

Interacciones entre plantas y polinizadores a altas temperaturas

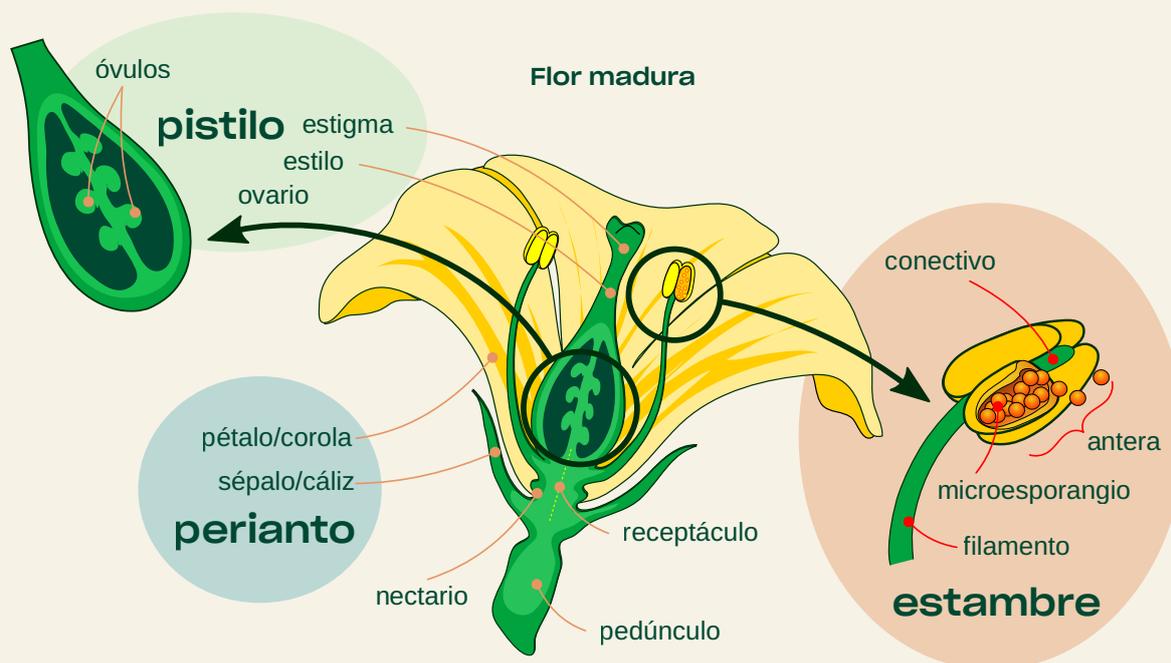


Koppert



Interacciones entre plantas y polinizadores a altas temperaturas

Este artículo se centra en el impacto de las condiciones climáticas (temperatura, radiación y humedad) en las plantas, la polinización y los abejorros. Una polinización adecuada en la flor del tomate se considera el proceso más crítico en relación al cuajado del fruto, rendimiento y calidad. Las flores con baja polinización nunca se transforman en frutos de alta calidad, independientemente si el agricultor creó las condiciones perfectas. Por tal motivo, este proceso merece la mayor atención posible ya que se deben considerar varios aspectos. Los insectos polinizadores, la vigorosidad de las plantas y las condiciones ambientales; juegan un papel fundamental, por lo que es determinante reconocer el impacto directo y a largo plazo de la afectación por condiciones climáticas calurosas sobre ellos, incluyendo a los abejorros.



¿Cuál es la mejor condición climática para un tomate?

Sin una polinización adecuada, la inversión en una estructura de invernadero, calefacción, fertilización y mano de obra; está prácticamente desperdiciada. En la producción bajo invernadero, el rango de temperatura óptima para la polinización es uno de los criterios de operación más estandarizados en la industria. En promedio, los productores buscan mantener una temperatura por debajo de los 30°C. Esta es una de las razones principales por la que los invernaderos han prosperado en regiones con climas fríos y por la que en otras se han construido en lugares a gran altitud. Los climas fríos facilitan que la temperatura máxima en el invernadero no supere los niveles peligrosos para la polinización. Por otro lado, la polinización cuenta con un límite mínimo de temperatura diurna de 16°C. Si existen rangos de temperatura inferiores a este nivel, el polen ya no es viable.

¿Qué se considera caluroso?

