

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio Ambiente  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# Mudanças Climáticas

## Impactos sobre doenças de plantas no Brasil

*Raquel Ghini  
Emília Hamada*

Editores Técnicos

*Embrapa Informação Tecnológica  
Brasília, DF  
2008*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3340-9999

Fax: (61) 3340-2753

vendas@sct.embrapa.br

www.sct.embrapa.br/liv

**Embrapa Meio Ambiente**

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho

Caixa Postal 69

13820-000 Jaguariúna, SP

Fone: (19) 3311-2700

Fax: (19) 3311-2640

sac@cnpma.embrapa.br

www.cnpma.embrapa.br

Coordenação editorial

*Fernando do Amaral Pereira*

*Mayara Rosa Carneiro*

*Lucilene Maria de Andrade*

Revisão de texto

*Maria Cristina Ramos Jubé*

Normalização bibliográfica

*Rosa Maria e Barros*

Projeto gráfico, editoração eletrônica e tratamento das ilustrações

*RV Comunicação Integrada Ltda.*

Capa e fotos da capa

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2008): 2.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Informação Tecnológica

---

Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil / editores técnicos, Raquel Ghini, Emília Hamada. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2008.  
331 p.

ISBN 978-85-7383-427-7

1. Clima. 2. Controle químico. 3. Doença de planta. 4. Meio ambiente.  
I. Ghini, Raquel. II. Hamada, Emília. III. Embrapa Meio Ambiente.

CDD. 551.523

---

© Embrapa, 2008

# Apresentação

As doenças de plantas constituem uma das principais causas de perdas nas lavouras agrícolas. Diversas epidemias causadas por fitopatógenos marcaram a história da humanidade, resultando em fome, mortes, imigração, além dos prejuízos diretos. Os métodos de controle, quando disponíveis, representam aumento nos custos de produção e podem resultar em graves impactos ambientais. Para evitar tais prejuízos, é necessário o desenvolvimento de soluções eficientes e viáveis antes do surgimento dos problemas no campo.

As mudanças climáticas representam uma séria ameaça à produção agrícola, pois podem alterar a incidência das doenças de plantas e resultar em impactos negativos à agricultura, seja empresarial ou familiar. Com a alteração do clima, doenças menos importantes podem assumir um papel significativo. Assim sendo, o livro *Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil* é oportuno e estratégico para a sustentabilidade da agricultura brasileira.

A equipe interdisciplinar que elaborou a obra, pertencente às áreas de Fitopatologia e Geoprocessamento, desenvolveu uma metodologia para a abordagem do problema, tentando minimizar as incertezas intrínsecas ao tema. Mapas obtidos a partir de dados climáticos dos cenários futuros do Brasil, disponibilizados pelo terceiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), foram gerados e distribuídos para renomados fitopatologistas de diversas instituições, públicas e privadas, com a finalidade de discutir as alterações na incidência de problemas fitossanitários de importantes culturas do País. Os primeiros capítulos descrevem a metodologia adotada e a caracterização do clima futuro do Brasil. Essa abordagem e os mapas apresentados são úteis para outras áreas do conhecimento influenciadas pelo clima e por outros setores, além da pesquisa, pois podem ser usados para a análise dos impactos das mudanças climáticas. O corpo do livro é dividido por culturas, com capítulos sobre doenças de hortaliças (batata, tomate, pimentão e melão), de grãos (arroz, cereais de inverno, milho e soja) e outras de fundamental importância para o País (bananeira, cana-de-açúcar, cafeeiro, citros, seringueira e eucalipto). Também foram discutidos os impactos potenciais sobre a incidência de fitonematóides, sobre o controle biológico e químico de doenças de plantas, assuntos que carecem de informações nas literaturas nacional e internacional.

A obra significa um avanço nos trabalhos sobre os impactos das mudanças climáticas na agricultura e certamente direcionará a pesquisa sobre o assunto no País.

