

8

Mudanças climáticas e problemas fitossanitários

Francislene Angeotti

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) concluiu, no seu quarto relatório, que o aumento da concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera pode elevar a temperatura média no planeta Terra entre 1,8 a 6,4 °C nos próximos 100 anos. Este aumento depende, entretanto, do esforço das nações para implementar políticas de mitigação de gases de efeito estufa. De acordo com os resultados divulgados, durante o século XX a temperatura média da atmosfera aumentou em 0,6°C +/- 0,2 °C, sendo a década de 1990 a mais quente, desde que as primeiras aferições foram efetuadas no final do século XIX.

Segundo o IPCC (2007), o termo “mudança climática” é usado para dar referência a qualquer mudança no clima ocorrida ao longo do tempo, devido à variabilidade natural ou decorrente da atividade humana. Assim, por meio de registros sistemáticos de temperatura, desde 1850, foram realizadas análises que permitiram visualizar tendências de aumento da temperatura média do planeta. Além disso, atualmente, por meio de modelos matemáticos, é possível simular o clima futuro em nível global e regional como resposta às mudanças na concentração de gases de efeito estufa, de maneira que os modelos climáticos descrevem os processos físicos e dinâmicos do clima e também as interações entre os componentes do sistema climático e os mecanismos de retroalimentação entre os processos físicos.

Destacam-se, entre os principais gases causadores do efeito estufa: o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Registros da concentração desses gases podem ser obtidos a partir da composição de testemunhos de gelo de milhares de anos. Por meio dessas análises, cientistas observaram que a concentração atmosférica global de dióxido de carbono aumentou de um valor pré-industrial de cerca de 280 para 379 ppm (partes por milhão) em 2005, com previsão de chegar a 580 ppm em 2100, o que seria o dobro da concentração existente na atmosfera antes da revolução industrial. A concentração atmosféri-

ca global de metano aumentou de 715 para 1774 ppb (partes por bilhão) e a concentração de óxido nitroso de 270 para 319 ppb, ultrapassando, em muito, a faixa natural dos últimos 650.000 anos (IPCC, 2007).

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. A previsão de impactos econômicos e socioambientais, decorrentes do aquecimento global, indica que todas as regiões e os países do mundo serão afetados. A alteração da temperatura, associada à ocorrência de eventos extremos como secas e enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, tem produzido perdas econômicas significativas para a população. Além disso, essas mudanças poderão causar outros impactos, como alterações na biodiversidade, aumento no nível do mar e impactos na saúde, na agricultura, na disponibilidade hídrica e também na economia. Diante deste desafio, os cenários climáticos futuros deverão ser vistos como matéria-prima para estudos mais aprofundados e a partir deles buscar a elaboração de ações de mitigação e adaptação.

Mudanças no clima e a agricultura

A agricultura depende diretamente dos fatores climáticos, como temperatura, precipitação pluviométrica, radiação solar, umidade relativa, umidade do solo, etc. A ocorrência de mudanças na variabilidade do clima, na ocorrência de eventos extremos (secas mais prolongadas, chuvas torrenciais ou ainda o aumento na frequência de ondas de calor) gera consequências econômicas, sociais e ambientais nas diversas regiões do País. As alterações na produção agrícola, tanto pelo aumento da produção devido ao efeito fertilizador de carbono por meio de maiores concentrações de CO₂ atmosférico como por alterações no ciclo produtivo, devido à mudança no número de graus-dia, ou pela ocorrência e a severidade de pragas e doenças, poderão afetar a economia interna, gerando uma nova geografia da produção (DECONTO et al., 2008; JESUS JUNIOR et al., 2008). A região Sul, por exemplo, devido à elevação da temperatura e consequente diminuição de áreas com geadas, poderá ter um aumento na área de plantio da mandioca, ao contrário da região Nordeste, onde ocorrerá um aumento de áreas de risco para esta cultura (DECONTO e al., 2008). Essas mudanças poderão variar nas diferentes regiões do País, de maneira que os estudos do efeito das alterações climáticas sobre o desenvolvimento das culturas devem ser realizados nas diversas regiões a fim de maximizar seu potencial produtivo.

