

Raquel Ghini

Embrapa Meio Ambiente, CP. 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP

e-mail: raquel@cnpma.embrapa.br

Introdução

As atividades antrópicas estão alterando as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Nos últimos 650 mil anos anteriores à Revolução Industrial, a concentração de dióxido de carbono não excedeu 300 ppm. Porém, a partir de 1750, a concentração desse gás aumentou exponencialmente, atingindo 383 ppm em 2008. Fenômeno semelhante ocorreu com outros gases de efeito estufa, como o metano e o óxido nitroso. Estudos indicam que tais mudanças estão acarretando significativas alterações no clima do planeta.

A temperatura média da superfície da Terra aumentou $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ nos últimos 100 anos (1906 a 2005). Entretanto, a taxa de aquecimento dos últimos 50 anos é quase o dobro da observada nos últimos 100 anos ($0,13^{\circ}\text{C} \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ vs. $0,07^{\circ}\text{C} \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ por década, respectivamente). Além disso, observa-se que padrões de precipitação estão sofrendo alterações, especialmente com o aumento da frequência de chuvas intensas e secas, em algumas regiões.

Dessa forma, as mudanças climáticas globais podem representar uma das maiores ameaças para a humanidade nas próximas décadas. A agricultura é um setor particularmente vulnerável a essas mudanças. A avaliação de impactos sobre doenças de plantas e estudos para o desenvolvimento de medidas de adaptação aos problemas fitossanitários em cenários climáticos futuros são estratégicos para a agricultura. Apesar disso, ainda é limitado o número de trabalhos de pesquisa nessa área.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 1988, com a finalidade de realizar análises sistemáticas sobre o conhecimento científico existente sobre as mudanças climáticas globais, seus impactos potenciais e as opções de mitigação e adaptação. Uma de suas mais importantes realizações foi a divulgação de um conjunto de cenários de emissão de gases de efeito estufa, que levam em consideração forçantes controladoras, como demografia, desenvolvimento sócio-econômico, mudança tecnológica, bem como suas interações.

Assim, foram definidas quatro famílias de cenários: A1, A2, B1 e B2, que consideram diferentes projeções de emissões de gases de efeito estufa, relacionando aspectos de desenvolvimento social, econômico e tecnológico, crescimento populacional, preocupação com o meio ambiente e diferenças regionais. Os modelos climáticos globais, baseados nesses cenários, constituem uma importante referência para estudos de impactos das mudanças climáticas, que ainda têm sido pouco utilizados em trabalhos de Fitopatologia.

Na Embrapa Meio Ambiente, as médias dos dados climáticos dos seis modelos disponibilizados para o Brasil pelos seis modelos do terceiro relatório do IPCC estão sendo utilizadas para a confecção de mapas com uso do Sistema de Informações Geográficas (SID). Os cenários futuros utilizados foram A2 e B2, centrados nas décadas de 2020, 2050 e 2080. As informações referentes ao período da normal climatológica de 1961 a 1990 foram utilizadas como referência.

Mapas de distribuição de doenças estão sendo obtidos para o cenário futuro, utilizando os modelos que contemplem as variáveis climáticas disponíveis para o clima futuro. Além dessas, também estão sendo usadas as variáveis período de molhamento foliar e número de dias por mês com mais que 10 horas de umidade relativa acima de 90% (Hamada et al., 2006). Mapas de distribuição nos cenários futuros de pragas e doenças, como a Sigatoka negra da bananeira (Ghini et al., 2007), bicho-mineiro-do-cafeeiro, nematóides (Ghini et al., 2008) e ferrugem do cafeeiro e míldio da videira, foram comparados com os mapas referentes ao clima da normal climatológica de 1961 a 1990. Apesar da baixa resolução espacial e temporal dos mapas, é possível avaliar a tendência de evolução desses problemas fitossanitários no futuro. Atualmente, esforços têm sido conduzidos no sentido de trabalhar com dados regionalizados de clima futuro, com melhor resolução espacial e temporal.

