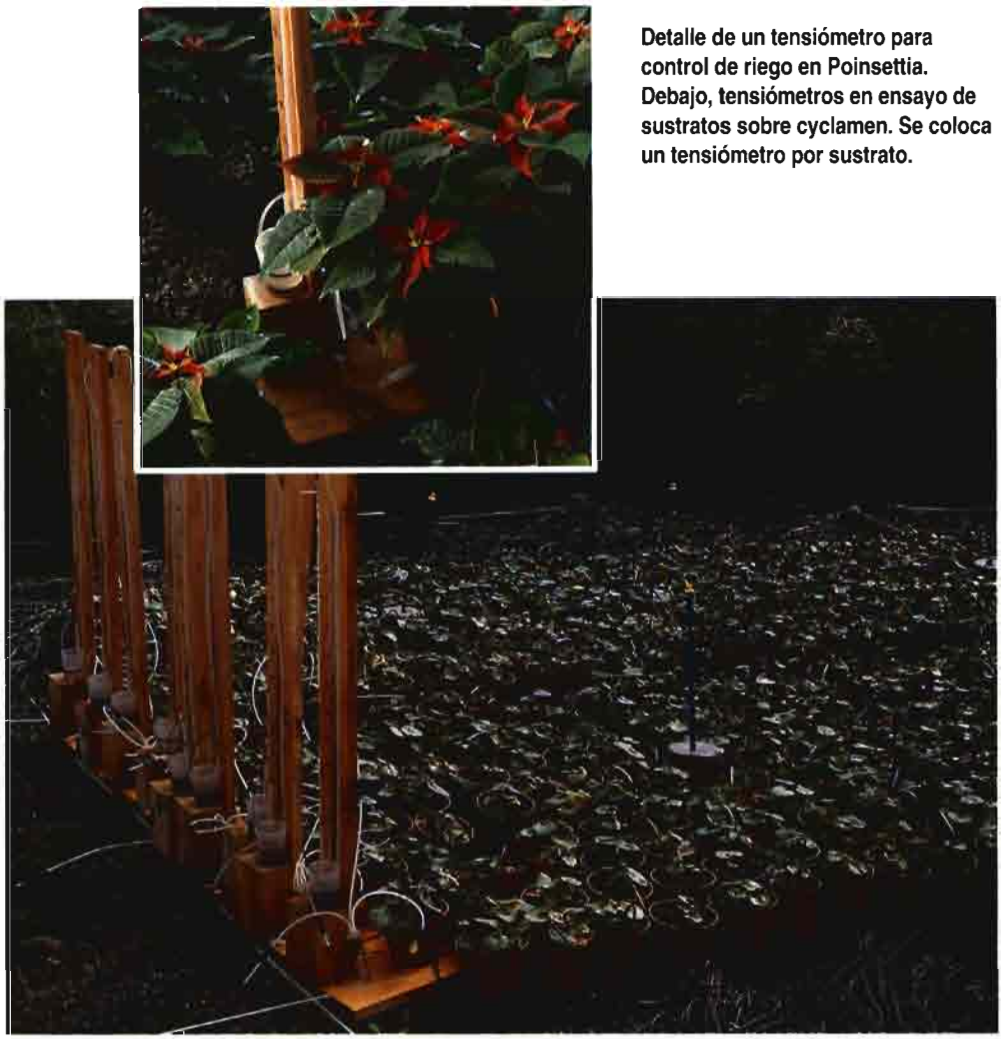


Detalle de un tensiómetro para control de riego en Poinsettia. Debajo, tensiómetros en ensayo de sustratos sobre cyclamen. Se coloca un tensiómetro por sustrato.

Tensiometría

Riego en sustratos

Las propiedades físicas de los sustratos presentan diferencias importantes respecto al suelo: una elevada porosidad y un tamaño de poro mayor

La intensificación de los cultivos se obtiene mediante el control de los factores de producción. Las estructuras de protección de cultivos permiten obtener distintos grados de control sobre los factores ambientales. El cultivo en sustrato permite obtener un elevado control de los factores que afectan al entorno radicular.

El espacio explorado por el sistema radicular en el caso de cultivo en sustrato es considerablemente mas reducido que en cultivo en suelo. Como consecuencia, se presenta una reducción importante de la capacidad tampón permitiendo un mayor control de los parámetros relacionados con el entorno radicular. Por el contrario, tiene el riesgo de producir daños importantes en el cultivo por variaciones incontroladas de los mencionados parámetros. Este hecho hace que la trascendencia del control de riego sea mayor en sustratos que en suelo.

Relación sustrato-agua-planta

El control de los parámetros relacionados con el suministro de agua a las plantas se consigue mediante el manejo del agua de riego. Para ello es necesario estudiar la relación planta-agua-sustrato que se representa en la figura 1.

