

Influencia de las altas temperaturas en el desarrollo de enfermedades y enemigos de las plantas cultivadas

Автор(и): гл. ас. д-р Мария Христозова, Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска академия – София; гл.ас. д-р Дияна Александрова, Институт по овощарство – Пловдив, ССА

Дата: 25.07.2025 *Брой:* 7/2025



Resumen

Durante la última década, se ha observado una tendencia persistente hacia el aumento de las temperaturas medias anuales a escala global. Esto tiene un impacto significativo en la producción agrícola, incluyendo la fisiología de las plantas cultivadas, las prácticas agronómicas y la estabilidad del rendimiento. Las temperaturas elevadas afectan sustancialmente la dinámica de desarrollo, distribución y biología de una serie de

enfermedades y plagas de importancia económica, creando nuevos desafíos para la protección vegetal y la gestión sostenible de los agroecosistemas.

Numerosos estudios confirman que las altas temperaturas afectan simultáneamente a los patógenos, las plagas y la resistencia de las plantas, lo que conduce a un cambio en los ciclos de desarrollo tradicionales, un aumento de la presión de infección y la adaptación de los microorganismos patógenos. El estrés por altas temperaturas tiene un amplio espectro de efectos en las plantas en términos de su fisiología y bioquímica. Con mayor frecuencia, las lesiones fisiológicas en las plantas cultivadas como resultado de las altas temperaturas se expresan en quemaduras de hojas y tallos, caída prematura de las hojas, crecimiento suprimido de los brotes jóvenes y deformación o aborto de los frutos. Estos cambios conducen a una reducción sustancial de la actividad fotosintética, alteración del balance hídrico y, en última instancia, a rendimientos reducidos y deterioro de la calidad del producto. En algunas especies, también se observa una senescencia acelerada de los tejidos, una polinización deficiente, así como una mayor sensibilidad a los patógenos y factores de estrés abiótico.



Daños en la frambuesa causados por altas temperaturas

Bajo la influencia del estrés térmico, los cultivos frutales experimentan cambios bioquímicos significativos que afectan tanto al metabolismo primario como a la síntesis de compuestos protectores. Entre las reacciones más comunes se encuentra la acumulación aumentada de **especies reactivas de oxígeno**, que inducen **estrés oxidativo** en las células (Mittler, 2002). Esto activa sistemas enzimáticos antioxidantes destinados a la

desintoxicación y estabilización de la integridad de la membrana (Hasanuzzaman et al., 2013). Además, se observa una síntesis aumentada de **sustancias osmoprotectoras** como la prolina, azúcares y glicerol, que favorecen la retención de agua y protegen las proteínas de la desnaturalización (Wahid et al., 2007). El estrés térmico también inhibe la actividad de enzimas clave asociadas con la fotosíntesis, altera el metabolismo de los macronutrientes (como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) y reduce la síntesis de clorofila, lo que conduce a la fotodegradación (Camejo et al., 2005).



Daños en ciruelo y avellano causados por altas temperaturas

Bajo estrés prolongado, se registra una acumulación de **compuestos fenólicos, flavonoides y fitoalexinas**, que tienen una función protectora, incluida la actividad antimicrobiana, pero a menudo a expensas del crecimiento y la fructificación (Krasensky & Jonak, 2012). La intensidad de la respuesta bioquímica es específica de la especie y el cultivar y depende de la edad de la planta y de las condiciones de cultivo previas.

En los cultivos de cereales, se ha establecido que las altas temperaturas conducen a una reducción en la actividad de la enzima nitrato reductasa, que regula el metabolismo del nitrógeno. Esto afecta fuertemente tanto la composición como el peso de los granos (Paulsen, 1994).

Además de las plantas, las altas temperaturas también afectan el desarrollo de enfermedades y plagas.

