causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, um fungo biotrófico que possui alto potencial de dano à cultura devido ao rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos (SOARES et al., 2004). Danos estimados na produção variaram de 5 a 95% dependendo da região, do estágio da cultura em que a epidemia foi detectada e das condições meteorológicas (HARTMAN et al., 1991). A doença pode ocorrer em qualquer estágio da cultura, sendo mais comumente detectada no estágio reprodutivo, principalmente a partir dos estágios de enchimento de grãos. No entanto, o momento de detecção pode variar em função da quantidade local de inóculo e das condições pluviométricas no início da safra. No sul do Brasil, o comportamento da ferrugem tem sido variável em função da variabilidade climática, tanto em relação ao momento de detecção e os níveis finais de severidade (DEL PONTE et al., 2006, 2011).

A projeção de alterações nos padrões espaciais e temporais da doença em função de mudanças climáticas potenciais é importante para definir estratégias atuais e futuras de manejo de risco (COAKLEY et al., 1999). O trabalho teve como objetivo avaliar os impactos potenciais das mudanças climáticas por meio da geração de mapas de severidade da ferrugem asiática na Região Sul do Brasil integrando-se modelos bioclimáticos da doença e dados de clima atual e futuro projetado pelos modelos globais do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

MATERIAL E MÉTODOS

A severidade da ferrugem foi predita com base em um dos modelos propostos por Del Ponte et al. (2006) que considera a precipitação acumulada em 30 dias após a detecção da ferrugem para prever a severidade máxima. Neste trabalho, assumiu-se a detecção da doença no primeiro dia de cada mês. A severidade máxima estimada pelo modelo varia de 0 a 100% e foi classificada em cinco categorias (cada uma com intervalo de 20%), as quais foram representadas em diferentes cores em mapas mensais para o período de safra na região, ou seja, de outubro a abril.

O clima atual foi caracterizado pela precipitação média de 30 anos (1961-90) de informações de observações (registros) obtidos do CRU (*Climate Research Unit*). As projeções das mesmas médias para a área territorial do Brasil foram obtidas pela média aritmética de projeções de quinze modelos climáticos globais (GCMs) disponibilizados pelo IPCC em seu Quarto Relatório. Os cenários futuros utilizados foram o A2 e o B1, centrados nas décadas de 2020 (período entre 2011 e 2040), 2050 (período entre 2041 e 2070) e 2080 (período entre 2071 e 2100).

O programa de computador Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas seguindo a metodologia descrita em Hamada et al. (2011). Devido às diferentes resoluções espaciais de longitude e latitude dos modelos disponibilizados pelo IPCC, os dados foram interpolados para se obter uma resolução espacial final de 0,5° x 0,5° de latitude e longitude. Os mapas foram gerados para os três estados da Região Sul do Brasil, tendo-se delineado e calculado a área territorial com cada classe de severidade predita pelo modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de severidade mostram que, de um modo geral, poderá haver um aumento na área de severidade entre 40 a 60% em relação ao clima atual, tanto para o cenário A2 (Figura 1) quanto para o B1 (Figura 2) nos meses de novembro a março, ou seja, no período crítico para a ocorrência da doença em uma safra. Salienta-se que, para a região sul do Brasil, as condições médias predizem níveis relativamente baixos de severidade, especialmente para a região mais ao extremo sul, o que está de acordo com os padrões observados de dispersão e severidade da doença desde a sua detecção no país, bem como por estudos de avaliação de risco usando séries climáticas de 25 anos (DEL PONTE et al., 2011).

O cenário A2 prevê maiores aumentos na precipitação do que o cenário B1, resultando em maior amplitude de áreas com severidade acima de 40%. No entanto, se compararmos as médias de alteração entre as tri-décadas futuras, os percentuais de área geográfica em cada classe nos dois cenários são semelhantes (Tabela 1).

