

BOLETÍN INFORMATIVO

Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) **Nº11**

LA CALIDAD DEL AGUA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN

El conocimiento de las propiedades físico-químicas del agua de riego es fundamental para lograr un adecuado rendimiento de un cultivo. Este elemento, establece una fuerte interacción con el suelo, la planta y la atmósfera, teniendo por tanto, una importante influencia en la definición de los ambientes base para el desarrollo de los cultivos. Por otro lado, pueden establecer condicionantes de otras operaciones de explotación, como pueden ser las acciones para el adecuado mantenimiento de la red de riego o la aplicación de tratamientos fitosanitarios.

Uno de los parámetros del agua de riego, que es importante conocer es la **salinidad**. El mismo, está vinculado al contenido de sales disueltas en ésta, pudiendo expresarse en valores de **conductividad eléctrica, sales totales disueltas (TDS) o presión osmótica**. Este parámetro permite hacer una estimación de la exigencia energética requerida por las plantas para extraer el agua del suelo. No obstante, para analizar la aptitud para el riego de un agua, desde el punto de vista de su salinidad, deberá tenerse en cuenta la naturaleza de las sales que lleva disueltas. Es decir, es posible, que dos aguas de riego presenten unos valores de sales totales disueltas iguales, pero presenten una **salinidad efectiva** dife-

rente. Este hecho se explica por las reacciones de precipitación de las sales menos solubles (carbonato de calcio, carbonato de magnesio y sulfato de calcio), que se producen cuando se aporta agua de riego al suelo, dando como resultado un medio húmedo (**solución de suelo**) con un grado de salinidad diferente.

PARÁMETRO	AGUA A	AGUA B
CALCIO (Ca ²⁺)	11 mEq/l	2 mEq/l
MAGNESIO (Mg ²⁺)	1 mEq/l	7 mEq/l
SODIO (Na ⁺)	2 mEq/l	5 mEq/l
BICARBONATO (HCO ₃ ⁻)	13 mEq/l	1 mEq/l
CARBONATO (CO ₃ ⁻)	0 mEq/l	0 mEq/l
SULFATO (SO ₄ ⁻)	0 mEq/l	8 mEq/l
CLORURO (Cl ⁻)	1 mEq/l	5 mEq/l
SUMA CATIONES	14 mEq/l	14 mEq/l
SUMA ANIONES	14 mEq/l	14 mEq/l
SALES TOTALES	28 mEq/l	28 mEq/l

Tabla 1. Contenido en sales de dos muestras de agua de riego de igual TDS.

Para entender mejor el concepto de salinidad efectiva, se analiza un caso práctico de dos aguas de riego con una misma concentración de sales disueltas. En este caso, el agua A presentaría una salinidad efectiva mucho más baja (2 mEq/l) que la solución B (12 mEq/l), explicado por las diferencias de precipitación de sales de baja solubilidad en la solución de suelo. En el primer caso, todo el calcio y magnesio precipitarían en forma de carbonatos, quedando únicamente en disolución 1 mEq/l de carbonato sódico y 1 mEq/l de cloruro sódico. En el segundo ejemplo, únicamente precipitarían los 2 mEq/l de calcio en forma de carbonato y sulfato, quedando el resto de sales en disolución. Por tanto, el empleo del agua de riego B

representaría un mayor riesgo para el cultivo que el agua A, ya que presentaría mayores dificultades para su extracción de la solución del suelo.

Además, el conocimiento de la naturaleza y concentración de sales que lleva el agua de riego es esencial para llevar a cabo una adecuada nutrición del cultivo. Esto, permite ajustar los equilibrios de nutrientes de tal manera que se favorezca la absorción de determinadas formas. De este modo, se logra atender, de manera eficaz y eficiente, las demandas nutricionales a lo largo de los diferentes estados fenológicos de las plantas.

