

ENSAYO BREVE

INESTABILIDAD CLIMÁTICA

Las amenazas fitosanitarias en la horticultura dentro del contexto de cambio climático

Por Cecilia Elizabeth Luciani^{1,2},
María Florencia Brugo Carivali^{1,2},
Daríel Cabrera Mederos^{1,2}, María
Cecilia Perotto^{1,2}.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Patología Vegetal "Ing. Agr. Sergio Fernando Nome", Av. 11 de septiembre 4755, X5020ICA, Córdoba, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola, Av. 11 de septiembre 4755, X5020ICA, Córdoba, Argentina.

perotto.cecilia@inta.gob.ar

Los cultivos agrícolas, y en particular los hortícolas, están sometidos cada vez más a la presión de enfermedades, plagas y malezas. Esto se debe a diferentes factores como por ejemplo el cambio climático, que es una de las principales amenazas de la actividad agrícola.

El calentamiento global, ocasionado por la acumulación de gases de efecto invernadero, trae aparejado consecuencias. Entre ellas, el derretimiento de glaciares, aumento en el nivel del mar, cambios en la cantidad y en el patrón de las precipitaciones y en la expansión de los desiertos subtropicales. A causa del cambio climático, se prevé que los niveles de precipitación aumentarán en latitudes altas, pero disminuirán en regiones subtropicales (hasta un 20 % en 2100). La estructura y función de los ecosistemas se verán afectados, alterando las interacciones ecológicas de las especies y su distribución geográfica con consecuencias negativas para la biodiversidad.

Estos cambios temporales y espaciales en el clima influyen considerablemente en la producción mundial de alimentos, ya que no solo afectan el metabolismo y fisiología de los cultivos, sino que también afectan la salud de los suelos al aumentar la mineralización de nutrientes, la transformación de la materia orgánica, la evaporación y al disminuir la eficiencia del uso de fertilizantes con la consecuente erosión de los suelos y la merma de las áreas cultivables.

Las enfermedades son uno de los factores más importantes que pueden afectar la producción agrícola. Las pérdidas directas de rendimiento causadas por patógenos, plagas y malezas son, en conjunto, responsables de disminuciones de hasta el 40 % de la productividad agrícola mundial estimadas en USD 220 mil millones.

Las enfermedades de los cultivos son el resultado de la interacción entre el huésped susceptible, el patógeno virulento y las condiciones ambientales favorables. El cambio climático, por su parte, trae consecuencias directas en los tres vértices del triángulo de la enfermedad.

Identificar, cuantificar y pronosticar los efectos del cambio climático en las epidemias de patógenos de plantas constituyen una tarea compleja. Por un lado, estos dependen del patosistema, la extensión del daño a la planta, el sistema de cultivo involucrado. Por otra parte, las influencias del cambio climático suelen ser difíciles de discriminar de las causadas por el impacto de la actividad antrópica en los ecosistemas.

En este artículo desarrollaremos los efectos del cambio climático que directa o indirectamente afectan el desarrollo de enfermedades en plantas hortícolas.

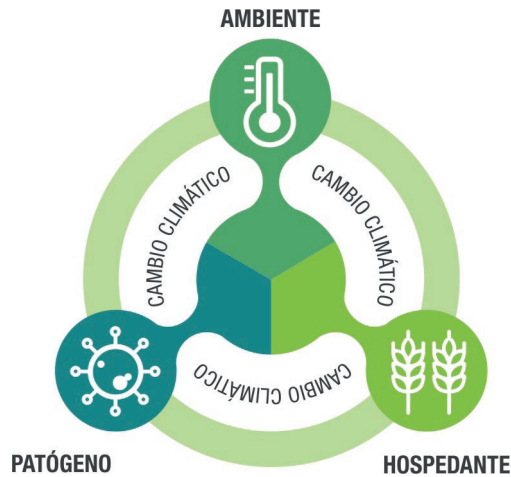


Figura 1. El cambio climático modifica las interacciones entre los componentes del triángulo de la enfermedad.

