

# ASPECTO DE LA SALINIDAD EN AGUAS CON CONCENTRACIONES ALTAS EN BICARBONATOS, CARBONATOS, SULFATOS, CALCIO Y MAGNESIO

La fórmula económica “**Producir para exportar e importar para consumir y producir**” que durante muchas décadas estuvo vigente en Canarias hasta el desarrollo del turismo y los servicios hizo necesario que los cultivos de primor, que formaban parte del grueso de las exportaciones, principalmente tropicales y hortalizas termofilas, se ubicaran en las zonas costeras de las islas debido a las temperaturas favorables para cubrir sus integrales térmicas. En estas cotas bajas de las islas; sin embargo, por su aridez no se cubrían ni mínimamente las grandes necesidades hídricas de estos cultivos, principalmente la platanera, por lo que hizo forzoso buscar las aguas y sacarlas del seno de la tierra.

En Gran Canaria el agua subterránea mayoritariamente es de perforación vertical y presenta diversas características según la cota de extracción y la naturaleza del subsuelo.

Datos referente a 1981, reflejan que existían en Gran Canaria 1928 pozos de los cuales eran productivos 1.185 y el caudal suponía el 83,2% de la producción subterránea de la isla.

El ciclo de sequía que padecemos ha llevado a una mayor extracción y la no recarga del acuífero ha hecho que el contenido salino del agua de estos pozos haya aumentado.



**Francisco Medina Jiménez**  
Agente de Extensión Agraria  
de Telde  
Cabildo de Gran Canaria



**Típico pozo del Norte de la isla de Gran Canaria**



**Cantonera típica de Gran Canaria**

Por otra parte aunque muchos disponen de desalinizadoras y hayan Depuradoras de Aguas Residuales con Terciarios, existe un caudal importante de agua de uso agrícola con un alto contenido salino que a “priori” podemos considerar marginal para determinados cultivos sensibles y tolerantes a la salinidad, si nos guiamos solamente por su conductividad eléctrica que mide el contenido total de sus sales.

Algunas aguas subterráneas tienen un contenido relativamente elevado de cal (carbonatos y bicarbonatos cálcico) o de yeso (sulfato cálcico). Estas aguas no contribuyen, en tal grado, al problema de la salinidad del suelo como harían aguas de igual salinidad pero bajas en cal y yeso disueltos. Este efecto de salinidad reducida se explica corrientemente como debido a la baja solubilidad de la cal y del yeso. Si este tipo de sales comienzan a acumularse en el suelo, sus solubilidades no tardan en ser excedidas y por tanto, empiezan a precipitar. Esto las separa del agua del suelo y dejan de formar parte de la salinidad global del mismo.

Donnen por esta razón establece que estos iones que se saben que van a precipitar no se tengan en cuenta y sean restados al contenido total del agua.

Como aclaración a lo dicho sirvan estos ejemplos: sean estos cuatro tipos

de aguas (resultado en meq/litros):

Agua	Meq/L									
	Cationes meq/L				Aniones meq/L				Salinidad Total	Salinidad efectiva
	Ca	Mg	Na	Total	CO <sub>3</sub> H-	SO <sub>4</sub>	CL	Total		
A	10	10	5	25	21	3	1	25	25	5
B	3	15	7	25	4	20	1	25	25	21
C	20	3	2	25	2	23	0	25	25	5
D	3	4	18	25	20	2	3	25	25	18

Orden de precipitación  
 ↓  
 1º CO<sub>3</sub> Ca  
 2º CO<sub>3</sub> Mg  
 3º SO<sub>4</sub> Ca

<b>Agua A</b>	<b>En suelo precipita 10 meq de CO<sub>3</sub> Ca y luego 10 meq de CO<sub>3</sub> Mg</b>	Solamente quedan 5 meq/L de sales dañinas
<b>Agua B</b>	<b>En suelo precipita 3 meq de CO<sub>3</sub> Ca y luego 1 meq de CO<sub>3</sub> MG</b>	Restan 21 sales solubles
<b>Agua C</b>	<b>En suelo precipita 2 meq de CO<sub>3</sub> Ca y luego 18 meq de SO<sub>4</sub> Ca</b>	Restan 5 meq/L de sales solubles
<b>Agua D</b>	<b>En suelo precipita 3 meq de CO<sub>3</sub> Ca y luego 4 meq de CO<sub>3</sub> Mg</b>	Restan 18 meq/L de sales solubles

Al residuo de sales que no precipita en el suelo y por tanto presente en la disolución se le denomina **Salinidad efectiva**.

### PELIGRO DE SALINIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LA SALINIDAD EFECTIVA (meq/litro) PARA SUELOS CON ALGÚN LAVAJE

BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
< 5	5 - 7	7 - 9	> 10

Según Rhodes el nivel de salinidad en aguas de elevada proporción de calcio, magnesio, sulfato, carbonato y bicarbonatos puede ser reducido de un 10 a un 30% para riegos eficientes y mucho menos para riegos menos eficaces.

Dada la zona posible de precipitación, la parte inferior del sistema de raíces, donde los cambios de salinidad son menos

importantes para el cultivo, parece razonable según algunos autores (D.W .Westcot y R.S. Ayers), un descuento del 20% en la salinidad potencial en aguas que tengan alta proporción de calcio y magnesio (20-30 meq/litros) conteniendo además mucho carbonato, bicarbonato y sulfato.