A temperatura é um dos principais fatores climáticos que influenciam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, visto que afeta todas as reações bioquímicas da fotossíntese. Desta maneira, os aumentos na temperatura de até 5,8 °C poderão afetar a duração do ciclo de cultivo, a retenção final de vagens, a qualidade dos frutos por meio do acúmulo de açúcares e a coloração, além de provocar o abortamento de flores, entre outros. A precipitação pluviométrica é um dos fenômenos que, segundo os dados do IPCC (2007), possui os maiores graus de incerteza sobre a variação para os cenários futuros; entretanto, não poderíamos deixar de relatar que sua importância para os cultivos varia desde a determinação da lâmina de irrigação, influenciando também no crescimento e desenvolvimento das plantas, como no acúmulo e coloração das fruteiras, além dos efeitos diretos na ocorrência de problemas fitossanitários, entre outros.

Além dos fatores supracitados o aumento da concentração de dióxido de carbono também afetará o aparato fotossintético das plantas em geral, podendo ser benéfico na produção de biomassa. No entanto, se o aumento da concentração de CO₂ for acompanhado de aumento da temperatura do ar, poderá não haver um decréscimo no crescimento e no rendimento das culturas, devido à diminuição do ciclo de desenvolvimento e do aumento da respiração (TAIZ & ZEIGAR, 2004).

O ambiente e a ocorrência de problemas fitossanitários

De maneira geral, os sistemas de cultivo 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. As doenças de plantas causam uma série de prejuízos para a agricultura e se estima que elas são responsáveis por 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 tornar-se secundárias se as condições ambientes não forem favoráveis, ou doenças secundárias podem tornar-se importantes. As mudanças climáticas poderão causar impactos significativos na agricultura brasileira, 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, de maneira que a distribuição geográfica e temporal de pragas e

doenças pode sofrer alterações. Doenças de importância secundária podem tornar-se mais severas no cenário climático futuro, da mesma maneira que doenças potenciais podem ter sua importância econômica reduzida, variando de região para região. Assim, as avaliações dos impactos nas mudanças climáticas na ocorrência de problemas fitossanitários requerem conhecimentos sobre como esses fatores afetarão a fisiologia das plantas hospedeiras e, conseqüentemente, a interação patógeno e planta hospedeira.

As mudanças no clima podem produzir impactos sobre problemas fitossanitários por diferentes vias; por um lado, causando impactos diretos sobre a planta hospedeira, interferindo no seu crescimento, fisiologia, morfologia, reprodução, sobrevivência e também no microclima e, por outro lado, causando impactos indiretos sobre a mesma, como as alterações na interação com microrganismos simbiotes, interação com insetos e competição com plantas invasoras. Além disso, as mudanças climáticas podem afetar, direta e indiretamente, o patógeno causador da doença. O efeito direto pode ocorrer por meio de interferências no seu ciclo de vida, além de afetar a dispersão e a sobrevivência dos microrganismos, e indiretamente, afetando as interações de parasitismo, competição e, ainda, a suscetibilidade do hospedeiro (Figura 1).