La temperatura es uno de los principales factores que influyen fuertemente en la distribución y desarrollo de los insectos (Stange y Ayres, 2010). Los insectos son organismos poiquiloterms, es decir, no tienen su propia temperatura corporal constante. Adquieren la temperatura del ambiente y dependen de ella. Todos los procesos metabólicos ocurren dentro de ciertos límites de temperatura. Con el aumento de las temperaturas, la mayoría de las especies de insectos comienzan a consumir mayores cantidades de alimento, su desarrollo se acelera y se vuelven más activos, lo que a su vez afecta su ciclo de vida, el tamaño de la población y la distribución geográfica (Porter et al., 1991). Algunas especies no logran adaptarse a temperaturas más altas, lo que conduce a un desarrollo más lento y una reducción de sus poblaciones. Por otro lado, existen muchas especies de insectos para las que las temperaturas más altas contribuyen a una reproducción más rápida, un aumento en el número de generaciones y una mayor densidad de población (Bale et al., 2002; Skendžić et al., 2021). Por ejemplo, a mayor temperatura y mayor humedad del aire, las poblaciones de la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*) aumentan significativamente (Pathania et al., 2020). En cultivos hortícolas, Reddy (2013) observó un desarrollo acelerado en poblaciones de la mosca de la col (*Delia brassicae* W.), la mosca de la cebolla (*Delia antiqua* M.), el escarabajo de la patata de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata* S.) y el taladro del maíz (*Ostrinia nubilalis* H.).

En especies frutales, se observa un aumento en el número de generaciones en la polilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) y el ácaro rojo europeo (*Panonychus ulmi* Koch) (Porter et al., 1991). Las temperaturas más favorables para el desarrollo de los insectos están en el rango entre 10° y 30°C. Para las diferentes etapas de desarrollo existen diferentes temperaturas óptimas a las cuales los procesos fisiológicos proceden con mayor intensidad. A estas temperaturas óptimas, los insectos viven más tiempo y exhiben una fecundidad máxima. Para cada especie existe un llamado umbral de temperatura inferior y superior para el desarrollo, es decir, la temperatura más baja y más alta por debajo y por encima de la cual el desarrollo del insecto se ralentiza o se detiene. Cuando las temperaturas superan el umbral superior de desarrollo o los 40°C, se observa un efecto letal en muchos insectos. A temperaturas tan altas, se destruyen las enzimas y las células sanguíneas en el cuerpo del insecto, lo que conduce a su muerte. Por ejemplo, las larvas de la polilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) mueren a una temperatura de 48°C (Tang et al., 2000). Los huevos de la polilla gitana (*Lymantria dispar* L.) no eclosionan a temperaturas superiores a 55°C (Hosking, 2001).

La temperatura tiene un efecto sustancial en el desarrollo, virulencia y epidemiología de las enfermedades en las plantas cultivadas. Para las enfermedades bacterianas, las condiciones más favorables para la infección y propagación son una combinación de alta humedad del aire y temperaturas en el rango de 20 a 30 °C (Pokhrel, 2021). Las temperaturas fuera del rango óptimo – tanto por encima como por debajo – pueden ralentizar significativamente o prevenir completamente el desarrollo de la enfermedad al suprimir la reproducción y

motilidad de los patógenos (Cohen & Leach, 2020). Los patógenos fúngicos también muestran dependencia de la temperatura. En la vid, el oídio (*Erysiphe necator*) se desarrolla más intensamente a temperaturas entre 21 °C y 30 °C, mientras que temperaturas superiores a 34 °C causan la muerte de las conidias (Delp, 1954).

