

Palestra

## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS**

Francislene Angelotti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 152, CEP 56302-970, Petrolina, PE,  
fran.angelotti@cpatsa.embrapa.br

As projeções de clima futuro no Brasil, usando modelos climáticos regionais, sugerem a possibilidade de eventos climáticos extremos mais frequentes, já indicados pelos modelos globais, embora não com tantos detalhes. O aquecimento global está ocorrendo devido ao aumento na concentração dos gases do efeito estufa e a composição química da atmosfera continuará se alterando ao longo do século XXI com efeitos persistentes por vários séculos. Sabe-se que a temperatura média do planeta aumentou desde 1861, e ao longo do século XX esse aumento foi de 0,6°C. Modelos climáticos estimam que a temperatura média global irá aumentar de 2 a 5,8°C nos próximos 100 anos, dependendo do esforço das nações para implementar políticas de mitigação de gases de efeito estufa. Entre os gases causadores do efeito estufa se destacam o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso. Os aumentos globais da concentração de dióxido de carbono se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já os aumentos da concentração de metano e óxido nitroso são devidos principalmente à agricultura. Atenção maior tem sido dada ao dióxido de carbono, uma vez que o volume de suas emissões para a atmosfera representa em torno de 60% do total das emissões de gases de efeito estufa. Nos últimos 250 anos, a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentou de 290 para 379 ppm, com previsão de chegar a 580 ppm em 2100, o que seria o dobro da concentração existente na atmosfera antes da industrialização (IPCC, 2007). Os cenários climáticos futuros devem ser vistos como indicativos para estudos mais aprofundados sobre os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade, a saúde, a agricultura e a economia.

Os sistemas de cultivo de maneira geral estão sujeitos a uma série de fatores ambientais que, direta ou indiretamente, podem comprometer o desenvolvimento das plantas. Dentre os fatores bióticos que contribuem para a baixa produtividade das culturas, as perdas ocasionadas por doenças, pragas e plantas daninhas são de grande importância.

Estima-se que as doenças de plantas proporcionam perdas de 12% do total de produtos agrícolas produzidos no mundo (MYAMOTO, 1990). O clima e a ocorrência de doenças estão relacionados diretamente, e suas interações podem ser usadas para o manejo de epidemias, já que flutuações na severidade são determinadas ao longo dos anos, principalmente, pelas variáveis climáticas. Nesse contexto, importantes doenças podem se

tornar secundárias se as condições ambientes não forem favoráveis, ou caso contrário, doenças secundárias podem se tornar de importantes econômica. As mudanças climáticas poderão causar impactos significativos na agricultura brasileira, e em particular na ocorrência de doenças. Entretanto, não se sabe quais serão os impactos do aumento da concentração do dióxido de carbono e de alterações da temperatura sobre os problemas fitossanitários das culturas, nas diversas regiões do país. As avaliações dos impactos de aumentos da concentração de dióxido de carbono e de alterações da temperatura requerem conhecimentos sobre como esses fatores afetarão a fisiologia das plantas hospedeiras e conseqüentemente a interação patógeno e planta hospedeira.

Apesar das mudanças climáticas serem o maior desafio da humanidade no futuro próximo, os impactos sobre os problemas fitossanitários foram pouco estudados, tanto por meio de simulação quanto de experimentação. Assim, qualquer fator ambiental que venha contribuir com o aumento da incidência ou severidade deve ser analisado no contexto atual e futuro.

### **O ambiente e a ocorrência de doenças em plantas**

As doenças de plantas resultam da interação entre patógenos, hospedeiros e o ambiente (AGRIOS, 1997). O ambiente atua sobre a planta hospedeira, sobre o patógeno e sobre a interação hospedeiro-patógeno. Assim, a severidade de uma doença,, sua distribuição e incidência estão condicionadas à ação direta do ambiente sobre o patógeno e indiretamente do ambiente sobre a planta hospedeira. Desta maneira, os fatores ambientais exercem um importante papel podendo contribuir para aumentar ou limitar o desenvolvimento das doenças, atuando nas diferentes fases do ciclo das doenças como na germinação dos esporos, infecção, incubação, período de incubação, desenvolvimento dos sintomas, dispersão e sobrevivência do patógeno (Tabela 1).

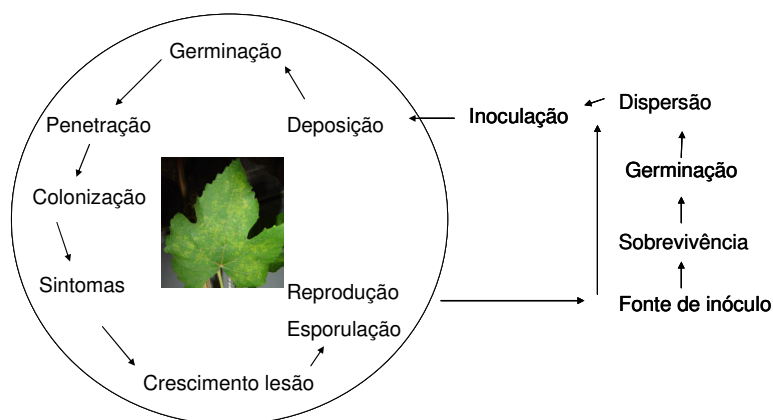
**Tabela 1.** Influência climática e as fases do ciclo das doenças.

