

# Sobre la utilización de la clasificación de las aguas de riego del U.S. Laboratory Salinity (USLS)

*About the use of the U.S. Salinity Laboratory (USLS) classification of irrigation water*

M. Olías, J.C. Cerón y I. Fernández

Departamento de Geodinámica y Paleontología. Universidad de Huelva. Campus 'El Carmen'. 21071 Huelva. manuel.olias@dgyp.uhu.es, ceron@uhu.es, infernan@uhu.es

## ABSTRACT

*One of most used methods in our country to determinate the soil salinisation and sodification risk from the irrigation water composition is the U.S. Salinity Laboratory (USLS) classification, which used the electrical conductivity and the SAR (Sodium Adsorption Rate) of the irrigation water. However, it is well known that this method presents serious defects, because of it should be substitute by other more adecuated classifications, as the developed by the FAO.*

**Key words:** irrigation water quality, USLS clasification

*Geogaceta, 37 (2005), 111-113  
ISSN:0213683X*

## Introducción

De entre los sistemas desarrollados para alertar del peligro de salinización o sodificación del suelo a partir de algunos parámetros medidos en el agua de riego, uno de los más utilizados en nuestro país es el propuesto por Richards (1954) para el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (Riverside, California). Este sistema se basa en la medida de la conductividad eléctrica del agua para determinar el riesgo de salinización del suelo y en el cálculo de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS ó, en inglés, SAR) para determinar el riesgo de sodificación o alcalinización, definido según la fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

donde las concentraciones se expresan en meq/L.

Se definen cuatro clases de riesgo de salinización y otras cuatro de riesgo de sodificación (Fig. 1), resultando en total 16 clases de agua (C1-S1, C1-S2, etc.) cada una de las cuales tiene unos condicionantes para ser

utilizada en regadío (Custodio y Llamas, 1986).

Como se ha citado la clasificación del USLS es muy utilizada en nuestro país, se presenta en los textos clásicos de hidrogeología en español (Davis, 1971; Custodio y Llamas, 1986) e incluso en manuales relativamente recientes sobre hidrogeología o recursos hídricos (Martínez y Ruano, 1998; Balairón, 2000). Sin embargo, como se explica a continuación, esta clasificación presenta graves defectos conceptuales por lo que debe abandonarse y ser reemplazada por

otras más adecuadas, como la desarrollada por Ayers y Westcot (1985) para la FAO.

## Discusión

Los inconvenientes de la clasificación del USLS son, por un lado, que los rangos de la conductividad eléctrica empleados para definir las clases de salinización son demasiado conservadores y, por otro y más importante, adolece de un grave error conceptual en cuanto a la variación del riesgo de sodificación en función

Riesgo de Salinidad	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Bajo	<750
Medio	750-1500
Alto	1500-3000
Muy Alto	>3000

**Tabla I.- Modificación de la clasificación del USLS propuesta por el Comité de Consultores de la Universidad de California para Directrices de Calidad del Agua en 1972.**

*Table I.- Modification of the USLS classification proposed by the 1972 University of California Committee of Consultant's Water Quality Guidelines.*

