



MANEJO DE CULTIVOS

Incidencia de los factores abióticos en la producción del tomate en invernadero

Juan Eugenio Álvaro
Miguel Urrestarazu
Universidad de Almería

Debido a la interacción entre los factores que inciden en la producción bajo invernadero, en la poscosecha, en el transporte y en la comercialización es fundamental mantener durante todo el cultivo y la comercialización los criterios de calidad que cada uno de los mercados demande. Esto nos permite poder conservar la calidad del producto desde el campo hasta al consumidor.

Debido a la interacción entre los factores que inciden en la producción bajo invernadero, en la poscosecha, en el transporte y en la comercialización es fundamental mantener durante todo el cultivo y la comercialización los criterios de calidad que cada uno de los mercados demande. Esto nos permite poder conservar la ca-

lidad del producto desde el campo hasta al consumidor.

Dentro de los factores que afectan a la producción bajo invernadero están los factores abióticos: radiación, temperatura, humedad, dióxido de carbono y salinidad. Éstos pueden provocar un estrés que de lugar a convertir a estos factores en limitantes para el cultivo de

tomate sobre todo si pensamos en estructuras sencillas de cubierta vegetales que no controlan en los óptimos los intervalos deseados.

Debemos tener en cuenta que todos los sistemas abióticos que van a describirse no son independientes y que en el interior del invernadero influyen todos a la vez de un modo u otro.

RADIACIÓN

De entre los factores ambientales que pueden actuar como limitante en el desarrollo del cultivo del tomate bajo invernadero en el sudeste peninsular, la radicación puede llegar a ser uno de ellos, sobre todo en el ciclo de cultivo comprendido entre las estaciones de otoño e invierno.

La planta de tomate es exigente en luz desde el primer momento de cultivo. Las limitaciones de iluminación debidas a cubiertas sucias o sombreadas disminuyen la productividad. Se ha descrito que una

reducción de un 1% de radiación supone una pérdida de un 1% de producción (Cockshull, 1988; Marcelis *et al.*, 2006).

El factor de la irradiación no debe considerarse independiente de otros factores como la temperatura o la presencia de una adecuada concentración de dióxido de carbono (CO₂). Los efectos negativos de una baja iluminación pueden compensarse en parte con aumentos del contenido en dióxido de carbono en el aire (Cooper y Hurd, 1968). Con baja iluminación, la polinización será insuficiente y el tamaño de fruto menor (Van de Vooren *et al.*, 1986). La adecuación de los cultivares a una escasa iluminación durante los periodos invernales puede llegar a ser una herramienta útil para paliar en algo la falta de iluminación en los cultivos desarrollados en invierno.

La radiación solar que penetra a través de la estructura influye directamente sobre el tamaño y coloración de los frutos; en exceso produce un

“quemado” de frutos e incluso de plantas y en defecto provoca un desarrollo anormal del cultivo, que está directamente relacionado con la temperatura del invernadero.

Por tanto sobre todo en épocas donde el factor limitante es la radiación, la distribución del

interceptación de la luz con un mínimo sombreo.

TEMPERATURA

Desde que Went en 1944 publicó el comportamiento de varios cultivos frente a la oscilación térmica diaria (termope-

// LAS LIMITACIONES DE ILUMINACIÓN DEBIDAS A CUBIERTAS SUCIAS O SOMBREADAS DISMINUYEN LA PRODUCTIVIDAD //

follaje en la superficie del cultivo es un factor a tener en consideración. Esto se debe hacer tanto mediante la elección de una buena densidad de plantación, como en el reparto espacial a través de un adecuado tutorado, que en definitiva permitan una adecuada

riocidad), existe una amplia polémica sobre el tema. Este investigador mejoró el índice de cosecha y el crecimiento de las plantas de tomate al comparar un cultivo en el que se establecía una variabilidad de temperatura ambiental (durante la noche en el intervalo



pascual[®]
naturalmente fresco

Grupo
G's España

Ctra. del Jimenado, Km 1
30700 Torre Pacheco (Murcia)

Tlf: (34) 968 188 600

Fax (34) 968 188 609

www.gsgrupo.com



Cubierta de un invernadero

entre 17 y 20°C y durante el día lo aumentaba a 26°C), frente a otro que permanecía constante a 24°C.

