

Sodio, Boro y Micronutrientes

Control de los problemas del riego con agua desalada

Las superficies regadas con aguas desaladas aumentan de forma continua dada la disminución de costes de producción de este tipo de aguas. Es bien conocido que las plantas de ósmosis inversa que desalan agua de mar producen un agua con un índice de peligrosidad de Sodio muy alto: SAR > 10, cuando el SAR recomendado para garantizar una adecuada conservación de la estructura del suelo y evitar la dispersión de las arcillas debería ser inferior a 6. Se trata, por tanto, de un agua bastante descompensada principalmente porque las membranas de ósmosis retienen el Calcio y el Magnesio.

El problema de sodio está muy extendido en distintas partes del mundo y es bien conocido por numerosos estudios de riegos con aguas de pozos salinos así como de aguas bicarbonatadas sódicas. Las medidas de control se mueven alrededor de las distintas técnicas de aplicación de calcio bien en forma de yeso, nitrato cálcico y hasta cloruro cálcico y compuestos solubles de calcio. En general, por tanto, se considera que el sodio es un problema bien estudiado y las enmiendas de suelos y el control de la salinidad en superficie son técnicas bien conocidas y divulgadas entre los agricultores.

Por otro lado, es sabido que el agua de mar desalada tiene niveles de Boro alrededor de 1 mg/L y a veces hasta de 1,7 mg/L. Estos valores son también típicos de las plantas de ósmosis inversa. Sin embargo, el comportamiento del Boro en el suelo no es tan conocido fuera de las zonas donde tradicionalmente han tenido problemas de este tipo. Por ello, es generalmente un elemento poco estudiado tanto en Canarias como en la península.

Atendiendo a esta necesidad el Centro Canario del Agua ha realizado en colaboración con el Departamento de Edafología de la Universidad de la Laguna, una serie de ensayos de infiltración en laboratorio con suelos con distintos niveles de Boro de partida con el fin de analizar el lavado del mismo y el tiempo en alcanzar los niveles de equilibrio con el agua de riego.

Descripción de los ensayos

Se tomaron muestras de columnas de suelos de origen volcánico conservando la estructura del suelo intacta. A continuación se realizaron una serie de ensayos de infiltración en laboratorio regando las columnas con agua desalada durante 8 riegos y a continuación con otros 10 riegos más con agua desalada con sulfato cálcico disuelto (aprox. 1.500 mg/L). El volumen de cada riego fue igual al volumen de poros del suelo en las columnas estimado como el 50% del volumen de la columna. Se tomaron muestras de los lixiviados después de cada riego y se analizaron balances iónicos, pH, CE y Boro.

Resultados

A continuación se presenta un extracto de los resultados obtenidos.

La calidad del agua de riego de los experimentos era la siguiente:

	pH	CE µS/cm	Na meq/L	K meq/L	Ca meq/L	Mg meq/L	SAR	B mg/L
Desalada	7,8	880	6,23	0,14	0,19	0,61	9,9	0,9
Desalada+yeso	7,1	2.660	5,58	0,24	46,71	1,20	1,1	1,1

Los resultados de los análisis de lixiviados aparecen en las Figuras 1, 2 y 3.

En la Figura 1 se ve claramente el aumento de conductividad del lixiviado por la aparición del sulfato cálcico en el mismo. Claramente, el equilibrio se establece rápidamente después de 2 riegos y se mantiene hasta que empieza a subir después de comenzar los riegos con agua desalada y yeso. El valor del primer riego es debido al pequeño lavado que se produce por los daños de estructura que pudieran haberse producido durante los muestreos.

En la Figura 2 se ilustra el aumento de calcio a partir del noveno riego. También se comprueba el desplazamiento del sodio por el calcio. Este experimento demuestra en parte el efecto de una enmienda de yeso en el suelo. Esto es, después de 3 ó 4 riegos se consigue eliminar el sodio acumulado en el complejo de cambio. Se sabe que en la práctica no se realiza la aplicación de solución de yeso en continuo sino que se aplica cierta cantidad en superficie o mezclada con el suelo. En estos casos la curva de desplazamiento de sodio del complejo de cambio es similar pero la curva de calcio no se mantiene alta, sino que desciende unos 2 o 3 riegos después del descenso del sodio a medida que va desapareciendo la fuente de calcio.