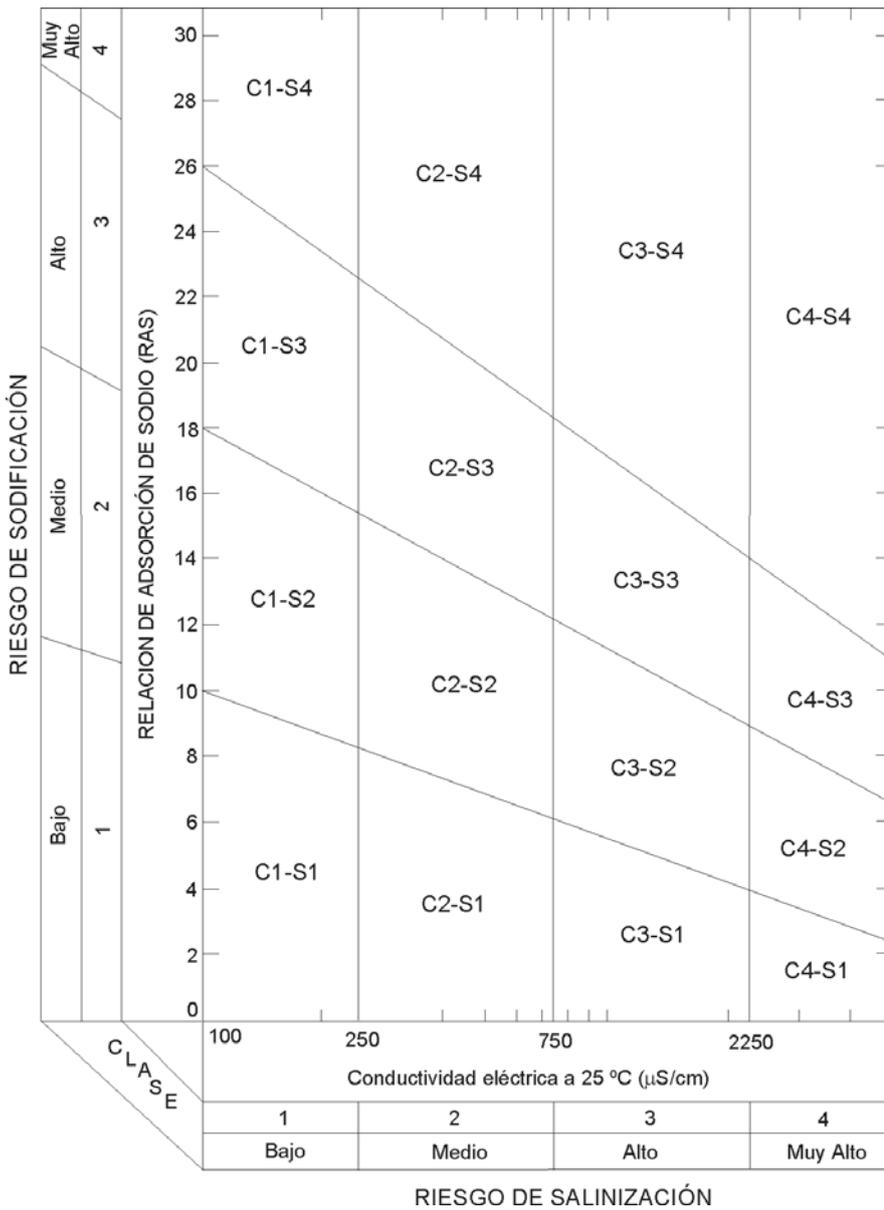


Fig. 1.- Clasificación del USLS para las aguas de riego.

Fig. 1.- USLS classification for irrigation waters

de la salinidad del agua. A continuación se discuten ambos aspectos.

*Rangos de la conductividad eléctrica demasiado conservadores*

Los valores de la conductividad eléctrica para definir el riesgo de salinización son demasiado conservadores. Ya en 1972 el Comité de Consultores de la Universidad de California propuso su modificación aumentado los límites en cuanto al riesgo de salinidad utilizados por Richards (Pizarro, 1985), estableciéndose los rangos de riesgo de salinidad mostrados en la tabla I. Sin embargo en nuestro país se sigue

utilizando los tramos definidos en la clasificación original (Fig. 1).

La clasificación de la FAO (Ayers y Westcot, 1985) es muy similar a esta modificación propuesta, aunque unifica los dos tramos intermedios y rebaja ligeramente el valor del primer límite, de forma que define tres tipos de aguas (<700 mS/cm, entre 700 y 3000 mS/cm y > 3000 mS/cm).

Por otro lado, cuando el agua de riego tiene muy baja salinidad (conductividad eléctrica por debajo de 200 mS/cm) origina casi siempre problemas de infiltración debido a que tiende a lavar las sales solubles

del suelo, especialmente el calcio (Ayers y Westcott, 1985).

*Error conceptual en la variación del riesgo de sodificación en función de la salinidad del agua*

Cuando una disolución se diluye, con la misma proporción de meq/L entre Ca, Na y Mg, su RAS disminuye. Por ejemplo, si calculamos el RAS de un agua de riego que tenga 8 meq/L de Na<sup>+</sup>, 2 meq/L de Ca<sup>2+</sup> y 2 meq/L de Mg<sup>2+</sup> y otra solución que contenga el doble de estas cantidades (16 meq/L de Na<sup>+</sup>, 4 meq/L de Ca<sup>2+</sup> y 4 meq/L de Mg<sup>2+</sup>), obtenemos un RAS de 5,6 para la primera y 8 para la segunda. Esta es una de las razones por la que en climas húmedos son menos abundantes los suelos sódicos, pues la solución del suelo está normalmente más diluida (Pizarro, 1985).