Otros autores (Heuvelink, 1989) encontraron que los efectos de estos regímenes variables de temperatura dependían de la edad de la planta. Al aplicar la termoperiodicidad en plántulas, los resultados fueron similares en comparación a una temperatura óptima constate. De cualquier forma los óptimos de temperatura son variables para cada fase del cultivo y están muy relacionados con otros parámetros ambientales.

Las altas temperaturas por encima de los 37°C pueden ser un factor limitante en el cultivo de tomate debido a la alteración que provoca en diversos procesos fisiológicos, como es el caso de la inhibición del proceso de crecimiento del tubo polínico (Iwahori y Takahashi, 1964). Algunos cultivares son especialmente tolerantes por aclimatación a las altas temperaturas (Brücher, 1977).

Cuando los cultivos de tomate se someten a elevadas temperaturas modifican sus fun-

ciones esenciales desorganizando básicamente los sistemas esenciales de polinización y maduración del fruto especialmente a temperaturas mayores de 35 °C, reflejándose en una falta de la calidad de tomate.

Las bajas temperaturas afectan negativamente a muchos procesos fisiológicos de la planta, siendo especialmente sensibles las fases de germinación y maduración de frutos. Al igual que ocurría con la aclimatación a las altas temperatura, de nuevo la planta de tomate se puede adaptar a tolerar bajas temperaturas (Patterson, 1988). Son especialmente sensibles las fases de germinación y maduración. Los inconvenientes por bajas temperaturas en el cultivo de tomate ocurren entre los 0 y los 12 °C, la disminución de crecimiento y productividad es muy dependiente del cultivar utilizado (Venema *et al.*, 2004).

A temperaturas inferiores a 10-11 °C, y en función del estado de desarrollo de la planta, se estima una influencia negativa en el cuajado del fruto. Esto es así ya que una planta en estado adulto es más

tolerante que una planta en la fase inicial de cultivo.

La relación entre la 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 permite un manejo más económico de la calefacción en invernadero (Castilla, 1994).

En el cultivo del tomate la temperatura es un factor determinante y a veces puede llegar a ser el factor limitante para su desarrollo.

Este factor junto con la intensidad luminosa incide en las variaciones diarias en la absorción de agua, nitrógeno y potasio. Especialmente sensible se muestra la absorción de fósforo. Cuando las temperaturas están por debajo de las óptimas, se produce un descenso de la incorporación del este elemento que incluso puede mostrar su característico color morado en nerviaciones en hoja y foliolos.

La temperatura del invernadero como limitante ambiental

puede determinar la densidad de plantación a elegir y el movimiento del agua en el interior de la planta, puesto que esta precisa de un flujo de evapotranspiración para elevar el agua desde el sistema radical a la parte aérea. Flujo que juega un papel importante en la distribución de la producción y en especial de la precocidad y calidad.

HUMEDAD

Además de aumentar el riesgo de enfermedades fúngicas, un exceso de humedad relativa (HR) por encima del intervalo comprendido entre el 85 y el 90% conduce a una disminución clara de la producción y la calidad (Lipton, 1970; Bakker, 1990). Este exceso puede dificultar o impedir ciertos procesos necesarios para la producción como por ejemplo el apelmazamiento de los granos de polen impidiendo el transporte de los mismos a través del viento o los insectos. Los valores óptimos se suelen situar entre un 70 y 80%.

