

CULTIVO DEL TOMATE, NECESIDADES CLIMÁTICAS

Radiación

El tomate es un cultivo insensible al fotoperíodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación (Calvert, 1973). Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Aung,1976).

Valores de radiación total diaria en torno a 0,85 MJ/m² son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Kinet,1977). Los efectos negativos de una baja iluminación pueden compensarse en parte con aumentos del contenido en dióxido de carbono (CO₂) del aire (Cooper y Hurd.1968). Hoy día, la mejora genética nos permite disponer de cultivares mejor adaptados para la floración y cuajado de fruto en condiciones de baja iluminación, usuales en ciclos de invierno (Van de Vooren et al., 1986).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el entutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es más limitante. *Maximizar la radiación que penetra dentro del invernadero en esa época es objetivo deseado en el sur de España (Castilla, 1991), pues la reducción de radiación implica una reducción lineal de cosecha (Cookshull, 1988).*

El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones de la radiación interior con incidencia negativa en la producción. En invernaderos mediterráneos, *la práctica de blanquear el invernadero, a fin de reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación;* sería deseable dotar a los invernaderos de una ventilación mas eficiente (ventanas cenitales) y *evitar esa práctica de blanquear, que*

reduce radiación y, por tanto, la producción. Con baja iluminación la polinización será insuficiente y el tamaño de fruto menor (Van de Vooren et al., 1986). El empleo de iluminación artificial, en las condiciones españolas, es antieconómico.

Temperatura

El tomate es una planta termoperiódica, creciendo mejor con temperatura variable que constante que varía con la edad de la planta (Went 1944). Diferencias térmicas noche/día de 6 a 7°C son óptimas (Verkerk, 1975; Went 1957).

La temperatura influye en la distribución de asimilados. Durante la fase de crecimiento vegetativo una temperatura alta (25°C) favorece el crecimiento foliar, a expensas del ápice, mientras que a una temperatura baja (15°C) ocurre lo contrario (Calvert, 1966). Calvert (1973) sugiere como temperaturas idóneas de cultivo (día/noche) 20/18°C. Williams (1973) cifra en 20/16°C las temperaturas idóneas, con extremos de 27°C de día y 13°C de noche, ambos en condiciones de latitud noreuropea. Bugbee y White (1984), sugieren temperaturas de 25/20°C. Los efectos beneficiosos del abonado carbónico son mayores con alta temperatura (Calvert, 1973).

Las altas temperaturas (26/20 °C) durante la fructificación provocan caída de flor y limitan el cuajado (30/20 °C), tal como han descrito Stevens y Rudich, (1978), y El-Ahmadi y Stevens (1979), aunque hay diferencias entre cultivares, de origen genético. Menor cuajado ocurre con temperaturas bajas (Li y Hornby, 1980) que, en período de diferenciación floral, que son determinantes de la futura producción precoz y total (Rylski, 1979) por su incidencia en la fenología y morfología floral (Aung, 1976). Temperaturas de 15°C en semillero, frente a 11°C, mejoran la producción precoz y total (Martínez, 1984). ***Durante la floración la temperatura óptima es de 22 °C, para un buen cuajado*** (Rylski, 1979). ***Temperaturas inferiores a 10°C plantean problemas de fecundación en condiciones mediterráneas*** (Martínez, 1984), más intensas en algunos cultivares (Rylski, 1979), demorando la producción (Jones et al., 1978; Longuenese, 1978) y precisando de tratamientos mecánicos o químicos para mejorar la polinización y fructificación (Rylski, 1979; Martínez, 1984).

Pero, además, las temperaturas óptimas del cultivo del tomate están relacionadas con la iluminación (Calvert y Slack, 1975) siendo recomendable una mayor temperatura con mayor radiación. Temperaturas de 22/18°C en condiciones de buena iluminación frente a 20/16°C (Harper et al., 1979), 25/17°C con buena radiación y 21/15°C con baja radiación (Brooks, 1973) parecen indicadas ante la demora que suponen en precocidad de cosecha regímenes térmicos inferiores, incluso calentando el suelo, en condiciones noreuropeas (Jones et al., 1978).

En condiciones mediterráneas, temperaturas diurnas de 21 a 27°C (según radiación) y nocturnas de 12-15°C han sido consideradas más adecuadas (Brun y Lagier, 1984); *en esas condiciones resulta más grave, especialmente en primavera, la elevada temperatura* e insuficiente ventilación en los invernaderos (Brun y Lagier, 1984; Montero et al., 1985).