<b>Fase</b>	<b>Fator climático</b>
Infecção	Molhamento foliar (chuva, orvalho); temperatura
Incubação, latência e crescimento das lesões	Temperatura do ar e da folha
Esporulação	Molhamento foliar e/ou alta umidade relativa; temperatura, luz, radiação.
Dispersão	Velocidade do vento, temperatura, umidade relativa, molhamento foliar, chuva ou irrigação por aspersão (respingos)
Sobrevivência	Temperatura e umidade relativa, radiação

Fonte: adaptado – FRIESLAND; SCHRODER -1988.

O ciclo de uma doença tem início quando um esporo é depositado sobre uma planta sadia ou parte desta através de agentes disseminadores como o vento e respingos de chuva. Após a deposição, havendo condições climáticas favoráveis os esporos iniciam o processo de germinação seguida da penetração e colonização da planta hospedeira. O ambiente também exerce efeito sobre a duração do período entre a penetração e a produção de novas estruturas de reprodução do patógeno, cujo período pode ser mais prolongado se as condições de temperatura e umidade forem desfavoráveis à infecção.

Após o aparecimento dos sintomas e crescimento da lesão, ocorrerá a reprodução do microrganismo por meio de esporulação que servirá de nova fonte de inóculo. Muitos fungos só produzem estruturas de reprodução sob condições de alta umidade relativa do ar como, por exemplo, míldios, ferrugens. Por outro lado os oídios são favorecidos por condições de baixa umidade. Os fatores climáticos também afetam os processos de dispersão e sobrevivência, permitindo que o ciclo de infecção tenha continuidade (Figura 1). O vento influencia na liberação, transporte e deposição do inóculo. E também, variação na precipitação pode interferir na dispersão de propágulos por gotas de chuva (CHAKRABORTY et al., 2000).



**Figura 1.** Ciclo de infecção de patógenos.

### **A concentração de CO<sub>2</sub> na ocorrência de doenças**

O CO<sub>2</sub>, além de atuar como gás de efeito estufa aumentando a temperatura terrestre, pode causar impactos diretos e indiretos nos agroecossistemas, e em particular na incidência e severidade de doenças de plantas (citar literatura / fonte). Alterações na fisiologia e na morfologia da planta hospedeira, pelo aumento no teor de CO<sub>2</sub>, podem modificar a estrutura da parte aérea da planta, como por exemplo a abertura dos estômatos, impedindo a penetração do patógeno no tecido da planta hospedeira (MCELTRONE *et al.*, 2005). Estudos sobre aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na interação patógeno-hospedeiro

para fungos biotróficos demonstraram que a alta concentração de carboidrato no tecido da planta hospedeira promoveu um maior desenvolvimento de ferrugens e inibiu o desenvolvimento de míldios (MANNING; TIEDEMANN, 1995; HIBBERD *et al.*,1996). KOBAYASHI *et al.* (2006) verificaram que a porcentagem de plantas de arroz infectadas por *Rhizoctonia solani* e *Magnaporthe oryzae* foi maior sob condições elevadas de CO<sub>2</sub> (em torno de 574 a 650  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) se comparado às condições ambientes (em torno de 365 a 369  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ).

Atualmente, estudos do aumento da concentração de dióxido de carbono estão sendo realizados em estufas de topo aberto ("open-top chambers") ou do tipo FACE ("Free Air Carbon Dioxide Enrichment"). As estufas de topo aberto são adequadas devido à possibilidade de conduzir ensaios em todos os estádios de desenvolvimento de plantas, permitindo a obtenção de respostas ao gás em condições naturais, onde as plantas são cultivadas diretamente no solo com flutuação diária e sazonal do clima (Ghini, 2005). Nos ensaios tipo FACE, há a liberação de CO<sub>2</sub> em condições de campo, permitindo o estudo das respostas em agroecossistemas intactos, sem a necessidade do uso do plástico. O primeiro FACE brasileiro será construído na região Sudeste, na Embrapa Meio Ambiente.

### **Distribuição geográfica e temporal de doenças**

O clima representa um dos fatores determinantes da distribuição geográfica dos fitopatógenos,. Dentre estes, a umidade e temperatura são aqueles que governam essa distribuição. A média de temperatura e precipitação para cada estação do ano, é particularidade de cada região, sendo estes fatores determinantes do clima daquela região e limitando a localização geográfica, dentro da qual o patógeno pode sobreviver. Chakraborty *et al.* (1998), discutiram os efeitos das mudanças climáticas globais sobre doenças das principais culturas da Austrália, e concluíram que as mudanças climáticas podem alterar a distribuição geográfica das doenças e na produção das culturas, com aumento ou diminuição das perdas. No Brasil, Ghini *et al.* (2007) realizaram uma análise de risco das mudanças climáticas sobre a Sigatoka-negra da bananeira, por meio da elaboração de mapas de distribuição da doença confeccionados a partir dos cenários climáticos futuros disponibilizados pelo IPCC, verificando que haverá uma redução da área favorável a doença no país. Mapas de distribuição geográfica também foram elaborados para previsão do número de gerações anuais do nematóide verificando que poderá haver aumento na infestação, pelo maior número de gerações por mês, quando se compara com a normal climatológica de 1961–1990 (Ghini *et al.*, 2008a).