La polinización se deteriora con temperaturas mayores a los 30°C y, por encima de los 32°C hay afectaciones severas en el rendimiento y la calidad. Es importante señalar que la exposición a temperaturas máximas de más de 30°C durante un par de horas tiene un efecto insignificante en la polinización; sin embargo, una temperatura máxima por encima de los 30°C durante todo el día tiene un efecto inmediato en ella. Si la temperatura alcanza los 40°C durante una hora, también habrá un efecto inmediato. Para que una temperatura diaria promedio elevada afecte a la polinización de manera determinante, el calor se deberá prolongar como mínimo de una a dos semanas y, para que vuelva a la normalidad previa a las altas temperaturas, se necesitan dos semanas de enfriamiento.



Figura 2: El estigma sobresale del cono floral debido a la exposición de la flor a altas temperaturas durante 24 horas.

La polinización se deteriora con temperaturas mayores a los 30°C y, por encima de los 32°C hay severas implicaciones en el rendimiento y la calidad.

Las plantas, las flores y la polinización

La calidad de la flor también puede ser afectada por otros factores además del calor. La polinización demanda energía de la planta y es uno de los primeros procesos en postergarse si la planta no produce suficientes asimilados. Como respuesta, la planta aborta los frutos para reducir su carga y envía los asimilados al punto de crecimiento vegetativo de la planta. Esta situación no es deseable ya que crea fluctuaciones en los rendimientos, resultando generalmente en una menor producción.

Diferencias en variedades

Existen límites máximos de temperaturas diarias promedio que difieren según la variedad de tomate. Si se sobrepasan, la polinización es comprometida, independientemente de la intensidad lumínica. Para tomates tipo «beefstake» y de racimo, una exposición diaria promedio de temperatura mayor a 21°C presenta efectos adversos en el cuajado del fruto. Los tomates tipo «c» y «snack» sufren a temperaturas diarias promedio por encima de los

23°C. La exposición diaria promedio por encima de la cual se compromete la polinización puede diferir en cada variedad. Cuando las temperaturas se encuentran por encima de estos parámetros, cualquier estrategia para reducir la temperatura diurna o nocturna debe implementarse, incluyendo un sistema de enfriamiento durante la noche.

El calor es más que sólo temperatura ambiente, también contribuyen la radiación y la humedad

Una temperatura de 30°C con una humedad relativa de 80% dentro del invernadero, pueden considerarse como condiciones favorables para una buena polinización. Mientras que, con la misma temperatura, pero con una humedad relativa de 60%, la polinización se ve afectada. Si a esto se le añade el hecho de que la temperatura de la flor también juega un papel importante, queda claro que se debe tener en cuenta la influencia de la radiación. Una flor puede transformarse en un fruto comercializable cuando es polinizada a 30°C y a una humedad del 80%, pero solo si la intensidad de radiación no supera los 400 watts. La tabla de la figura 3 muestra cuáles son las mejores condiciones para la polinización. Es importante considerar que esta representación muestra valores estandarizados y solo se deben considerar como referencia, ya que existen diferencias entre variedades de tomate. La radiación afecta a las plantas de un modo distinto, como se muestra en la imagen térmica de una planta de tomate en la figura 4, las observaciones

