

## MANEJO EFICIENTE DEL RIEGO EN CULTIVO SIN SUELO

**Leonardo Rojas Parra**  
Ingeniero Agrónomo  
leonardo.rojas@inia.cl

**Luis Felipe Muñoz Carvajal**  
Ingeniero Agrónomo  
luis.munoz@inia.cl

### Introducción

En zonas donde el agua es escasa es muy importante utilizar este recurso eficientemente. Esta eficiencia se expresa como la proporción de agua que efectivamente queda a disposición de las plantas respecto de la cantidad que se le ha aplicado. Es conocido que el riego por goteo es uno de los sistemas de riego que alcanza mayores niveles, estimándose hasta un 90%, es decir que de cada 100 litros aplicados 90 quedarían a disposición de las plantas, esto, siempre y cuando se disponga de métodos de control que permitan aproximarse en cantidad y frecuencia a las necesidades de las plantas.

Se debe destacar que cuando se utiliza aguas salinas no se puede pretender una eficiencia muy alta puesto que hay que considerar un excedente de agua para evitar la acumulación de sales. Es lo que se conoce como **fracción de lavado**.

En un **cultivo sin suelo** la eficiencia podría ser muy cercana a 100% si se utiliza un sistema cerrado o recirculante donde se recuperen y reutilicen los excedentes. Sin embargo, es más común que se utilicen sistemas abiertos o "a pérdida" por razones de tipo fitosanitario y por la alteración progresiva de la solución nutritiva, especialmente cuando las aguas tienen contenidos salinos de consideración, por lo cual se aceptan "pérdidas controladas".

### Control y ajuste del riego

En el cultivo sobre sustratos se puede utilizar métodos sencillos de control del riego en base al balance volumétrico del agua. Esto consiste en aplicar agua en cantidad conocida y medir el agua de drenaje. La proporción de lo que drena respecto a lo aplicado puede ir dando una medida instantánea para ajustar el tiempo de riego. Por ejemplo, si se aplican 10 litros y se obtienen 3 en el drenaje, se puede considerar que el tiempo

de riego está muy alto y es necesario disminuirlo. A la inversa, si no hay agua drenada se debe presumir que se está reponiendo menos agua que lo que están gastando las plantas y se debe aumentar el tiempo de riego.

En todos los casos se debe tomar la precaución de dar riegos cortos y frecuentes, en volúmenes controlados, para evitar escurrimientos por fuera de la masa de sustrato.

El porcentaje que drena, respecto de lo que se aplica se conoce como **fracción de drenaje**, la que corresponde a la **fracción de lavado** cuando tiene el propósito de evitar la salinización del sustrato. Con aguas salinas los agricultores van ajustando su fracción de drenaje, llegando muchas veces a superar el 20%.

El cálculo se realiza como:

$$\text{Fracción drenaje} = \frac{\text{Agua drenada} \times 100}{\text{Agua aplicada}}$$

En las **Figuras 1 a 3** se muestra un sistema simple para aplicar este principio, como es una lámina de polietileno que recibe el agua de drenaje de una "tabla" de fibra de coco y la conduce a un recipiente (balde), más un bidón que recibe el agua de igual número de emisores (4) que una tabla. En este caso, el sistema utiliza 4 goteros de 4 litros/hora para cada tabla de fibra de coco, lo que significa un volumen de 16 litros por hora de riego para cada tabla.

El procedimiento de cálculo y un ejemplo de aplicación se muestran a continuación: Se determina el balance volumétrico del día anterior, con los siguientes datos:

#### 1.- Determinación del volumen aplicado

Se aplicaron 5 pulsos de riego, de 4 minutos, cada 2 horas a partir de las 10 de la mañana, totalizando 20 minutos por día. El gasto teórico por 60 minutos (1 hora) es de 16 litros, por lo tanto, el volumen aplicado en 20 minutos corresponde a  $(20/60) \times 16 = 5,3$  litros. Este valor podría utilizarse para el cálculo si es que el sistema se ha chequeado suficientemente para tener valores confiables, pero es más seguro hacer la determinación del gasto real aplicado, midiendo directamente el volumen colectado

en el bidón receptor de los emisores, en el ejemplo:

Volumen aplicado = 5,1 litros

#### 2.- Determinación del volumen drenado

Se midió el volumen colectado en el balde que recibe el agua percolada

Volumen drenado (balde) = 0,460 litros

#### 3.- Cálculo de la fracción de drenaje

En este caso, la fracción de drenaje fue  $= 0,460 \times 100/5,1 = 9\%$

## Manejo de la solución nutritiva

La aplicación de solución nutritiva nueva en cada riego evita una alteración mayor en su composición, en comparación al sistema recirculante. No obstante, las aguas contienen elementos que las plantas no utilizan como los bicarbonatos, el sodio y el cloro, los que se van concentrando en el sustrato cuando el riego es muy ajustado. El medir la Conductividad Eléctrica (CE) en el agua de drenaje, permite estimar cuánto se está salinizando el medio radical. La CE es una medida indirecta de la salinidad, basada en el principio que el agua con sales disueltas tiene mayor capacidad de conducir electricidad

mientras mayor sea la concentración de éstas. La unidad de medida es el decisiemens/m (dS/m). Si la CE del drenaje está considerablemente más alta que la CE de la solución que se aporta se debería aumentar la fracción de drenaje o bien recurrir a riegos de lavado con solución diluida. Lo ideal es no llegar a niveles muy elevados y no bajar abruptamente para evitar problemas como las partiduras de frutos. Los niveles de CE a que se permita llegar dependerán en cada caso de la especie que se trate, por ejemplo, para tomate, no subir de 5 dS/m en el drenaje.

## Balance de agua en tomate cherry y zapallito italiano

En tomate cherry y zapallito italiano cultivados en sustrato de coco, en invernadero normal e invernadero con malla antiáfidos, se determinó el balance de agua utilizando, en este caso, caudalímetros para medir lo aplicado, canales con mangueras de drenaje y tambores para acumular el agua de drenaje (**Figura 4**).

Estos tratamientos mostraron que en verano el consumo individual por planta osciló entre 2 a 2,5 litros diarios en el tomate cherry y entre 1,5 a 2 en los zapallos italianos durante el período de mayor consumo (**Figura 5**). En cada especie el consumo fue algo mayor en el invernadero enmallado que en el de polietileno.

La fracción de drenaje determinada en los cultivos tendió a ser baja, especialmente en tomate cherry del invernadero enmallado, donde se mantuvo por debajo del 5% la mayor parte del tiempo (**Figura 6**). Esto a su vez implicó una elevación progresiva de la CE (**Figura 7**) destacando el tomate cherry en invernadero enmallado que alcanzó niveles sobre 12 dS/m, muy por sobre los demás cultivos. En la Figura 7 se puede apreciar una disminución abrupta en la CE a partir del 17 de febrero, la que fue provocada por un riego de lavado con agua sin solución nutritiva.



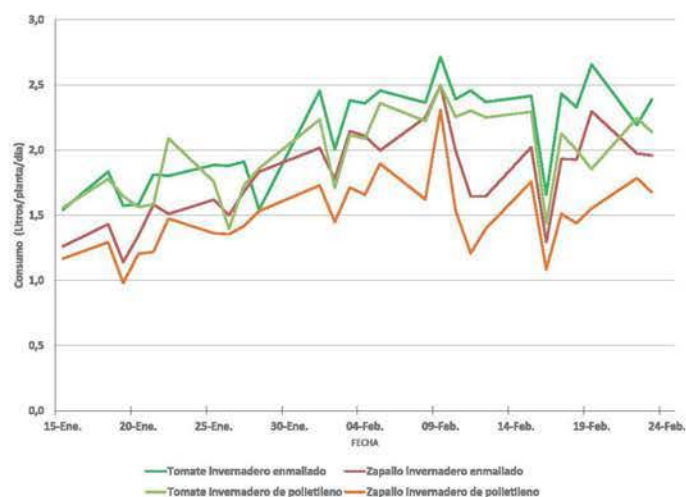
**Figura 1:** Sistema para recibir y medir el agua drenada por una unidad de sustrato, cubierta para protegerla de la radiación solar y la generación de algas.