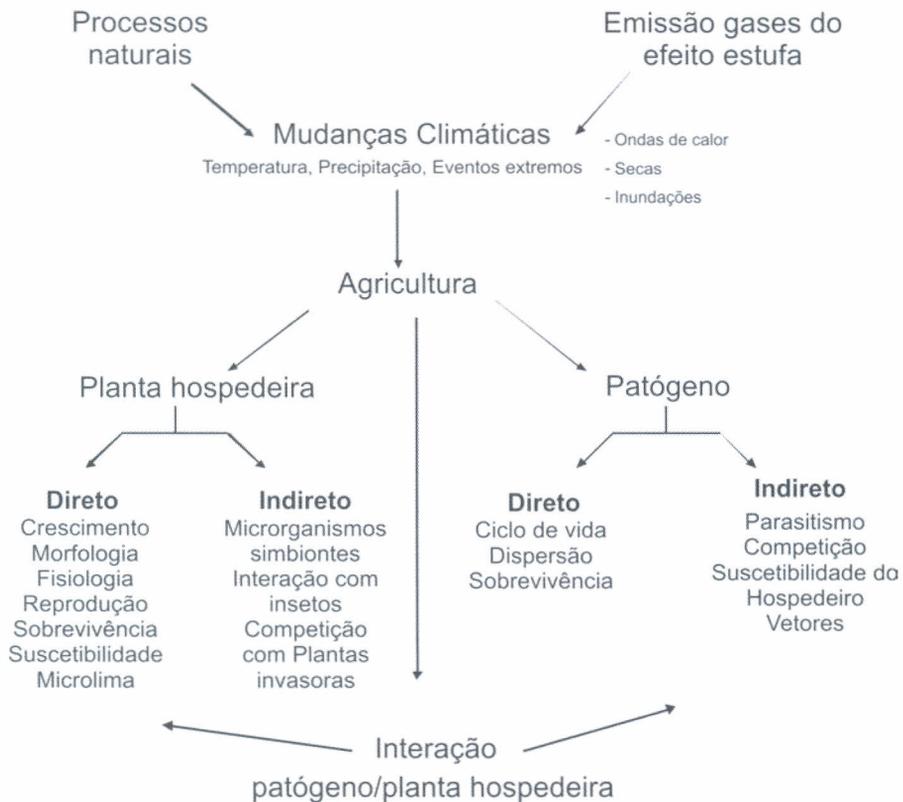


Figura 1 – Esquema dos impactos das mudanças climáticas sobre problemas fitossanitários

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 importante papel podendo contribuir para aumentar ou limitar o desenvolvimento das doenças, atuando nas diferentes fases do ciclo das mesmas, 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

Fase	Fator climático
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 (por meio de vento, respingos de chuva) sobre uma planta (folha, caule, fruto) sadia (Figura 2). Após a deposição e havendo condições climáticas favoráveis, os esporos iniciam o processo de germinação seguida da penetração e colonização da planta hospedeira. Para que ocorra a germinação dos esporos de determinados fungos, por exemplo, a temperatura tem de estar adequadamente necessária à presença de água livre nas folhas e também temperatura adequada. Para o míldio da videira, por exemplo, para que ocorra a infecção a temperatura ótima é de 22 a 25 °C e pelo menos 90 minutos de água livre. Para a infecção de *Puccinia polysora* em milho, são necessárias de 2-4 horas de molhamento foliar, sob a temperatura de 20-25 °C. Para o fungo *Magnaporthe grisea*, causador da brusone no trigo, a duração do processo de penetração varia com a temperatura podendo ser de 6, 8 e 12 horas, com temperaturas de 24 °C, 28 °C e 32 °C, respectivamente (PICININI; FERNANDES, 1995).

