

Manejo del riego en cultivo en sustrato

J. J. Magán Cañadas*

Introducción

El control del riego es uno de los aspectos más importantes para el correcto manejo de los cultivos, especialmente cuando se trabaja en sistemas sin suelo. Hay que tener en cuenta que va a influir decisivamente en el desarrollo y la sanidad radicular, y que disponer de una buena raíz es la base para conseguir un cultivo óptimo. Sin embargo, realizar un correcto manejo del riego no es tarea fácil ya que hay que aportar el agua que necesita la planta en dosis suficientemente pequeñas para no agotar excesivamente el contenido hídrico del sustrato, y, a su vez, no se debe humedecer en exceso ya que esto favorece la asfisia radicular y el desarrollo de hongos fitopatógenos.

Para su correcto funcionamiento, el sistema radical necesita disponer de agua, aire, nutrientes y temperatura en niveles adecuados. El exceso o déficit



Abundante desarrollo radicular en todo el volumen de sustrato

Manejo del riego al inicio del cultivo

Previo al uso de un sustrato como medio de cultivo es conveniente saturarlo lo mejor posible para que disponga de unas buenas propiedades hidráulicas. Para ello se inunda la bolsa de sustrato con solución nutritiva y se mantiene así

periodo de nascencia ya que ello puede favorecer el desarrollo de hongos. Sólo regaremos en el caso de que el sustrato se seque excesivamente. A partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas el riego puede normalizarse, aunque una cierta restricción favorecerá un abundante desarrollo radicular, que será clave para satisfacer la creciente demanda de agua y nutrientes por el cultivo.

En el caso de que se realice trasplante, suele ser conveniente regar a diario desde el principio hasta que las raíces salen del taco y comienzan a anclarse en el sustrato definitivo para evitar que se produzca estrés hídrico. A partir de ese momento conviene, igualmente, restringir el riego ya que así las raíces consumirán el agua en el volumen de sustrato circundante y aumentará la concentración salina en éste, por lo que crecerán hacia zonas más alejadas y se conseguirá una mejor colonización del sustrato. Si no se realiza este manejo, los sucesivos riegos irán desplazando las sales y crearán un frente salino que dificultará la expansión radicular.

El control del riego es uno de los aspectos más importantes para el correcto manejo de los cultivos, especialmente cuando se trabaja en sistemas sin suelo

de cualquiera de ellos va a repercutir negativamente en dicho funcionamiento y, por tanto, en el del cultivo en general. Aunque no sólo el riego influye en los niveles alcanzados por estos elementos, si es un factor importante que no debe ser despreciado si deseamos obtener un buen resultado productivo.

durante 48 horas. Posteriormente se abre/n la/s apertura/s de drenaje, de forma que pueda salir el exceso de solución.

Cuando se realiza siembra directa en el sustrato definitivo, teniendo en cuenta que se parte de un sustrato bien hidratado, no se debe regar durante el

*Dpto. Horticultura de la Estación Experimental de Cajamar "Las Palmerillas"



Vista de un cultivo de melón tipo Galia en sustrato

Otro aspecto de gran importancia que influye decisivamente en el manejo del riego es la temperatura de la solución nutritiva. En plantaciones de verano coinciden un área foliar baja y temperaturas extremas y, dado que el cultivo no es capaz de sombrear aún las tuberías de riego, el agua alcanza en ellas temperaturas muy elevadas (más de 40 °C) durante el mediodía y la tarde. En tales condiciones resulta preferible no regar ya que de lo contrario facilitaríamos la muerte de las raíces. Hay que tener en cuenta que, en general, temperaturas radiculares superiores a 30 °C pueden ser perjudiciales, aunque son mejor toleradas si van acompañadas de un bajo contenido hídrico en el sustrato. Por tanto, el riego quedará restringido al final de la tarde, la noche y primeras horas de la mañana, cuando la temperatura no es tan elevada.

Conforme crece el cultivo, se incrementan las necesidades hídricas, por lo que deberemos aumentar el tiempo de riego, aunque limitándonos al horario mencionado. Esto puede implicar la necesidad de dar riegos muy largos en comparación con lo que sería teóricamente correcto desde el punto de vista de la retención de

agua por el sustrato, pero resulta preferible. Cuando el cultivo alcanza un cierto porte, es capaz de sombrear las tuberías y, sobre todo, el sustrato, por lo que se calienta menos, de forma que es posible dar riegos al mediodía. No obstante, éstos deben ser suficientemente largos como para garantizar que salga por los goteros solución procedente de la tubería general exterior al invernadero, la cual se encuentra notablemente más fresca que la que se encontraba en los ramales interiores. De este modo, la temperatura media de la solución aportada se reducirá. Además, con riegos largos disminuiríamos el número de riegos necesario y el contenido hídrico medio del sustrato.

