

# IMPACTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS SOBRE A INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DO MILHO (*Puccinia polysora*) NO BRASIL UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO.

MIRIANE DE M. FÁVARO<sup>1</sup>; EMÍLIA HAMADA<sup>2</sup>; RAQUEL GHINI<sup>3</sup>; ELIZABETH DE OLIVEIRA<sup>4</sup>

Nº 0000008

## Resumo

As mudanças climáticas globais vêm se manifestando de diversas formas, tanto pelo aumento da temperatura como, também pela maior frequência e intensidade de eventos extremos de clima, na forma de enchentes, nevascas, ondas de calor e secas. Os impactos dessas mudanças sobre doenças de plantas podem se expressar por meio das alterações na sua distribuição geográfica. Dentre as doenças do milho no território brasileiro, a ferrugem polissora se destaca pelo grande dano que tem causado à produção. O trabalho teve como objetivo empregar técnicas de geoprocessamento para estudar o impacto das mudanças climáticas na distribuição geográfica da ferrugem do milho, causada por *Puccinia polysora*, para os climas de referência (normal climatológica de 1961-1990) e futuro (2080, cenário A2 do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) nos meses de janeiro a junho. Foi utilizado o modelo de desenvolvimento da doença proposto por Godoy et al. (1999), baseado em temperatura média e duração do período de molhamento foliar. Atualmente, a região Norte é a mais favorável à doença, porém essa área é inexpressiva para a produção comercial de milho. Os resultados indicam que no futuro, a doença se manifestará principalmente em Minas Gerais durante os meses de janeiro a março, e no Estado do Paraná, durante os meses de abril a junho.

## Abstract

---

<sup>1</sup> Bolsista Embrapa: Graduação em Engenharia de Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, ✉ miriane\_favaro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Orientador: Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Campinas-SP

<sup>3</sup> Colaborador: Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Campinas-SP.

<sup>4</sup> Colaborador: Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas -MG .

The Global Climate Change is expressing through the increasing of temperature as through the rising of frequency and intensity of extremes climate's events such as flood, snowstorm, heat waves, and drought. The impacts of these changes on plant's diseases can be expressed by the alterations in their geographic distribution. The southern rust stands out among maize's diseases in Brazilian territory because of the huge damages it has caused in maize production. The aim of this study was to apply geoprocessing techniques to study the climate change impacts on the geographic distribution of southern rust in maize, to the actual (climatologic normal of 1961-1990) and future (2080, scenario A2 of IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) climates. It was used the disease's development model proposed by Godoy et al. (1999), based on temperature and leaf wetness duration. Currently, the North region is the most favorable to the disease though this area is considered unexpressive to the commercial maize production. The results indicate that in the future, the disease will occur mainly in Minas Gerais during the months of January to March, and in the State of Paraná, during the months of April to June.

## **Introdução**

Devido às ações antrópicas, a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera tem aumentado, causando mudanças no clima do planeta. De acordo com Marengo (2001), os principais efeitos dessa mudança são: alteração na frequência de precipitação, aumento do nível do mar, alteração no suprimento de água doce e períodos secos mais intensos. A agricultura depende diretamente dos fatores climáticos e quaisquer mudanças no clima afetarão o zoneamento agrícola, a produtividade das diversas culturas, as técnicas de manejo e a epidemiologia de doenças de plantas afetando os setores econômico, social e ambiental (GHINI, 2005).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais tradicionais e um dos principais cereais cultivados no mundo devido à sua larga utilização que abrange desde a alimentação humana e animal até matéria-prima para a indústria (VIEIRA JUNIOR, 2006). Dentre as doenças do milho no território brasileiro, a ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) apresenta grande importância devido à sua agressividade e destrutividade causando danos econômicos de até 65% (PEREIRA et al., 2005).

Os maiores estados produtores de safra de milho são: Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina. Seu plantio ocorre entre os meses de outubro a dezembro sendo mais suscetíveis à ferrugem polissora durante os meses de janeiro a março. Já para

a safrinha, o plantio geralmente ocorre entre janeiro e março, ficando mais vulnerável à doença entre os meses de abril a junho, e os estados de maior volume de produção são: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (CONAB, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de mapas de distribuição espacial da ferrugem polissora do milho, através de ferramentas de geoprocessamento, utilizando o modelo de Godoy et al. (1999), com base em dados climáticos da normal climatológica de 1961 a 1990, como período de referência, e previstos para a década de 2080 no cenário A2 do IPCC.