**Figura 2:** Detalle de la lámina para recibir y conducir el agua de drenaje y el recipiente de acumulación.

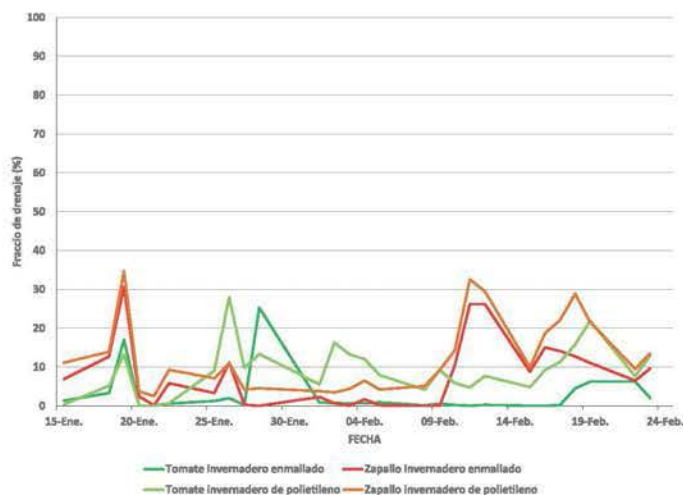


**Figura 3:** Unidad para recibir y medir el agua aplicada. Consta de 4 emisores idénticos a los que aplican el riego a las bolsas con sustrato.

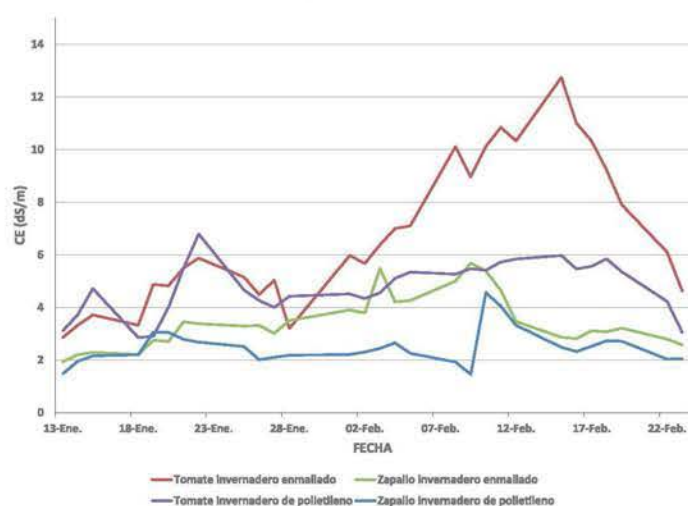
**Figura 4:** Tablas de fibra de coco colocadas sobre lámina impermeable y canal con manguera de drenaje para conducción del agua drenada.



**Figura 5:** Volumen diario de consumo por plantas de tomate cherry y zapallo italiano cultivadas en fibra de coco, en dos condiciones ambientales, entre el 15 de enero y 23 de febrero de 2016.



**Figura 6:** Fracción de drenaje determinada en tomate cherry y zapallo italiano, cultivados en fibra de coco, en dos condiciones ambientales, entre el 15 de enero y 23 de febrero de 2016.



**Figura 7:** Evolución de la Conductividad Eléctrica del agua de drenaje en tomate cherry y zapallo italiano, cultivados en fibra de coco, en dos condiciones ambientales, entre el 15 de enero y 23 de febrero de 2016.

A modo de conclusión se puede comentar que el cultivo en sustratos sólidos permite implementar sistemas sencillos para el control del riego, ya que por ser contenedores regados se puede coleccionar y medir con facilidad el agua drenada luego de los riegos. Con esta información se puede realizar periódicamente el balance respecto de la cantidad de agua aplicada y manejar la pérdida dentro de niveles controlados.

Al mismo tiempo, el sistema permite monitorear el comportamiento de la Conductividad Eléctrica del agua drenada y con ello detectar posibles riesgos de salinización del medio radical.

Con ambos antecedentes es posible ajustar la cantidad de agua a aplicar para un riego eficiente en cada situación específica de especie cultivada, calidad de agua y condición ambiental.