**// LOS VALORES
ÓPTIMOS DE
HUMEDAD SE SUELEN
SITUAR ENTRE UN
70 Y 80% //**

Por ello, la humedad relativa del invernadero y la capacidad de ventilación de la estructura es otro de los factores abióticos limitantes para el cultivo del tomate. Una excesiva humedad en el interior de la estructura puede provocar enfermedades aéreas, se agrietan los frutos y se dificulta la fecundación por compactación del polen. En este punto es determinante la capacidad de ventilación de la estructura para minimizar la inevitable acumulación de humedad

en el interior del invernadero.

En contra, la baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. La combinación del efecto de los dos últimos, llamado déficit de presión de vapor, es un factor que deberíamos a efectos prácticos empezar a considerar con nuestros agricultores.

DIÓXIDO DE CARBONO

Desde muy antiguo se viene usando el enriquecimiento carbónico atmosférico en el cultivo de tomate comercial para incrementar su productividad (Ej.: Wittwer y Robb, 1964; Ho, 1977; Hicklenton y Joliffe, 1978).

La concentración normal de CO₂ en la atmósfera es del 0,03%. Este valor en la práctica debe duplicarse o triplicarse, cuando los demás factores de la producción vegetal sean óptimos, si se desea el aprovechamiento al máximo de la actividad fotosintética de las plantas. Las concentraciones que se han ido incorporando al invernadero varían entre unos 500 a 2000 mg·m⁻³.

La concentración de este gas es muy variable a lo largo del día, pudiendo representar el factor limitante de un cultivo. Así, hay que tener en cuenta que en los invernaderos que no se aplique anhídrido carbónico, se alcanza el máximo de la concentración al final de la noche y el mínimo a las horas de máxima luz que coinciden con el mediodía.

Además de la interrelación con otros parámetros ambientales, la eficacia del uso de anhídrido carbónico va ligada a la infraestructura disponible. Por ejemplo, para que se aumente la fotosíntesis incorporando este insumo es necesario que exista una adecuada irradiación.

El efecto del enriquecimiento de anhídrido carbónico también está ligado directamente a la temperatura ambiente.

LA SALINIDAD

Los efectos de la salinidad hay que distinguirlos según su origen:

- los efectos osmóticos que vienen determinados por la presión osmótica de la disolución. Son independientes del tipo de partícula de soluto que la provoca y por lo general no afecta a la absorción de iones o su removilización en la planta.
- los efectos específicos que pueden ser provocados a través de la nutrición mineral que implican que el crecimiento del cultivo puede ser afectado por desórdenes en la absorción o distribución posterior de los iones esenciales para el desarrollo del cultivo.
- los de toxicidad provocada por el exceso de absorción de un ión osmóticamente activo.

La salinidad es un factor limitante tanto en exceso como

defecto. Altas salinidades provocan problemas en la absorción de agua y nutrientes por parte del sistema radical debido a la presión osmótica a la que se ven sometidas las raíces. Es decir, consideramos que se tiene humedad pero como si no existiera ya que el agua no puede entrar dentro de las raíces y no se puede mover a los frutos, debido a la alta concentración en sales del agua que rodea a las raíces.

deuada de las flores y posteriormente de los frutos. Así pues, aparecen alteraciones en cuanto a la forma, calibre e incluso coloración de los mismos.

La salinidad del suelo está directamente relacionada con la calidad del agua de entrada, el abonado aportado, el drenaje de la finca y la capacidad de encharcamiento del suelo. En la práctica este último factor, el encharcamiento, provoca otro problema de falta de oxí-

// LOS ÓPTIMOS DE TEMPERATURA SON VARIABLES PARA CADA FASE DEL CULTIVO Y ESTÁN MUY RELACIONADOS CON OTROS PARÁMETROS AMBIENTALES //

La primera sintomatología de un suelo salino se aprecia en puntas de las hojas que se presentan con un aspecto de quemadas, lo que se traduce en un desarrollo desequilibrado de la planta y en una formación ina-

geno para las raíces y por ello la planta no puede absorber ni agua ni nutrientes. Por tanto a veces una mejora de la estructura de nuestros suelos pueden mejorar la salinidad y la necesaria aireación de las raíces.



Diferentes cultivares de tomate