Sin embargo, en la clasificación del USLS vemos que los límites para definir las clases de riesgo de sodificación disminuyen al aumentar la conductividad, lo que contradice lo expuesto anteriormente pues, con el mismo RAS, el riesgo de sodificación es menor cuando desciende la salinidad. Es decir, en el diagrama del USLS las líneas diagonales descendentes al aumentar la conductividad (Fig. 1), deberían ser ascendentes.

*Clasificación de la FAO*

Por estas razones el uso de la clasificación de aguas de riego del USLS debe ser reemplazado por otras clasificaciones más adecuadas como la de la FAO (Tabla II) que además incluye otros aspectos como la toxicidad a iones específicos (ver Ayers y Westcot, 1985).

Se observa como al aumentar la conductividad eléctrica del agua se admite un RAS mayor, al contrario que la clasificación del USLS. Así, por ejemplo, un agua con una conductividad por debajo de 200 mS/cm y un RAS de 5 es considerada como de muy buena calidad por la clasificación del USLS, por el contrario en la clasificación de la FAO presenta las peores características posibles en cuanto a infiltración, con severas restricciones para su uso.

Ayers y Westcot (1985) recomiendan la utilización del llamado RAS ajustado calculado según el procedimiento de Suarez (1981), aunque también se puede seguir utilizando el

	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
	Ninguno	Ligero o moderado	Severo
Problema potencial: SALINIDAD			
C.E.	<0,7	0,7-3,0	<3,0
Problema potencial: INFILTRACIÓN			
RAS entre 0 y 3 y C.E. =	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
RAS entre 3 y 6 y C.E. =	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
RAS entre 6 y 12 y C.E. =	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
RAS entre 12 y 20 y C.E. =	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
RAS entre 20 y 40 y C.E. =	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9

Tabla II.- Clasificación de la calidad del agua para riego según la FAO (Ayers y Westcot, 1985). C.E.: Conductividad eléctrica (en mS/cm ó dS/m).

Table II.- FAO Classification of water quality for irrigation (Ayers and Westcot, 1985). C.E.: Electrical conductivity (in mS/cm or dS/m).

RAS calculado mediante la fórmula clásica expuesta anteriormente. El RAS ajustado pretende tener en cuenta la variación de la concentración de Ca en el agua del suelo debido a la disolución ó precipitación de minerales carbonatados. Para el cálculo del SAR ajustado según este procedimiento es necesario conocer la relación  $\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+}$  y la conductividad eléctrica del agua de riego (Ayers y Westcot, 1985).

### Conclusiones

La clasificación del USLS para la determinación de la calidad del agua de riego está muy extendida en nuestro país. Sin embargo adolece de graves defectos, como unos rangos muy conservadores para la determinación del riesgo de salinidad y, sobre todo, un importante error conceptual en los niveles admisibles del RAS en función de la salinidad

del agua; se admiten mayores valores de SAR al disminuir la conductividad eléctrica cuando en estas condiciones el riesgo de sodificación del suelo aumenta.

Esta clasificación debe ser abandonada y ser reemplazada por otras más adecuadas, como la de FAO.

### Referencias

- Ayers, R.S. y Westcot, D.W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma, 174 p.
- Balairón, L. (2000). *Gestión de Recursos Hídricos*. Ed. Univ. Politécnica de Cataluña, Barcelona, 478 p.
- Custodio, E. y Llamas, M.R. (1986). *Hidrología subterránea*. Omega, 2350 p.
- Davis, S.N. y De Wiest, R. (1971). *Hidrogeología*. Ariel, 563 p.
- Martínez, J. y Ruano, P. (1998). *Aguas subterráneas, captación y aprovechamiento*. Progensa, 404 p.
- Pizarro, F. (1985). *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Agrícola Española, S.A., 542 p.
- Suarez, D.L. (1981). *Soil Science Society of America Journal*, 45, 469-475.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agricultural Handbook 60, 160 p.