

Plantas y sus acompañantes, víctimas silenciosas del cambio climático

Karina Herrera-Guzmán y Vianey Olmedo-Monfil
Biología Experimental, Departamento de Biología / División de Ciencias Naturales y Exactas

Introducción

Todos hemos escuchado noticias sobre el cambio climático, pero ¿hasta dónde podrían llegar sus efectos? En este escrito se busca resaltar el impacto que este fenómeno genera sobre las especies vegetales, y cómo es que la investigación básica es un elemento esencial para la determinación de éste, ya que la importancia de las especies vegetales no radica únicamente en la producción de oxígeno, sino también en la multitud de nichos ecológicos que proveen para diversas especies, fungiendo como refugio y alimento (Trivedi *et al.*, 2020), siendo reconocidas también como la base de la cadena alimenticia, lo que significa que, sin ellas, el mundo natural como lo conocemos simplemente no podría sostenerse.

Las plantas usan los nutrientes del suelo y, junto con la luz, producen sus propios recursos alimenticios. Esta tarea depende en gran medida de las precipitaciones, cantidad de luz, temperatura y la presencia de comunidades de organismos microscópicos en el suelo, entre otras variables (Solomon y Martin, 2013). La supervivencia de las plantas se ha visto cada vez más afectada debido al deterioro ambiental; tomando en cuenta al cambio en la temperatura y la cantidad de agua disponible, como los factores que tienen mayor influencia sobre diversas funciones vegetales, y aunque podría pensarse que el aumento de unos cuantos grados en la temperatura aún permite el crecimiento vegetal, la realidad es que no todas las especies corren con la misma suerte. Un ejemplo destacable de ello es el resultado de la experimentación in situ en un bosque de encinos en la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, en el que se buscó determinar el efecto de las variaciones en la temperatura y precipitaciones sobre la supervivencia de una especie de encino

(*Quercus eduardii*). Se establecieron parcelas con un aumento de temperatura entre 1.2 y 1.7 °C, así como una reducción en las precipitaciones entre el 10 y 17%. A partir del monitoreo experimental se determinó que, bajo las condiciones que simulan las consecuencias del cambio climático, la supervivencia de las plantas en etapa juvenil disminuyó hasta un 40% (Bandano *et al.*, 2018). El estudio sugiere que la supervivencia de esta especie de árbol será menor con el pasar del tiempo, si la tendencia del aumento de la temperatura se mantiene igual a la de los últimos años.

Otro de los aspectos que suele verse afectado por el aumento en la temperatura, es la formación de semillas y frutos, muchos de los cuales consumimos diariamente. Por lo general, las semillas se forman después de que los gametos vegetales se fusionan y eso conduce a su vez al desarrollo de los frutos. Se ha determinado que la viabilidad del polen (gameto masculino) en las plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*), disminuye hasta en un 56.17% en respuesta a un aumento de 8°C en la temperatura, esto durante las primeras etapas de florecimiento. También se ha visto que su proceso de maduración se acelera hasta el punto en que se encuentra prácticamente inviable antes de fusionarse con el gameto femenino (Iovane y Aronne, 2021), poniendo en riesgo la producción de frutos, lo cual es un problema que puede afectar directamente el rendimiento de los cultivos y con ello, la disponibilidad de alimento en el futuro, sin mencionar la crisis que también sufren los organismos polinizadores.

Como se mencionó anteriormente, otro aspecto que contribuye en gran medida al bienestar vegetal son las poblaciones de microorganismos asociados, los cuales han demostrado tener una influencia benéfica en la absorción y procesamiento de nutrientes,

así como en el aumento de la resistencia ante temperaturas elevadas e incluso en la respuesta a la depredación por herbívoros, promoviendo la producción de componentes químicos que resultan ser tóxicos para los depredadores (Partida y Heil, 2011; Trivedi *et al.*, 2020). El estado de salud de las plantas depende de la presencia de esta comunidad microscópica. Como en el ser humano, la microbiota benéfica se encarga, en gran medida, de modular la acción de otros microorganismos, y también de generar productos químicos que influirán en el funcionamiento de tejidos e incluso del organismo completo (Biagi *et al.*, 2016). Los microorganismos entonces acompañan estrechamente a diversos organismos superiores y las plantas no son la excepción. Un incremento gradual en la temperatura del suelo también tendría efectos en la pérdida de humedad, interfiriendo directamente en la capacidad de las comunidades microbianas para responder a las nuevas condiciones de manera repentina (Waldrop y Firestone, 2006). Esto aumenta la presión de selección, dando paso a la proliferación preferencial de sólo algunas especies con mayor resistencia a las altas temperaturas y/o falta de humedad (Jansson y Hofmockel, 2020). Estudios de largo plazo, realizados en la Estación de Investigación Ecológica Forestal de Harvard, en el que

