

BOLETÍN INFORMATIVO

Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) N^o9

DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LAVADO DE SALES EN LOS CULTIVOS

El agua de riego que se aporta al suelo o sustrato contiene sales disueltas, que interactúan con las partículas del suelo y las raíces de las plantas. Este aporte, supone en muchos casos una acumulación de sales en la solución del suelo, en un proceso conocido como **salinización**. Cuando esto sucede, las plantas requieren de una mayor inversión energética para la absorción de agua, por lo que disponen de menos recursos para mantener otros procesos biológicos. Esto puede traducirse en una reducción de rendimiento productivo, o en casos de extremada salinización, comprometer la viabilidad de un cultivo. Por otro lado, la acumulación de determinados elementos en el suelo, pueden generar toxicidad en las plantas.

Por este motivo, cuando alguna de las circunstancias anteriormente descritas, aparecen en nuestro suelo o sustrato, será preciso aportar una **fracción de lavado**, es decir, un incremento de aporte de agua de riego, que se sumará al requerido para satisfacer las necesidades netas de humedad del cultivo.

Se llama necesidad de lavado o fracción de lavado de sales a la **cantidad de agua extra que se requiere para disolver las sales y desplazarlas de las zonas ocupadas por las raíces de las plantas**. La cantidad de agua necesaria y la frecuen-

-cia de lavado dependerá de la sensibilidad del cultivo, la calidad del agua de riego y la salinidad del suelo. Por tanto, **a mayor salinidad del agua del suelo y menor tolerancia del cultivo, mayor será la cantidad de agua a aplicar para lavar las sales**.

El cálculo de las necesidades de lavado se realiza según el valor de la salinidad del agua de riego y del valor de la tolerancia de los cultivos a la salinidad. Esta última, se define como la cantidad de sales del extracto de saturación del suelo por encima de la cual, el cultivo manifiesta reducciones en su crecimiento y producción con respecto a condiciones no salinas. No obstante, debe tenerse en cuenta que estos cálculos son una aproximación teórica y que además, no siempre se disponen de valores de tolerancia a la salinidad fiables para determinados cultivos o variedades. Por tanto, en la práctica, resulta **importante disponer en campo de herramientas que sirvan de apoyo para su definición y evaluación**.

Una herramienta muy útil para el control del drenaje o lavado, es la **instalación de una sonda de humedad en la zona del bulbo húmedo** donde ya no existe desarrollo radicular. En la figura 1, se refleja un caso real de una estación remota de humedad en la que había instalados sensores a diferentes profundidades. Los dos más superficiales aportaban información sobre los niveles de humedad en el perfil de suelo explorado por las raíces. Por el contrario, a 45 cm de profundidad no había presencia

de raíces, por lo que el sensor ubicado en este perfil permitía obtener información sobre el volumen de agua drenado después de un pulso de riego. Puede observarse como algunos de ellos producían una respuesta muy intensa de la humedad en esta profundidad, siendo indicativo de que se estaban produciendo excesivas pérdidas de agua por drenaje. En contraste, el resto de pulsos de riego aportados reflejaban una dinámica mucho más leve de la humedad, pero que resultaban suficientes para constatar que se estaba produciendo drenaje fuera del perfil radicular y que el frente salino se estaría desplazando en profundidad adecuadamente. En conclusión, puede pensarse que el control de la humedad en estos perfiles aporta una interesante información de cara a la programación de la duración de los pulsos de riego, permitiendo reducir estas pérdidas de agua en profundidad.

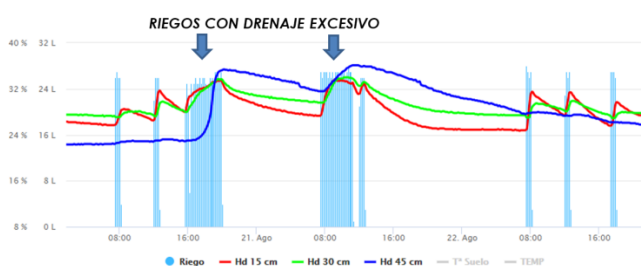


Figura 1. Evolución de la humedad en perfiles de diferente profundidad

Otra estrategia para orientar las necesidades de lavado de sales es la **medición del extracto saturado de suelo en diferentes perfiles**. Esta medición permite conocer de manera fiable el grado de salinidad del suelo, pero no resulta práctica a la hora de poder llevar a cabo ajustes a corto plazo en la programación de los riegos, ya que se trata de un procedimiento más laborioso, que en muchos casos requiere el envío de las muestras a un laboratorio para su análisis. Por ello, actualmente, el uso de **lisímetros**, unos dispositivos que por succión son capaces de extraer la solución de suelo (resultado de la estabilización en el suelo de la

solución fertilizante final), se plantean como una alternativa práctica bastante interesante. Los lisímetros pueden ser instalados a diferentes profundidades, permitiendo conocer la variación de los valores de conductividad en la solución de suelo en cualquiera de sus perfiles.