Aunque las conclusiones anteriores son el resultado de

estudios hechos por ordenadores que al parecer simulan el comportamiento de las sales en el suelo, no hay autores que conozcamos que invaliden el cálculo de la conductividad potencial y la residual o efectiva teniendo en cuenta la conductancia iónica por consiguiente, teniendo en cuenta la siguiente tabla:

**Conductancia iónica (25° C)**  
**Micromhos**

<b>Ión</b>	<b>Por meq/litro</b>	<b>Por mg/litro</b>
Bicarbonato	43,6	0,715
Calcio	52,0	2,60
Carbonato	84,6	2,82
Cloruro	75,9	2,14
Magnesio	46,6	3,82
Nitrato	71,0	1,15
Potasio	72,0	1,84
Sodio	48,9	2,13
Sulfato	73,9	1,54

Y considerando un agua que arroje los siguientes resultados analíticos (expresados en meq/litro)

Ca	Mg	Na	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CL
3	4	18	20	2	3

Tenemos:

**Conductividad Potencial**

<b>Iones</b>	<b>Nº</b>	<b>Conductancia</b>	<b>Micromhos</b>
Ca	3	52	156
Mg	4	46,6	186,4
Na	18	48,9	880,2
CO <sub>3</sub>	20	84,6	1692
SO <sub>4</sub>	2	73,9	147,8
CL	3	75,9	227,7
<b>TOTAL</b>			<b>3290 Micromhos</b>

**Conductividad Efectiva o Residual**

Al precipitar 3 meq de CO<sub>3</sub>Ca y luego 4 meq de CO<sub>3</sub>Mg, nos quedan los siguientes aniones y cationes

Ca	Mg	Na	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CL
		18	13	2	3

Y siendo su conductividad

<b>Iones</b>	<b>Nº</b>	<b>Conductancia</b>	<b>Micromhos</b>
Na	18	48,9	880,2
CO <sub>3</sub> H	13	43,6	566,8
SO <sub>4</sub>	2	73,9	147,8
CL	3	75,9	227,7
<b>TOTAL</b>			<b>1822,5 Micromhos</b>

Observándose una diferencia al restarse la conductividad residual de la potencial de 1468 micromhos lo que supone un 44% de reducción de la conductividad en el caso del agua de las características expuestas.

Siendo además, otro método de determinar la conductividad el dividir las sales presentes en el agua expresadas en miligramos por el factor K que se considera con el valor 0,7 para aguas con contenido salino alto, podemos también determinar la conductividad tanto potencial como efectiva. Por lo tanto considerando los resultados analíticos del agua del ejemplo anterior tenemos:

### Conductividad Potencial

Iones	Nº de equivalentes	Peso equivalente	Miligramos
Ca	3	20,04	61,12
Mg	4	12,16	48,64
Na	18	23	414
COH	20	61,01	1220,20
SO <sub>4</sub>	2	48,03	96,06
CL	3	35,46	106,38
<b>TOTAL</b>			<b>1.946,64 mg</b>

$$Cd \text{ (Potencial)} = 1946,64 / 0,7 = 2780 \text{ micromhos}$$

### Conductividad Efectiva

Al precipitar 3 meq de CO<sub>3</sub>CA y luego 4 meq de CO<sub>3</sub>Mg

Iones	Nº equivalentes	Peso equivalente	Miligramos
Na	18	23	414
CO <sub>3</sub>	13	61,01	793
SO <sub>4</sub>	2	48,03	96,06
CL	3	35,46	106,38
<b>TOTAL</b>			<b>1409,44 mg</b>

$$Cd \text{ (efectiva)} = 1409,44 \text{ mgr} / 0,7 = 2.013 \text{ micromhos}$$

2.780 micromhos de Conductividad Potencial – 2.013 micromhos de conductividad efectiva = 767 micromhos

Lo que significa un descenso en la conductividad por precipitaciones de sales del 27,5%

Los resultados de estos dos métodos se separan de los valores indicados como medios por D.W. Westcot y R. S. Ayers, pero están próximos a los máximos que establece Rodes para riegos eficientes (30%).

### Bibliografía Consultada

- 1 Exmo Cabildo Insular de Gran Canaria, 1958 "Gran Canaria y sus Obras Hidráulicas.
- 2 Hans M. Hausen, Ph, 1954 "Hidrografía de las Islas Canarias"
- 3 Quirante, Francisco, 1981 "El Regadío en Canarias"
- 4 S.Q.M Nitratos-ROTEM-AMFERT-NEGEN, 1995 "Jornadas sobre Abonos su Problemática Salina"
- 5 López Melida, Julio, 1978 "El Análisis químico aplicado a la fertilización de Plantas ornamentales"
- 6 R.S. Ayers – D.W. Westcot, 1976 "Calidad del agua para la agricultura"
- 7 Domínguez Vivanco, Alonso, 1978 "Abonos Minerales"
- 8 American Water Work Association, 1963 "Métodos Estándar para el Examen de Aguas y Aguas de Desechos"