El aumento de las temperaturas juega un papel clave en la regulación de los procesos de esporulación y desarrollo de la infección de patógenos fúngicos en cultivos frutales. Los estudios muestran que en fitopatógenos del género *Monilinia*, responsables de la podredumbre parda en frutas, la temperatura óptima para la esporulación de conidias y la infección está entre 20–25 °C. Las temperaturas por debajo de 10 °C o por encima de 25 °C suprimen la formación normal de esporas y ralentizan la colonización por el patógeno fúngico (Xu et al., 2001). Un estudio realizado con el fitopatógeno *Monilinia fructicola* indica que con un aumento de la temperatura hasta aproximadamente 25 °C, se acorta el tiempo requerido para la liberación y germinación de las ascosporas, mientras que a temperaturas que superan los 30 °C, la esporulación es limitada.

Los estudios muestran que los patógenos bacterianos *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* y *Pseudomonas syringae* (agentes causales del cancro bacteriano en cultivos de frutas de hueso) se desarrollan óptimamente a temperaturas de 25–30 °C combinadas con alta humedad y pueden infectar plantas en el rango de 15 a 35 °C (Rojas et al., 2017; Peetz et al., 2009; West et al., 2024). Los modelos de pronóstico muestran que la tasa máxima de crecimiento in vitro de las bacterias alcanza su valor más alto alrededor de los 30 °C, mientras que a ≥ 35 °C disminuye significativamente (Rojas et al., 2017).

Con el aumento de la temperatura media anual, se hace necesario cambiar ciertas prácticas agrícolas. Para reducir los daños y pérdidas causados por plagas, se requiere una aplicación más temprana y frecuente de insecticidas.

Muchos programas de mejora genética se centran en el desarrollo de variedades resistentes o tolerantes a enfermedades, así como al cambio climático. De esta manera, no solo se reducirá el uso de pesticidas, sino que también se aumentará la resistencia de las plantas a las altas temperaturas y la sequía.

Los cambios en las condiciones climáticas conducen a un inicio más temprano de las fases de vegetación, olas de calor más frecuentes y prolongadas, así como sequías, que afectan directamente el estado fisiológico de los árboles, la presión fitopatogénica y el comportamiento de las plagas. En este contexto, es necesario reconsiderar las prácticas agronómicas y de protección vegetal. La aparición temprana de plagas requiere una planificación dinámica de la protección vegetal con énfasis en el monitoreo, la optimización de los tratamientos y la inclusión de tecnologías resilientes. Para reducir los daños por enfermedades y plagas, los programas de mejora genética destinados a desarrollar cultivares y portainjertos con resistencia a patógenos clave y

adaptabilidad son cada vez más importantes. Para una producción sostenible, se recomienda la aplicación de técnicas agronómicas como el acolchado y el uso de cultivos de cobertura, que reducen la evaporación y mantienen la humedad del suelo.

El uso de acolchado orgánico, como paja o astillas de madera alrededor de la base de los árboles, preserva la humedad del suelo y reduce la evaporación durante los períodos más calurosos. El acolchado ayuda a suprimir el crecimiento de malezas, proporcionando así a los árboles más recursos para hacer frente al calor.



Mallas de sombreo

El sombreo es uno de los métodos más efectivos para proteger los cultivos frutales de temperaturas extremadamente altas. Las mallas de sombreo reducen la radiación solar entre un 30% y un 50% y pueden reducir la temperatura en aproximadamente 5°C. Una poda regular y adecuada reduce el estrés térmico al permitir una penetración y circulación del aire más efectivas.

El riego durante las partes más calurosas del día puede provocar evaporación antes de que los árboles puedan absorber la humedad. Regar temprano en la mañana o tarde en la noche asegura que el agua llegue a las raíces sin perderse debido a las altas temperaturas.

Se recomiendan sistemas integrados de riego por goteo y fertirrigación, así como el control biológico de plagas. Además, la implementación de sistemas de alerta temprana y modelos de pronóstico de enfermedades puede apoyar la toma de decisiones oportuna. La introducción de nuevos cultivares, combinada con enfoques agronómicos adaptados, es clave para mantener la productividad, calidad y rentabilidad de la agricultura en condiciones de cambio climático.

REFERENCIAS

1. Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... & Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology*, 8(1), 1-16.
- 2.