

# IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS ENFERMEDADES DE CULTIVOS



**Raquel Ghini**

Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP, Brasil

El quinto informe del IPCC (2013) concluye que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. Es prácticamente seguro que días y noches fríos serán más cálidos y/o menos numerosos en la mayoría de las zonas continentales. También días y noches calurosos serán más cálidos y/o más frecuentes. Desde 1950, se han observado cambios en numerosos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. En algunas regiones se prevén cambios en la precipitación, con lluvias fuertes o mayor intensidad y duración de la sequía. La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera prevista para 2100 en el escenario climático más optimista es acerca de 420,9 ppm y 985 ppm para el peor escenario.

El ambiente puede alterar el crecimiento y la susceptibilidad de la planta, la infección del patógeno, así como su multiplicación, diseminación, supervivencia y, consecuentemente, la interacción entre la planta y el patógeno (Jurosek & von Tiedemann, 2013). Los impactos pueden ser positivos o negativos, es decir, puede ocurrir aumento o disminución de la gravedad de la enfermedad. Aunque los estudios con el cambio climático y enfermedades de las plantas son todavía pocos, el interés en el tema se ha incrementado en los últimos años (Ghini *et al.*, 2011; Chakraborty, 2013).

## **Impacto sobre los patógenos**

Los microorganismos patógenos se encuentran entre los primeros organismos que muestran los efectos del cambio climático debido a numerosas poblaciones, la facilidad de multiplicación y dispersión y el corto tiempo entre generaciones. Por lo tanto constituyen un excelente grupo de indicadores de cambio climático. Además de la importancia de estos microorganismos como agentes causales de las enfermedades de las plantas, afectando a la seguridad alimentaria y la producción de fibras, biocombustibles y otros productos, los patógenos pueden alterar la estructura, la composición y la evolución de las comunidades vegetales y los servicios ecosistémicos que proporcionan "retroalimentación" para el clima global. La participación de estos microorganismos en estos procesos puede ser positiva o negativa. Los patógenos son involucrados incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura, ya que el control adecuado evita la pérdida y de la descomposición de material vegetal (Carlton *et al.*, 2012).

Nuevas razas pueden evolucionar rápidamente a temperatura elevada y alta concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, ya que las fuerzas evolutivas actúan sobre las poblaciones masivas de patógenos impulsado por una combinación de un aumento de los ciclos de la fecundidad y de la

infección en virtud de un microclima más favorable (Chakraborty, 2013). La distribución geográfica de los patógenos debe modificarse, como ya se observó para los diferentes grupos de organismos (Bebber *et al.*, 2013).

### **Impacto sobre las plantas y otros organismos**

El cambio climático también puede tener efectos directos sobre el crecimiento, la morfología, la fisiología, la reproducción, la supervivencia y la susceptibilidad de las plantas, dando lugar a cambios en la incidencia y severidad de las enfermedades. Ciertamente, la naturaleza de la planta (por ejemplo, anuales o perennes, metabolismo de tipo C3 o C4) y el patógeno (transmitido por suelo o por aire, biotrófico o necrotrofico) determinarán cómo serán los impactos.

Otros organismos que interactúan con el patógeno y la planta también pueden ser afectados por el cambio climático, con efectos indirectos sobre las enfermedades. Las enfermedades que requieren insectos u otros vectores pueden tener una nueva distribución geográfica o temporal, que es un resultado de la interacción de múltiples factores entorno de planta-patógeno-vector. El aumento de la temperatura o la incidencia de la sequía podrán ampliar el ámbito de la aparición de enfermedades a zonas donde el patógeno y la planta estarán presentes, pero el vector aún no ha actuado. Los hongos micorrízicos, microorganismos endófitos y fijadores de nitrógeno también pueden sufrir los efectos del cambio climático, causando cambios en la gravedad de las enfermedades.