No período de maior probabilidade de ocorrência da ferrugem, que é de dezembro a março, os modelos indicam uma leve tendência de aumento no percentual de área com severidade entre 40 e 60%, e diminuição da área entre 20 e 40%. Em nenhuma situação a média de severidade final foi maior que 80%. Apenas nos meses de dezembro e janeiro a severidade média atingiu 60%, porém uma área abaixo de 5% da região. Comparando-se os cenários, há uma leve tendência de aumento na área geográfica com severidade entre 40 a 60%, com incremento variando de 7 a 10% na última década predita, sendo que o pico estimado foi de 90,3% da área nessa faixa de severidade no cenário B1 na década de 2080 (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Os cenários de clima projetados para o futuro indicam uma tendência de um pequeno aumento na amplitude em área geográfica predisposta a mais alta severidade da ferrugem asiática em relação ao clima atual.

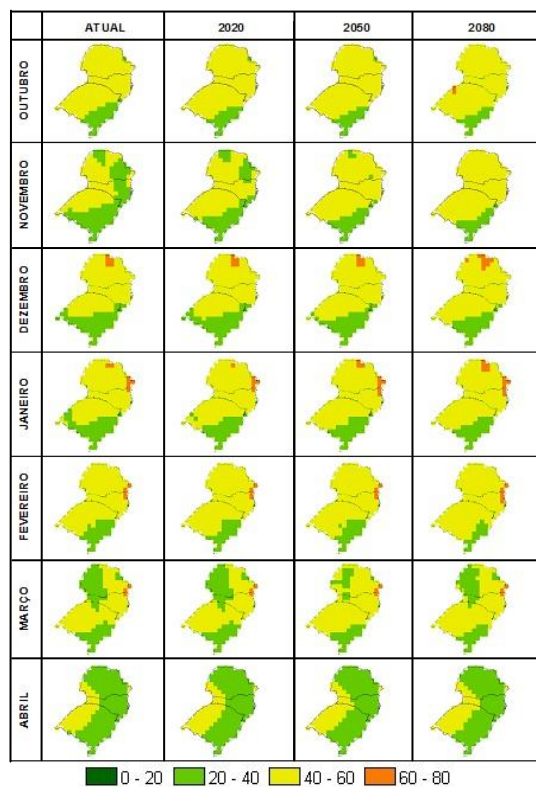


FIGURA 1. Mapas de favorabilidade de ocorrência da Ferrugem asiática da soja avaliada em função da severidade da doença (0 a 100) na Região Sul do Brasil para o período de referência (1961-1990) e projeções futuras (2020, 2050 e 2080) no cenário A2 para os meses de Outubro a Abril.

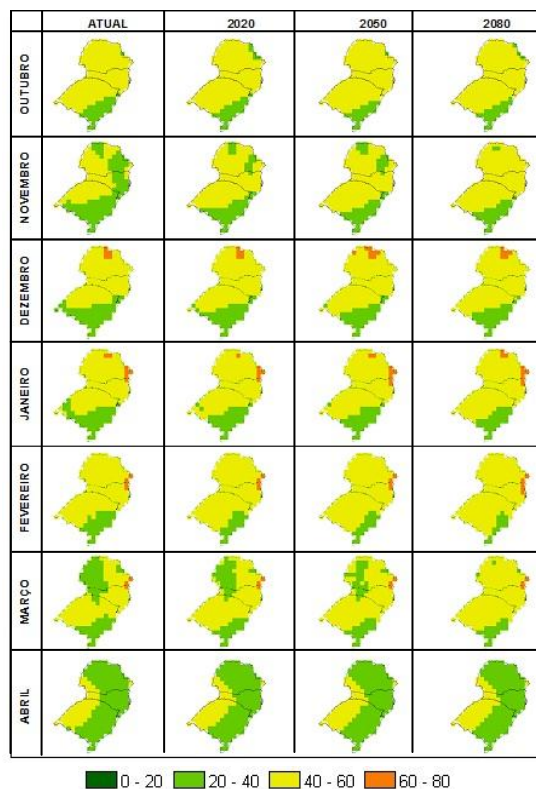


FIGURA 2. Mapas de favorabilidade de ocorrência da Ferrugem asiática da soja avaliada em função da severidade da doença (0 a 100) na Região Sul do Brasil para o período de referência (1961-1990) e projeções futuras (2020, 2050 e 2080) no cenário B1 para os meses de Outubro a Abril.