aumentaron 5°C la temperatura de áreas de suelo específicas en el centro de Massachusetts durante 26 años, determinaron que se incentivó la presencia de compuestos que son difíciles de degradar, aún para los microorganismos encargados de ello y que además existe pérdida del carbono aprovechable por las poblaciones microscópicas asociadas a las plantas. Este fenómeno se relacionó a la reestructuración de las comunidades microbianas, ya que además se determinó un decremento en la abundancia de poblaciones de hongos y grupos de actinobacterias que suelen estar asociadas al crecimiento vegetal, con un incremento en paralelo de bacterias capaces de sobrevivir ante una baja disponibilidad de nutrientes (oligotróficas), modificando severamente la diversidad y abundancia de microorganismos considerados mayoritariamente benéficos (Melillo *et al.*, 2017).

Es de esta manera que, gracias a la investigación científica, se logra resaltar el impacto negativo del incremento de la temperatura sobre las funciones vegetales: en la capacidad de supervivencia de los nuevos individuos, en la producción de semillas y/o frutos y en las comunidades microbianas benéficas presentes en el suelo. Desafortunadamente los efectos de la crisis ambiental que vivimos,

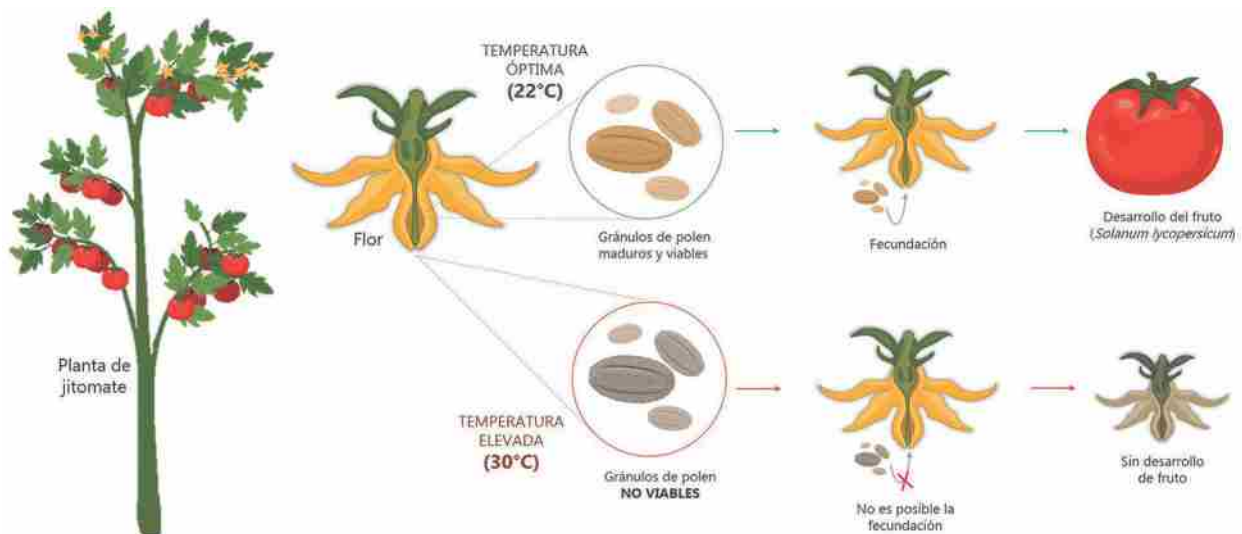


Figura 1 El incremento de la temperatura afecta la viabilidad del grano de polen, luego evita la fecundación y en consecuencia inhibe la formación de semillas y frutos (Adaptada a partir de los datos de Iovane, *et al.*, 2021).

no se limitan al incremento de la temperatura, ya que también se ha descrito que la presencia de algunos tipos de plásticos en los suelos altera sus características físicas y químicas, impactando directamente en la composición y actividad de las poblaciones microbianas. De hecho, se determinó en suelos de prueba que la introducción de concentraciones cercanas al 3% en peso de microplásticos durante apenas 42 días, alteró la conformación de las comunidades bacterianas, habiendo diferencias de acuerdo con el tipo de plástico contaminante (Ng *et al.*, 2021). La exposición a los agroquímicos también impacta en la estructura de las poblaciones microbianas (Cesco *et al.*, 2021), por lo que es crucial incentivar el uso y desarrollo de pesticidas orgánicos que no interfieran con los ciclos naturales.