Figura 2. Lisímetros para la extracción de muestras de solución de suelo.

Por otro lado, estas muestras obtenidas por lisimetría, pueden analizarse para conocer la concentración de elementos en diferentes puntos del perfil y como éstos interactúan con las partículas del suelo y las raíces, detectando si se está produciendo **acumulación de elementos tóxicos** para el cultivo. En este sentido, es importante poner énfasis en la importancia de controlar el anterior elemento en paralelo a la conductividad eléctrica, ya que ambos escenarios no siempre están vinculados, es decir, es posible que se esté produciendo una reconcentración de algún elemento tóxico cuando los niveles de conductividad de la solución del suelo se mantiene en niveles de tolerancia.

	pH	CE	HCO ₃	Cl-	NO ₃ -	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
		ds/m a 25°C	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L
SFR	6.67	0.98	0.45	0.95	5.17	3.75	0.95	1.03	3.14
Sonda 20 cm	5.57	0.74	<0.20	1.04	4.69	2.17	0.68	1.19	2.14
Sonda 40 cm	6.19	0.92	<0.20	1.37	5.62	4.18	1.22	1.57	1.75
Sonda 60 cm	3.99	0.83	<0.20	1.18	4.35	3.16	1.42	1.23	1.10
Índices		X 0.8		X1.3	29.4%			X1.3	58.9%

Tabla 1. Contenido iones de diferentes muestras de soluciones de suelo y SFR.

En la tabla 1 se recogen los resultados de tres análisis de muestras de lisímetros, en el que el índice de concentración de sales (CE) era 0.8. Esto quiere decir que la conductividad en todos los perfiles era inferior a la conductividad de la solución

fertilizante final (SFR). Si únicamente se analizan estos valores, podría pensarse que el riego está provocando un excesivo lavado de sales en el suelo. Incluso se produce una fuerte bajada del pH de la solución de suelo en 60 cm, lo que podría ser un signo de exceso de humedad en ese perfil. Sin embargo, después de analizar el contenido de sales disueltas, pudo verse como realmente el régimen de riego estaba originando una reconcentración de sodio y cloro del 30%. Las diferencias de conductividad entre SFR y la solución del suelo residían en la elevada extracción de nitrato y potasio por parte del cultivo. Por ello, la estrategia posterior no fue reducir los riegos sino incrementar el peso del potasio en los equilibrios de la SFR. La experiencia descritas anteriormente demuestra que disponer de información de conductividad eléctrica en SFR o en la solución del suelo, puede ser una herramienta complementaria a la hora de planificar o corregir las estrategias de riego y fertilización.

Finalmente, la **medición del porcentaje de drenaje y su conductividad eléctrica**, es otro método eficaz para evaluar las necesidades de lavado de sales. En medios de cultivo en suelo resulta laborioso rescatar el drenaje para su medición, sin embargo, en cultivos sin suelo o hidropónicos en saco o maceta, donde es frecuente que éste sea recogido para evacuarlo o ser recirculado de nuevo al cultivo, la instalación de dispositivos para el control en continuo del drenaje y su conductividad es muy sencilla. Los valores de este parámetro se relacionan de forma inversa con el porcentaje de drenaje, pudiendo observarse que, **cuanto menor es el volumen de agua drenado por la maceta o saco, mayor será su conductividad**, producto de la reconcentración de sales que se está produciendo en el sustrato. En cualquier caso, para conocer la relación de concentración es esencial llevar a

cabo un control de la conductividad de la solución fertilizante aportada (SFR).