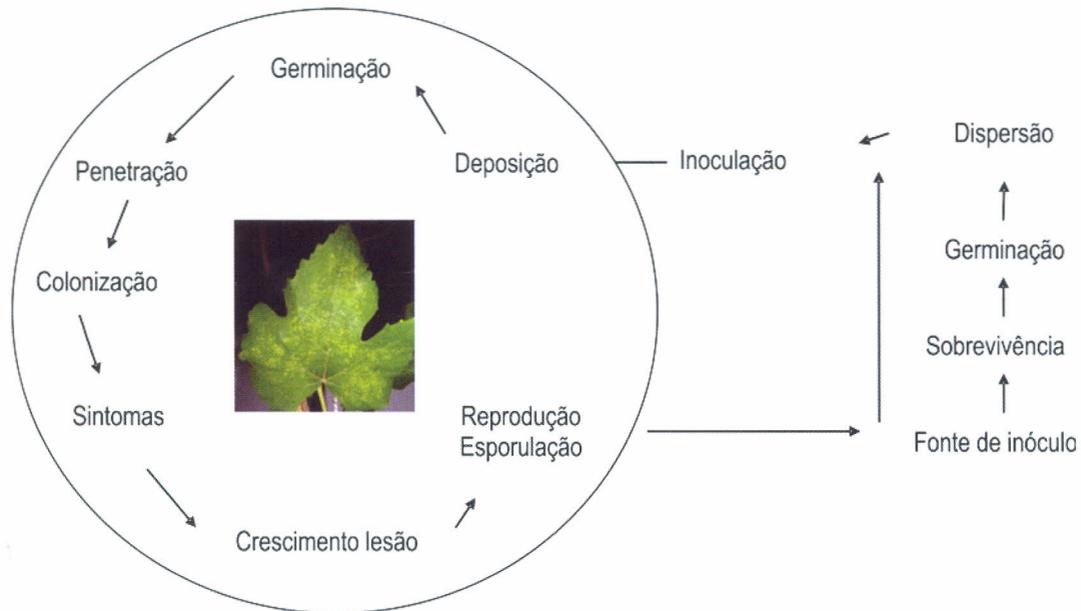


Figura 2 – Ciclo de infecção de patógenos

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. Sob condições de alta umidade e temperatura de 20-25 °C, o período latente do fungo *Phakopsora euvitis* é de seis a sete dias, enquanto na temperatura de 15 °C demora cerca 15 dias. O curto período latente do fungo *P. euvitis* observado a 20-25 °C é um fator que contribui para que epidemias da doença sejam explosivas. Para a maioria dos patógenos, a temperatura pode determinar a rapidez e a extensão da infecção e o período de molhamento foliar é fator importante no estabelecimento do processo de infecção. Para cada fungo e/ou bactéria, existe uma faixa ideal de temperatura para o seu desenvolvimento.

Após o aparecimento dos sintomas e o crescimento da lesão, ocorrerá a reprodução do micro-organismo, servindo como nova fonte de inóculo. De maneira geral, em condições de baixa temperatura a produção de esporos é reduzida, para patógenos como *Colletotrichum* sp., *Phakopsora euvitis*, *Phytophthora*, *Pycularia grisea* (PERZSENDIN; GONZALES, 1982; KUMAR; SINGH 1995; KING et al., 1997; ANGELOTTI, 2006; ENGLANDER et al., 2006). À medida em que a temperatura aumenta, a esporulação também aumenta até atingir um ponto máximo. Para *Pycularia grisea*, a temperatura ótima para esporulação está em torno de 28 °C a 30 °C, embora possa ocorrer esporulação desde 10 até 35 °C (PERZSENDIN; GONZALES, 1982; KUMAR; SINGH 1995).

Muitos fungos só produzem estruturas de reprodução sob condições de alta umidade relativa do ar como, por exemplo, os gêneros *Colletotrichum*, *Plasmopara*, *Phakopsora*, *Pysicularia*, *Phythium*, *Puccinia* etc. 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. O vento influencia na liberação e no transporte do inóculo. Os esporos de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causador da ferrugem da soja, são transportados por longas distâncias, infectando plantas saudáveis. E também, variação na precipitação pode interferir na dispersão de propágulos por gotas de chuva (CHAKRABORTY et al., 2000). É o caso do fungo *Elsinoe mangiferae*, causador da verrugose na mangueira; sob condições de alta umidade, o fungo esporula e os conídios são disseminados por respingos de orvalho ou da chuva, para novos tecidos.

A sobrevivência de *C. gloeosporioides*, associado a restos foliares de cebola, diminuiu com o aumento da temperatura. Similarmente, observou-se que a sobrevivência de *C. graminicola* em tecidos de milho foi maior quanto menor a temperatura (VIZVARY; WARREN, 1981).

As alterações climáticas previstas também interferirão na ocorrência de doenças de etiologia viral, dependendo da influência do clima sobre a biologia dos insetos vetores, podendo acarretar em aumento ou diminuição de sua importância.

Assim como para doenças, a temperatura é um dos fatores abióticos que mais influenciam o desenvolvimento das pragas e inimigos naturais. Desta maneira, o aquecimento global irá afetar a ocorrência desses insetos nos agroecossistemas. O estudo desses efeitos é de grande importância para a agricultura estar preparada para enfrentar novos desafios que serão colocados diante desse novo cenário climático, visto que muitas dessas pragas poderão ser beneficiadas ou prejudicadas com as mudanças, assim como seus inimigos naturais.

Tanto os insetos hospedeiros quanto seus parasitóides são afetados por temperaturas extremas e qualquer efeito no hospedeiro tem consequência para o parasitóide. As relações tritróficas entre plantas, insetos herbívoros e seus inimigos naturais (predadores, parasitóides e patógenos) são resultantes de um longo processo de coevolução específico para um ambiente particular e condições climáticas relativamente estáveis. Os níveis tróficos mais altos são afetados, comumente, pelas mudanças climáticas porque dependem da capacidade de adaptação dos níveis tróficos mais baixos às mudanças. Exposições às temperaturas estressantes induzem danos letais ou subletais aos parasitóides reduzindo, em geral, a longevidade, fecundidade, mobilidade e habilidade de orientação, através de odores atrativos, o que pode resultar na produção de mais machos. Hospedeiros e parasitóides podem ter diferentes preferências térmicas ou diferentes capacidades de sobreviver em temperaturas extremas; assim, alterações

climáticas podem influenciar diferentemente, levando novos arranjos à comunidade, incluindo adaptação de parasitóides a novos hospedeiros (HANCE et al. 2007).