### **Métodos para el estudio de los efectos del cambio climático sobre las enfermedades de las plantas**

Muchos métodos se describen para evaluar los efectos del ambiente en enfermedades de las plantas, sin embargo, el estudio del cambio climático impone algunas peculiaridades en el uso de estos métodos. Garrett *et al.* (2006) presentó una revisión de los diferentes enfoques para el estudio de la materia, teniendo en cuenta las diferentes escalas de interacción planta-patógeno, desde microclima a clima global. Posteriormente, Garrett *et al.* (2011) desarrollaron un esquema para el análisis de la complejidad de los impactos del cambio climático, con base en un conjunto de preguntas para una determinada planta, patógeno, combinación planta-patógeno y región geográfica. Según los autores, en la práctica, puede ser necesario ampliar los modelos con la inclusión de nuevos componentes, identificar los principales componentes o sintetizar dichos modelos al nivel óptimo de complejidad a la planificación y priorización de la investigación.

Los registros de la ocurrencia de enfermedades de las plantas en una determinada localidad o región, durante largos periodos de tiempo, se pueden correlacionar con el cambio climático y se utilizan para la evaluación de los impactos. Una ventaja es el uso de los datos observados y sin aparato experimental, obtenido en grandes áreas cultivadas. Sin embargo, este enfoque tiene varias limitaciones: hay pocos registros de datos históricos disponibles de enfermedades; es difícil establecer la duración necesaria del plazo de tiempo suficiente para garantizar un resultado de buena calidad; la fiabilidad de la correlación se ve afectada por los efectos de otros factores en enfermedades, como la variedad de planta,

fecha de siembra, fertilización, manejo de cultivos y otros. Además, los efectos del ambiente sobre las interacciones planta-patógeno son demasiado complejos para ser sintetizada en una ecuación de regresión simple que implica un menor número de variables (Pritchard & Amthor, 2005). Los resultados son difíciles de interpretar en términos de relación causa-efecto. Por estas razones, hay pocos casos comprobados de plantas que han sido alteradas por enfermedades del cambio climático.

Métodos para el estudio de los efectos del aumento o reducción de temperatura y precipitación fueron muy explorados por la investigación en fitopatología, debido a la importancia de estas variables para las enfermedades. Sin embargo, otras variables del ambiente han recibido menos atención. Además de actuar como un gas de efecto invernadero, provocando cambios en el clima global, el dióxido de carbono de la atmósfera también puede causar impactos directos sobre agroecosistemas. Experimentos en OTC ("Open Top Chambers") y FACE ("Free Air Carbon Dioxide Enrichment") se desarrollaron para crear las condiciones futuras de la atmósfera y permitir el estudio de las interacciones del aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> y otras variables ambientales (Ghini *et al.*, 2011a). Además de la experimentación, el modelaje ofrece grandes oportunidades para el estudio de los impactos del cambio climático. Los modelos de desarrollo de enfermedades utilizados para los sistemas de predicción pueden ser utilizados en estudios de simulación de la distribución espacial y temporal de los escenarios climáticos futuros.

Cada técnica tiene sus ventajas y limitaciones, pero todos agregan información al avance del conocimiento en el tema. Una combinación de enfoques es la forma más efectiva para determinar las repercusiones del cambio climático. Estudios interdisciplinarios y de largo plazo son de gran importancia para la obtención de resultados fiables.

### **Casos de los cambios en la incidencia de problemas de enfermedades causadas por el cambio climático**

Hay todavía un pequeño número de casos comprobados de cambio en la incidencia de enfermedades debido al cambio climático. Este hecho se debe a la necesidad de registrar los cambios en la presencia de enfermedades por un período relativamente largo, con una correlación significativa con los cambios en alguna variable climática (Jeger & Pautasso, 2008). La ausencia de series históricas de los problemas fitosanitarios es otra de las razones para el pequeño número de casos confirmados. Por otra parte, se sabe que muchos factores además del clima, causan fluctuaciones en las poblaciones de patógenos y plagas, tales como el cultivo, la nutrición de las plantas, los cultivares, entre otros, por lo que la correlación entre los problemas del cambio climático y las enfermedades.

