

Influência das altas temperaturas no desenvolvimento de doenças e inimigos das 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



Resumo

Na última década, tem havido uma tendência persistente de aumento das temperaturas médias anuais em escala global. Isto tem um impacto significativo na produção agrícola, incluindo na fisiologia das plantas cultivadas, nas práticas agronômicas e na estabilidade do rendimento. Temperaturas elevadas afetam substancialmente a dinâmica de desenvolvimento, distribuição e biologia de uma série de doenças e pragas

economicamente importantes, criando novos desafios para a proteção das plantas e a gestão sustentável dos agroecossistemas.

Numerosos estudos confirmam que as altas temperaturas afetam simultaneamente patógenos, pragas e a resistência das plantas, levando a uma mudança nos ciclos de desenvolvimento tradicionais, aumento da pressão de infecção e adaptação de microrganismos patogênicos. O estresse por alta temperatura tem um amplo espectro de efeitos nas plantas em termos de sua fisiologia e bioquímica. Na maioria das vezes, as lesões fisiológicas em plantas cultivadas como resultado de altas temperaturas são expressas em queima de folhas e caules, queda prematura de folhas, crescimento suprimido de brotos jovens e deformação ou abortamento de frutos. Essas mudanças levam a uma redução substancial da atividade fotossintética, perturbação do balanço hídrico e, por fim, à redução dos rendimentos e deterioração da qualidade do produto. Em algumas espécies, também são observados senescência acelerada dos tecidos, polinização prejudicada, bem como maior sensibilidade a patógenos e fatores de estresse abiótico.



Danos em framboesa causados por altas temperaturas

Sob a influência do estresse térmico, as frutíferas sofrem mudanças bioquímicas significativas que afetam tanto o metabolismo primário quanto a síntese de compostos protetores. Entre as reações mais comuns está o acúmulo aumentado de **espécies reativas de oxigênio**, que induzem **estresse oxidativo** nas células (Mittler, 2002). Isto ativa sistemas enzimáticos antioxidantes destinados à desintoxicação e estabilização da integridade

da membrana (Hasanuzzaman et al., 2013). Além disso, observa-se uma síntese aumentada de **substâncias osmoprotetoras** como prolina, açúcares e glicerol, que auxiliam na retenção de água e protegem as proteínas da desnaturação (Wahid et al., 2007). O estresse térmico também inibe a atividade de enzimas-chave associadas à fotossíntese, perturba o metabolismo de macronutrientes (como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) e reduz a síntese de clorofila, levando à fotodegradação (Camejo et al., 2005).



Danos em ameixeira e avelã causados por altas temperaturas

Sob estresse prolongado, registra-se um acúmulo de **compostos fenólicos, flavonoides e fitoalexinas**, que têm uma função protetora, incluindo atividade antimicrobiana, mas frequentemente às custas do crescimento e frutificação (Krasensky & Jonak, 2012). A intensidade da resposta bioquímica é específica da espécie e cultivar e depende da idade da planta e das condições de cultivo anteriores.

Em culturas de cereais, estabeleceu-se que altas temperaturas levam a uma redução na atividade da enzima nitrato redutase, que regula o metabolismo do nitrogênio. Isto afeta fortemente tanto a composição quanto o peso dos grãos (Paulsen, 1994).

Além das plantas, as altas temperaturas também afetam o desenvolvimento de doenças e pragas.

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam fortemente a distribuição e o desenvolvimento dos insetos (Stange e Ayres, 2010). Os insetos são organismos poiquilotérmicos, ou seja, não possuem temperatura corporal constante própria. Eles assumem a temperatura do ambiente e são dependentes dela. Todos os processos metabólicos ocorrem dentro de certos limites de temperatura. Com o aumento das temperaturas, a maioria das espécies de insetos começa a consumir maiores quantidades de alimento, seu desenvolvimento acelera e eles se tornam mais ativos, o que por sua vez afeta seu ciclo de vida, tamanho populacional e distribuição geográfica (Porter et al., 1991). Algumas espécies não conseguem se adaptar a temperaturas mais altas, o que leva a um desenvolvimento mais lento e uma redução em suas populações. Por outro lado, existem muitas espécies de insetos para as quais temperaturas mais altas contribuem para uma reprodução mais rápida, um aumento no número de gerações e maior densidade populacional (Bale et al., 2002; Skendžić et al., 2021). Por exemplo, em temperaturas mais altas e maior umidade do ar, as populações da mosca-branca-do-tabaco (*Bemisia tabaci*) aumentam significativamente (Pathania et al., 2020). Em culturas de hortaliças, Reddy (2013) observou desenvolvimento acelerado em populações da mosca-da-raiz-da-couve (*Delia brassicae* W.), da mosca-da-cebola (*Delia antiqua* M.), do besouro-do-batateiro-do-Colorado (*Leptinotarsa decemlineata* S.) e da broca-do-milho-europeia (*Ostrinia nubilalis* H.).

Em espécies frutíferas, observa-se um aumento no número de gerações na traça-das-maçãs (*Cydia pomonella* L.) e no ácaro-vermelho-europeu (*Panonychus ulmi* Koch) (Porter et al., 1991). As temperaturas mais favoráveis para o desenvolvimento dos insetos estão na faixa entre 10° e 30°C. Para os estágios de desenvolvimento individuais existem diferentes temperaturas ótimas nas quais os processos fisiológicos ocorrem mais intensamente. Nessas temperaturas ótimas, os insetos vivem mais tempo e exibem fecundidade máxima. Para cada espécie existe um chamado limiar inferior e superior de temperatura para o desenvolvimento, ou seja, a temperatura mais baixa e mais alta abaixo e acima da qual o desenvolvimento do inseto diminui ou para. Quando as temperaturas sobem acima do limiar superior de desenvolvimento ou acima de 40°C, observa-se um efeito letal em muitos insetos. Em temperaturas tão altas, enzimas e células sanguíneas no corpo do inseto são destruídas, o que leva à sua morte. Por exemplo, larvas da traça-das-maçãs (*Cydia pomonella* L.) morrem a uma temperatura de 48°C (Tang et al., 2000). Ovos da lagarta-do-pinheiro (*Lymantria dispar* L.) não eclodem a temperaturas acima de 55°C (Hosking, 2001).