## **Material e Métodos**

Foram utilizados os dados de temperatura média, provindos do IPCC, e de duração de período de molhamento foliar, obtidos de Fernandes et al. (2006), do período de referência e de 2080 no cenário A2. Esses dados foram tratados no SIG Idrisi 32, software desenvolvido pela Universidade de Clark – EUA, formando um banco de dados geográficos com resolução espacial de 0,5° x 0,5° de latitude e longitude. Esses dados foram aplicados ao modelo de Godoy et al. (1999) cuja função é dada por:

$$Y = (0,00044 / (1 + 485,5 \exp(-0,55 \text{ HM}))) (2,41 ((T - 9,99)^{2,63} (33,3 - T)^2)) \quad (1)$$

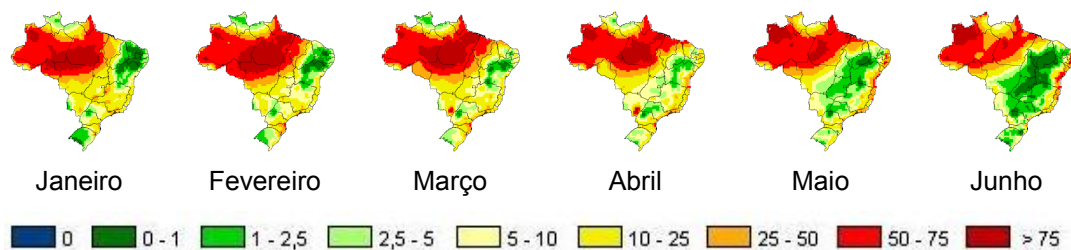
onde Y representa a severidade da doença, em percentagem de área foliar lesionada; HM, o número de horas de molhamento; e T, a temperatura em °C.

Utilizando o modelo, foram confeccionados mapas com a severidade da ferrugem polissora do milho, expressa em percentagem de área foliar lesionada para os meses de janeiro a junho, período de maior suscetibilidade à doença. Para distinção do risco à doença, áreas com 25% ou menos de área foliar afetada foram consideradas desfavoráveis e acima disso, como favoráveis. Novamente foram gerados mapas com a nova classificação de incidência.

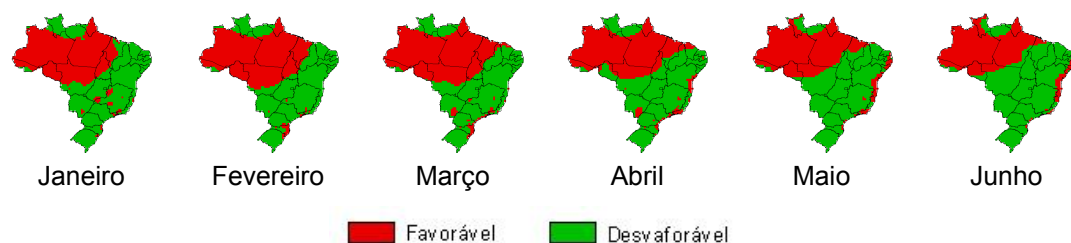
## **Resultados e Discussão**

No período de referência (Figs. 1 e 2), os maiores estados produtores de milho não possuem uma significativa favorabilidade à doença durante a safra, com exceção da área litorânea do estado de Santa Catarina. Já para a safrinha, o norte e o noroeste do Mato

Grosso, o sul de Mato Grosso do Sul e a área litorânea que se estende desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte apresentam grandes áreas de favorabilidade à doença.



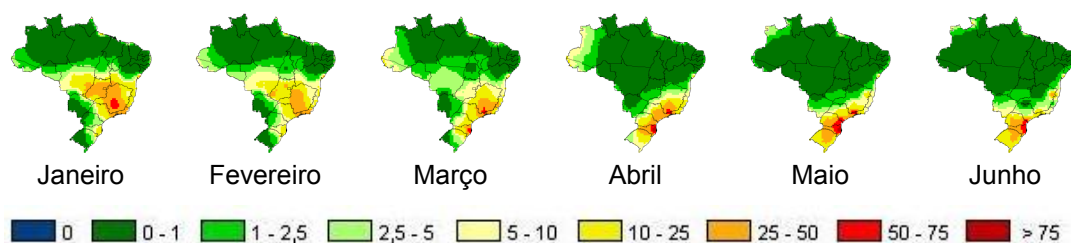
**FIGURA 1.** Incidência da ferrugem polissora do milho no Brasil, em área foliar lesionada (%), para a normal climatológica (1961-1990).