Según Garrett *et al.* (2009), los requisitos para que una enfermedad fue alterada por el cambio climático son: el patógeno siempre ha estado presente en la zona; no hubo ningún cambio en la composición genética de las poblaciones de la planta y el patógeno; el manejo de los cultivos no se ha modificado; los requisitos climáticas del patógeno y el vector son bien conocidos y adecuados para el clima durante el período de presión más alta de la enfermedad; se observó el cambio en la enfermedad durante un tiempo suficientemente largo para establecer la correlación.

Una de las evidencias es el caso de *Dothistroma septosporum*, causando la quema de *Pinus contorta* var. *latifolia*, en los bosques de la Columbia Británica en Canadá (Woods *et al.*, 2011). Utilizando datos de 69 años de incidencia de *Phytophthora infestans* en patata en Finlandia, Hannukkala *et al.* (2007) concluirán que la severidad de esta enfermedad se asocia con el cambio climático y la falta de rotación de cultivos.

### Consideraciones finales

El mantenimiento de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas depende directamente de la protección de las plantas. En pocos años, el cambio climático podría alterar el escenario actual de enfermedades de las plantas y su manejo. Estos cambios sin duda tendrán efectos en la productividad. Por lo tanto, es importante estudiar los efectos sobre enfermedades de los cultivos, con el fin de minimizar las pérdidas de producción y la calidad, el apoyo a la elección de las estrategias para superar los problemas.

### Referencias bibliográficas

- Bebber D. P., Ramotowski M. A. T. and Gurr S. J. 2013.** Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. Nature Clim. Change advance online publication.
- Carlton R., West J. S., Smith P. and Fitt B. D. L. 2012.** A comparison of GHG emissions from UK field crop production under selected arable systems with reference to disease control. European Journal of Plant Pathology 133:333–351.
- Chakraborty S. 2013.** Migrate or evolve: options for plant pathogens under climate change. Global Change Biology 19:1985–2000.
- Garrett K. A., Dendy S. P., Frank E. E., Rouse M. N. and Travers S. E. 2006.** Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. Annual Review of Phytopathology 44:489–509.
- Garrett K. A., Nita M., Wolf E. D. D., Gomez L. and Sparks A. H. 2009.** Plant pathogens as indicators of climate change. In: Letcher T (Ed.) Climate change: observed impacts on planet Earth. Elsevier, p. 425–437.
- Garrett K. A., Forbes G. A., Savary S., Skelsey P., Sparks A. H., Valdivia C., van Bruggen A. H. C., Willocquet L., Djurle A., Duveiller E., Eckersten H., Pande S., Vera Cruz C. and Yuen J. 2011.** Complexity in climate-change impacts: an analytical framework for effects mediated by plant disease. Plant Pathology 60:15–30.
- Ghini R., Bettiol W. and Hamada E. 2011a.** Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes: current knowledge and perspectives. Plant Pathology 60:122–132.
- Ghini R., Hamada E. and Bettiol W. 2011b.** Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 356p.
- IPCC. 2013.** Climate Change 2013: the physical science basis. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.

- Jeger M. J. and Pautasso M. 2008.** Plant disease and global change - the importance of long-term data sets. *New Phytologist* 177:8-11.
- Juroszek P. and von Tiedemann A. 2013.** Plant pathogens, insect pests and weeds in a changing global climate: a review of approaches, challenges, research gaps, key studies and concepts. *The Journal of Agricultural Science* 151:163-188.
- Pritchard S. G. and Amthor J. S. 2005.** Crops and environmental change. Binghamton: Food Products Press. 421p.
- Woods A. 2011.** Is the health of British Columbia's forests being influenced by climate change? If so, was this predictable? *Canadian Journal of Plant Pathology* 33:117-126.