*Cláudio Aparecido Spadotto*  
Chefe-Geral da Embrapa Meio Ambiente

# Preface

Large tracts of savannah, wetlands and rainforest vegetation cover much of Brazil. Over half of its 8.5 million sq km land area is forested and around 30 % is agricultural land. Brazil is a major producer and exporter of agricultural commodities including sugar, citrus, cereals and grains as well as other significant agricultural and forestry products. The dependency of agricultural and natural ecosystems on climate is evident from all too common occurrences of famine and food shortages often instigated by severe events such as droughts and floods. Assessing the vulnerability of major agricultural crops to a changing climate is a necessary first step towards developing mitigation and adaptation strategies. This book defining potential impacts of climate change on diseases of economically important crops in Brazil is a timely and worthwhile publication.

Plant diseases cause significant loss in yield and quality of primary production in natural and managed systems all around the globe. Their economic impact stems from losses in production and quality, the cost of applying disease management practices, and the economic penalty suffered from growing less profitable alternative crops. Many agricultural systems are resilient and impacts of climate change may be lessened through management interventions. Impacts on native ecosystems, on the other hand, may lead to irreversible loss of biodiversity and ecosystem function but these impacts are hard to measure. For instance, a shift in the mean temperature or rainfall may only have a marginal impact in the short term, but the effects will magnify at extremes. These effects due to changes in the physical climate will interact with changes in plant and community structure and function brought about by rising CO<sub>2</sub> levels.

Recently, examples linking long term pathogen abundance or disease severity to climate or atmospheric pollutants have emerged. For instance, wheat stripe rust in China has clear association with the Southern Oscillation Index and severe rust epidemics co-oscillate with the Western Atlantic teleconnection pattern. A poleward shift in the geographical range of some pests and pathogens has occurred during the last century. Other studies have demonstrated that impacts will be different for different host-pathogen systems and generalisation is not feasible or warranted. Consequently, climate change may reduce, increase or have no effect on some diseases, but our ability to predict impacts is compromised by a paucity of knowledge on individual host-pathogen systems. Therefore targeted and comprehensive

regional/national impact assessments, such as the ones collated in this book, are vital to formulating adaptation and mitigation strategies.

This book is the result of a team of experts carefully considering potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Brazil. In addition to assessing the impacts on diseases of national significance, this book has laid the groundwork by summarising potential climate change scenarios for Brazil and discussed the methodological issues associated with impact assessment. So far, national and regional impact assessments for pests and diseases are only available for a limited number of countries including the United Kingdom, New Zealand, Australia, Finland and parts of Canada. This book serves as a timely benchmark for plant diseases affecting Brazilian agriculture and should help develop policies and strategies to adapt plant disease management to a changing climate. It is refreshing to see chapters on potential impact on nematodes and biological control agents. I congratulate the editors and all authors for this timely and comprehensive treatise on this important topic that is often ignored by the international plant pathology community. If this book only helps to raise awareness among the global plant pathology and plant protection communities, it would serve a very useful purpose.

*Sukumar Chakraborty*  
CSIRO Plant Industry  
Queensland Bioscience Precinct  
306 Carmody Road, QLD 4067  
Australia

# Sumário

<b>15</b>	<b>Capítulo 1</b> Proposta metodológica para discussão dos impactos das mudanças climáticas globais sobre doenças de plantas
<b>25</b>	<b>Capítulo 2</b> Cenários climáticos futuros para o Brasil
<b>75</b>	<b>Capítulo 3</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da batata no Brasil
<b>93</b>	<b>Capítulo 4</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do tomate no Brasil
<b>119</b>	<b>Capítulo 5</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do pimentão no Brasil
<b>129</b>	<b>Capítulo 6</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do melão no Brasil
<b>141</b>	<b>Capítulo 7</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do arroz no Brasil
<b>159</b>	<b>Capítulo 8</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças de cereais de inverno no Sul do Brasil
<b>175</b>	<b>Capítulo 9</b> Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do milho no Brasil