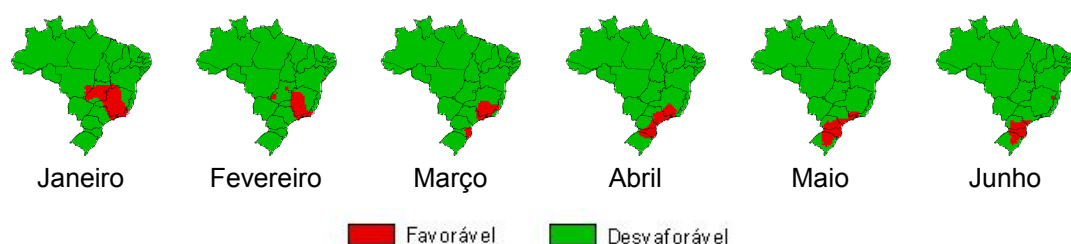
**FIGURA 2.** Favorabilidade à ferrugem polissora do milho no Brasil, para a normal climatológica (1961-1990).

No cenário futuro (Figs. 3 e 4), a doença não terá muita importância para a safra dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, enquanto que o Estado de São Paulo apresentará pequenas áreas de favorabilidade localizadas na divisa com o Rio de Janeiro e o sul de Minas. Em Santa Catarina, os problemas ocorrerão com o plantio de dezembro, cujo maior risco à doença acontece em março, mês em que todo o leste do estado apresenta grande favorabilidade. Ainda, dentre todos os estados, o mais preocupante é Minas Gerais, segundo maior produtor de milho do Brasil, e cuja favorabilidade à ferrugem atingirá mais da metade de sua área, concentrando-se no centro e sul. Não obstante, para a safrinha, o Paraná também apresentará favorabilidade à doença em quase metade de sua área no sul e no leste do estado. São Paulo terá suas regiões leste e centro em risco, principalmente para o plantio de janeiro, cuja maior suscetibilidade é em abril. Os demais estados produtores serão desfavoráveis à doença.

Embora não tenha grande representatividade econômica na produção do milho, a região Norte apresenta, atualmente, melhores condições climáticas para o desenvolvimento da ferrugem com temperaturas entre 23°C e 28°C e umidade relativa alta, conforme Casela e Ferreira (2002). Porém, com as mudanças climáticas, no cenário futuro essas condições deixam de existir e durante todo o ano essa região será desfavorável à doença.



**FIGURA. 3.** Incidência da ferrugem polissora do milho no Brasil, em área foliar lesionada (%), centrado na década de 2080 cenário A2.



**FIGURA. 4.** Favorabilidade à ferrugem polissora do milho no Brasil, centrado na década de 2080 cenário A2.

Apesar da ferrugem polissora atingir hoje grande extensão do território brasileiro, essas áreas não têm grande importância econômica para a produção comercial do milho. Todavia, no futuro representado pelo cenário A2 do ano de 2080, as áreas favoráveis ao desenvolvimento da doença vão diminuir, mas vão se concentrar em áreas de grandes estados produtores, tanto para a primeira quanto para a segunda safra.

A realização de estudos de previsão de mudanças climáticas é necessária para a elaboração de estratégias de manejo da doença, como uso de cultivares resistentes durante o período de maior favorabilidade.

## Conclusões

A utilização de ferramentas do SIG é fundamental para avaliação da distribuição geográfica da ferrugem do milho, causada por *Puccinia polysora*, permitindo a elaboração de mapas e tornando o processamento dos dados mais ágil e preciso.

A mudança climática causará alterações na distribuição geográfica da ferrugem polissora do milho no Brasil.

## Referências

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. Variability in isolates of *Puccinia polysora* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p. 414-416, 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls)>. Acesso em 22 mai. 2008.

FERNANDES, J.L.; GHINI, R.; HAMADA, E.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Relação entre estimativa de período de molhamento foliar e umidade relativa. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2006, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 75-79.(Série Documentos, 62).

GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104p.

GODOY, C.V., AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A. Influência da duração do molhamento foliar e da temperatura no desenvolvimento da ferrugem do milho, causada por *Puccinia polysora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p.160-165, 1999.

MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, p. 1-18, 2001.

PEREIRA, O.A.P.; CARVALHO, R.V.; CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.477-488.

VIEIRA JUNIOR, P.A.V. **Previsão de atributos do clima e do rendimento de grãos de milho na região Centro-Sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 2006.