En la Figura 3 se analiza el comportamiento del Boro en tres tipos de suelos cuya concentración inicial es diferente. Los datos demuestran como el contenido en Boro del lixiviado tiende a equilibrarse con el contenido en Boro del agua de riego independientemente de la conductividad del agua y de su contenido en cationes o aniones. Este resultado da a entender que el Boro se comporta independientemente del proceso de sodio / calcio que tiene lugar en el complejo de cambio así como de la concentración iónica del agua.

Por tanto, se deduce de estos resultados que mientras se mantengan las condiciones de drenaje adecuadas y se evite la acumulación de sales en superficie, se conseguirá mantener la cantidad de boro en la solución del suelo igual a la del agua de riego. Evitando, por tanto, los problemas de sodificación de suelos se evita la dispersión de las arcillas y se mantiene una buena estructura del suelo. Esto a su vez permite garantizar un buen drenaje y evitar la acumulación de sales en superficie disminuyendo los riesgos de toxicidad de Boro.

Problema interrelacionado

Es sabido que la acumulación de sodio en el suelo conlleva un aumento del pH. Este aumento de pH tiene un efecto beneficioso sobre el boro ya que lo convierte en Borato lo que hace que permanezca inerte y no cause toxicidad a los cultivos. En contrapunto el aumento de pH reduce la movilidad de metales (micronutrientes) con lo que se producen las típicas carencias como por ejemplo las de hierro o zinc.

Importancia de la remineralización y las enmiendas con calcio

Los estudios de riegos realizados con aguas salobres de similares características a las aguas desaladas apuntan a que los suelos sin ningún tipo de tratamiento se degradan hasta tener problemas importantes de infiltración por dispersión de arcillas después de unos 5-7 años. A partir de la experiencia se deduce también que si el agua estuviera remineralizada y su SAR estuviera alrededor de 6 el suelo aguantaría hasta unos 8-10 años sin problemas. Sólo con aplicaciones anuales de calcio en forma de yeso agrícola y de la incorporación de abonos con calcio además de utilizar aguas remineralizadas se conseguirá conservar los suelos adecuadamente.

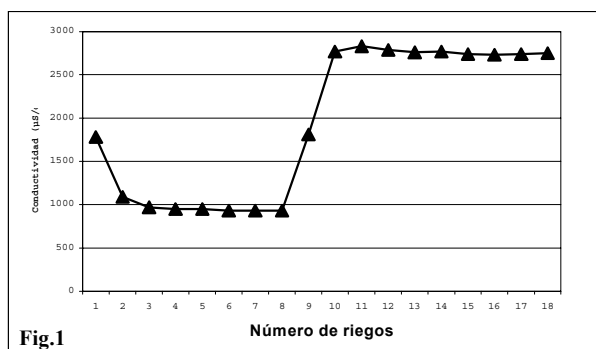


Fig.1

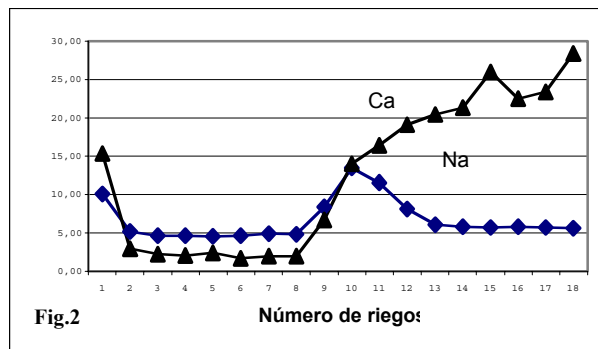


Fig.2

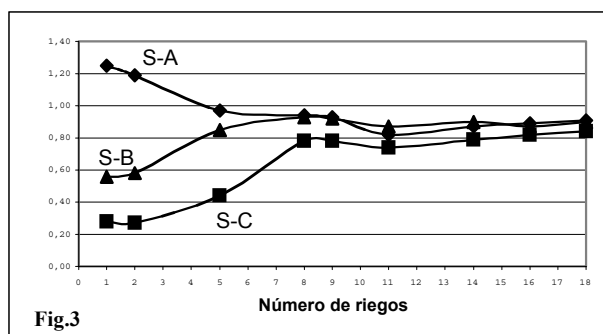


Fig.3

Limitaciones y ventajas de la remineralización con carbonato cálcico

Análisis comparativo de la remineralización con hidróxido cálcico y con carbonato cálcico