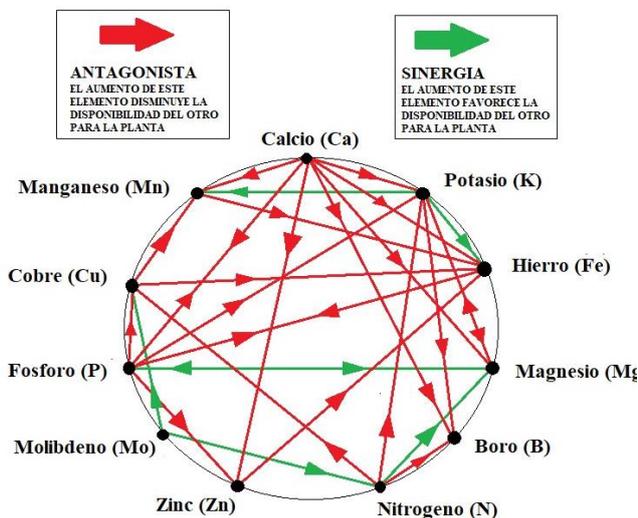


Ilustración 1. Diagrama de Mulder de interacciones entre elementos.

Una de estas relaciones de interés es la que se produce entre el **calcio** y el **magnesio**. En determinados momentos del ciclo de cultivo es importante mantener unos niveles de calcio elevados en planta, con el objetivo de lograr una correcta calidad de fruta. Para ello, debe tenerse en cuenta que entre ambos elementos existe una relación de antagonismo, por lo que para lograr una adecuada absorción de calcio, deberá aumentarse el peso de éste frente al magnesio en los equilibrios de la solución fertilizante.

Por otro lado, en el caso de **aguas duras** con alto contenido de calcio, pueden darse problemas para la absorción de magnesio y **potasio**. Este último elemento, de forma natural, se encuentra en bajas concentraciones en las aguas de riego, debiendo cubrirse las necesidades del cultivo exclusivamente a través de la fertilización. A este respecto, tampoco debe obviarse la importancia de no aportar excesivas concentraciones de este elemento, ya que se restringiría en gran medida la absorción de elementos importantes como el calcio y magnesio.

El **nitrógeno**, al igual que el potasio, no suele estar presente de forma natural en el agua de riego, exceptuando las masas contaminadas, donde pueden aparecer concentraciones significativas de **nitratos**. Esta forma de nitrógeno establece sinergismos con otros macroelementos (potasio, calcio y magnesio), por lo que resulta recomendable su aplicación conjunta para favorecer la absorción, especialmente de potasio. En caso contrario, el **nitrógeno amoniacal**, por sus propiedades electroquímicas, compite con la absorción de los anteriores elementos, por lo que debe vigilarse su concentración respecto a éstos, de cara a lograr una nutrición equilibrada. No obstante, se ha reportado un aumento de la absorción de fósforo cuando se aporta una fertilización nitrogenada en forma amoniacal. Este hecho se explica por la acidificación que se produce en el entorno radicular como respuesta a la absorción de amonio. Estas condiciones favorecen la solubilización del fósforo, que se encuentra en su mayor parte precipitado en el suelo.

El **fósforo**, generalmente, se encuentra en muy bajas concentraciones en el agua de riego. Cuando es aportado en exceso en la fertilización, debe tenerse en cuenta las interacciones negativas que se producen con algunos **microelementos** (Cu, Zn, Fe) y el calcio, debido a

alteraciones de los mecanismos de transporte en la planta y a ciertas reacciones de fijación vinculadas al pH del suelo.

Además, debe prestarse especial atención a las relaciones de concentración del **cloruro** y el **sodio** respecto al resto de elementos, ya que son formas que pueden acumularse en exceso en los tejidos vegetales y el suelo, provocando desórdenes fisiológicos, especialmente en especies sensibles. Este efecto debe contrarrestarse balanceando las concentraciones de elementos antagonistas como el calcio, potasio, sulfato o nitrato. Así mismo, es importante vigilar la presencia natural de concentraciones altas de otros elementos que pueden dar origen a **problemas de fitotoxicidad**, como son los metales pesados y ciertos microelementos. En este caso, las posibilidades para balancear las soluciones son más limitadas y se requiere de acciones complementarias como correcciones de pH para prevenir la absorción por parte de la planta.



*Ilustración 2. Síntomas de toxicidad por boro.
Fuente: Brian E. Whipker, NC STATE UNIVERSITY*

Otra de las precauciones que deben tenerse en cuenta, es **vigilar la concentración de bicarbonato, cloro y sodio en el agua, cuando ésta se aporta en aspersión** coincidiendo con temperaturas elevadas y humedades relativas inferiores al 30%. En estas condiciones pueden producirse quemaduras. Esta práctica, es habitual en cultivo de aguacate para contrarrestar condiciones de excesiva transpiración.