La siguiente tabla recoge una serie de recomendaciones de manejo del riego en función de los valores de CE medidos en drenaje, llevando a cabo aportes estables con una solución fertilizante de CE conocida:

	Causa	Acción
CE elevada en drenaje	Escaso drenaje	Aumentar los aportes
CE baja en drenaje	Excesivo drenaje	Reducir los aportes

Tabla 2. Recomendaciones de manejo de riego en relación a la CE medida en drenaje

En caso de detectarse una conductividad elevada en el drenaje, **la forma en que se aumenten los aportes, estará condicionada por el contenido de humedad presente en el sustrato**. El primer escenario que puede presentarse es aquel en el que se registra una elevada conductividad en drenaje cuando el contenido de humedad en sustrato es bajo. Cuando esto ocurre, será necesario restituir la humedad del mismo, a la vez que se logra reducir su salinidad. Para ello, la práctica más efectiva sería **incrementar la frecuencia de pulsos**.

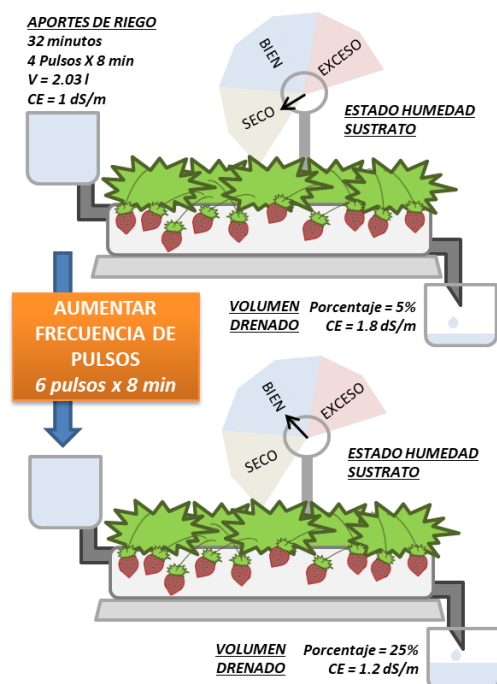


Figura 3. Recomendaciones de manejo de riego con escaso drenaje y baja saturación en sustrato.

La figura 4 representa la evolución de los diferentes parámetros monitorizados en el caso práctico descrito anteriormente. Al inicio, pueden observarse dos días de riego en los que no se logra drenaje suficiente, registrándose una alta conductividad en éste. Posteriormente, se inicia un ciclo de riego en el que se aumenta la frecuencia de pulsos. Con ello, se logra aumentar la humedad en sustrato y reducir su salinidad. Finalmente, en días posteriores, se ajusta la frecuencia de riegos para conseguir unos valores tolerables de reconcentración de sales en sustrato.

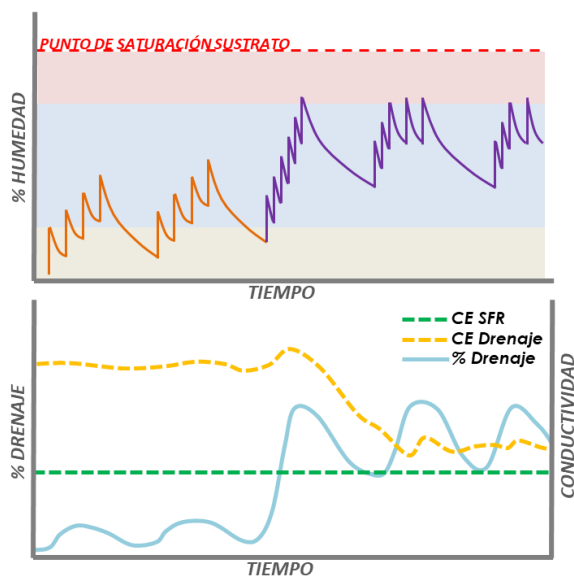


Figura 4. Evolución parámetros monitorizados en el riego cuando se tiene como objetivo aumentar la humedad en el sustrato al mismo tiempo que se logra reducir su salinidad.

Otro escenario posible es la aparición de conductividad elevada en drenaje, cuando la humedad del sustrato es adecuada. En este caso, será necesario lograr un aumento del volumen drenado sin incrementar significativamente la saturación de humedad del sustrato.