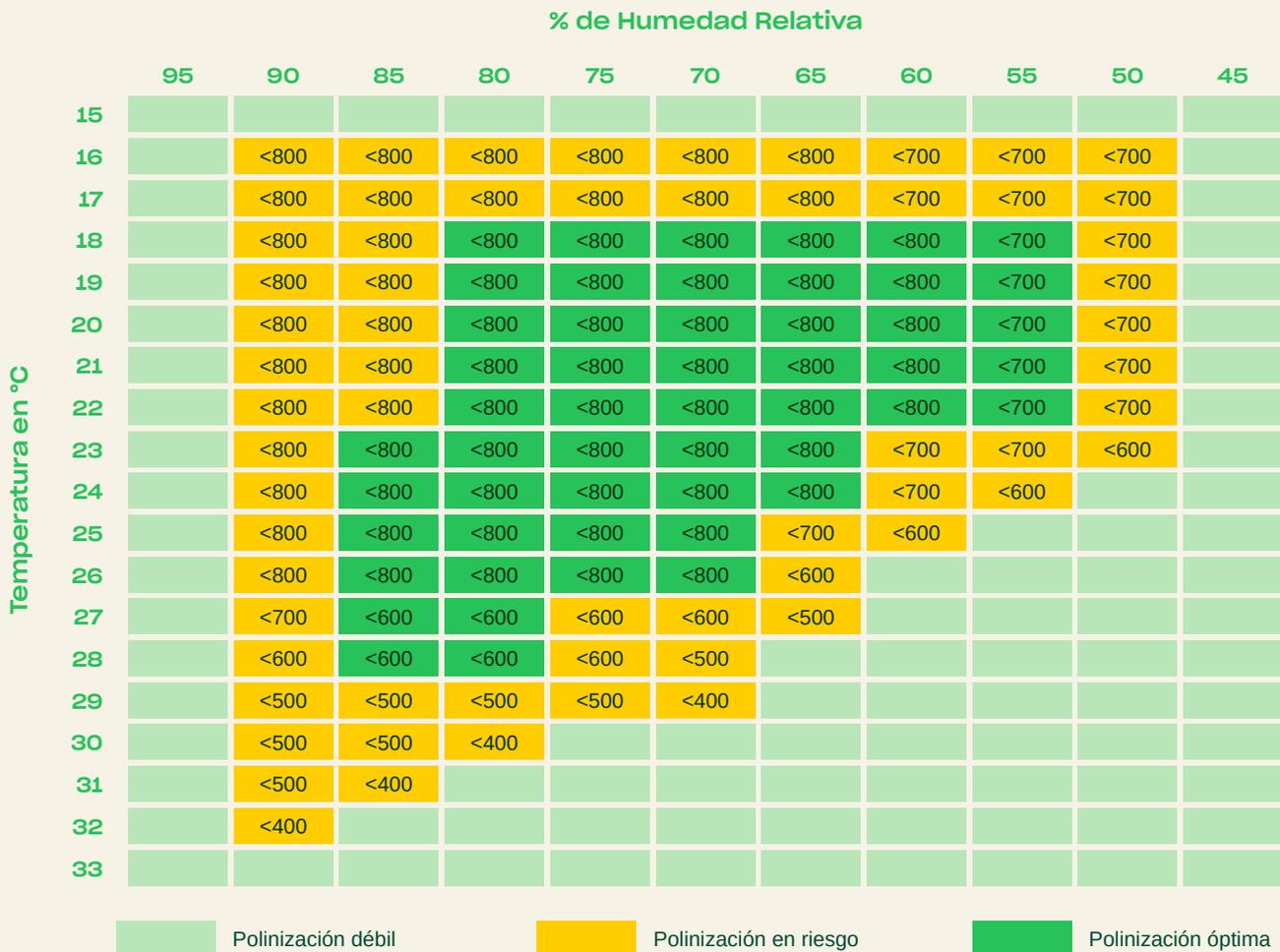


Figura 3: Parámetros de polinización para temperatura, humedad relativa y radiación para tomates de gran calibre. Incluye la temperatura, porcentaje de humedad y niveles de radiación máxima en watts.

confirman que las flores se calientan mucho más que su entorno o que otras partes de las plantas. Las hojas pueden enfriarse a sí mismas a través de la transpiración, pero las flores no pueden hacerlo. Por eso, en determinadas situaciones la sombra ayuda a mejorar la polinización ya que reduce la

Incluso a 28°C, la polinización puede verse afectada si la humedad es demasiado baja o la radiación demasiado elevada.

temperatura de la flor y por tanto del polen. Si no se dispone de pantallas térmicas, se puede utilizar cal blanca o una pintura de sombreado para disminuir la

cantidad de sol que entra en el invernadero. Un termómetro infrarrojo puede proveer más información sobre el efecto de la temperatura en la polinización. Una temperatura de la flor mayor a 35°C impide la polinización. Para asegurar una temperatura menor en la flor, la temperatura máxima en el invernadero debe mantenerse por debajo de los 30°C, incluso a 28°C, la polinización puede verse afectada si la humedad es demasiado baja o la radiación demasiado elevada. Permanecer fuera de las áreas verde claro y amarillo de la tabla en la figura 3, eliminará los problemas de polinización y cuajado causados por los factores de temperatura y humedad. Al mismo tiempo, el agricultor debe asegurarse de que las plantas sean lo suficientemente resistentes, así como de favorecer una condición climática constante dentro del invernadero. Esto no es fácil de lograr, pero el esfuerzo vale la pena.

