

CONSECUENCIAS DEL RIEGO COMPLEMENTARIO SOBRE PROPIEDADES EDAFICAS EN LA LLANURA PAMPEANA

N PEINEMANN¹, M DIAZ-ZORITA², M B VILLAMIL¹, H LUSARRETA¹, D GRUNEWALD¹

¹Dto. de Agronomía - Universidad Nacional del Sur - 8000 - Bahía Blanca, Argentina. ²E. E. A. INTA General Villegas - 6230 - General Villegas, Argentina.

COMPLEMENTARY IRRIGATION CONSEQUENCES ON SOIL PROPERTIES IN THE PAMPEAN PLAIN OF ARGENTINA

Complementary irrigation practices are being widely adopted in the Pampean Plain. Eighteen superficial soil samples were irrigated with representative groundwaters with the objective of predicting soil properties evolution under laboratory conditions. The pH increased one unit, the exchangeable sodium percentage increased four times and the hydraulic conductivity diminished close three times after the application of 150 mm of water.

Key words: Irrigation-Hydraulic conductivity-Sodification

INTRODUCCION

Con el objeto de aumentar los saldos exportables y a la vez reducir en algún grado la cuota de inseguridad por falta de lluvias oportunas, el riego complementario basado principalmente en el aprovechamiento de las aguas subterráneas es una práctica que se está expandiendo rápidamente en los últimos años en la Región Pampeana.

Es conocido que al aplicar aguas de riego con elevada proporción de sales sódicas, estas causan la dispersión de los coloides del suelo deteriorando las propiedades hidráulicas de los mismos (Peinemann 1997). Debido a que en la región que nos ocupa, ya sea en suelos o sedimentos, se presentan con frecuencia contenidos apreciables de cationes alcalinos, es de presumir que en las aguas subterráneas ello también ocurra. Por esta razón, se consideró de interés poder llevar a cabo la caracterización de muestras de suelo y agua de lotes en los que ya se aplicara riego complementario con agua subterránea o se tuviera intenciones de hacerlo, y que a la vez cubrieran un amplio espectro geográfico y de situaciones. Este trabajo tiene por objeto poder evaluar la evolución de las propiedades físicas de los suelos mediante la simulación de riegos en laboratorio en los que son utilizadas las aguas subterráneas que constituyen el potencial recurso hídrico de la región.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de suelo seleccionadas correspondían a la capa arable y las de agua a las capas subterráneas utilizadas para el riego en 18 sitios de la Región Pampeana (Figura 1). De los suelos seleccionados 11 eran Hapludoles (con alta permeabilidad) y 7

Argiudoles (con permeabilidad media o baja). La provisión de aguas subterráneas fue efectuada mediante perforaciones efectuadas entre 20 y 70 m de profundidad (11 desnudas y 7 encamisadas) cuyo caudal estuvo comprendido entre 60 y 250 m³ hora⁻¹.

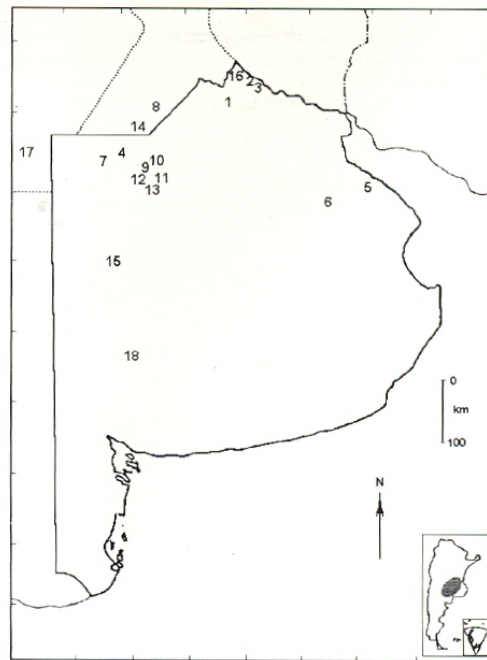


Figura 1. Localización de las muestras estudiadas.

En las muestras de agua fue determinado el contenido de sales solubles totales, pH y concentración de cationes (sodio, calcio y magnesio) y aniones (carbonato y bicarbonato) por técnicas de rutina habituales (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos 1954). En la composición de las muestras de agua subterráneas utilizadas para riego los valores de conductividad eléctrica (CE) están comprendidos entre 0,5 y 1,7 dSm⁻¹ con un promedio próximo a 1,0 dSm⁻¹ y poseen un riego de sodio intercambiable riego de sodio intercambiable (RAS) entre 1,9 y 11,8 con 5,6 de media. En los suelos, igualmente por procedimientos estandarizados (Klute 1986), fueron determinadas la composición granulométrica, contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH y contenido de sodio intercambiable antes y después de los ensayos simulados de riego.