Las condiciones ambientales determinan en gran medida la demanda hídrica de la planta. El agua retenida en el sustrato supone la oferta de agua a la planta. Cuando la oferta es menor que la demanda se debe aportar agua mediante un adecuado sistema de riego. El control de riego permite controlar el estado hídrico del sustrato y por tanto la disponibilidad de agua.

La cantidad de agua disponible para la planta, presente en el sustrato está condicionada por el volumen del contenedor, por las propiedades físicas del sustrato y por su estado hídrico

Disponibilidad de agua

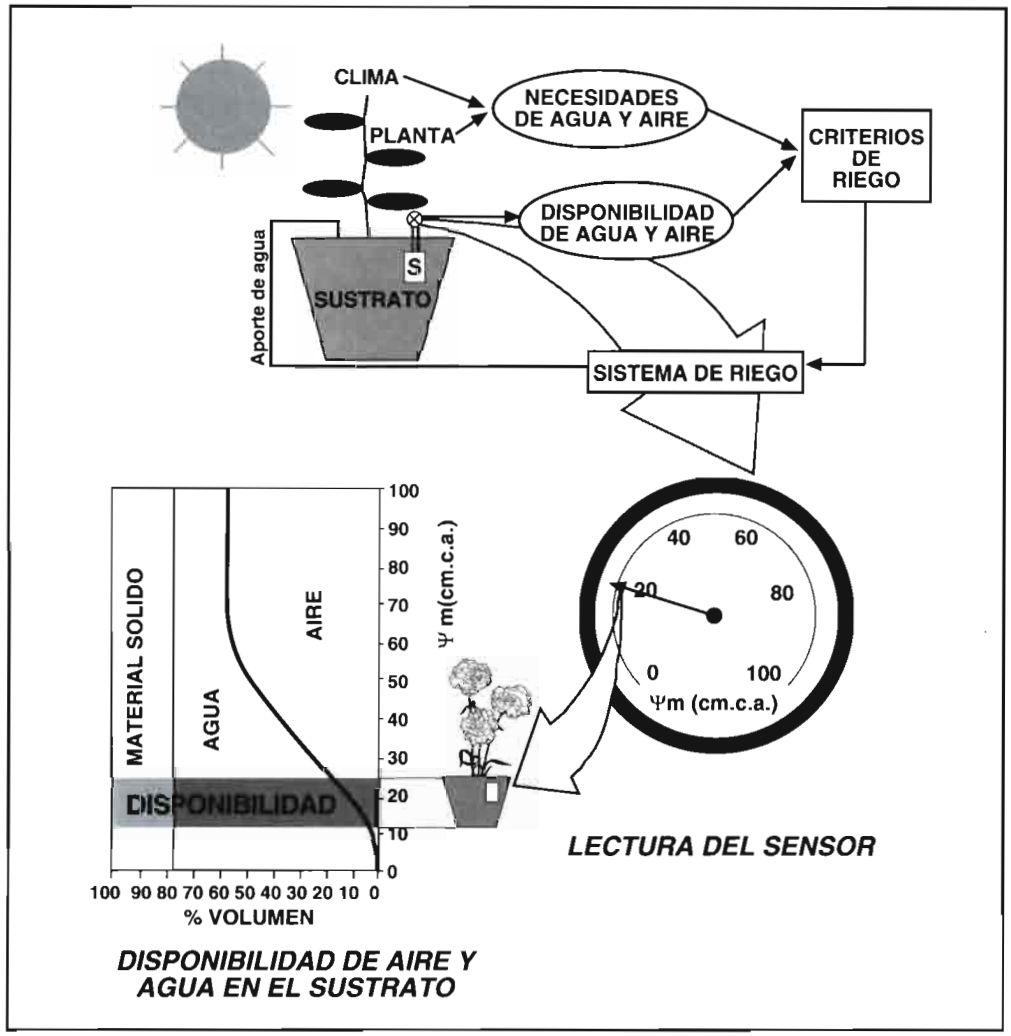
La cantidad de agua disponible para la planta, presente en el sustrato está condicionada por el volumen del contenedor, por las propiedades físicas del sustrato y por su estado hídrico.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los sustratos presentan diferencias muy importantes con respecto al suelo que podemos resumir en una elevada porosidad y un tamaño de poro considerablemente mayor.