EFECTOS CLIMÁTICOS DIRECTOS

Las plantas hospedantes, los vectores y los patógenos están influenciados por factores como el aumento de la temperatura, alteración en el nivel de precipitaciones y aumento de gases invernadero que están directamente involucrados en la gravedad e incidencia de las enfermedades.

Temperatura

En plantas hortícolas, el aumento del estrés por calor es la causa de trastornos fisiológicos, morfológicos, anatómicos, y bioquímicos. Las temperaturas elevadas inducen cambios relativos a la patogenicidad del agente infeccioso y a la resistencia de la planta hospedante. En las principales regiones productoras de papa, el aumento de la temperatura media en la latitud 65° N favorece el desarrollo de epidemias severas causadas por el tizón tardío, requiriendo aumentos en la cantidad de aplicaciones de fungicidas necesarias para el control.

La temperatura elevada ha mostrado un aumento en las enfermedades de las plantas como el tizón tardío de la papa con el potencial de epidemias más severas y aumentos en la cantidad de aplicaciones de fungicidas necesarias para el control.

En general, por un lado, las plantas a temperaturas medias algo más altas de lo normal aumentan su susceptibilidad a la inoculación mecánica de virus. Por lo tanto, una mayor susceptibilidad derivada de una temperatura elevada aumenta la incidencia de virus que se transmiten por contacto. Por otro lado, en plantas ya infectadas, generalmente el aumento de la temperatura provoca un aumento en la tasa de multiplicación del virus y el movimiento sistémico dentro de ellas. En estos casos, con tasas más rápidas de multiplicación y mayor movimiento sistémico, el tiempo de manifestación de los síntomas es menor.

Además, existe una correlación entre la gravedad de los síntomas de la enfermedad y la concentración viral. Por lo tanto, se espera que a temperaturas más altas aumente la gravedad de la enfermedad en patosistemas virus-planta. Por ejemplo, en tomate, el virus TSWV a temperaturas de 36 °C manifestó los síntomas más severos en la planta; en pepino, temperaturas de incubación entre 25 y 30 °C facilitaron la propagación viral y la infección sistémica de *Melon yellow spot virus*. Estos datos sugieren que la resistencia al MYSV de las accesiones de pepino resistentes depende de la temperatura.

La temperatura es el factor de mayor influencia sobre los insectos vectores, modificando su desarrollo, supervivencia, distribución y abundancia. Influidando también en la eficiencia de la transmisión de patógenos desde plantas infectadas a plantas sanas. Se espera que la supervivencia de los insectos vectores aumente con temperaturas medias invernales más bajas,

y es probable que las temperaturas medias más altas del verano aumenten sus tasas de desarrollo y reproducción. Por ejemplo, menos días con heladas y períodos de frío más cortos aumentan la capacidad de los áfidos de pasar el invierno en dichas regiones, expandiendo los rangos geográficos y aumentando el período en el que están activos durante el año. El aumento de las temperaturas invernales induce un comienzo más temprano de los ciclos de vida anuales de los vectores (áfidos, mosca blanca, trips), aumenta la proporción de áfidos alados, que son responsables de la mayor parte de la transmisión de virus, y estimula su actividad de vuelo. Por lo tanto, a mayores temperaturas medias aumenta el riesgo de epidemias severas producidas por virus transmitidos por insectos vectores. Por ejemplo, en regiones que antes eran más frías, temperaturas entre 31-33 °C reducen el tiempo de desarrollo de la generación de un adulto de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), aumentando el riesgo de epidemias causadas por los virus que transmiten.

Dado que las especies de vectores tienen diferentes umbrales térmicos, se estima un cambio en la composición de especies, ya que el aumento en las poblaciones no será igual para todas.

Por ejemplo, se espera que el rango de *Thrips palmi* se expanda hacia áreas que antes eran demasiado frías para él, desplazando a las especies de trips vectores adaptadas a temperaturas más frías (*Thrips tabaci*). A su vez, se prevé que esto provoque la expansión de los tospovirus transmitidos por *T. palmi* a nuevas regiones, y la contracción a regiones más frías de los tospovirus transmitidos por especies desplazadas (*Thrips tabaci*).