Humedad relativa

El segundo criterio para una buena polinización en plantas de tomate es la humedad, si es baja (menor a 50-55%), el polen es demasiado seco y no se adhiere al estigma; si es alta, el polen se adhiere al estambre y no cae sobre el estigma. En invernaderos convencionales, el rango de humedad recomendado es de 60-75% mientras que en invernaderos con una mejor circulación del aire, como en los semicerrados, el rango aumenta a 70-85%. Otro problema de cuajado puede deberse a una combinación de un déficit de humedad relativa alta y una elevada temperatura. En climas cálidos, esto suele ocurrir en producciones de verano en invernaderos convencionales, donde una combinación de luz intensa y humedad baja obliga a la planta a trabajar intensamente provocando la pérdida del primer racimo. La planta tiene un aspecto bueno, resistente y sano; sin embargo, las condiciones en el invernadero provocan que la planta transpire en exceso y entre en modo de autoprotección, dejando de lado los frutos y destinando los asimilados al desarrollo de hojas grandes. También es probable que la temperatura de la flor juegue un papel importante en este proceso (figura 4). Las hojas tienen la capacidad de regularse enfriándose a sí mismas, pero las flores no tienen estomas u otros medios para disminuir su temperatura. En condiciones de baja humedad, los abejorros son menos activos y no consideran atractivas a las flores. La falta de fruto provoca que la planta actúe más vegetativa, a lo que el agricultor suele responder eliminando una hoja superior, lo que puede empeorar el problema, ya que facilita que la radiación directa aumente la temperatura de la flor.

En un invernadero semicerrado, este tipo de cuajado débil se presenta cerca del sistema de regulación climática debido a la circulación de aire seco y caliente causada por el ventilador. Este tipo de cuajado débil provocado por el agotamiento de la planta se caracteriza por el hecho de que los primeros frutos no cuajan. En este caso, la solución consiste en una combinación de estrategias como reducir la velocidad del ventilador, mayor sombreo,

En invernaderos convencionales el rango de humedad recomendado es de 60-75%. En invernaderos semicerrados (con mejor circulación del aire) el rango aumenta a 70-85%.

incremento de humedad, etc. A menudo, se suele culpar a la humedad elevada del cuajado débil de los frutos; sin embargo, un invernadero semicerrado puede soportar una mayor humedad y mostrar aun así una polinización óptima en comparación con un invernadero convencional, incluso si la polinización se realiza manualmente. Una humedad del 85% no supone un problema para la polinización en un invernadero semicerrado, mientras que una humedad superior al 80% empieza a dificultar la polinización en uno convencional.

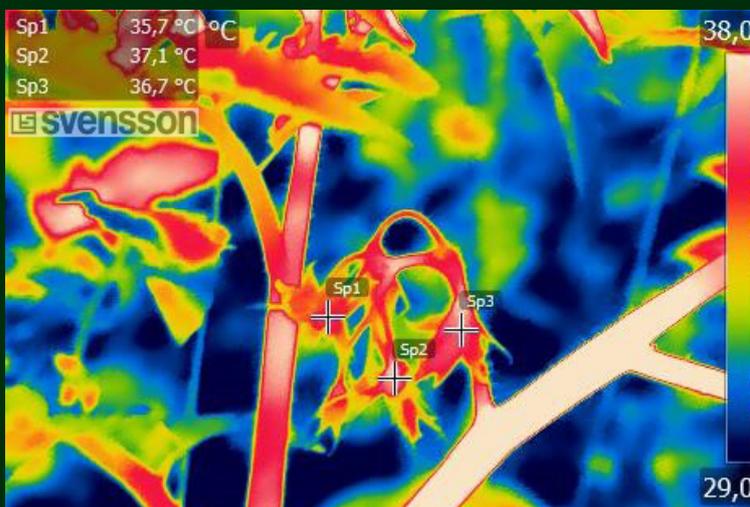


Figura 4: Imagen térmica de una flor de tomate expuesta a la luz solar directa en abril. Crédito: © Svensson Climate Screens.

Impacto del calor en el abejorro

Con el aumento de temperaturas, el abejorro puede disminuir significativamente su actividad de polinización en consecuencia. Esta reacción al calor puede afectar de modo importante la visita a las flores. El tiempo necesario para la termorregulación a temperaturas más elevadas va en detrimento del forrajeo y afecta negativamente a la polinización. Una vez que las temperaturas superan la barrera de los 30°C, un mayor número de abejorros permanecerá en la colmena para ventilarla, reduciendo su actividad de polinización. Cuando se superan los 33°C, las obreras entran en modo supervivencia, eliminando las larvas y deteniendo por completo su actividad de polinización. La luz solar directa puede aumentar la temperatura dentro de la colmena de 2 a 15°C lo que causaría daños a la misma. Los abejorros están más propensos a sobrecalentarse si hay un incremento de temperatura debido a sus características físicas como tamaño, color oscuro y cuerpo vellososo.