Por otro lado, **la presencia de determinados elementos en el agua de riego va a condicionar las formas fertilizantes a utilizar**. Analizando las aguas de la Tabla 1, puede llegarse a la conclusión que el agua B es más condicionante debido a la aparición de concentraciones elevadas de cloruro y sulfato. En este caso, si quisiera aportarse potasio a la solución fertilizante, lo más recomendable sería la disolución de nitrato potásico. En contraste, si se utilizara el agua de riego A, podría optarse por el uso de sales fertilizantes como el sulfato potásico o cloruro potásico para alcanzar las concentraciones objetivo en la solución fertilizante final. Por tanto, no debe despreciarse el impacto que la calidad del agua puede tener sobre el incremento de los costes de explotación.

Además de los efectos que determinados elementos tienen en la nutrición de los cultivos, también debe considerarse el efecto sobre otro elemento de importancia como es el suelo, concretamente su estructura. La protección en el tiempo de ésta, es esencial para lograr una eficiente nutrición del cultivo, ya que garantiza un adecuado equilibrio agua-aire, generando ambientes favorables para un correcto crecimiento y funcionamiento de las raíces. En este sentido, **el empleo de aguas con relaciones de absorción de sodio (RAS) inadecuadas, favorecen la compactación del suelo**. Los valores de RAS condicionantes de la pérdida de

permeabilidad del suelo están ligados a otros parámetros como son su textura o contenido en materia orgánica (mayor riesgo en suelos limosos con poca materia orgánica).

Otro de los parámetros del agua de riego a tener en cuenta es el **pH**. Éste, tiene una estrecha relación con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que influye notablemente en la definición de los valores de pH de éste. En la ilustración 2, puede observarse como en ambientes ligeramente ácidos se consigue una adecuada absorción de la mayoría de nutrientes. Por ello, debe tenerse especial precaución con el uso de agua de riego excesivamente ácida, ya que, una vez neutralizada la capacidad tamponadora del suelo, pueden generarse ambientes poco favorables para la asimilación de nutrientes o poner a disposición de las raíces otros que pueden resultar tóxicos, como es el caso del **aluminio**. Además, el agua excesivamente ácida tiene una fuerte acción corrosiva sobre la estructura del suelo, ya que provoca el desplazamiento del calcio y el magnesio contenidos en éste.

Por el contrario, el empleo de aguas con un elevado pH también condicionan una correcta absorción de nutrientes, pudiendo incluso modificar el pH de la savia, reduciendo la disponibilidad de elementos absorbidos como el **hierro**. Este hecho, puede generar cierta confusión, ya que al analizar el contenido de hierro en planta pueden aparecer concentraciones significativas de este elemento, al mismo tiempo que el cultivo presenta aspecto clorótico. Por ello, es conveniente siempre tomar como referencia los valores de hierro activo (forma ferrosa). También, esta agua alcalina resulta incrustante, es decir, favorece la formación de precipitados que provocan la **obturación de goteros**. Este hecho se ve agravado cuando se utilizan aguas de una dureza elevada.



Ilustración 3. Disponibilidad de nutrientes a diferentes valores de pH del suelo.

Para prevenir problemas de esta naturaleza, es aconsejable **evaluar adecuadamente los requerimientos del cultivo, el pH y el contenido de caliza activa del suelo**, con el objetivo de plantear la estrategia más adecuada de ajuste de pH de la solución fertilizante final. Cuando sea preciso un aumento de pH, puede utilizarse algún tipo de sal cáustica o carbonato. En caso contrario, deberá corregirse el contenido de bicarbonato del agua adicionando ácidos. Como referencia para el anterior ajuste puede tomarse la relación existente entre el pH y la concentración de bicarbonatos (pH de 5,5 se corresponde con una concentración de bicarbonatos de 0,5 mEq/l). Otro aspecto a considerar del pH del agua, es la **necesidad de ajustar adecuadamente este parámetro en la preparación de cubas de tratamiento**, ya que tiene influencia sobre la estabilidad de las materias activas en la disolución y por tanto, sobre la efectividad de las aplicaciones.

