

# Anejo 3:

## **Análisis químico del agua de riego.**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>46</b>
<b>2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA PARA RIEGO</b>	<b>46</b>
<b>3. FIABILIDAD DEL ANÁLISIS REALIZADO</b>	<b>46</b>
3.1. Suma de cationes = Suma de aniones	46
3.2. Relación $CE_{ar}/\Sigma Cationes$	47
<b>4. CALCULOS PARA LA INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS</b>	<b>47</b>
4.1. Índices de primer grado	47
4.1.1. pH	47
4.1.2. Contenidos en suelos disueltos	47
4.1.3. Presión osmótica	48
4.1.4. Iones	48
4.2. Índices de segundo grado	48
4.2.1. Relación de adsorción de Sodio. Índice S.A.R.	48
4.2.2. Relación de adsorción de Sodio corregido	48
4.2.3. Relación de Calcio	49
4.2.4. Relación de Sodio	49
4.2.5. Carbonato sódico residual. Índice de Eaton	49
4.2.6. Dureza	49
4.2.7. Índice de Scott	50
<b>5. SALINIZACION</b>	<b>50</b>
<b>6. ALCALINIZACION</b>	<b>50</b>
<b>7. TOXICIDAD ESPECÍFICA</b>	<b>51</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>9. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Iones</i> _____	48
<i>Tabla 2. Salinización</i> _____	51
<i>Tabla 3. Toxicidad específica</i> _____	51

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua que se va a utilizar procede de la red de riego de la comunidad de regantes de Berja. Dicha red transcurre por la parte sureste de la finca. El propietario de la finca es socio de dicha comunidad y dispone por lo tanto de una toma de riego con un caudal de 10 L/s.

## 2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA PARA RIEGO

Los resultados del análisis de agua que abastecerá el riego de la plantación, si es apta para este fin, es el siguiente:

<b>Conductividad (dS/m)</b>	1.193
<b>Residuo seco (mg / L)</b>	954
<b>PH</b>	7.9

	<b>Mg / L</b>	<b>meq / L</b>
<b>Cl-</b>	156	4.39
<b>SO4 2-</b>	229	4.77
<b>HCO3 -</b>	268	4.39
<b>CO3 2-</b>	0	0
<b>NO3-</b>	60	0.98
<b>Na+</b>	73.5	3.19
<b>Mg2+</b>	77.8	6.40
<b>Ca2+</b>	84.2	4.21
<b>K+</b>	4.3	0.11

## 3. FIABILIDAD DEL ANÁLISIS REALIZADO

Con el fin de comprobar la fiabilidad del presente análisis de agua, se deberán cumplir los siguientes puntos.

### 3.1. Suma de aniones = Suma de cationes

$$\Sigma \text{Cationes} = 13,91 \text{ meq/L}$$

$$\Sigma \text{Aniones} = 14,53 \text{ meq/L}$$

Las diferencias encontradas entre la sumatoria de cationes y aniones en el agua de riego no es significativa ( $0,62 \text{ meq/L} < 0,67 \text{ meq/L}$ ) ya que se permite un error del 5

% bien por exceso, bien por defecto. En este caso la diferencia entre las sumas es de 0,62 meq/L, por lo que el análisis es fiable.

### 3.2. Relación $CE_{ar}/\Sigma cationes$

La división debe dar un valor comprendido entre 80 y 110, límites establecidos para que el análisis sea correcto.

$$\frac{CE_{ar} \times (\mu S \times cm^{-1})}{\Sigma cationes (mmol_{+} L^{-1})} = \frac{1.193}{13,91} = 85,77$$

Como se observa, el resultado se encuentra dentro del intervalo definido por los valores extremos que se admiten. Tendremos entonces un análisis correcto.

## 4. CÁLCULOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS

### 4.1. Índices de primer grado

Estos resultados se obtienen directamente del análisis, es decir, son datos directos del estudio.

#### 4.1.1. pH:

El valor aportado por el análisis es 7,9, por lo que se puede clasificar el agua de riego como **neutro-alcalina**, ya que está dentro del intervalo que define a este tipo de aguas (7-8).