TABELA 1. Percentual de área geográfica para ocorrência da ferrugem asiática da soja avaliada em função da severidade da doença (0 a 100) na Região Sul do Brasil para o cenário atual (1961-1990) e projeções futuras (2020, 2050 e 2080) nos cenários A2 e B1 para os meses de Outubro a Abril.

FAIXAS	CENÁRIOS							
	1961-1990	2020		2050		2080		
		A2	B1	A2	B1	A2	B1	
OUT								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 - 40	15,92	12,71	16,03	11,80	11,80	10,86	13,23	
40 - 60	84,08	87,29	83,97	88,20	88,20	88,21	86,77	
60 - 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
NOV								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	48,89	32,53	27,73	18,30	26,00	13,15	16,86	
40 - 60	51,11	67,47	72,27	81,70	74,00	86,85	83,14	
60 - 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DEZ								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	27,38	26,46	22,77	23,24	20,02	19,10	19,10	
40 - 60	70,19	71,11	74,79	74,33	76,08	76,52	77,98	
60 - 80	2,43	2,43	2,43	2,43	3,90	4,38	2,92	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
JAN								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	23,70	20,02	20,02	17,73	18,19	16,80	15,44	
40 - 60	72,94	77,10	77,10	77,94	77,97	77,90	80,23	
60 - 80	3,37	2,88	2,88	4,33	3,84	5,30	4,33	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FEV								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	16,36	14,08	11,34	14,54	9,97	8,60	7,25	
40 - 60	81,74	84,01	86,75	83,55	88,12	89,02	90,37	
60 - 80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	2,38	2,38	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MAR								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	39,46	39,46	30,98	22,31	25,70	31,50	11,85	
40 - 60	59,11	59,11	67,59	76,26	72,87	67,07	86,72	
60 - 80	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ABR								
0 - 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20 - 40	72,87	71,49	71,01	71,01	70,55	69,62	70,55	
40 - 60	27,13	28,51	28,99	28,99	29,45	30,38	29,45	
60 - 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
80 - 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

AGRADECIMENTOS

À equipe do Laboratório de Geotecnologias e Métodos Quantitativos da Embrapa Meio Ambiente pelo auxílio na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- COAKLEY, S. M., SCHERM, H.; CHAKRABORTY, S. Climate change and plant disease management. **Annual Review of Phytopathology**, v.37, p.399-426, 1999.
- DEL PONTE, E. M.; MAIA A. de H., SANTOS, T. V. dos; MARTINS, E. J.; BAETHGEN, W. E. Early-season warning of soybean rust regional epidemics using El Niño Southern/Oscillation information. **International Journal of Biometeorology**, v.55, n.4, p.575-583, 2011.
- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X. & YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust with empirical rainfall models. *Phytopathology*, v.96, p.797-803, 2006.
- HAMADA, E.; GHINI, R.; ORSINI, J.A.M.; THOMAZ, M.C. Projeções de mudança climática para o Brasil no final do século XXI. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas do Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. p. 41-74.
- HARTMAN, G. L.; BOARD, J. E.; TCHANZ, A. T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, v.75, 1991, p.596-600.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial Produção Física – Agroindústria. Brasil: IBGE, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1314> Acesso em: 04 ago. 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE. Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers. Geneva: IPCC, 2007. 18p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2009.
- SOARES, R. M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, jul.-ago., 2004.