- 191**      **Capítulo 10**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças e o desenvolvimento da soja no Brasil
- 201**      **Capítulo 11**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da bananeira no Brasil
- 207**      **Capítulo 12**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da cana-de-açúcar no Brasil
- 215**      **Capítulo 13**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças fúngicas do cafeeiro no Brasil
- 235**      **Capítulo 14**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as principais doenças de citros no Estado de São Paulo
- 257**      **Capítulo 15**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da seringueira no Estado de São Paulo
- 273**      **Capítulo 16**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a ferrugem-do-eucalipto no Estado de São Paulo
- 287**      **Capítulo 17**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a incidência de fitonematóides no Brasil
- 299**      **Capítulo 18**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre o controle biológico de doenças de plantas
- 323**      **Capítulo 19**  
Impacto potencial das mudanças climáticas sobre o controle químico de doenças de plantas



Capítulo 1

---

# Proposta metodológica para discussão dos impactos das mudanças climáticas globais sobre doenças de plantas

Raquel Ghini  
Emília Hamada

Alterações no clima ocorridas nas últimas décadas têm despertado as atenções de diferentes segmentos da sociedade, especialmente com relação às suas causas e conseqüências. O clima descreve a média das condições atmosféricas de uma região, ou seja, é a “média do tempo”, em que tempo é a descrição instantânea dessas condições (PITTOCK et al., 1978). Dados obtidos a partir de amostras de bolhas de ar capturadas nas geleiras da Antártica e retiradas em diferentes profundidades demonstram uma alta correlação entre mudanças na temperatura do planeta e na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, durante os últimos 650 mil anos. A concentração de CO<sub>2</sub> não excedeu 300 ppm em volume durante esse período (SIEGENTHALER et al., 2005). A partir da Revolução Industrial (final do século XVIII), as atividades antrópicas, aliadas aos eventos naturais, estão alterando a composição de gases da atmosfera. De 1760 até 1960, os níveis de concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico aumentaram de 280 ppm para 317 ppm, isto é, 40 ppm em 200 anos. Nos últimos 45 anos, de 1960 até 2005, as concentrações de CO<sub>2</sub> aumentaram de 317 ppm para 379 ppm, um acréscimo de 62 ppm (MARENCO; SOARES, 2003; IPCC, 2007). Esse aumento corresponde ao aumento no uso de combustível fóssil e mudança do uso da terra e agricultura durante o período. A concentração de CH<sub>4</sub> aumentou de 700 ppb na era pré-industrial (1000-1750) para 1745 ppb em 1998; o N<sub>2</sub>O, de 270 para 314 ppb e os CFCs (clorofluorcarbonos), que não existiam na atmosfera, atingiram elevadas concentrações. As projeções são para que o CO<sub>2</sub> atinja 540 ppm a 970 ppm, por volta de 2100, representando um aumento de 75 % a 350 % em relação ao período anterior à Revolução Industrial (IPCC, 2001).

Como conseqüência, a temperatura da superfície do planeta aumentou, aproximadamente, 0,2 °C por década nas últimas três décadas, e 0,8 °C no século passado (HANSEN et al., 2006). O fenômeno tem se acelerado, com o registro das maiores temperaturas médias anuais do planeta nos anos de 1998 e 2005. Mudança climática, definida como o processo de mudança do clima devido às atividades antrópicas, difere da variabilidade climática, que é o processo de variação do clima condicionado por fatores naturais existentes no planeta e suas interações (TUCCI; BRAGA, 2003). As informações apresentadas no quarto relatório (AR4) do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) demonstram que há um grau de certeza muito alto (90 %) de que a atividade humana é a responsável pelas alterações (IPCC, 2007). As projeções do IPCC (2001) são de um aquecimento entre 1,4 °C a 5,8 °C até o final do século XXI. Além disso, observam-se indícios de aumento na freqüência e intensidade de eventos climáticos extremos, alteração no regime de chuvas, perturbações nas correntes marítimas, derretimento de geleiras e elevação do nível dos oceanos.