En plantaciones invernales se presenta la situación inversa, de forma que la temperatura de la solución es baja (menor de 15 °C). En este caso debemos regar al mediodía, cuando ya se ha calentado dicha solución en las tuberías.

Manejo posterior del riego

Tras conseguir una buena colonización del sustrato, resulta conveniente no limitar el aporte de agua al cultivo, con el fin de que éste se desarrolle rápidamente y alcance un vigor suficiente que asegure una alta productividad. Si las condiciones ambientales lo permiten, conviene dar riegos cortos y frecuentes ya que así agotaremos menos el contenido hídrico del sustrato y la raíz tendrá el agua más fácilmente disponible. Hay que tener en cuenta que el principal factor limitante a nivel del sustrato para la absorción de agua

por el cultivo es la conductividad hidráulica, que es un parámetro que nos da una idea de la capacidad de dicho sustrato para transportar agua a través de sus poros hacia la raíz y reemplazar así la solución absorbida que se encontraba en el entorno radicular. Sin embargo, la conductividad hidráulica no es constante para un material dado, sino que disminuye drásticamente conforme se reduce el contenido de humedad, tal como se observa en la figura 1 para dos tipos diferentes de picón (RTM es un picón rojo consistente en partículas de 0 a 8 mm de tamaño obtenidas por cribado del producto natural, mientras que RTB es un picón rojo más grueso formado por partículas del mismo rango de tamaño pero obtenidas por fragmentación de partículas más grandes y posterior cribado del material a través de una criba de 8 mm (Raviv y col., 2002)). Esto es debido a que, conforme se seca el sustrato, hay más poros rellenos de aire por los que no puede circular el agua y, además, ésta queda confinada en poros pequeños, que tienen una superficie específica mayor, por lo que oponen mayor resistencia a la circulación del agua. Pasar tan sólo de 0 a 5 c.c.a. de tensión matricial puede significar una reducción de la conductividad hidráulica de más de 100 veces. Por tanto, sólo debemos permitir pequeñas oscilaciones del contenido hídrico del sustrato si queremos optimizar el riego.

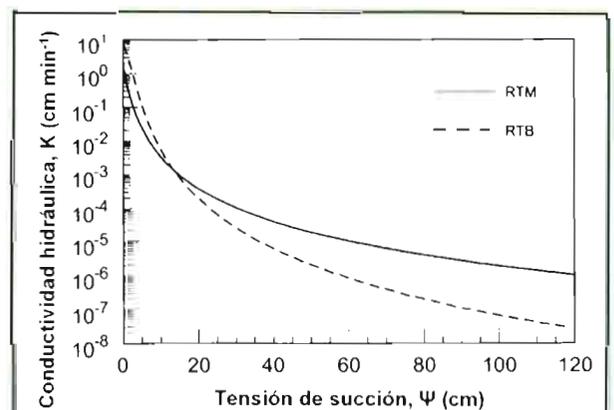


Figura 1. Conductividad hidráulica calculada versus tensión de succión, $K(\psi)$, para picón de los tipos RTB y RTM (Wallach y col., 1992; citado por Raviv y col., 2002)

Generalmente se establece el criterio de regar cuando se ha agotado el 5 % del agua fácilmente disponible más el agua de reserva, que es el contenido hídrico del sustrato retenido a una tensión entre 10 y 100 c.c.a (Martínez-Caldevilla y García-Lozano, 1993). Por tanto, el volumen de riego (V) será la suma de este volumen de agotamiento permitido (A) más el volumen de lixiviado necesario para lavar las sales presentes en exceso en la solución nutritiva (L). La fracción de lavado (FL) se calcula en función del ion más limitante existente en el agua de riego usando la siguiente expresión (Sonneveld, 2000):

$$FL = \frac{C_s - C_a}{C_m - C_a}$$

donde:

C_s es la concentración del ion limitante en la solución nutritiva

C_a es el coeficiente de absorción para ese ion, es decir, la cantidad del mismo absorbida por cada volumen de agua absorbido

y C_m es la concentración máxima permitida para ese ion en el lixiviado.