Para o afídeo *Sipha flava*, a temperatura influenciou a duração dos instares bem como o seu período ninfal; esses resultados podem auxiliar o planejamento de criações em laboratório e a previsão do número de gerações anuais que ocorrem no campo (OLIVEIRA et al., 2009).

Os estudos sobre alterações de temperatura em problemas fitossanitários têm sido desenvolvidos em câmara de crescimento (Figura 3). Esses, além de explicar como o patógeno e a planta se comportarão no cenário climático futuro, permitirão o desenvolvimento de medidas de controle eficientes, no caso da ocorrência de danos negativos.

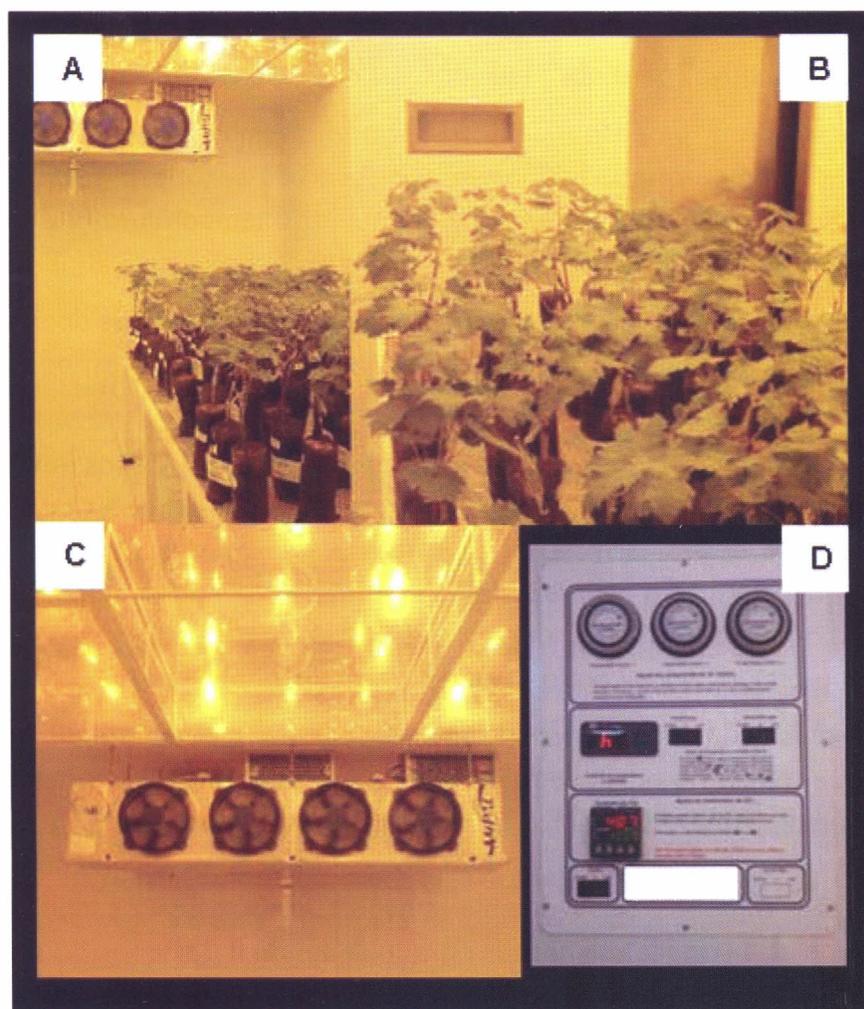


Figura 3 – Câmara de crescimento: (A e B) Mudas de videira para estudos sobre efeito das mudanças climáticas em problemas fitossanitários; (C) Sistema de iluminação e umidificação; (D) Painel para regulação das condições ambientais