#### 4.1.2. Contenido en sólidos disueltos (SD):

Para el cálculo de sólidos disueltos se tendrá en cuenta la siguiente expresión:

$$\frac{Sólidos\ disueltos (g \times L^{-1})}{CE_{ar} 25^{\circ} C (\mu S \times cm^{-1})} = 0,64$$

Es evidente que cuanto mayor sea la  $CE_{ar}$ , mayor será el contenido de sólidos disueltos. En este caso:

$$SD = 0,64 \times CE_{ar} 25^{\circ} C (\mu S/cm)$$

$$SD = 0,64 \times 1193 = 763,52 \text{ mg/L} = 0,86 \text{ g/L}$$

Como la cantidad de sólidos es inferior a  $1 \text{ g} \times \text{L}^{-1}$ , no se considera que haya riesgo de salinización.

#### 4.1.3. Presión osmótica (PO):

La presión generada por la concentración salina en el agua viene determinada por la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Presión osmótica (atm.)}}{CE_{ar, 25^\circ C} (dS \times cm^{-1})} = 0,36$$

$$PO = 0,36 \times CE_{ar, 25^\circ C} (dS \times cm^{-1}) = 0,36 \times 1,193 = 0,429 \text{ atm.}$$

Realizando los cálculos, se obtiene una PO que no dificulta la absorción del agua por las plantas ya que este valor se considera bajo.

#### 4.1.4. Iones:

Tabla 1. Iones.

IONES	Nivel en análisis	Riesgo de toxicidad
K <sup>+</sup>	0,0043	A partir de 0,05 g/L
Cl <sup>-</sup>	0,156	A partir de 0,5 g/L
Na <sup>+</sup>	0,0735	A partir de 0,2-0,3 g/L

En la tabla nos queda demostrado que no tenemos toxicidad por exceso de concentración de K, Cl, y Na.

## 4.2. Índices de segundo grado

Cuando se combinan dos o más datos directos (índices de primer grado) se obtienen los índices de segundo grado.

#### 4.2.1. Relación de Adsorción de Sodio (SAR):

Con el índice SAR se relaciona la cantidad de ión sodio frente a la del calcio y magnesio, indicando el riesgo de alcalinización. Su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} = \frac{3,19}{\sqrt{\frac{2,11 + 3,2}{2}}} = 1,74 \text{ mmol/L}$$

Las concentraciones de los cationes se expresan en mmol/L.

El valor obtenido, **1,74 mmol/L**, al ser inferior a 10 mmol/L, no supone riesgo de alcalinización.

#### 4.2.2. Relación de Adsorción de Sodio corregido (SAR°):

Es el índice más utilizado en la actualidad de cara a caracterizar el riesgo de modicidad de un agua de riego. Las concentraciones de cationes sodio y magnesio vienen expresadas en mmol/L, mientras que el término Ca°, calcio

corregido, es la concentración corregida de calcio. Este valor depende de la salinidad del agua de riego y de los factores que afectan a la disolución o precipitación del calcio, o sea, contenido de  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua del suelo y la relación, en el agua de riego, entre el contenido de  $\text{HCO}_3^-$  y de  $\text{Ca}^{2+}$ , ( $\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$ ) en mmol/L. A la hora de caracterizar el agua de riego se va a usar este índice en lugar del SAR, ya que es más completo y exacto.

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}} = \frac{3,19}{\sqrt{\frac{2,08 + 3,2}{2}}} = 1,96$$

#### 4.2.3. Relación de calcio:

$$\frac{[\text{Ca}^{2+}]}{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+]} = \frac{2,11}{2,11 + 3,2 + 3,19} = 0,25$$

Realizando los cálculos, con los valores expresados en mmol/L, da un valor de 0,25, en consecuencia **no existirán problemas**, ya que el resultado es inferior al límite máximo establecido, de un valor igual a 1.

#### 4.2.4. Relación de sodio:

$$\frac{[\text{Na}^+]}{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+]} = \frac{3,19}{2,11 + 3,2 + 3,19} = 0,38$$

En esta relación, se obtiene un resultado de 0,38, no apareciendo **ningún tipo de problema**. El límite máximo está establecido en un valor de 1.

#### 4.2.5. Índice de Eaton (CSR) (Carbonato sódico residual):

Este nos indica la acción degradante y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{CSR} = ([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]) - ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) = (0 + 4,39) - (2,11 + 3,2) = 0,92$$

Operando, da un valor inferior a 0,92 mmol/L, considerándose por tanto, como un **agua no degradante** y que hace su uso recomendable

#### 4.2.6. Dureza:

La dureza indica, sobre todo, la cantidad de calcio que hay en el agua, si bien, tiene en cuenta la presencia del magnesio. Se expresa en grados hidrométricos franceses ( $^{\circ}\text{HF}$ ). Cuanto mayor sea la dureza del agua menos aconsejable se hace ésta para su uso en el riego, sobre todo en suelos pesados. La determinación de la dureza de un agua se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$\frac{2,5 \times Ca(\text{mmol}_+ \times L^{-1}) + 4,12 \times Mg(\text{mmol}_+ \times L^{-1})}{10} =$$

$$= (2,5 \times 2,11) + (4,12 \times 3,2) = 18,46$$

Resulta un valor de 18,46 °HF, clasificándola como agua **utilizable**, ya que es inferior a 22 °HF.

