

# BOLETÍN INFORMATIVO



Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) **Nº4**

## ¿PODEMOS INFLUIR EN LA FISIOLOGÍA DE LOS CULTIVOS A TRAVÉS DEL MANEJO DEL RIEGO?

Las plantas absorben por sus raíces el agua del suelo y los nutrientes disueltos en ella, conduciéndolos hasta los tejidos fotosintéticos. Posteriormente, en el proceso de **fotosíntesis**, estos nutrientes, junto con el carbono fijado del dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>), son transformados en moléculas orgánicas que servirán de base para la construcción de nuevas estructuras vegetales (hojas, flores, frutos, etc.) y como combustible metabólico para su mantenimiento en el tiempo. El mecanismo anteriormente descrito no sería posible sin la presencia en las plantas de un pigmento conocido como clorofila, que además de ser responsable de conferir la coloración verde a las plantas, permite que estas puedan "tomar" la energía de la luz para asistir energéticamente la fotosíntesis.

Otro proceso metabólico necesario para la supervivencia de las plantas es la **respiración**, proceso opuesto a la fotosíntesis, a partir del cual se oxidan los fotoasimilados producidos en esta, para la obtención de la energía necesaria para mantener activas las funciones vitales de la planta. Al contrario de lo que en ocasiones se piensa, ambos procesos ocurren de

forma simultánea en presencia de luz, creándose y consumiéndose fotoasimilados de forma continua. El balance de ambos procesos, en condiciones "normales" resulta a favor de la fotosíntesis, almacenándose el superávit de fotoasimilados. Estos son empaquetados constituyendo unas moléculas conocidas como almidón. Durante la noche, debido a la ausencia de luz, la planta no puede realizar fotosíntesis por lo que depende de los fotoasimilados producidos durante el día para mantener activa la respiración.

Además, existe un segundo proceso metabólico energéticamente opuesto a la fotosíntesis: la **fotorrespiración**. Este se activa cuando la planta se ve sometida a **estrés por falta de agua o un exceso de transpiración**. Como respuesta tiende a cerrar los estomas de sus hojas, órganos encargados del intercambio del CO<sub>2</sub> necesario para la fotosíntesis. En consecuencia, el oxígeno, producto resultante de esta, queda "atrapado" en la planta, aumentando su concentración respecto al CO<sub>2</sub>. Para reequilibrar las concentraciones de ambos gases, la planta bloquea la fotosíntesis y comienza a utilizar el oxígeno en la fotorrespiración. Este proceso además de consumir energía, reduce la producción de fotoasimilados al suponer un bloqueo de la actividad fotosintética. Si esta situación se prolonga en el tiempo incurre en pérdidas de

productividad o incluso en la muerte de la planta.

Conocer el funcionamiento de las plantas puede ayudar a entender la influencia que determinadas prácticas agrícolas tienen sobre la activación de rutas metabólicas que mejoran la productividad de nuestros cultivos. Concretamente, estas deben estar dirigidas a promocionar la fotosíntesis y evitar o mitigar el estrés de estos. En el primer caso, es importante un suministro adecuado de todas las "materias primas" que alimentan el proceso: CO<sub>2</sub> y nutrientes minerales. El dióxido de carbono es fijado desde la atmósfera, por lo que el control de su concentración, únicamente es posible en invernaderos y utilizando emisores de este gas. Por el contrario, el abonado si es una práctica que se encuentra bajo control en mayor o menor medida en las explotaciones, especialmente en fertirrigación. Un suministro adecuado de nutrientes ajustado a las necesidades resulta indispensable para lograr buenos rendimientos.

Sin embargo, no siempre se tiene en cuenta que el agua es el vehículo para la entrada de los elementos minerales y el oxígeno al interior de las plantas. Por tanto, un buen manejo del riego resulta en una de las estrategias más efectivas para favorecer el metabolismo vegetal. Para lograrlo, es importante entender la dinámica que rige el movimiento del agua en el suelo y la planta, que como se explica con más detalle en el boletín N°3, está motivado por las diferencias de potencial hídrico. Por tanto, la planta sólo es capaz de absorber agua del suelo cuando se dan unas condiciones concretas.