A concentração de CO₂ na ocorrência de doenças

O CO₂, além de atuar como gás de efeito estufa, aumentando a temperatura terrestre, pode causar impactos diretos e indiretos nos agroecossistemas, em particular na incidência e severidade de doenças de plantas. Alterações na fisiologia e na morfologia da planta hospedeira pelo aumento no teor de CO₂, 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). Além disso, o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera pode aumentar a concentração de carboidratos no tecido das plantas, o que favorece maior desenvolvimento de fungos como as ferrugens e a inibição no desenvolvimento de míldios (MANNING; TIEDEMANN, 1995; HIBBERD et al., 1996). Observou-se, também, que o aumento da concentração de dióxido de carbono pode interferir em uma camada maior de cera e células da epiderme, aumento do número de células do mesófilo, aumento do teor de fibras e papilas nos locais de penetração e aumento na resposta de defesa das plantas (CHAKRABORTY et al., 2000). De maneira que as alterações nas plantas hospedeiras poderão alterar o início e a duração dos estádios de desenvolvimento do patógeno, a capacidade de multiplicação e ocasionar o desenvolvimento mais acelerado das populações e consequente quebra de resistência do hospedeiro (GHINI, 2005).

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 CO₂ (em torno de 574 a 650 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) se comparada com as condições ambientes (em torno de 365 a 369 $\mu\text{mol mol}^{-1}$). Estudos no Brasil sinalizaram um aumento significativo na severidade de oídio na soja, no tratamento com injeção de CO₂. Já para a ferrugem asiática, houve redução da severidade da doença com injeção do gás (LESSIN, 2008).

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 em virtude da possibilidade de conduzir ensaios em todos os estádios de desenvolvimento de plantas, permitindo a obtenção de respostas ao gás em condições naturais, em que as plantas são cultivadas diretamente no solo com flutuação diária e sazonal do clima (GHINI, 2005). Nos ensaios tipo FACE, ocorre liberação de CO₂ 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 e ainda serão instalados, em 2010, seis minifaces em diversas regiões do País (desde o Sul até o Norte), para a realização de experimentos em rede.

Distribuição geográfica e temporal de doenças

O clima representa um dos fatores determinantes da distribuição geográfica dos fitopatógenos, sendo a umidade e a temperatura os fatores que governam essa distribuição. Em qualquer região em particular, há uma média de temperatura e precipitação para cada estação do ano, determinando o clima daquela região e limitando a localização geográfica, dentro da qual o patógeno pode sobreviver. Desta maneira, as mudanças climáticas também afetarão a distribuição geográfica e temporal das doenças de plantas. Neste sentido, Chakraborty et al. (1998), discutiram os efeitos das mudanças climáticas globais sobre doenças das principais culturas da Austrália, concluindo que as mudanças climáticas, além de alterar a distribuição geográfica das doenças, podem interferir 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 redução da área favorável à doença, no País. Tal redução tende a ser gradativa para as décadas de 2020, 2050 e 2080 e de forma diferenciada para os cenários A2 (pessimista) e B2 (otimista). Apesar disso, extensas áreas ainda continuarão favoráveis à ocorrência da doença, especialmente no período de novembro a abril e mapas de distribuição geográfica também foram elaborados para previsão do número de gerações anuais do nematóide verificando-se que poderá haver aumento na infestação, pelo maior número de gerações por mês em relação à normal climatológica de 1961–1990 (GHINI et al., 2008a).

Mudanças Climáticas X Controle de 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). Outro ponto questionável se refere à eficiência de produtos químicos em condições de elevadas temperaturas.

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 suplantá-la a 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.

Assim, as mudanças climáticas afetarão também o uso de pesticidas, dependendo do comportamento das pragas, doenças e plantas daninhas (GHINI 2005; 2008). 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 serão um desafio diante do novo cenário climático frente ao seu manejo racional.

Conclusões

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, caso em que serão necessários métodos de controle eficientes e disponíveis para solucionar tais problemas. A obtenção de variedades resistentes, por exemplo, requer 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. Desta 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.