#### 4.2.7. Índice de Scott coeficiente alcalimétrico:

También es conocido como, da la altura de agua, en pulgadas, que después de evaporarse dejaría un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, alcalí suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de especies sensibles. Se calcula a partir del valor que alcanza la relación:

$(Na^+) - 0,65 \times (Cl^-)$ , expresando sus componentes en g/L.

$(Na^+) - 0,65 \times (Cl^-) = 95 - (0,65 \times 268) < 0$ , por lo que el índice de Scott viene definido por:

$$K = 2049 / (Cl^-) = 2049 / 156 = 13,13$$

Realizando esta operación, se obtiene un resultado igual a 13,13, valor que se encuentra entre 6 y 18, considerándose el agua como **tolerable**, siendo necesario su utilización con precauciones.

## 5. SALINIZACIÓN

Ayers y Westcot (1987) dan la siguiente tabla, donde se regula el uso del agua en función de su conductividad eléctrica ( $CE_{ar}$ ):

Tabla 2. Salinización.

		Restricción de uso		
	Unidad	Ninguna	Ligera a moderada	Severa
CE	dS×m <sup>-1</sup>	<0,7	0,7-3	>3

Como en nuestro caso  $CE_{ar} = 1,19$  dS/m se deduce que existe un **riesgo moderado** de salinización del suelo al usar esta agua de riego, por lo que será necesario, con cada riego, dedicar una fracción del mismo a lavar las sales aportadas. La fracción de lavado a aplicar se ha calculado en el anejo n° 2, obteniéndose que es necesario regar con un 4,79% más de agua para evitar la salinización del suelo.

## 6. ALCALINIZACIÓN

Utilizando la revisión de 1987 de Ayers y Westcot, recomiendan utilizar la relación de adsorción de sodio corregido ( $SAR^0$  o  $RAS^0$ ).

En este caso tiene un valor:



$$\text{SAR}^{\circ} = 1,96 < 6$$

Este valor de  $\text{RAS}^0$ , es un valor **bajo, y no hay problemas de riesgo de alcalinización** del suelo por el agua de riego.

## 7. TOXICIDAD ESPECÍFICA

Se estudiará según el criterio de Ayers y Westcot (1987), dado en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Toxicidad específica.**

Criterio e índices	Unidades	Restricción de uso		
		Ninguno	Ligera a moderada	Severa
Sodio	SAR	<3	3-9	>9
Cloro	mmol <sub>+</sub> ×L <sup>-1</sup>	<4	4-10	>10
Nitrógeno	mg×L <sup>-1</sup>	<5	5-30	>30

De esta manera podemos interpretar nuestros valores:

Sodio:  $1,74 < 3$ . De acuerdo con el resultado obtenido, no hay restricción en el uso del agua, ya que el SAR es inferior a 3.

Cloruros:  $4,39 \text{ mmol/L} > 4 \text{ mmol/L}$ . Por lo que la presencia de este elemento ocasionará **problemas muy leves**, casi nulos, por lo que no representa un inconveniente, ya que se utilizará un sistema de riego localizado de alta frecuencia.

Nitrógeno:  $2,4 \text{ ppm} < 5 \text{ ppm}$ . El contenido de nitrógeno en el agua es bajo, por lo que en lo que respecta a este elemento, no existen restricciones en el uso del agua.

## 8. CONCLUSIÓN

Tras el estudio detallado de los parámetros y los índices de primer y segundo grado obtenidos al analizar el agua a utilizar, se concluye, que el agua que se va a emplear para el riego, presenta leves problemas en cuanto a la presencia de cloruros, que se verán resueltos fácilmente por la utilización de riego localizado.

En cuanto a la salinización, se hace necesaria la aplicación en exceso de agua para reducirla.

Por lo que a la alcalinización del suelo se refiere, no hay riesgo por la utilización del agua.

## 9. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA

### Bibliografía

- AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W. (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje, nº 29, Rev.1. Roma.
- PIZARRO CABELLO, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF), goteo, microaspersión, exudación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- URBANO TERRÓN, P. (2000). Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.