El volumen de riego se calculará mediante la siguiente expresión (Sonneveld, 2000):

$$V = A + L = \frac{A}{1 - FL}$$

Evidentemente, el volumen de agotamiento de agua permitido variará en función del sustrato que dispongamos y, para calcularlo, habrá que conocer su curva de retención de agua, en la que se representa el contenido hídrico en función de la tensión a la que es sometido. Además, el contenido hídrico del sustrato depende de las dimensiones del contenedor en el que se encuentra confinado, de forma que a más altura menor es la retención de agua debido al efecto gravitacional y más cortos y frecuentes deberán ser los riegos. No obstante, el contenedor debe ser elegido en función

de las propiedades físicas del sustrato, para que así disponga de un equilibrio aire-agua adecuado (Martínez-Farré, 2001).

Al igual que es importante mantener una hidratación del sustrato suficiente para que el cultivo no sufra estrés hídrico, resulta fundamental disponer de un volumen suficiente de aire (al menos el 30% del volumen de poros) que evite problemas de asfixia radicular. Si el balance aire-agua es inadecuado (excesiva o escasa retención de agua), debemos actuar sobre el riego con el fin de corregir dicha situación. Así, daremos riegos más cortos de lo habitual pero con mayor frecuencia, si el sustrato se secó en exceso, para fomentar su rehidratación, y más largos pero más espaciados si retiene demasiada agua, a la vez que acortaremos por la tarde el periodo de riego, para conseguir su desecación.

minar de regar pronto (en torno a las 14-15 horas solares, aunque esto depende del contenido de agua del sustrato), con el fin de que se agote parcialmente el agua del sustrato de cara a la bajada de temperatura durante la noche. El objetivo es conseguir una reducción del contenido hídrico del 5 % (e incluso hasta el 10 % dependiendo del tipo de sustrato), de forma que no se obtenga drenaje alguno en el primer riego del día siguiente. Aunque esto supone un ascenso notable de la conductividad eléctrica de la solución radicular a lo largo de la noche, resulta perfectamente tolerado por el cultivo. Además de disminuir el riesgo de ataque de hongos a nivel radicular (especialmente Phytium), con ello conseguimos reducir la presión de raíz a primera hora de la mañana, por lo que habrá menos probabilidad de rajado del fruto. En días fríos y lluviosos es conveniente parar el riego ya que la demanda

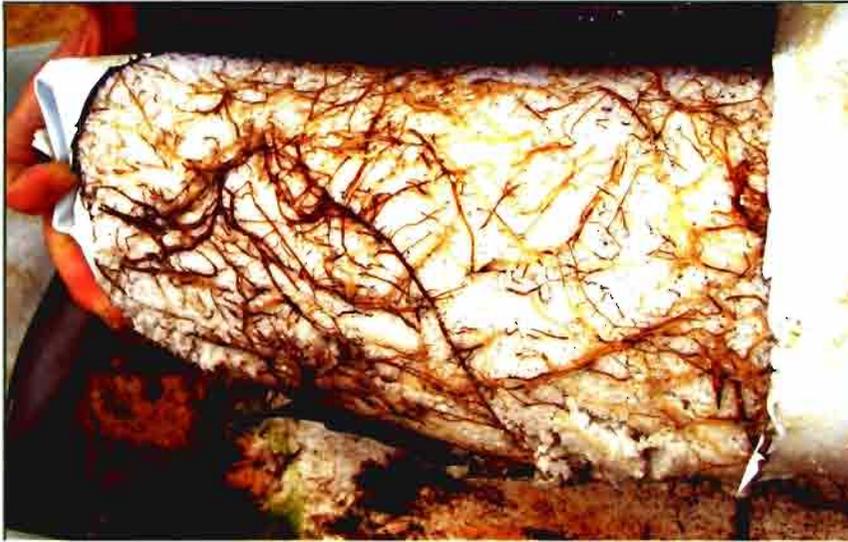
Hay que tener en cuenta que el principal factor limitante a nivel del sustrato para la absorción de agua por el cultivo es la conductividad hidráulica

Durante el invierno el riego se ve condicionado por las bajas temperaturas que alcanzan la solución nutritiva y el sustrato, con el fin de minimizar su efecto sobre la muerte radicular. De cara a este periodo resulta interesante reducir el contenido hídrico del sustrato ya que, al disminuir los niveles de transpiración del cultivo, no existe tanto riesgo de que éste sufra estrés hídrico y la raíz soportará mejor las bajas temperaturas. Por otro lado, hay que poner especial cuidado a la hora de definir el periodo de activación de los riegos durante el día. Así, por la mañana no debemos empezar a regar hasta que la temperatura del sustrato haya superado, al menos, 12 °C pues, por debajo, la raíz apenas muestra actividad. Por la tarde debemos ter-

evaporativa es escasa y no hay ningún problema en aprovechar la reserva de agua del sustrato.