Hasta ahora la mayoría de los sistemas de remineralización implantados en el mercado utilizan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para remineralizar el agua desalada. A veces con CO_2 y otras sin CO_2 . Para comprobar el comportamiento del agua ante este tipo de remineralización se realizó un experimento cuyos resultados aparecen en la Figura 1. En ella se ilustra la evolución de tres parámetros pH, alcalinidad y dureza. Según el RD 1193/93 los valores límite serían serían pH: 6,5-8,5, alcalinidad: 30 mg HCO_3^- , y dureza 60 mg Ca/L. De acuerdo con estos datos la dosificación máxima para este tipo de agua con un contenido en CO_2 de 45 ppm para no superar el pH de 8,5 sería de unos 50 ppm de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Se observa que a esta dosis se consigue superar con creces los niveles de alcalinidad de la norma, ya que se alcanzan los 120 mg HCO_3^-/L frente a los 30 mg/L necesarios. Sin embargo, no se consigue alcanzar los niveles de dureza que requiere la norma por mucho que aumentemos la dosificación. Evidentemente, el sistema necesita más CO_2 . La Figura 1 ilustra también el impacto de la sobredosis en la caída de la alcalinidad y dureza por la precipitación del carbonato cálcico que se forma. A este fenómeno hay que añadir en la práctica los problemas de manejo del hidróxido de calcio por su carácter hidroscolopico y la cantidad de polvo que genera su manejo.

En la Figura 2 se ilustra la evolución de la remineralización con carbonato cálcico. La curva de aumento de la alcalinidad y dureza es gradual y permanece estable con el tiempo no produciéndose la sobresaturación. Los datos reflejan un comportamiento de la alcalinidad y dureza similar a la del pH de la Figura 4. Después de 4 minutos se consigue un valor de equilibrio de alcalinidad y dureza que permiten cumplir con la norma de abastecimiento.

La Figura 3 ilustra los valores del índice de corrosión de Ryznar para ambos casos. Se ve claramente que la remineralización con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no alcanza a reducir el índice de corrosión hasta los niveles recomendados para el abastecimiento urbano tal como ocurre con el carbonato cálcico. Esto se explica analizando la química de las distintas reacciones. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}^{2+} + 2(\text{OH})^- + \text{H}_2\text{O}$ y $\text{Ca}^{2+} + 2(\text{OH})^- + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$. Por el contrario el carbonato cálcico $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$. Se produce, por tanto, el doble de bicarbonatos que en la reacción del carbonato cálcico.

La remineralización con carbonato cálcico depende del contenido en CO_2 del agua desalada. Estudios realizados por el CCA apuntan a que el valor mínimo para conseguir una correcta remineralización no debe ser inferior a 40 ppm. Esto no siempre es posible con el agua de mar ya que cuando estas aguas no tienen pretratamiento con bisulfito sódico o ácido sulfúrico antes del proceso de ósmosis no superan generalmente los 30 ppm de CO_2 . Esto no es igual en aguas salobres, sobre todo en subsuelos de origen volcánico, donde puede ocurrir que de forma natural el contenido en CO_2 sea superior a los 100 ppm de CO_2 . En estos casos no es necesario el pretratamiento para disponer del CO_2 necesario en el agua producto como para que se disuelva suficiente carbonato cálcico en el lecho de remineralización. Estos resultados aparecen reflejados en la Figura 4 donde se ilustra el comportamiento de la misma agua con 30 ppm y con 45 ppm de CO_2 .