La simulación de riegos se efectuó en permeámetros por triplicado, aplicando tres riegos de 50 mm de lámina sobre cada suelo utilizando para ello el agua subterránea correspondiente, durante los cuales se midieron los volúmenes percolados en función del tiempo determinándose la conductividad hidráulica.

$$K = Q L t^{-1} S^{-1} H^1$$

donde:

- K = conductividad hidráulica (cm h⁻¹).
- Q = volumen percolado (cm³).
- t = tiempo (horas).
- L = altura de la muestra de suelo saturada (cm).
- H = carga hidráulica constante (cm).
- S = sección interna del permeámetro (cm²).

Los cambios en las propiedades edáficas por efecto de los riegos se evaluaron en base al cociente de la diferencia entre la situación final e inicial con respecto al nivel inicial de la variable considerada. Se determinaron así los incrementos en pH y PSI, como así también la pérdida de conductividad hidráulica (ΔK) de cada suelo. Los resultados fueron evaluados mediante análisis de componentes principales (ACP) a través de las matrices de correlación entre las variables de calidad de agua y la de correlación entre propiedades edáficas y las variaciones ocasionadas por el riego (Rolf 1993). Se empleó la prueba de t para la comparación entre los niveles iniciales y finales de pH, PSI. Considerando a cada sitio como una repetición. Además se realizaron regresiones simples entre las propiedades evaluadas y los cambios en los suelos (Analytical Software 1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

A través de ACP no se detectaron agrupamientos entre la composición de las muestras de agua con propiedades de los suelos correspondientes. De acuerdo a la clasificación de aguas para riego elaborada por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (1954) ellas estarían situadas entre las clases C₂S₁ y C₃S₃, lo que significa que respecto al contenido de sales estas pueden usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado y el drenaje sea eficiente. En nuestro caso la primer condición puede asumirse que estaría cumplida, pues al tratarse de uso para riego complementario para subsanar posibles deficiencias hídricas estacionales dentro de una zona húmeda o subhúmeda (precipitación

media anual entre 600 y 1000 mm), las precipitaciones de los períodos más húmedos lixiviarán en parte los excesos de sales acumuladas. Por otro lado la aplicación de volúmenes reducidos de agua, mediante los riegos ocasionales haría inferir un reducido efecto de los mismos sobre la posición del agua freática por lo que son mínimos los riesgos de salinización como consecuencia de las sales aportadas por el agua aplicada. El aspecto más delicado, como ya fuera señalado en trabajos previos realizados en esta región (Arens 1969, Cerana 1980, Svartz, Richter 1996) es la elevada proporción de sodio en relación a los cationes divalentes en estas aguas, por lo que su aplicación sobre suelos ricos en coloides hace prever un deterioro de las propiedades físicas. El elevado contenido de bicarbonatos de estas aguas supera al de los cationes divalentes, traduciéndose en valores de carbonato de sodio residual (CSR) comprendidos entre 1,5 y 12,4 meq l⁻¹ con media de 6,7 meq l⁻¹, valor este último ampliamente superior al límite de 2,5 meq l⁻¹ permitido para aguas de riego, lo que explica la alcalinidad de las aguas cuyos valores de pH se sitúan entre 7,5 y 8,5 con una media de 8,0. La baja correlación observada entre ΔK y CSR confirmarían los cuestionamientos que fueron realizados a la validez de este concepto debido a que en la naturaleza tienen lugar desviaciones respecto a las asumidas inicialmente con motivo de su formulación (Rhoades 1972).

Los suelos analizados poseen contenidos de materia orgánica que varían entre 1,3 y 5,2 % y de arcilla entre 4,1 y 30,1 %, predominando los de textura franca y franco-limosa. El pH inicial del suelo presenta un amplio rango de variación entre ácido (5,4) y alcalino (7,9), aumentando por efecto del riego con aguas alcalinas en promedio cerca de una unidad de pH. Los valores de PSI presentaron inicialmente un amplio grado de dispersión con valores entre 0,5 y 10,0 %, presumiblemente como consecuencia de su historia previa relacionada al riego con aguas aguas sódicas bicarbonatadas alcalinas, aunque con un valor promedio de 2,6 %. Luego de la aplicación del agua de riego en el ensayo descrito en este trabajo estos suelos sufrieron aumentos parciales comprendidos entre 0,1 y 19,5 % con una media para todos los casos estudiados de 8,7 %, los que se tradujeron en importantes disminuciones en la conductividad hidráulica, valores que pasaron de un valor medio de 9,3 cm h⁻¹ en el primer riego a 3,9 cm h⁻¹ al final de la experiencia. De esta forma el riego complementario, aunque parezca paradójico, incide negativamente sobre el uso eficiente del agua, ya que basándose en conceptos de Ayers y Westcot (1976) la pérdida de permeabilidad reduce la cantidad de agua almacenada y el aumento en la concentración de sales solubles disminuye su disponibilidad. Aunque en la naturaleza las lixiviaciones que