Manejo del riego al final del cultivo

En cultivos en los que la calidad de la producción viene muy determinada por el contenido en sólidos solubles, tales como el melón o la sandía, conviene restringir el riego la semana previa a la recolección con el fin de conseguir una mayor concentración de los azúcares. Para ello se reduce el drenaje al mínimo, de forma que la conductividad eléctrica de la solución del sustrato aumenta y disminuye la disponibilidad de agua por el cultivo.



Las condiciones térmicas adversas favorecen los ataques fúngicos a nivel radicular y la aparición de numerosas raíces muertas, especialmente si van acompañadas de un alto contenido hídrico en el sustrato

Cuando no vamos a plantar inmediatamente tras terminar el cultivo que estamos realizando, sino que pretendemos dejar un cierto tiempo de reposo, resulta conveniente secar el sustrato para que se conserve mejor. Esto resulta imprescindible cuando trabajamos con sustratos orgánicos ya que, si se mantiene la humedad, permitimos el desarrollo de microorganismos que van a continuar la degradación biológica del material, por lo que su vida será menor. En el caso de sustratos inorgánicos no se produce esta degradación biológica, pero la estructura del material se mantiene mejor si se

deshidrata. Por ello, una vez finalizado el cultivo conviene parar el riego durante unos días antes de arrancarlo, de forma que muera por marchitez.

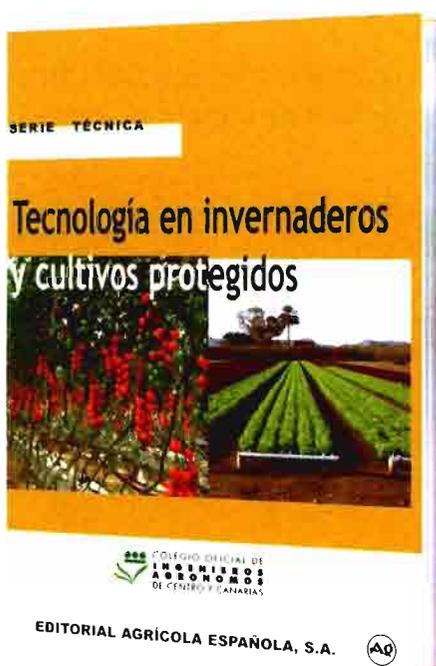
Sin embargo, la desecación del sustrato va a producir una acumulación de sales que puede resultar nociva en el cultivo siguiente si no se realiza un lavado adecuado. Por ello, es conveniente regar con agua sin fertilizantes durante los últimos 7 a 10 días previos al final del cultivo.

Para iniciar un nuevo ciclo productivo, es necesario volver a hidratar adecuadamente el sustrato. Para ello, lo mejor es

cerrar el agujero de drenaje y añadir solución nutritiva hasta saturar completamente, como si fuera sustrato nuevo. Sin embargo, frecuentemente esto resulta complicado y hay que recurrir a dar muchos riegos cortos. En el caso de que se trate de un material con poca capilaridad, esta táctica no es efectiva y no queda más remedio que hidratar saco a saco aportando un caudal grande con manguera.

Bibliografía

- Martínez-Caldevilla, E.; García-Lozano, M. (1993). Cultivos sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ediciones de Horticultura. Compendio de horticultura nº 3. 123 pp.
- Martínez-Farré, F.X. (2001). Sustratos para los cultivos sin suelo. Propiedades. II Jornadas técnicas sobre cultivos sin suelo. Editado por la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia: 15-33.
- Raviv, M.; Wallach, R.; Silber, A.; Bar-Tal, A. (2002). Substrates and their analysis. En: Hydroponic production of vegetables and ornamentals (D. Savvas y H. Passam, editores). Embryo publications. 25-101.
- Sonneveld, C. (2000). Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Tesis doctoral. Universidad de Wageningen. 151 pp.
- Wallach, R.; da Silva, F.F.; Chen, Y. (1992). Unsaturated hydraulic characteristics of tuff (scoria) from Israel. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117: 415-421.



15€
+ gastos de envío

**Reserva
YA
tu ejemplar**

PEDIDOS A:
Editorial Agrícola Española S.A.
Caballero de Gracia, 24 - 28013 MADRID
Tel 91 521 16 33 - Fax: 91 522 48 72
administracion@agricultura-revista.com