Mantenga los abejorros frescos durante condiciones calurosas

La colocación correcta de la colmena puede disminuir el estrés por calor en los polinizadores. Por tal motivo, coloque la colmena a unos 20-60 cm del suelo en la parte sur de los pasillos (para invernaderos en el hemisferio norte), de modo que reciba la mayor sombra del cultivo. En caso necesario, procure establecer más sombreo. Proteger las colmenas de la luz directa puede reducir la temperatura en su interior de 2 a 15°C. Esto promueve el tiempo de polinización y previene los daños al nido. La luz directa se puede atenuar utilizando vidrio difuso, películas de plástico, pantallas móviles o aplicando un revestimiento sobre la cubierta del invernadero. El sombreo se utiliza sobre todo en invernaderos en la región mediterránea para impedir la entrada de radiación térmica, así como para difuminar la luz. Otros métodos de enfriamiento

incluyen la pantalla térmica, el vidrio difuso, la ventilación inducida por viento, el uso de sistemas de climatización, o el uso de sistemas de evaporación. Durante los periodos de calor, cuando la temperatura supera los 30°C la mayor parte del día, los abejorros trabajarán menos horas. En este caso se recomienda aumentar el número de colmenas para asegurarse de que un mayor número de abejorros completen la tarea de polinización en menos horas.

Monitoreando la eficiencia de la polinización

Durante la polinización, el abejorro muerde la flor y la hace vibrar, esto se conoce como polinización por vibración (*buzz pollination*). Las marcas de mordidas se tornan café entre una y cuatro horas después de la visita del abejorro, permitiendo monitorear su actividad. Este monitoreo permite realizar un diagnóstico para determinar el número de colmenas a introducir en las siguientes semanas.

Con una visita basta para la transferencia de suficiente polen para la polinización. Para comprobar si un abejorro ha polinizado una flor, retire los pétalos secos para verificar si existen marcas (figura 5 - primera fotografía a la derecha). Por cada variedad se deben monitorear de 18 a 20 flores por hectárea, cubriendo una parte representativa del invernadero¹. La figura 6 muestra la recomendación a los agricultores para asegurar que se logre una polinización óptima. La mayoría de los tipos de tomate cuentan con una recomendación de introducción de colmenas semanales por hectárea. La intensidad del color café, o el número de marcas de mordedura, determinará si se deben pedir más o menos colmenas de abejorros. En la figura 5, la imagen de la derecha muestra una intensidad muy ligera y se debería clasificar con un nivel 1 en el registro de polinización.



Figura 5: Marcas de mordeduras de abejorro en una flor de tomate.

¹ En México se recomienda revisar 100 flores por hectárea aproximadamente. El muestreo debe abarcar un área representativa del invernadero o de la superficie total del cultivo.

Registro de polinización

El registro de polinización proporciona una retroalimentación constante para ayudar al productor a determinar la causa cuando la polinización no es perfecta.

Nivel I = 1-3 marcas de mordedura
Nivel II = 3-6 marcas de mordedura
Nivel III = más de 7 marcas



1x / 48 horas

Nivel I buena polinización, pero aumente el número de colmenas

Nivel II óptima, mantener óptima, mantener el número de colmenas

Nivel III buena polinización, pero disminuya el número de colmenas



Nota: ¡Nunca debe saltarse una introducción!
Para asegurar una buena polinización, pida más colmenas si se prevén condiciones calurosas durante las siguientes semanas.

Figura 6: Registro de polinización.

Resumen de acciones para proteger las plantas y los polinizadores en condiciones calurosas



Use pantalla térmica, vidrio difuso, cal blanca, pintura de sombreado, película de plástico o similar, ventilación inducida por viento, sistemas de aire acondicionado o sistemas de evaporación etc., para mantener la temperatura a un nivel óptimo (por debajo de 30°C), evitar la radiación, mejorar la resistencia de las plantas y mantener la eficiencia de la polinización.



Proteja las colmenas de abejorros de la luz solar directa. Sitúe la colmena unos 20-60 cm por encima del suelo en el lado sur de los pasillos (para producciones en el hemisferio norte), de modo que reciba la máxima sombra del cultivo. Si fuese necesario, provea más sombra.



Mantenga la humedad entre 60-75% en invernaderos convencionales y entre 70-85% en invernaderos semicerrados.



Monitorear las marcas de mordedura en flores e introducir colmenas en función de sus observaciones.



Para asegurar una buena polinización, introduzca más colmenas si se prevé tiempo caluroso.



Para una planta equilibrada siempre mantenga una adecuada temperatura y balance de iluminación.

Consulte nuestro vídeo:
Polinización con abejorros a altas temperaturas