## **Mudanças Climáticas X Controle Doenças**

As mudanças climáticas também afetarão o controle de doenças de plantas. Alterações na duração, intensidade e frequências das precipitações poderão afetar diretamente o controle químico (Ghini, 2008). No controle biológico, as mudanças climáticas poderão causar impactos diretos e indiretos na alteração na composição da microbiota, da filosfera e rizosfera (MANNING; TIEDMANN, 1995). E ainda, alterações na fisiologia da planta podem alterar os mecanismos de resistência de cultivares, podendo ocorrer a quebra da resistência vegetal em função da maior pressão da doença, alterando assim o controle genético. Além disso, com modificações na dinâmica das populações dos fitopatógenos o uso de pesticidas poderá sofrer alterações nas próximas décadas. Nos Estados Unidos já estão sendo realizados estudos sobre o uso de agrotóxicos e as mudanças climáticas, quantificando por meio de análise econômica os gastos com pesticidas no clima futuro. Os autores relacionaram a incidência dos problemas sanitários com os cenários climáticos futuros (CHEN; MCCARL, 2001). Da mesma maneira os impactos no uso de pesticidas será um desafio diante do novo cenário climático frente ao seu manejo racional.

## **Considerações finais**

As mudanças climáticas representam o maior desafio da humanidade no futuro próximo. Entretanto seus impactos sobre os problemas fitossanitários foram pouco estudados, tanto por meio de simulação quanto de experimentação. A análise das alternativas de adaptação é estratégica para a agricultura brasileira. Problemas fitossanitários com menor importância podem ser responsáveis por sérios prejuízos nos cenários futuros. Nesse caso, serão necessários métodos de controle eficientes e disponíveis para solucionar tais problemas. A obtenção de variedades resistentes, por exemplo, requer um maior tempo de desenvolvimento. Assim, estudos sobre os impactos das mudanças climáticas em diversas áreas do setor agrícola no Brasil devem ser realizados de imediato. Além disso, diante dos efeitos das mudanças climáticas no controle biológico e nas opções de controle químico, novas estratégias deverão ser estudadas e, para tanto, a pesquisa deve estar preparada para enfrentar o novo problema que pode alterar o manejo das culturas. Os microrganismos fitopatogênicos estão entre os primeiros organismos a demonstrar os efeitos das mudanças climáticas devido às numerosas populações, facilidade de multiplicação e dispersão e o curto tempo entre gerações. Dessa forma, constituem um grupo fundamental que precisa ser avaliado quanto aos impactos das mudanças climáticas, pois são um dos principais fatores responsáveis por reduções de produção e podem colocar em risco a sustentabilidade do agroecossistema.

## Referências Bibliográficas

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 4a. ed. San Diego: Academic Press. 1997.
- CHAKRABORTY, G. M. MURRAY, P. A. MAGAREY, T. YONOW, R. G. OBRIEN, B. J. CROFT, M. J. BARBETTI, K. SIVASITHAMPARAM, K. M. OLD, M. J. DUDZINSKI, R. W. SUTHERST, L. J. PENROSE, C. ARCHER, AND R. W. Emmett. Potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Australia. **Australasian Plant Pathology**, 27:15–35, 1998.
- CHAKRABORTY, S.; TIEDEMANN, A. V.; TENG, P. S. Climate change: potential impact on plant diseases. **Environmental Pollution**, v.108, p.317-326, 2000.
- CHEN, C-C; McCARL, B.A. An investigation of the relationship between pesticide usage and climate change. **Climatic Change**, v. 50, n. 4, p. 475-487, 2001.
- FRIESLAND, H.; SCHRÖDTER, H. The analysis of weather factors in epidemiology. In: Kranz, J.; Rotem, J. (Eds.). Experimental techniques in plant diseases epidemiology. Berlin. Springer-Verlag. 1988. pp.115-133.
- GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104 p.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; JÚNIOR, M.J.P; 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, p.187-194, 2008a.
- GHINI, R., Impacto potencial das mudanças climáticas sobre o controle químico de doenças de plantas. In: Ghini, R.; Hamada, E. (Org.). Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil.. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v., p. 323-331.
- HIBBERD, J.M., WHITBREAD, R., FARRAR, J.F. Effect of 700  $\mu\text{mol}$  per mol  $\text{CO}_2$  and infection of *powdery mildew* on the growth and partitioning of barley. **New Phytologist**, 1348, 309-345, 1996.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for policymakers. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007**. Cambridge, Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>>. Acesso em: 4 nov. 2008.
- MANNING, W. J.; TIEDEMANN, A. V. Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), ozone ( $\text{O}_3$ ), and Ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. **Environmental Pollution**, v. 88, p. 219-245, 1995.