Otro aspecto interesante, es el conocimiento de la evolución de la actividad biológica de las aguas de riego, ya que puede resultar condicionante de tratamientos previos para su utilización. Para su evaluación, puede analizarse la respuesta de diferentes parámetros físico-

químicos en respuesta al incremento de la actividad de estos organismos vivos. En el caso de balsas de almacenamiento, es frecuente que se generen condiciones para el desarrollo de **algas**, que posteriormente, puedan generar problemas en filtración o en los propios emisores de riego. En este caso, su actividad está vinculada a cambios en los parámetros de pH y oxígeno disuelto, resultados de su actividad fotosintética (Ilustración 3).

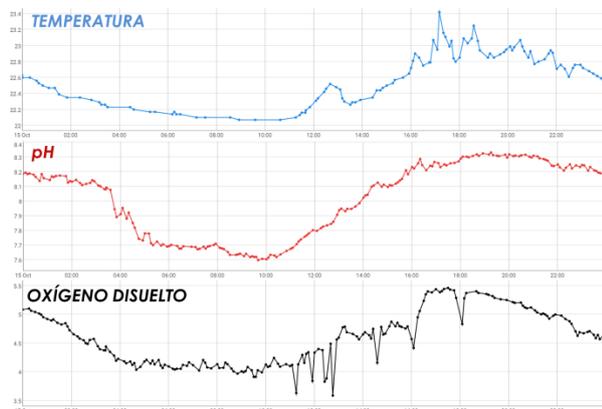


Ilustración 4. Variación diaria de niveles de pH y oxígeno disuelto en agua con presencia de algas en balsa de riego de la Comunidad de Regantes Sur-Andévalo.

El seguimiento de los parámetros anteriores en el tiempo es muy importante para poder anticiparse a explosiones de desarrollo de algas y definir las épocas claves para el desarrollo de acciones preventivas. Por otro lado, puede servir para ajustar la dosis de aplicación de tratamientos alguicidas y medir su eficacia.

Otro parámetro de interés en relación a la evaluación de la actividad biológica del agua es el potencial redox. Actualmente, los protocolos de producción recogen como requisito el mantenimiento del contenido de ciertos microorganismos por debajo de unos valores límite. En este sentido, el potencial redox es un buen indicador para conocer el grado de desinfección del agua.

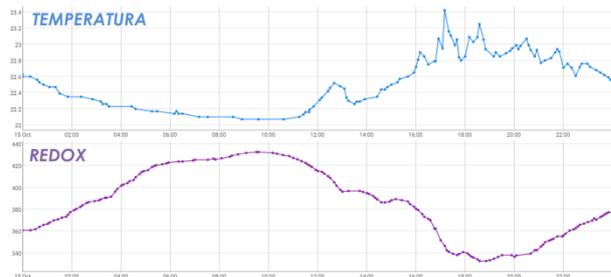


Ilustración 5. Variación diaria de valores ORP en agua con presencia de actividad microbiana en balsa de riego de la Comunidad de Regantes Sur-Andévalo.

También, es frecuente la colonización de la red de tuberías por parte de estas bacterias, formando unas acumulaciones llamadas **biofilm**. Estas suelen desprenderse y generar obturaciones en los emisores de riego. Por ello, es recomendable llevar a cabo acciones que prevengan su desarrollo. En este caso, el análisis del redox, también puede ayudar a economizar las estrategias de prevención y medir su eficacia.

En conclusión, la calidad del agua de riego puede ser un importante condicionante de la rentabilidad del cultivo, ya sea por los efectos directos que pueda tener sobre la planta y el medio donde se desarrolla (viabilidad agronómica), como por el incremento de costes asociado al uso de agua de mala calidad. Por ello, su conocimiento es importante para analizar la viabilidad económica de proyectos agrícolas, así como para optimizar aquellas operaciones de mejora u otras que puedan estar condicionadas por ésta.

¿Cómo podemos ayudarle?

Puede realizar consultas sobre calidad de aguas y estrategias para su mejora, a nuestro Servicio de Asesoramiento al Regante a través de las siguientes vías:

Telf: **689 69 69 37**

Mail: **pdiaz@surandevalo.net**