Es imperativo reconocer la importancia de la investigación básica para comprender las bases científicas de las problemáticas derivadas de las actividades humanas y del cambio

climático. Ya que es imposible resolver un problema que no entendemos, la formulación e implementación de estrategias para mitigar y prevenir el deterioro ambiental recae casi totalmente en la información científica experimental recabada y su correcta interpretación. Es por lo que, a sabiendas del impacto que genera la humanidad en el planeta, estudiar y comprender el entorno siempre valdrá la pena porque ayudará a identificar las áreas de oportunidad y a ajustar medidas para resolver problemas específicos de cada región.

Referencias

Badano, E. I., F. A. Guerra-Coss, S. M. Gelviz-Gelvez, J. Flores y P. Delgado-Sánchez. 2018. Functional responses of recently emerged seedlings of an endemic Mexican oak (*Quercus eduardii*) under climate change conditions. *Botanical Sciences*, 96(4):582-597.

Biagi, E., C. Franceschi, S. Rampelli, M. Severgnini, R. Ostan, S. Turroni, C. Consolandi, S. Quercia, M. Scurti, D. Monti, M. Capri, P. Brigidi y M. Candela. 2016. Gut microbiota and extreme longevity. *Current Biology*, 26(11):1480-1485.

Cesco, S., L. Lucini, B. Miras-Moreno, L. Borruso, T. Mimmo, Y. Pii, E. Puglisi, G. Spini, E. Taskin, R. Tiziani, M. S. Zangrillo y M. Trevisan. 2021. The hidden effects of agrochemicals on plant metabolism and root-associated microorganisms. *Plant Science*, 111012.

Iovane, M. y G. Aronne. 2021. High temperatures during microsporogenesis fatally shorten pollen lifespan. *Plant Reproduction*, doi: 10.1007/s00497-021-00425-0

Jansson, J. K. y K. S. Hofmockel. 2020. Soil microbiomes and climate change. *Nature reviews microbiology*. 18:35-46.

Melillo, J. M., S. D. Frey, K. M. Deangelis, W. J. Werener, M. Bernard, F. P. Bowles, M. A. Knorr y A. S. Grandy. 2017. Long-term pattern and magnitude of soil carbon feedback to the climate system in a warming world. *Science* 358:101-104.

Ng, E. L., S. Y. Lin, A. M. Dungan, J. M. Colwell, S. Ede, E. H. Lwanga, K. Meng, V. Geissen, L. L. Blackall y D. Chen. 2021. Microplastic pollution alters forest soil microbiome. *Journal of Hazardous Materials*. 409 doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124606

Partida, M. L. y M. Heil. 2011. The microbe-free plant: fact or artifact? *Frontiers in plant science*. 2:100-115.

Solomon, E., L. Berg, y D. Martin. 2013. *Biología*, 9ª. Ed. Cengage Learning, México., pp. 1198.

Trivedi, P., J. E. Leach, S. G. Tringe, T. Sa y B. K. Singh. 2020. Plant-microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nature reviews microbiology*, 18(11):607-621.

Waldrop, M. P. y M. K. Firestone. 2006. Response of microbial community composition and function to soil climate change. *Microbial Ecology*. 52:716-724.

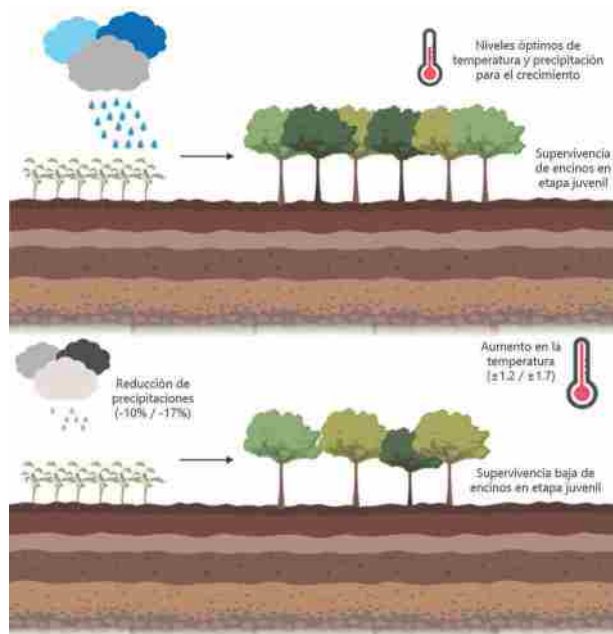


Figura 2. Efecto de las variaciones de temperatura y precipitación en la supervivencia de encinos; el cambio bloquea el paso a la etapa adulta de los árboles (Adaptada a partir de los datos de Bandano, *et al.*, 2018).