## ABSORCIÓN DE AGUA DEL SUELO POR DIFERENCIAS DE POTENCIAL HÍDRICO ENTRE EL SUELO Y LA ATMÓSFERA

La primera de ellas se produce cuando existe una diferencia de potencial hídrico entre el suelo y la atmósfera, permitiendo la transmisión de humedad de la planta a esta segunda, en un proceso conocido como transpiración.

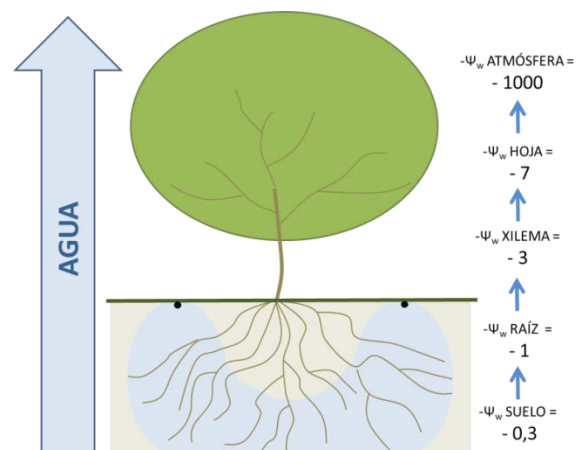


Figura 1. Movimiento del agua desde el suelo a la atmósfera debido a las diferencias de potencial hídrico.

Concretamente, esta situación se produce cuando existe un **déficit de presión de vapor (DPV)** superior a la fuerza con la que las partículas del suelo retienen el agua. A su vez, el DPV depende directamente del **contenido relativo de humedad del aire (%HR)** y de su **temperatura**, evolucionando de forma inversa al primero y directa al segundo. Por tanto, para lograr hidratar las plantas adecuadamente deberá tenerse en cuenta:

1. **Mantener una humedad adecuada en el suelo** comprendida entre el punto de capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. En este aspecto se profundiza en el boletín N°3. Recordemos que si este se deja secar demasiado, la tensión matricial con la que se retiene la

humedad aumenta y con ello también la dificultad para ser absorbida por parte de las plantas. Si por el contrario se aporta agua en exceso, estará fácilmente disponible, pero desplazará el aire presente en los poros del suelo, reduciendo por tanto su oxigenación. Al no existir oxígeno disponible para el proceso de respiración, se produce asfixia radicular, situación, que de forma prolongada en el tiempo, puede desencadenar en la muerte de la planta.

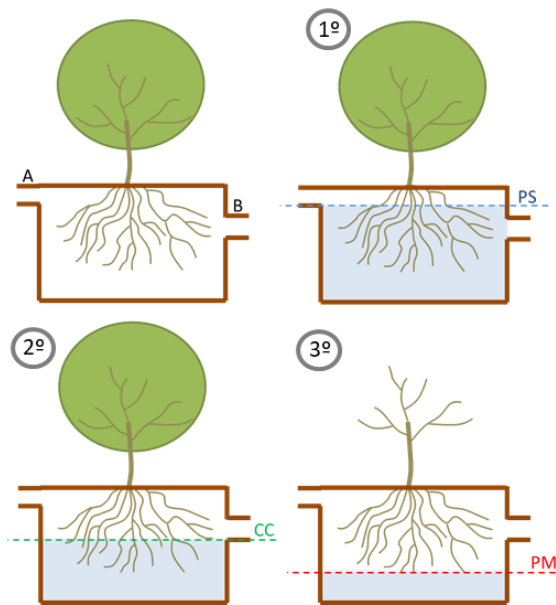


Figure 2. Representación esquemática de los puntos de saturación (PS), capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PM).

2. Debe tenerse en cuenta que la **cantidad de fertilizantes disueltos en el agua también modifica el potencial hídrico**, concretamente al variar su potencial osmótico. Esto quiere decir que al aumentar la concentración de sales disueltas en el agua, las plantas tendrán más dificultades para extraerla del suelo, requiriendo un mayor esfuerzo

energético. Por tanto, puede darse el caso que desde el punto de vista volumétrico el contenido de humedad en el suelo sea adecuado, pero si el contenido de sales o conductividad del agua es muy elevada, la hidratación de los cultivos no está asegurada. La figura 1 muestra una situación real de una de las estaciones remotas pertenecientes a la CR Sur-Andévalo.