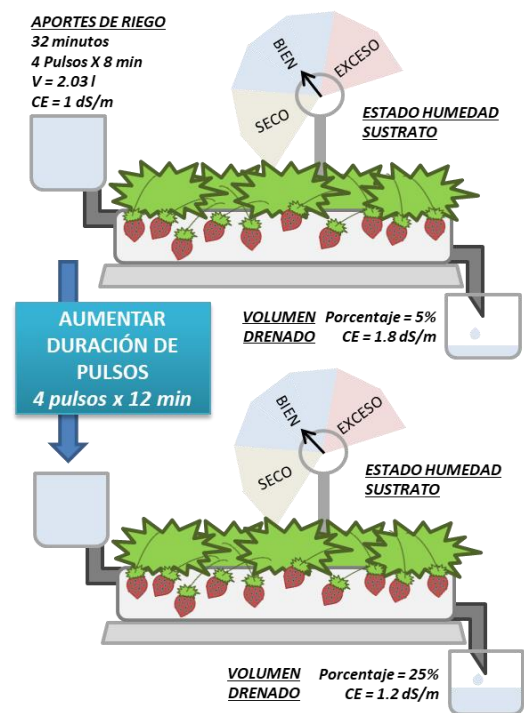


Figura 5. Recomendaciones de manejo de riego con escaso drenaje y una adecuada saturación de humedad en sustrato.

Esto podrá lograrse **aumentando tiempo a los pulsos, manteniendo la misma frecuencia.** La figura 6, representa el comportamiento de los diferentes parámetros monitorizados en el riego, observándose dos ciclos de riegos en los que no se logra un drenaje adecuado, cuando si se mantienen niveles correctos de humedad en sustrato. En respuesta, se aplica un ciclo de riego con la misma frecuencia de pulsos, pero incrementando su duración. Como consecuencia, se logra un mayor lavado de sales sin llegar a incrementar de forma significativa la saturación de humedad del sustrato.

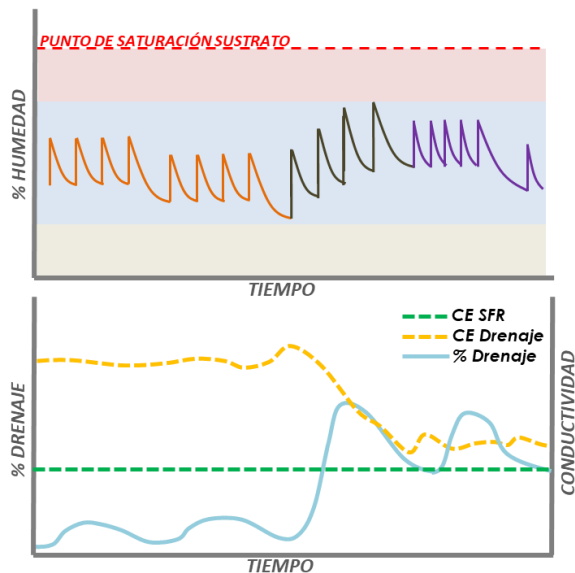


Figura 6. Evolución de parámetros monitorizados en el riego cuando se tiene como objetivo mantener la humedad en el sustrato al mismo tiempo que se logra reducir su salinidad.

Finalmente, el último escenario posible, aparece cuando se dan condiciones de elevada conductividad en drenaje con un exceso de humedad en sustrato.

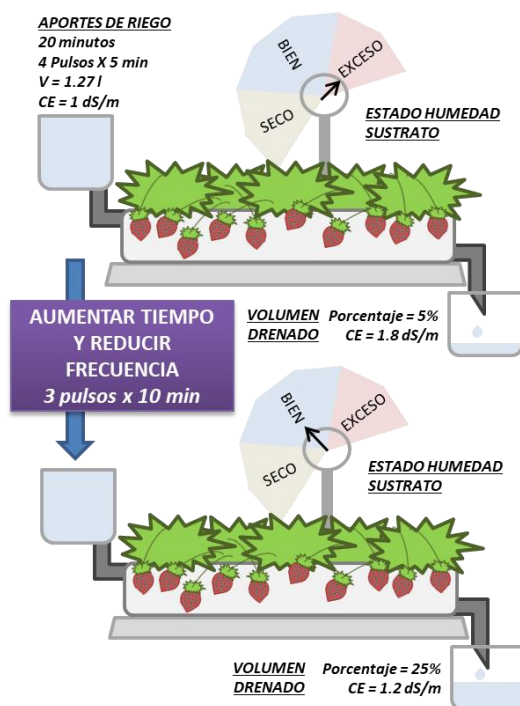


Figura 7. Recomendaciones de manejo de riego con escaso drenaje y una excesiva saturación de humedad en sustrato.

En el caso anterior, será necesario reducir la saturación del mismo, a la vez que se reduce su salinidad, siendo lo más

efectivo la **reducción de la frecuencia de pulsos y el aumento de su duración**. De esta forma, se logrará incrementar la fracción de lavado, al mismo tiempo que se consigue una mayor caída de humedad entre que estos se suceden. Un ejemplo práctico de este manejo de riego puede observarse en la figura 8, donde se representa la evolución de los parámetros monitorizados en el riego. Se aprecia como la reducción de la frecuencia de pulsos y el incremento de su duración, permite restablecer una humedad adecuada, al mismo tiempo que se incrementa la fracción de lavado.

