



Suelos

Diana Fernández
INTA Valle Medio
fernandez.diana@inta.gob.ar

Rehabilitación de suelos salino-sódicos: experiencia de un trabajo interinstitucional público-privado

Con la iniciativa de un integrante del Consejo Local Asesor (CLA) de la Agencia de Extensión Rural INTA Valle Medio y el apoyo de empresas privadas, se realizó una experiencia concreta para mejorar los suelos salino-sódicos de la región.

Problemática de los suelos salinos-sódicos

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) publicó en el año 2024 un informe sobre los suelos afectados por sales, en el que se muestran 1.381 millones de hectáreas (10,7 % de la superficie terrestre mundial) deterioradas por salinidad y otras 1.000 millones de hectáreas en peligro debido a la crisis climática y a la mala gestión humana.

En Argentina, el mapa de suelos afectados por sales realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) indica que entre los 0-30 cm de profundidad hay 77.040.300 ha de suelos salinos, sódicos o salinos-sódicos, lo que representa el 27,6 % de la superficie del país. Además, se indica que entre los 30 – 100 cm de profundidad hay 106.638.900 ha, es decir, el 38,2 % de Argentina.

Los suelos salinos son aquellos que contienen cantidades importantes de sales, lo que interfiere en el crecimiento y/o desarrollo de la mayoría de los cultivos. La salinidad se expresa a través de la Conductividad Eléctrica (C.E.) en la solución del suelo, y el umbral para considerar que un suelo es salino se ha establecido en $C.E. \geq 4$ dS/m (deciSiemens por metro) a 25 °C.

Los suelos sódicos se originan cuando el ion monovalente sodio (Na^+) desplaza otras bases del complejo de adsorción, como el calcio (Ca^{2+}) o el magnesio (Mg^{2+}). Un suelo es considerado sódico cuando el P.S.I. (Porcentaje de Sodio de Intercambio) es mayor a 15 % o la R.A.S. (Relación de Absorción de Sodio, que es la relación entre el Na^+ y los cationes bivalentes Ca^{2+} y Mg^{2+}) de la solución del suelo es mayor a 13 %. Un pH superior a 8,5 suele indicar sodio en exceso.

Es muy común encontrar suelos donde la salinidad está presente en conjunto con la sodicidad, conformando los denominados suelos salino-sódicos (Courel, 2019).

Visualmente puede establecerse la naturaleza e intensidad del problema observando el estado del suelo y la vegetación. Cuando la C.E. se aproxima a 8 dS/m, la vegetación presenta menor desarrollo y modificaciones

en la composición florística. Cuando la C.E. es superior a 14 dS/m se inhibe la germinación de semillas y el desarrollo de las plantas y aparecen manchones desnudos. Eflorescencias salinas en superficie ("salitre blanco") denotan conductividades superiores a 20 dS/m, mientras que la presencia de manchones oscuros ("salitre negro") indica la presencia de humatos sódicos producidos por la dispersión de la materia orgánica y la existencia de un pH próximo a 10 (Zamolinski, 2000).

Sobre la vegetación, las sales ejercen varios efectos nocivos. Por un lado, al aumentar la presión osmótica de la solución del suelo, disminuye el agua aprovechable por las plantas. También existe la toxicidad específica de algunos iones y las carencias condicionadas, provocadas por exceso de algunos cationes que impiden la absorción de otros. Tal es el caso del sodio que, al elevar el pH, impide la normal absorción de nutrientes como fósforo, cobre, hierro, zinc, boro, molibdeno a la vez que condiciona la deficiencia de calcio y magnesio. Por otro lado, el sodio influye negativamente sobre el estado físico del suelo, ya que deteriora la estructura y la porosidad, dificultando la infiltración del agua y la difusión del aire (Zamolinski, 2000). Los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos son responsables de un menor potencial productivo de las especies cultivadas e incluso de la imposibilidad de producir algún tipo de vegetal sobre ellos.

La presencia de sales en los suelos representa un desafío significativo para la producción agropecuaria y la sostenibilidad de los ecosistemas, requiriendo estrategias de manejo y recuperación específicas para mitigar sus efectos negativos como, prácticas de manejo que combinen riegos de lavado, siembras de vegetación apropiada (resistente o tolerante), drenajes adecuados y suministro de alguna fuente de calcio para reemplazar el sodio.

Experiencia en Valle Medio

El Valle Medio cuenta con clima favorable para la producción de muchas especies vegetales tanto para consumo humano como animal, además de la posibilidad de riego con agua del río Negro, de muy buena calidad. No obstante, muchos suelos de la región no escapan a la problemática mundial, encontrándose suelos salinos, sódicos y salino-sódicos.

Por esta razón, es necesario realizar prácticas de rehabilitación de suelos para, en algunos casos, incorporar o reincorporar superficie improductiva y, en otros, aumentar el rendimiento potencial de los cultivos.