ANGELOTTI, F. **Epidemiologia da ferrugem (*Phakopsora euvtis*) da videira (*Vitis spp.*)**. 2006. 66p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

CHAKRABORTY, G. M. MURRAY, P. A. MAGAREY, T. YONOW, R. G. O'BRIEN, 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. Parte inferior do formulário

DECONTO, J. G. (Coord.). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: Unicamp, 2008. 82 p. il., color. Esta publicação foi produzida a partir do estudo "Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira", coordenado pelos pesquisadores Eduardo Assad e Hilton Silveira Pinto.

ENGLANDER, L., BROWNING, M., TOOLEY, P. W. Growth and sporulation of *Phytophthora ramorum* in vitro in response to temperature and light. **Mycologia** v. 98, p.365-373, 2006.

FRIESLAND, H.; SCHRÖDTER, H. The analysis of weather factors in epidemiology. In: Kranz, J.; Rotem, J. (Eds.). Experimental techniques in plant diseases epidemiology. Berlim. 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.; GONÇALVES, R.R.V.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C. Análise de risco das mudanças climáticas globais sobre a sigatoka-negra da bananeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, p.197-204, 2007.

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.

HANCE, T.; VAN BAAREN, J.; VERNON, P. ; BOIVIN, G. Impact of Extreme Temperatures on Parasitoids in a Climate Change Perspective. **Annu. Rev. Entomol.** v.52, p.107–26. 2007.

HIBBERD, J.M., WHITBREAD, R., FARRAR, J.F. Effect of 700 $\mu\text{mol per mol CO}_2$ 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.

JESUS JUNIOR, W. C.; MORAES, W. B.; COSMI, F. C.; JÚNIOR, R. V.; CECÍLIO, R. A.; ALVES, F. R.; VALE, F. X. R. Aquecimento global e o potencial impacto na agricultura In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Vitória, Espírito Santo, 2008.

KING, W.T.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; WILSON, L.L. Effects of temperature on sporulation and latent period of *Colletotrichum* spp. infecting strawberry fruit. **Plant Disease**, v.81, p.77-84, 1997.

KOBAYASHI, T.; ISHIGURO, K.; NAKAJIMA, T.; KIM, H. Y.; OKADA, M.; KOBAYASHI, K. Effects of Elevated Atmospheric CO_2 Concentration on the Infection of Rice Blast and Sheath Blight. **Phytopathology**, v.96, p. 425-431, 2006.

KUMAR, A., SING, R.A. Differential response of *Pyricularia grisea* isolates from rice, finger millet and pearl millet to media, temperature, pH and light. **Indian Journal Mycological Plant Pathology**. v.25, p.238- 43, 1995.

LESSIN, R.C. **Efeito do aumento da concentração de CO_2 atmosférico sobre o oídio, a ferrugem e o desenvolvimento de plantas de soja**. 2008. 66p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu.

MANNING, W. J.; TIEDEMANN, A. V. Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO_2), ozone (O_3), and Ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. **Environmental Pollution**, v. 88, p. 219-245, 1995.

McELRONE, A.J.; REID, C.D.; HOYE, K.A.; HART, E.; JACKSON, R.B. Elevated CO_2 reduces disease incidence and severity of a red maple fungal pathogen via changes in host physiology and leaf chemistry. **Global Change Biology**, v.11, p.1828-1836, 2005.

MYAMOTO, J. Risk Assessment of Pesticides in their use for Agriculture; Current State of the Art and Future Research Needs. 271 p., 1990.

OLIVEIRA, Simone Alves de; SOUZA, Brígida; AUAD, A. M.; SILVA, D. M.; CARVALHO, C.A. Desenvolvimento e Reprodução de *Sipha flava* (Forbes) (Hemiptera:Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology*, v. 38, p. 311-316, 2009.

PERZSENDIN, M. de L. A.; GONZALES B. J. Biological aspects of *Pyricularia oryzae* in Cuba. **Ciencias de la Agricultura**, v.2, p.111, 1982.

PICININI, E. C., FERNANDES, J. M. C. *Doenças em cereais de inverno: aspectos epidemiológicos e controle*. Passo Fundo: CNPT/EMBRAPA, 1995. 58p.

STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência Rural**, v.35, p.730-740, 2005.

VIZVARY, M.A., WARREN, H.L. Survival of *Colletotrichum graminicola* in soil. **Phytopathology**, v.72, n.5, p.522-525, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.