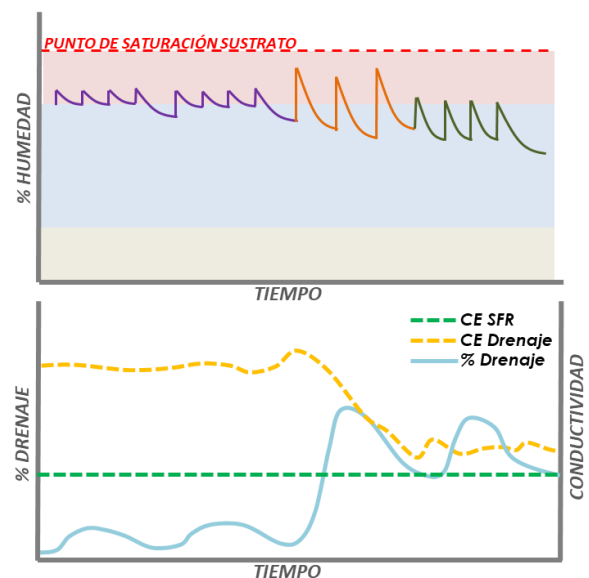


Figura 8. Evolución de parámetros monitorizados en el riego cuando se tiene como objetivo mantener la humedad en el sustrato al mismo tiempo que se logra reducir su salinidad.

Puede concluirse, que el ajuste de las necesidades de lavado es esencial para llevar a cabo una eficiente determinación de la dosis bruta de riego. Un exceso de reconcentración de sales en el suelo o sustrato puede ser un serio condicionante del éxito agronómico, sin embargo, es más frecuente encontrar manejos de riego en los que se lleva a cabo un aporte de agua excesivo para el lavado de sales, especialmente en cultivos que se desarrollan sobre sustratos con alta capacidad de amortiguar este exceso de aportes. Este volumen no resulta

despreciable dentro de la dotación, por lo que el desarrollo de mejoras en su gestión, puede tener un impacto muy significativo en los consumos. También, es importante destacar que el diseño o dimensionamiento de una instalación de riego, es otro condicionante del manejo de la fracción de lavado. Por ejemplo, el uso de cintas o tuberías portagoteros con caudales por encima de lo requerido, resulta una limitación para ajustar los drenajes en periodos con predominio de bajas temperaturas y radiación, en los que las necesidades de lavado de sales son bajas o incluso nulas. Por ello, como punto de partida para desarrollar un manejo eficiente del drenaje, resulta **esencial disponer de sistemas de riego con una descarga ajustada a las necesidades.**

¿Cómo podemos ayudarle?

Desde el **Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR)** de la CRS-Andévalo, ponemos nuestra experiencia al servicio de los regantes, ofreciendo asesoramiento para la implantación de estrategias para el control y evaluación del drenaje.

Para solicitar los servicios del SAR puede ponerse en contacto a través de las siguientes vías:

Telf: **689 69 69 37**

Mail: **pdiaz@surandevalo.net**

Ideas clave...

- ✓ **Se llama necesidad de lavado o fracción de lavado de sales a la cantidad de agua extra que se requiere para disolver las sales y desplazarlas de las zonas ocupadas por las raíces de las plantas.**
- ✓ **A mayor salinidad del agua del suelo y menor tolerancia del cultivo, mayor será la cantidad de agua a aplicar para lavar las sales.**
- ✓ **En la práctica, resulta importante disponer en campo de herramientas que sirvan de apoyo para la definición y evaluación de la fracción de lavado.**
- ✓ **Cuanto menor es el volumen de agua drenado por la maceta o saco, mayor será su conductividad. Genéricamente, pueden considerarse tolerables valores de CE entre un 30-60% superiores a gotero. No obstante, en determinados momentos, éstos podrían llegar a superarse coincidiendo con estados fenológicos vinculados a baja actividad o con el objetivo de lograr un estrés controlado en el cultivo para reducir su vigor o acelerar los procesos de maduración.**
- ✓ **Como punto de partida para desarrollar un manejo eficiente del drenaje, resulta esencial disponer de sistemas de riego con una descarga ajustada a las necesidades.**