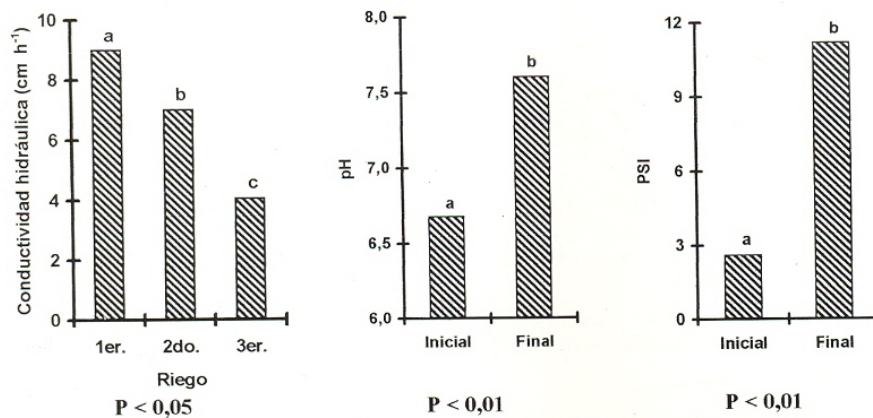


Figura 2. Variaciones medias de conductividad hidráulica (a), pH (b) y PSI (c) al cabo de las experiencias de riego simuladas. Letras distintas indican diferencias significativas

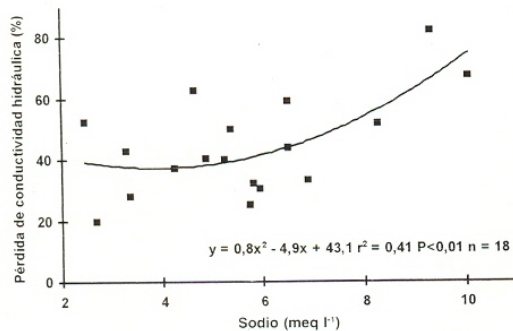


Figura 3. Relación entre la pérdida de conductividad hidráulica y la concentración de sodio en las aguas.

puedan tener lugar por efecto de la lluvia vuelven a desplazar en parte esta mayor concentración de sodio incorporado, se indica aquí la dirección de los procesos que tienen lugar.

Como ya se señalara, en todos los casos el riego con 150 mm de agua de riego subterránea tuvo como consecuencia disminuciones en la conductividad hidráulica y aumentos tanto de pH como de PSI de los suelos (Figura 2).

La concentración de sodio en las aguas de riego, los contenidos de arcilla + limo y el pH inicial de los suelos pudieron relacionarse con las disminuciones observadas en la conductividad hidráulica. A mayor concentración de sodio en las aguas de riego, más pronunciada es la disminución de la conductividad hidráulica (Figura

3), hecho que es explicado por un mayor intercambio de otros cationes por sodio, contribuyendo a desestabilizar la estructura y movilizar los coloides. La relación significativa entre los contenidos de arcilla + limo y la disminución de K (Figura 4) constituye una evidencia directa de la influencia que tienen los coloides del suelo sobre esta propiedad. La relación inversa entre disminución de K y los contenidos de arcilla + limo indica que los cambios son más sensibles cuanto menor es el contenido de partículas de reducido tamaño, probablemente por alcanzarse más rápido un mayor grado de saturación con sodio y con ello un efecto más marcado sobre procesos de dispersión y/o hinchamiento de las partículas, con lo que se facilita la obstrucción de poros conductores de agua.