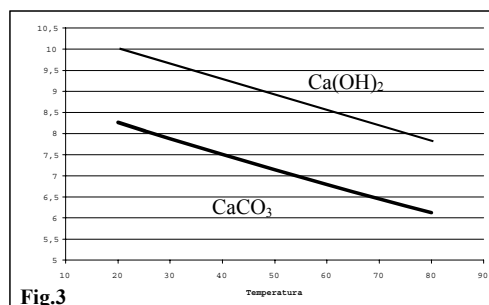


Fig.3

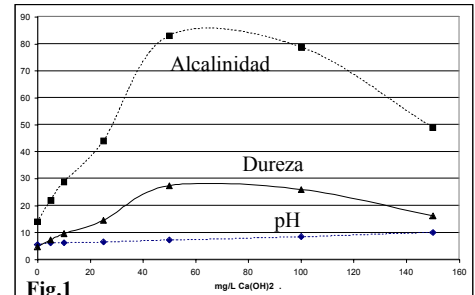


Fig.1

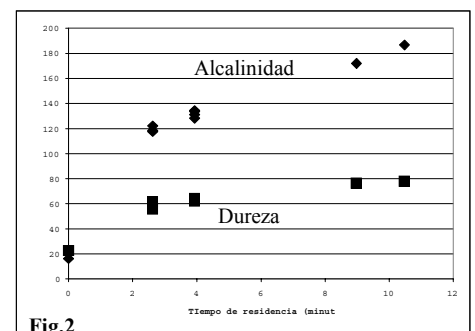


Fig.2

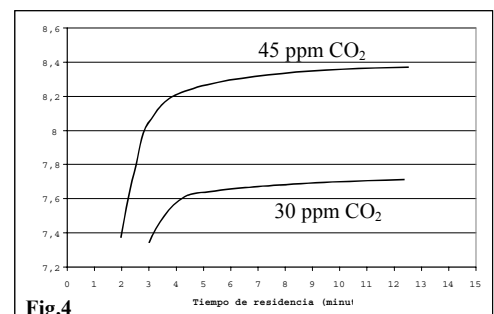


Fig.4

Centro de documentación

Nuevo Informe: Introducción a los bioreactores de membranas

No hay duda ya de que los nuevos reactores con membranas están introduciéndose rápidamente en el mercado de la depuración de aguas residuales. Sin embargo, es poca la información que existe sobre su diseño y funcionamiento. Con el fin de iniciar la divulgación de este sistema el Centro Canario del Agua ha redactado un primer informe a modo de introducción sobre este tipo de sistema de depuración. En él se describe, en primer lugar, la evolución histórica y desarrollo a nivel mundial de estos nuevos sistemas. A continuación se describen los distintos tipos de reactores de membranas. En tercer lugar, se describen algunos criterios de diseño y control que permiten al lector realizar algunos cálculos básicos de comprobación del sistema y las posibilidades de aplicación a una planta depuradora tradicional. También incluye un pequeño resumen sobre los tipos de membranas utilizadas. El documento resume la información aparecida en diversas publicaciones. El informe está disponible en la página web del Centro Canario del Agua www.fcca.es. Para más información: Lara Prieto (922 298664).

Nueva base de datos: Adquisición de DESALNET

La Fundación ha adquirido la base de datos sobre desalación de la AWWA que incluye 12 CD. Consiste en una recopilación de todas las publicaciones sobre desalación desde 1960 hasta nuestros días. Incluye la referencia de todos los documentos publicados y en algunos casos también el documento completo. Esta base de datos se irá completando con los servicios de Internet que ofrecen diversas editoriales y asociaciones con el fin de procurar una buena base documental sobre todos los temas de aguas y desalación. Para consulta de esta base de datos llamar a nuestras oficinas (922 298664, ext. 10).

Efficient 2003

Éxito de la convocatoria de la IWA en Tenerife

Con más de 120 ponencias aprobadas por el comité científico, la II Conferencia Internacional sobre Uso y Gestión Eficiente del Agua en los Abastecimientos Urbanos organizada por la IWA (International Water Association), la Asociación Española de Empresas de Abastecimiento (AEAS), el Cabildo de Tenerife y el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, promete ser un gran foro de intercambio de las ideas, experiencias y técnicas más recientes en todas las áreas de la gestión del agua. A celebrarse los próximos 2-4 de abril se están realizando todos los esfuerzos para conseguir responder al gran interés despertado tanto a nivel nacional como internacional. La ponencia del Centro Canario del Agua: "La experiencia en Canarias de 50 años de experiencia en planificación hidráulica" que ha sido incluida en una de las "hot sessions" y correrá a cargo del Dr. Manuel Hernández Suárez, Director del Centro.