Como consecuencia de ello, en el rango de tensiones comprendido entre 0 y 100 cm de columna de agua (0 a 10 KPa) está retenido un porcentaje elevado del volumen de agua del sustrato, por lo que es en este rango donde se produce el intercambio aire-agua del espacio poroso del sustrato. La curva de retención de agua de los sustratos solo tiene interés en este rango debido a que en tensiones superiores a 100 cm de columna de agua el conte-

Figura 1:
Estrategias de control de riego



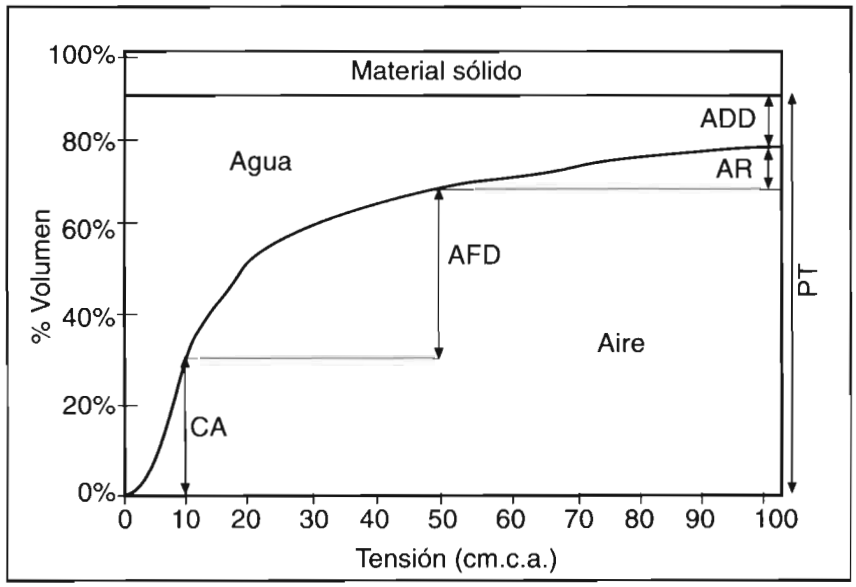
nido hídrico es bajo y en general no se considera.

En este rango de tensiones De Boodt (1974) define los siguientes parámetros (Fig 2):

- Capacidad de Aireación (CA): Se define como el contenido volumétrico de aire cuando la tensión es 10 cm de columna de agua.
- Agua Fácilmente Disponible (AFD): Es la diferencia del contenido de agua entre las tensiones 10 y 50 cm de columna de agua.
- Agua de Reserva (AR): Corresponde a la diferencia del contenido de agua entre las tensiones 50 y 100 cm de columna de agua.

En el rango de tensiones comprendido entre 0 y 100 cm de columna de agua (0 a 10 KPa) está retenido un porcentaje elevado del volumen de agua del sustrato, por lo que es en este rango donde se produce el intercambio aire-agua del espacio poroso del sustrato

Figura 2:
Parámetros de la curva de retención de agua



- Agua Difícilmente Disponible (ADD). Corresponde al contenido de agua cuando la tensión es 100 cm de columna de agua.

Las dosis de riego se calculan a partir de estos parámetros, que difieren considerablemente entre sustratos. En consecuencia, es necesario realizar un control de riego diferenciado para cada sustrato.

Estado hídrico

El momento de riego se determina en función del contenido volúmetrico del sustrato y de su disponibilidad. La curva de retención de agua proporciona la relación existente entre el contenido de agua de un sustrato y su potencial matricial, y por tanto, para conocer el momento de riego basta con conocer uno de es-

Cuadro 1:
Características principales de los diferentes tipos de riego

	Riego localizado (gotero)	Aspersión	Mesas de flujo -reflujo	Mesas con canalones
Uniformidad del riego	Dependiente de la uniformidad de las salidas	Variable, depende de la distribución de los aspersores y del desarrollo foliar del cultivo	Uniforme si la horizontalidad de la mesa es perfecta	Uniforme
Facilidad del riego	Flexibilidad en cuanto a duración del riego	Flexible	Los tiempos de llenado y vaciado son demasiado cortos	Permite riegos cortos
Calidad del cultivo	Buena	Puede presentar problemas de enfermedades criptogámicas en hojas	La falta de circulación de aire entre plantas favorece el desarrollo de enfermedades. Por contra, es muy favorable para el crecimiento	Buena. Se consigue buena ventilación en los canalones
Distancia	Permite todo tipo de distribución aunque una vez instalado es laboriosa su modificación	Todas las posibilidades	Todas las posibilidades	Tamaño de contenedor limitado por la anchura del canalón
Tipo de contenedor	Para cualquier tipo de contenedor o contenedores	Para todo tipo de macetas	Todas las posibilidades	Los contenedores deben tener un fondo elevado
Manejo	Fácil tanto manualmente como automatizado	Fácil	Sistema adaptado a intervenciones manuales. Automatización complicada	Adaptado a intervenciones manuales. Automatización total complicada
Flexibilidad de utilización	Para cualquier tipo de cultivo	Para todo tipo de cultivo	Para cualquier tipo de cultivo	Todo tipo de cultivo en maceta de diámetros menores de 15 cm
Instalación	Fácil	Exige una buena distribución de los aspersores	Es necesario conseguir la horizontalidad	Necesita una pendiente regular de 5mm/metro
Mantenimiento	Sencillo aunque exige revisiones periódicas	Fácil	Su limpieza es bastante difícil	Fácil. Necesita poca limpieza
Inversión	Baja	Barato	Costoso	Mas barata que flujo-reflujo