O aumento já verificado da concentração de CO₂ atmosférico e as previsões de que esse aumento continue por décadas, apesar dos esforços internacionais para redução das emissões, torna necessário o estudo dos impactos sobre doenças de plantas. Trabalhos de experimentação podem fornecer informações quanto às alterações na planta, no patógeno e na doença e suas conseqüências.

De modo geral, esse tipo de experimento geralmente é dificultado pela inabilidade de se criar um ambiente livre de artefatos introduzidos pelas estruturas e equipamentos necessários para expor o patossistema alvo ao gás a ser testado. Tais alterações indesejáveis incluem mudanças na velocidade do vento, umidade, temperatura,

qualidade e intensidade da luz, além de características do solo. Câmaras com ambientes controlados, nos quais a composição do gás atmosférico pode ser manipulada, de modo geral, apresentam baixa correlação com as condições de campo. Estufas de topo aberto (“open-top chambers”, OTC) são mais adequadas para estudos com aumento do teor de CO₂, devido à possibilidade de conduzir ensaios com menor interferência de artefatos, já que as plantas podem ser cultivadas diretamente no solo e ocorrem as flutuações diárias e sazonais das variáveis climáticas. Geralmente, tais estufas são constituídas por estruturas circulares de alumínio (2 m de diâmetro), com laterais cobertas com filme plástico transparente e controle automatizado da concentração de CO₂. Parcelas testemunha são usadas para avaliar o efeito da estufa no desenvolvimento das plantas e da doença. Apesar de inúmeras vantagens, as estufas de topo aberto alteram o microclima no seu interior. Experimentos de campo, com liberação de CO₂, denominados FACE (“Free Air Carbon Dioxide Enrichment”) constituem um método mais adequado para esse tipo de estudo. A principal vantagem dos experimentos FACE é permitir estudar os efeitos do aumento da concentração de CO₂ em ecossistemas, sem alterar as condições do microclima. As parcelas de grande porte permitem uma intensiva e extensiva amostragem, tornando possível o estudo, por exemplo, da biodiversidade e dos processos reguladores dos ecossistemas. Apesar disso, áreas intocadas são reservadas para estudos de longo prazo. O caráter interdisciplinar do trabalho é outra vantagem, pois os resultados das diversas áreas do conhecimento podem ser correlacionados. Porém, esse tipo de experimento é extremamente caro e difícil de ser conduzido, o que justifica a realização de estudos como esses ainda em poucas localidades no mundo.

Referências

Garrett, K. A.; Dendy, S. P.; Frank, E.E.; Rouse, M.N.; Travers, S.E. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v.44, p.489-509. 2006.

Ghini, R.; Hamada, E. **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília: Embrapa SCT. (no prelo)

Ghini, R.; Hamada, E.; Gonçalves, R.R.V.; Gasparotto, L.; Pereira, J.C.R. Análise de risco das mudanças climáticas globais sobre a sigatoka-negra da bananeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.3, p.197-204, 2007.

Ghini, R.; Hamada, E.; Pedro Júnior, M.J.; Marengo, J.A.; Gonçalves, R.R.V. Risk analysis of climate change on coffee nematodes and leaf miner in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.187-194, 2008.

Hamada, E.; Ghini, R.; Gonçalves, R.R.V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologias de elaboração de mapas. **Engenharia ambiental**, v.3, n.2, p.73-85, 2006.

Hamada, E.; Ghini, R.; Fernandes, J.L.; Pedro Júnior, M.P.; Rossi, P. Estimativa de duração do período de molhamento foliar no estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15., 2007, Aracajú. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 1 CD-ROM.

IPCC. **Climate change 2001**: synthesis report. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 397p. (IPCC Assessment Report, 3).

IPCC. **Climate change 2007**: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996p. (IPCC Assessment Report, 4).

Pritchard, S. G.; Amthor, J. S. **Crops and environmental change**. Binghamton: Food Products Press. 2005. 421 p.