Es importante señalar que temperaturas extremadamente altas e inusuales pueden reducir las poblaciones de insectos vectores y afectar a la supervivencia de bacterias y virus, por lo que las olas de calor prolongadas podrían reducir el riesgo de algunas epidemias.

Precipitaciones

Los fenómenos meteorológicos extremos provocan lluvias excesivas, inundaciones y sequías severas generando condiciones excepcionales para brotes de enfermedades en los cultivos.

El daño a los cultivos por inundación se debe a la reducción de oxígeno en la zona de la raíz. Las plantas inundadas acumulan etileno endógeno que causa daño, alterando el funcionamiento fisiológico y el crecimiento. Por ejemplo, las inundaciones provocan el marchitamiento rápido y la muerte de las plantas de tomate y pimiento, además de una mayor incidencia de patógenos como el tizón tardío. Algunos insectos mueren o son eliminados de los cultivos por las fuertes lluvias, por ejemplo, los trips, áfidos, moscas blancas, etc. Las infecciones foliares con bacterias patógenas a menudo aumentan después de que las lluvias llevan dichas bacterias hacia las aberturas o heridas naturales de la planta, por lo que es probable que aumenten sus epidemias.

La propagación de virus transmitidos por contacto en cultivos se ve favorecida por el crecimiento exuberante de las plantas y las hojas suaves y tiernas que se desarrollan en condiciones de alta humedad relativa. Tales plantas son más susceptibles a la infección que las plantas de hojas duras típicas de condiciones de baja humedad.





El estrés en los cultivos asociados a sequía prolongada puede limitar el tamaño de la población de vectores virales, inhibir la actividad y el movimiento de las zoosporas de patógenos fúngicos como *Phytophthora infestans* y *Pythium debaryanum* y reducir el desarrollo de *Ralstonia solanacearum*.

Alteraciones en los patrones de lluvia producen cambios en las epidemias de patógenos transmitidos por insectos. Es probable que las epidemias de virus transmitidos por hongos prevalearan en áreas cada vez más amplias de las regiones templadas. Esto se debe al aumento de la actividad y el movimiento de las zoosporas del vector como resultado del aumento de la temperatura y la humedad del suelo, lo que aumentaría las epidemias de furovirus y bymovirus. Al contrario en los campos de secano, la disminución de la humedad del suelo disminuiría tanto la actividad como el movimiento de las zoosporas del vector fúngico de los pecluvirus.

En condiciones de estrés hídrico, las plantas reducen los niveles de fotosíntesis que, a su vez, inhibe la producción de fitoalexinas, con la consecuente disminución de la resistencia a la multiplicación de patógenos dentro del hospedante.

En algunos casos, el estrés hídrico puede tener un efecto favorable para las enfermedades causadas por *Streptomyces scabies* en papa y *Sclerotium* spp. en cebolla.

Dióxido de carbono

La elevada concentración de CO₂ combinada con altas temperaturas puede conducir al desarrollo de nuevas razas de patógenos junto con un mayor ciclo de infección y fecundidad.

Esta alta concentración de CO₂ aumenta el crecimiento de los tallos y las hojas de las plantas, aumentando la superficie fotosintética total, que conlleva al aumento del rastrojo, brindando refugio a los patógenos durante el invierno. Sin embargo, en ciertas condiciones, la concentración elevada de CO₂ puede aumentar la resistencia del hospedante a los patógenos debido al cambio en la fisiología de las plantas. El aumento de la producción de biomasa vegetal, debido a los altos niveles de CO₂, puede modificar el microclima circundante. Por ejemplo, una mayor duración de la humedad de las hojas incrementa la probabilidad de infección por patógenos foliares. El CO₂ elevado puede disminuir o acelerar las epidemias, dependiendo del patosistema involucrado. Por ejemplo, en tomate se observaron efectos inhibitorios sobre el desarrollo de pudrición blanda en frutos infectados con *Pseudomonas marginalis* con un nivel del 2-10 % de CO₂. Por el contrario, la concentración doble de CO₂ ambiental aumentó, en pimiento, la incidencia de la marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* y de la mancha bacteriana causada por *Xanthomonas campestris*.