Fuentes: Morel (1980), Ball, (1991)

tos dos parámetros. Los métodos de medida del estado hídrico utilizados en cultivo en suelo no son válidos para cultivo en sustratos. Las grandes diferencias entre las propiedades físicas de uno y otro no permiten aplicar en un caso los sensores y metodologías diseñados para el otro.

Actualmente el método mas estudiado para su futura aplicación en cultivo en sustratos es el basado en la tensiometría.

Mediante un tensiómetro se mide el potencial matricial del sustrato. Básicamente, el tensiómetro consta de una cápsula porosa (que está en contacto con el sustrato) y un tubo transmisor de la presión, que puede ser leída en una columna barométrica, en el caso mas sencillo, o por transductores de presión. Las ventajas de este método radican en la obtención de una medida directa del potencial matricial del contenedor, en una buena fiabilidad de las medidas, y en la posibilidad de automatización.

Otros métodos de control de riego utilizados son la programación por tiempos, riego a la demanda (ambos ampliamente utilizada en cultivo hidropónico), métodos indirectos como por ejemplo el cálculo de la evapotranspiración a partir de datos climáticos, métodos gravimétricos y control de visu (muy difun-

La curva de retención de agua proporciona la relación existente entre el contenido de agua de un sustrato y su potencial matricial. Para conocer el momento de riego basta con conocer uno de estos dos parámetros. Los métodos de medida del estado hídrico utilizados en cultivo en suelo no son válidos para cultivo en sustratos

dido en planta ornamental en contenedor).

Sistemas de riego

La elección de una u otra técnica de riego depende de numerosos factores como las propiedades físicas del sustrato, los elementos de control disponibles, las características de la explotación, etc.

Desde el punto de vista del movimiento de agua en el sustrato, los sistemas de riego se pueden clasificar en dos grandes grupos, aporte de agua de arriba hacia abajo (goteo y aspersión) o de abajo hacia arriba (subirrigación).

En el primer caso, el movimiento del agua durante el riego está regido principalmente por la gravedad. En el segundo caso, este movimiento está regido por las fuerzas capilares. El sistema de riego y las características físicas del sustrato están estrechamente relacionados entre sí, y debe tenerse en cuenta uno cuando se elija el otro.

En la tabla 1 se especifican las características de los riegos mas utilizados actualmente en cultivo en contenedor. Básicamente el principio de funcionamiento y su uso son los siguientes:

a) Riego localizado o por goteo:

El riego localizado consiste en aplicar agua a cada maceta mediante un microtubo provisto de una salida de bajo caudal. Es uno de los métodos mas utilizados.

b) Riego por aspersión:

En este sistema el agua es aportada a una cierta altura sobre el cultivo y cae sobre el follaje. Es un sistema que se ha utilizado mucho pero que actualmente está en recesión.

c)Riego por subirrigación

La subirrigación es una técnica de riego que consiste en suministrar el agua a la base de la maceta. Este aporte se realiza mediante el llenado de agua de una bandeja donde están colocadas las macetas. El llenado se puede realizar bien por elevación de la lámina de agua de la bandeja (Flujo-reflujo) o haciendo fluir agua por unos canalones (Morel, 1990). Es el método que se está implantando en los últimos tiempos.

En la fotografía superior, mesa de subirrigación. Debajo, detalle de un tensiómetro para control de riego en Cupressocyparis.

Valentín Terés,
Ana Isabel Beunza
Aitor Artetxe
Servicio de Investigación y Mejora Agraria. Berreaga 1, 48160 Derio (Bizkaia)

BIBLIOGRAFIA

- Ball, V., 1991. New Irrigation concepts. En Ball Red Book. Ed: Geo. J. Ball, Inc. ISBN: 0-9626796-2-3. pag 97-122.
- De Boodt M., Verdonck O., Cappaert I., 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. Acta Horticulturae, 37:2054-2062
- Morel, P., Granger, J. et Laury, J.C.,1990. La subirrigation: les différents systèmes au banc d' essai. L' Or vert. N° 153. pag 14-15.