En el cultivo del tomate, temperaturas de suelo inferiores a 12°C son críticas para el desarrollo radicular, con repercusión en el crecimiento de las partes aéreas (Abdehafeez et al, 1971). Otros autores cifran este umbral entre 13 y 15°C (Orchard, 1980) destacando su influencia en la absorción del agua y nutrientes y en la síntesis radicular de reguladores del crecimiento (Hurd y Sheard, 1981). Los umbrales máximos de temperaturas del sistema radicular se sitúan en torno a 30-35°C (Cooper, 1973; Bugbee y White, 1984), siendo las temperaturas óptimas mayores durante las primeras semanas del crecimiento, de 25 a 30°C, y del orden de 20 a 25°C durante el resto del ciclo (Hurd y Sheard, 1981; Bugbee y White, 1984), aunque hay diferencias entre cultivares (Papadopoulos y Tiesseu, 1983) y siempre que otros factores no resulten limitantes. Por otra parte, la termoperiodicidad de la raíz, con una temperatura más baja de noche que de día, ha sido descrita como beneficiosa (Went, 1944; Papadopoulos y Tiessen, 1983).

En condiciones mediterráneas, Brun y Lagier (1984) recomiendan temperaturas de suelo mínimas de 15 a 18°C, con temperaturas de aire día/noche de 21-27/12-15°C, según condiciones de iluminación. Temperaturas de suelo más altas, sobre todo en condiciones desfavorables para la floración (débil iluminación y alta temperatura del

aire), tienen efecto negativo sobre las primeras inflorescencias (Wacquant et al., 1977).

En invernaderos climatizados del norte de Europa se recomienda, al inicio del ciclo del tomate (invierno), mantener temperaturas mínimas día/noche de 19/15°C, que deben subirse algo al aumentar la radiación (Van de Vooren et al., 1986). En caso de emplearse calefacción de suelo y cultivos en sustrato, la mínima nocturna puede bajarse ligeramente (Maher, 1981).

La relación entre integral térmica en un corto período de días y crecimiento ha sido valorada con detalle (Hurd y Graves, 1984; Cockshull, 1988); dentro de ciertos límites, una reducción térmica nocturna puede compensarse con un incremento térmico de día, lo que puede permitir un manejo más económico de la calefacción en invernadero (Castilla, 1994).

Humedad del aire

En el cultivo de tomate, *humedades relativas del aire inferiores al 90% son deseables*, pues valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente *Botrytis* (Harper et al., 1979; Hurd y Sheard, 1981), siendo óptimos valores del 70 al 80% (Cottery y Walker, 1967; Winspear et al., 1970), incluso con temperaturas nocturnas bajas de aire (13°C).

En condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede acarrear, especialmente en fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor, stress hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis (Rawson et al., 1977). Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (Van Koot y Van Ravestjin, 1963); valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen (Burms et al., 1979; Drakes y Statham, 1979), pudiendo, al limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes (Adams, 1980) y generar déficit de elementos como el calcio (Hurd y Sheard, 1981), induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical).

Recientes investigaciones demuestran que la cosecha de tomate está correlacionada, con la humedad media en 24 horas, y que valores elevados reducen la cosecha en tomate (Bakker, 1990).

Otros parámetros climáticos

En invernadero, especialmente si las condiciones de ventilación no son óptimas (como suele ocurrir en invernaderos de bajo coste), la reducción del contenido de CO₂ del aire (respecto al normal, que es del orden de 340 ppm) es importante (Lorenzo et al., 1990), y sería deseable evitarla, especialmente en condiciones de alta radiación (Hanan, 1990), pero no hay datos conocidos del interés económico del abonado carbónico del tomate en España. Una estrategia, de posible interés para los invernaderos españoles de bajo coste, sería enriquecer con CO₂ hasta valores del orden de 340 ppm, pues mantener niveles más altos puede resultar muy costoso cuando hay que ventilar o si los invernaderos son poco estancos. Limitar la reducción de CO₂ mediante una ventilación más eficiente es objetivo deseable en los invernaderos mediterráneos (Castilla, 1994), que contribuirá, asimismo, a limitar excesos térmicos y valores extremos de humedad del aire.

Los efectos indirectos del viento sobre un invernadero son beneficiosos, al contribuir a mejorar la ventilación y renovar el aire, especialmente en invernaderos poco sofisticados. Una ligera brisa, tanto en cultivo protegido como al aire libre, se ha mostrado beneficiosa para la productividad de los cultivos (Garzoli, 1989).

Miguel Szpiniak. Gabinete Técnico de Polysack

Resumen del capítulo “Necesidades climáticas” del libro “El cultivo del tomate” coordinado por Fernando Nuez. Mundi-Prensa.