Figura 3. Evolución del contenido volumétrico de agua el suelo y conductividad eléctrica de la solución nutritiva (SFR) y suelo a diferentes alturas.

Puede verse como la dinámica de humedad en el suelo es estable, sin embargo, existe una tendencia ascendente de los valores de CE en la solución fertilizante, que generan un aumento de la concentración de sales en el suelo en 0.5 dS/m al final del periodo. Por tanto, a pesar de mantenerse unos contenidos de humedad similares, se están creando dos escenarios totalmente diferentes en cuanto a la disponibilidad de agua para la planta. Por ello, la exigencia energética de la planta para lograr hidratarse será mayor al final del periodo analizado.

Otra pauta interesante para establecer los riegos es la medición de la conductividad de la solución del suelo a diferentes profundidades. Cuando la solución fertilizante que aplicamos en el riego (SFR) se encuentra en el suelo, se

produce un intercambio de elementos con este y con las raíces de las plantas. Por tanto, puede hablarse de solución de suelo cuando la SFR alcanza el equilibrio en este. Para poder medir su conductividad es necesaria su extracción del suelo mediante unos instrumentos llamados **lisímetros**, que a través de la creación de un vacío en su interior, son capaces de absorber agua a través de una cápsula cerámica porosa que tienen en su extremo (Figura 2).



**Figura 4.** Lisímetros, equipo de vacío y extracción de solución de suelo.

No obstante, para tomar decisiones acertadas sobre el manejo de riego, es preciso contrastar los valores de conductividad de la solución de suelo con un análisis de concentración de elementos como el sodio y el cloro. Su reconcentración en el suelo resulta perjudicial para los cultivos, por lo que esta debe marcar la intensidad del lavado que debe lograrse con el riego.

Generalmente, conductividades elevadas indican una alta reconcentración de estos elementos, aunque esto no siempre ocurre. En la figura 3 se expone una situación de un cultivo de arándanos en el que el índice de concentración de sales era 0.8. Esto quiere decir que la conductividad en todos los perfiles era inferior a la

conductividad de SFR. Si únicamente se analizan estos valores, podría llegar a 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.

18/03/2019	pH	CE	Cl-	SO4--	NO3-
		dS/m a 25° C	meq/L	meq/L	meq/L
SFR	6,67	0,98	0,95	0,95	5,17
SONDA 20 cm	5,57	0,74	1,04	0,84	4,69
SONDA 40 cm	6,19	0,92	1,37	1,26	5,62
SONDA 60 cm	3,99	0,83	1,18	1,28	4,35
Índices		X0,8	X1,3		29,4%

18/03/2019	pH	CE	Na+	K+
		dS/m a 25° C	meq/L	meq/L
SFR	6,67	0,98	1,03	3,14
SONDA 20 cm	5,57	0,74	1,19	2,14
SONDA 40 cm	6,19	0,92	1,57	1,75
SONDA 60 cm	3,99	0,83	1,23	1,10
Índices		X0,8	X1,3	58,9%

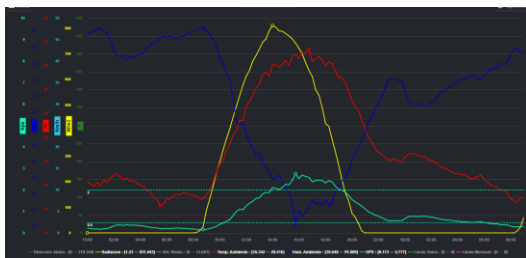
**Figure 5.** Conductividades y contenido de sales de solución de suelo a diferentes profundidades.

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 de la planta. Por ello, la estrategia posterior no fue reducir los riegos sino incrementar el peso del potasio en el equilibrio de la SFR.

Las experiencias descritas anteriormente demuestran 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.