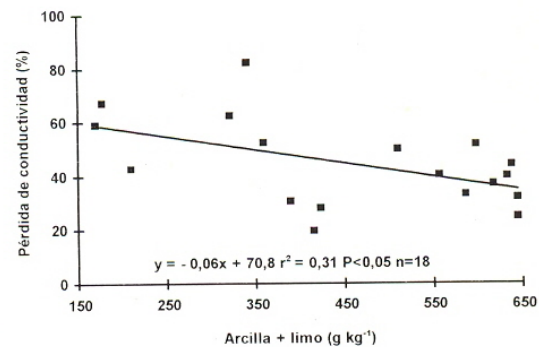


Figura 4. Relación entre la pérdida de conductividad hidráulica y el contenido de arcilla + limo de los suelos.

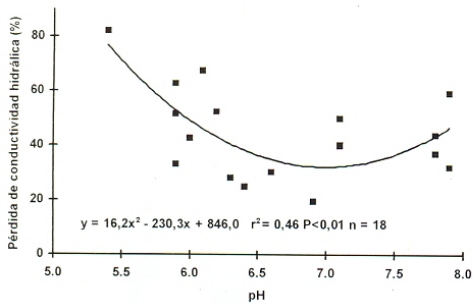


Figura 5. Relación entre la pérdida de conductividad hidráulica y el pH de los suelos al inicio de los ensayos.

Se observó además que las disminuciones en la K fueron mayores cuanto más bajo fué el pH inicial de los suelos (Figura 5). La tendencia a una menor disminución en la K luego de los riegos con aguas alcalinas a medida que el pH inicial de los suelos fué mayor, sugiere que el posible manejo anterior de los suelos y su contenido de cationes alcalinos condicionan los efectos de posteriores tratamientos. De este modo en los suelos débilmente alcalinos, los riegos con aguas sódicas alteran en menor medida su conductividad hidráulica que en los débilmente ácidos. Este comportamiento puede ser explicado, asumiendo que a medida que es mayor la diferencia de pH entre el agua de riego y el suelo más pronunciados serán los procesos de hidrólisis facilitando así la adsorción de sodio y en consecuencia una más marcada dispersión de coloides que producirá más importantes disminuciones de K. Los suelos de pH inicialmente más elevados es probable que ya hayan sufrido en gran medida los deterioros físicos mencionados por anteriores aplicaciones de aguas alcalinas, razón por la cual en esta instancia muestran cambios más moderados.

Si bien los resultados de estos ensayos de laboratorio aparecen como drásticos, es cierto que en la naturaleza interactúan otras variables que atemperan los efectos aquí medidos. En primer lugar, debe tenerse en cuenta que en este caso el ciclo de riegos correspondiente a un ciclo vegetativo fue aplicado en el transcurso de unas

pocas semanas. El mayor tiempo en la práctica permitiría que actúen con más intensidad procesos tales como degradación biológica de la materia orgánica, reacciones de intercambio como consecuencia de aplicaciones de fertilizantes y enmiendas y otras propiedades de superficie de los coloides que amortiguarían en parte los aumentos de pH aquí mostrados. Por lo tanto sin pretender caer en extremos se recomienda a las instituciones encargadas de la difusión de nuevas prácticas, un cuidadoso seguimiento de la evolución de las propiedades edáficas para poder recomendar posibles estrategias de riego complementario compatibles con la preservación de la calidad de los suelos.

Aunque sea reconocido que con la incorporación del riego en la región agrícola más rica de Argentina, se incrementarán sensiblemente los saldos exportables, no es admisible que en una época en que se pregonan la necesidad de adoptar prácticas que aseguren la sustentabilidad del sistema, se ignoren los riesgos que se afrontan.

REFERENCIAS

- Analytical Software. 1996. Statistix for windows. User's manual, 333 pág.
- Arens P. 1969. Algunos efectos del riego suplementario sobre suelos de la Pampa Ondulada. V Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo: 98-102
- Ayers RS, DW Westcot. 1976. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage papers N° 29, 116 pág.
- Cerana JA. 1980. Deterioro de los suelos a consecuencia de riegos con aguas poco salinas que contienen bicarbonatos. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo: 55-61.
- Klute A. 1986. Methods of Soil Analysis. SSSA Book Series, Madison, WI, USA, 1188 pág.
- Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos. 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. USDA Agric. Handbook N° 60, 172 pág.
- Peinemann N. 1997. Formación, clasificación, manejo y recuperación de suelos salinos y sódicos con anexo de datos del sur de la Llanura Pampeana. Ediciones Sur. La Plata, 110 pág.
- Rhoades JD. 1972. Quality of water for irrigation. Soil Sci. 113: 277-284.
- Rolf FJ. 1993. NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 1.80.
- Svartz HA, Richter M. 1996. Simulación de cambios en las propiedades físicas y fisicoquímicas de columnas de suelo de Pergamino bajo condiciones de riego complementario. XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: 161-162.