EFFECTOS CLIMÁTICOS INDIRECTOS

Los cambios espaciales y temporales en el clima repercuten en los ecosistemas agrícolas y naturales (plantas silvestres y nativas). Las plantas hospedantes, vectores y patógenos están influenciados indirectamente por factores como alteraciones de áreas cultivadas, variedad de cultivos, sistemas de cultivo, distribución y abundancia de vectores, hospedantes alternativos, malezas y actividad humana. Estos factores influyen en los rangos geográficos y la abundancia relativa de los patógenos, sus tasas de propagación, la efectividad de las resistencias del hospedante, la fisiología de las interacciones entre el hospedante-patógeno y la efectividad de las medidas de control.

Las plagas y patógenos de las plantas deben evolucionar o migrar para sobrevivir al cambio climático. La evolución acelerada por un entorno de cambio climático impulsa el desarrollo de variantes potencialmente mejor adaptadas a las nuevas condiciones, dando origen a enfermedades emergentes. Las observaciones sobre los cambios en la distribución de cultivos y de patógenos en los últimos años sugieren que el aumento de la producción agrícola y el comercio han sido los factores más importantes en su propagación. Por lo tanto, los ecosistemas naturales y la biodiversidad estarán sometidos a un estrés cada vez mayor, aumentando la susceptibilidad a epidemias.

Una enfermedad emergente es un caso original que se identifica recientemente en un área o cultivo y si no se controla, puede aumentar rápidamente su incidencia y gravedad ocasionando importantes daños económicos en los cultivos. Debido a sus genomas simples, los virus tienden a adaptarse rápidamente a los cambios ambientales, lo que explica por qué causan una mayor proporción de enfermedades infecciosas emergentes que los hongos, las bacterias o los nematodos juntos.

En los últimos años se ha observado un aumento creciente de nuevas especies virales infectando cultivos de hortalizas en todo el mundo. Particularmente en Argentina se han detectado numerosas enfermedades emergentes en cultivos hortalizas. Algunos ejemplos en Argentina son: *Cucurbit vein banding virus* en zapallo, *Strawberry polerovirus 1* en frutilla, el *Tomato yellow leaf curl virus* y *Tomato blistering mosaic virus* en tomate y *Berkeleyomyces basicola* en batata.

El término emergente, además de usarse para describir patógenos recientemente reconocidos o recientemente evolucionados que causan epidemias dañinas, se aplica a patógenos que han aumentado ampliamente sus rangos de hospedantes o distribuciones geográficas, o han cambiado su patogénesis.

Por ejemplo, en cucurbitáceas, el *Zucchini lethal chlorosis virus* amplió su distribución geográfica desde Brasil a Argentina; *Watermelon mosaic virus* mutó a una raza más severa, desplazando a la variante clásica suave; *Groundnut ringspot virus* amplió su rango de hospedantes infectando a la sandía. En tomate *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raza 3 amplió su rango geográfico a la provincia de Corrientes y en batata se detectó a *Sweet potato leaf curl Georgia virus* hasta ahora presente en EE. UU., China y Cuba.

Para garantizar la resiliencia y adaptación de los cultivos al cambio climático, es esencial la promoción de la conservación, uso e intercambio de la biodiversidad vegetal. En la actualidad, la innovación tecnológica que avanza rápidamente en el mundo tiene el potencial de proporcionar muchas oportunidades para mejorar la eficacia del control de enfermedades y así ayudar a mitigar el impacto del cambio climático en las epidemias. Su aplicación exitosa depende en gran medida de una mejor comprensión de cómo eludir los efectos de la creciente inestabilidad climática.