Dadas las características del área irrigada de los suelos de Valle Medio, en los que se encuentra una importante superficie afectada por distintos niveles de salinidad y la base económica de la región es agropecuaria,

desde el Consejo Local Asesor (CLA) de la Agencia de Extensión Rural Valle Medio del INTA, a través del ng. Agr. Carlos Degele (ex-técnico del Departamento Provincial de Aguas), surgió en 2019 la propuesta de realizar ensayos de rehabilitación de suelos con yesos formulados de aparente mejor eficiencia química y de aplicación.

Para dar comienzo a la iniciativa se firmó un acta acuerdo entre las siguientes instituciones: Centro de Educación Técnica N° 29 (CET 29), Ente de Desarrollo de Valle Medio (ENDEVAM), Agencia de Extensión Rural INTA Valle Medio (AER Valle Medio) y el CAL.

Luego de una experiencia piloto realizada en el CET 29 (Imagen 1), se propuso en 2023 continuar y escalar la experiencia a campo. En este sentido, se incorporó una línea de trabajo en un proyecto regional de la Experimental Alto Valle del INTA con el aporte del Laboratorio de Agua y Suelo para la Sustentabilidad Productiva y Ambiental (LASSPA), donde se realizaron los análisis de las muestras de suelo. Además, fue esencial la contribución de la empresa privada proveedora de la enmienda "CALIDRA" y los propietarios de las parcelas donde se realizaron los ensayos.

Se seleccionaron suelos que visualmente tuvieran presencia de sales y sodio, con vegetación característica, como "*Distichlis* sp." (pelo de chanco), *Atriplex* sp., entre otras, o ausencia de todo material vegetal, "peladal". Además de la primera prueba mencionada, se evaluaron tres parcelas, dos en Luis Beltrán con riego por aspersión y una en Choele Choel con riego por gravedad.

Se realizaron calicatas para caracterizar el perfil del suelo y se tomaron muestras de distintas profundidades y del agua freática, enviadas luego a análisis (Imagen 2). Todo esto con el fin de conocer el estado inicial del suelo y luego poder realizar las comparaciones.

La textura del suelo resultó ser franco, franco-arenoso y arenoso-franco en las calicatas de Luis Beltrán. En Choele Choel, la textura fue franco y franco-arcillo-limoso.

En la profundidad de 0-30 cm en todas las parcelas, los valores iniciales de PSI, CE y pH fueron mayores a 60 %, 25 dS/m y 10 respectivamente, clasificando como suelos salino-sódicos.

Con estos resultados se determinó el requerimiento de yeso necesario para obtener un PSI de 10 en los primeros 30 cm de suelo.

La enmienda utilizada fue sulfato de calcio dihidratado, con un grado de pureza del 91 % (23 % de Ca²⁺, 17 % de S) y granulometría uniforme. La necesidad de yeso calculada por hectárea fue entre 44 y 80 toneladas en las distintas parcelas.

Luego se realizaron las labores de suelo adecuadas, se incorporó el yeso como enmienda (Imagen 4) y se regó para desplazar las sales y el sodio del perfil del suelo. Finalmente, se sembraron distintos verdeos con el objetivo de contar con cobertura, generar materia orgánica y facilitar la infiltración. Cada parcela estuvo inmersa en lotes donde recibieron el mismo manejo agronómico. De esta manera, se pudo comparar la superficie con enmienda y sin ella.

El éxito de la técnica requiere fundamentalmente temperatura mayor a 15 °C, agua suficiente para cumplir con la necesidad de lavado y tiempo para que se produzca el intercambio químico del sodio por el calcio presente en el yeso.

A medida que fue pasando el tiempo se observó un

mejor comportamiento de las especies sembradas en las parcelas tratadas respecto a las que no recibieron aporte de yeso.

Transcurrido aproximadamente un año y medio desde la aplicación de la enmienda, se repitieron los muestreos en los mismos lugares (Imagen 3), que se enviaron al laboratorio. Los análisis arrojaron valores alentadores, aunque en algunos casos indicaron un inadecuado lavado de sales. De todas maneras, el cambio en la vegetación fue sumamente notoria, en todas las parcelas tratadas (Imagen 5).

Si bien el proyecto aún no ha concluido, los resultados preliminares son positivos, tanto en términos de composición florística como de mejora en las propiedades del suelo. •



Imagen 1. Estudio del perfil del suelo: alumnos y profesores del CET29 participaron de todas las actividades realizadas en la prueba piloto. Noviembre 2019.



Imagen 2. Ing. Agr. Carlos Degele, dentro de la calicata observando el perfil del suelo.



Imagen 3. Extracción de muestras de suelo en parcela de Choele Choe. Ing. Carlos Degele e Ing. Raul Ottogalli.



Imagen 4. Aplicación de enmienda.



Imagen 5. Respuesta al tratamiento de aplicación de sulfato de calcio dihidratado en la parcela A respecto de la parcela B sin enmienda, luego de 18 meses de ensayo.