3. Programar los riegos para mantener niveles adecuados de humedad y nutrientes en el suelo, **cuando los valores de DPV garanticen su movimiento** hacia la planta de manera eficiente. Esta situación se logra cuando los valores de DPV se encuentran entre 0.5 y 2 KPa. Por encima de 2 KPa comienza a producirse un exceso de transpiración que la planta compensa cerrando estomas y por tanto reduciendo su actividad fotosintética. Por el contrario, si baja de 0.5 KPa, la diferencia de potencial hídrico entre la atmósfera y el suelo es baja, no produciéndose movimiento de agua entre ambas. En la figura 4 puede verse la evolución del DPV (*curva celeste*) a lo largo de un día. Se observa como los valores máximos se alcanzan a mitad del día, coincidiendo con las máximas temperaturas diarias (*curva roja*) y menor humedad relativa (*curva azul*). Por el contrario, los valores mínimos suelen alcanzarse generalmente al amanecer (*radiación-curva amarilla*).

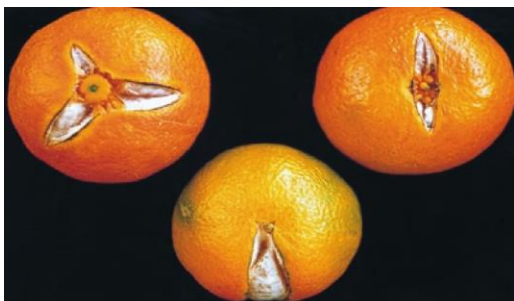


**Figure 6.** Variación de DPV, temperatura, humedad relativa y radiación a lo largo de un día

En ocasiones, puede disponerse en las explotaciones de medios para actuar sobre el DPV. Por ejemplo, durante la época de verano puede resultar efectivo el uso de mallas de sombreo para bajar temperatura o aspersión para aumentar la humedad relativa. Por el contrario, en cultivos bajo plástico es posible compensar las bajas temperaturas que se producen durante la época invernal.

### **ABSORCIÓN DE AGUA DEL SUELO POR DIFERENCIAS DE POTENCIAL HÍDRICO ENTRE EL SUELO Y LA PLANTA. GUTACIÓN.**

Las plantas presentan un segundo mecanismo para la absorción de agua del suelo conocido como **gutación**. Este, únicamente es posible cuando coincide en el tiempo un DPV bajo y una alta presión radicular. Esta última se consigue por la capacidad que presenta la raíz para aumentar su potencial osmótico, favoreciendo de esta forma la entrada de agua en la planta. Al existir una alta humedad relativa (DPV bajo), esta entrada no se ve compensada por la transpiración por lo que la planta alcanza un alto grado de turgencia, que en ocasiones, puede llegar a ser el desencadenante del rajado de frutos de determinadas cultivos sensibles. Este fenómeno suele producirse durante los meses de septiembre y octubre, cuando la raíz presenta una alta actividad durante la noche, favorecida por las temperaturas del suelo, al mismo tiempo que se registra una alta humedad relativa.



**Figure 7.** Rajado en mandarina.

Para reducir la incidencia del rajado resulta aconsejable evitar los riegos nocturnos y a última hora de la tarde, evitando de esta forma el bombeo excesivo de agua por parte de la raíz.

No obstante, en determinados estados fenológicos, resulta interesante beneficiarse de este tipo de mecanismo de absorción. Por ejemplo, en el caso de nutrientes como el calcio, que presentan dificultades para moverse del suelo a la planta, la aplicación de riegos con calcio a última hora de la tarde, puede favorecer un efectivo movimiento hacia los frutos durante la noche y primera hora de la mañana.

## ***¿Cómo podemos ayudarle?***

El **Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR)** de la CRS-Andévalo, pone su experiencia y la información de su red de estaciones remotas de humedad a su disposición, con el objetivo de poder asesorarle para lograr optimizar la gestión de las dotaciones disponibles. 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**

**COMUNIDAD DE REGANTES DE SUR ANDÉVALO-SERVICIO DE ASESORAMIENTO AL REGANTE**

Paraje "Las Bodegas" · 21510 San Bartolomé de la Torre - Huelva · · Telf: 959-392624 /3057 · Fax: 959-390711