A temperatura tem um efeito substancial no desenvolvimento, virulência e epidemiologia de doenças em plantas cultivadas. Para doenças bacterianas, as condições mais favoráveis para infecção e disseminação são uma combinação de alta umidade do ar e temperaturas na faixa de 20 a 30 °C (Pokhrel, 2021). Temperaturas fora da faixa ideal – tanto acima quanto abaixo – podem retardar significativamente ou impedir completamente o desenvolvimento da doença, suprimindo a reprodução e motilidade dos patógenos (Cohen & Leach, 2020).

Patógenos fúngicos também mostram dependência de temperatura. Na videira, o oídio (*Erysiphe necator*) desenvolve-se mais intensamente a temperaturas entre 21 °C e 30 °C, enquanto temperaturas acima de 34 °C causam a morte dos conídios (Delp, 1954).

O aumento das temperaturas desempenha um papel fundamental na regulação dos processos de esporulação e desenvolvimento da infecção de patógenos fúngicos em frutíferas. Estudos mostram que em fitopatógenos do gênero *Monilinia*, responsáveis pela podridão-parda em frutas, a temperatura ótima para esporulação e infecção dos conídios está entre 20–25 °C. Temperaturas abaixo de 10 °C ou acima de 25 °C suprimem a formação normal de esporos e retardam a colonização pelo patógeno fúngico (Xu et al., 2001). Um estudo conduzido com o fitopatógeno *Monilinia fructicola* indica que com um aumento na temperatura até cerca de 25 °C, o tempo necessário para a liberação e germinação dos ascósporos é encurtado, enquanto que a temperaturas superiores a 30 °C, a esporulação é limitada.

Estudos mostram que os patógenos bacterianos *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* e *Pseudomonas syringae* (agentes causais do cancro bacteriano em frutíferas de caroço) desenvolvem-se de forma ótima a temperaturas de 25–30 °C combinadas com alta umidade e podem infectar plantas na faixa de 15 a 35 °C (Rojas et al., 2017; Peetz et al., 2009; West et al., 2024). Modelos de previsão mostram que a taxa máxima de crescimento in vitro das bactérias atinge seu valor mais alto em torno de 30 °C, enquanto a ≥ 35 °C diminui significativamente (Rojas et al., 2017).

Com o aumento da temperatura média anual, torna-se necessário alterar certas práticas agrícolas. Para reduzir danos e perdas causados por pragas, é necessária uma aplicação mais precoce e frequente de inseticidas.

Muitos programas de melhoramento estão focados no desenvolvimento de variedades resistentes ou tolerantes a doenças, bem como às mudanças climáticas. Desta forma, não apenas o uso de pesticidas será reduzido, mas também a resistência das plantas a altas temperaturas e seca será aumentada.

Mudanças nas condições climáticas levam ao início mais precoce das fases de vegetação, ondas de calor mais frequentes e prolongadas, bem como secas, que afetam diretamente o estado fisiológico das árvores, a pressão fitopatogênica e o comportamento das pragas. Neste contexto, é necessário reconsiderar as práticas agronômicas e de proteção de plantas. O surgimento mais precoce de pragas requer um planejamento dinâmico da proteção de plantas com ênfase no monitoramento, otimização dos tratamentos e inclusão de tecnologias resilientes. Para reduzir os danos de doenças e pragas, os programas de melhoramento voltados para o desenvolvimento de cultivares e porta-enxertos com resistência a patógenos-chave e adaptabilidade estão se tornando cada vez mais importantes. Para uma produção sustentável, recomenda-se a aplicação de

técnicas agronômicas como a cobertura morta e o uso de culturas de cobertura, que reduzem a evaporação e mantêm a umidade do solo.

O uso de cobertura morta orgânica, como palha ou lascas de madeira ao redor da base das árvores, preserva a umidade do solo e reduz a evaporação durante os períodos mais quentes. A cobertura morta ajuda a suprimir o crescimento de ervas daninhas, fornecendo assim às árvores mais recursos para lidar com o calor.



Telas de sombreamento

O sombreamento é um dos métodos mais eficazes para proteger frutíferas de temperaturas extremamente altas. As telas de sombreamento reduzem a radiação solar em 30% a 50% e podem baixar as temperaturas em cerca de 5°C. A poda regular e adequada reduz o estresse térmico, permitindo uma penetração e circulação de ar mais eficazes.

A irrigação durante as partes mais quentes do dia pode levar à evaporação antes que as árvores consigam absorver a umidade. A rega no início da manhã ou no final da tarde garante que a água atinja as raízes sem ser perdida devido às altas temperaturas.

Sistemas integrados de irrigação por gotejamento e fertirrigação, bem como controle biológico de pragas, são recomendados. Além disso, a implementação de sistemas de alerta precoce e modelos de previsão de doenças

pode apoiar a tomada de decisão oportuna. A introdução de novas cultivares, combinada com abordagens agronômicas adaptadas, é fundamental para manter a produtividade, qualidade e rentabilidade da agricultura em condições de mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

1. Bale, J.