



CUANTIFICACIÓN DE CATIONES INTERCAMBIABLES EN SUELOS DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA AFECTADOS POR SALES

Beroisa, C. A. ^{1,*}, N. S. Kloster^{1,2}, L. A. Iturri^{1,3}

¹ Universidad Nacional de La Pampa. UNLPam, Santa Rosa, Argentina;

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Anguil, Anguil, Argentina;

³ Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP, CONICET-UNLPam), Santa Rosa, Argentina;

*Ruta N° 35 km 334 (6300) Santa Rosa, La Pampa, carolinaberoisa@gmail.com

RESUMEN

Los cationes intercambiables del suelo, de los elementos calcio, magnesio, potasio y sodio, se encuentran adsorbidos al complejo de cambio. Otra parte de los cationes de estos elementos se encuentra en la solución del suelo, estableciendo equilibrios de adsorción y desorción con sus formas intercambiables. La determinación de cationes intercambiables en suelos de uso agropecuario emplea el método clásico de extracción con solución de acetato de amonio 1 mol/L, pH 7. Este método no permite distinguir las proporciones de cationes intercambiables y solubles cuando los suelos clasifican como suelos salinos y sódicos, con abundantes proporciones de cationes en el medio (tanto en el complejo de cambio como en la solución). Con el objetivo de cuantificar efectivamente sólo los cationes intercambiables en suelos afectados por sales, se realizó la evaluación de dos métodos alternativos al método clásico, 1) lavado previo de los iones en la solución del suelo y 2) cálculo por diferencia entre los cationes extraídos con el método clásico y en el extracto de la pasta saturada de suelo. A partir de los resultados se concluye que los dos métodos alternativos propuestos permiten realizar la estimación de calcio, magnesio y sodio, en suelos afectados por sales de la Región Semiárida Pampeana. Debido a la mayor simplicidad operativa del método 1 respecto del 2, el método 1 resultaría en la mejor alternativa. No obstante, más estudios son necesarios para establecer el número de lavados necesarios para muestras de suelo con CE > 40 dS/m.

Palabras clave: porcentaje de saturación de bases, porcentaje de sodio intercambiable, solución del suelo

INTRODUCCIÓN

El avance de los procesos de salinización y/o sodificación en secano en la Región Semiárida Pampeana (RSP) plantea un desafío metodológico a los laboratorios de análisis de suelo. Tanto en suelos salinos como en suelos sódicos, el método clásico de extracción de cationes intercambiables con acetato de amonio 1 mol/L pH 7, no permite discriminar a los cationes adsorbidos a la fase sólida del suelo (intercambiables) de los que están en la solución del suelo (Millán, 2020). Esto conlleva a una sobreestimación de la cuantificación de los cationes intercambiables y, por lo tanto, del cálculo del porcentaje de saturación de bases (PSB) y del porcentaje de sodio intercambiable (PSI), siendo este último un parámetro necesario para calcular dosis de correctores utilizados en el tratamiento de suelos sódicos.

Para evitar o disminuir la sobreestimación de los valores de PSB y de PSI, algunas metodologías de laboratorio proponen el lavado previo del suelo, antes de realizar la extracción de los cationes intercambiables, con solución de etanol al 40% v/v para eliminar los cationes en la solución del suelo (RILSAV, 2015; Millán, 2020). Otras metodologías proponen descontar la fracción soluble de cationes, obtenida a partir del extracto de la pasta saturada del suelo, al total de cationes cuantificados por el método clásico de extracción del suelo



(Soil Survey Staff, 2014). Estas opciones metodológicas están sujetas a la cantidad y al tipo de sales, y son correcciones que permiten mejorar, pero no solucionan completamente el problema (Millán, 2020).

Por ello, en este trabajo se planteó como objetivo evaluar la aptitud de métodos alternativos para la determinación de cationes intercambiables en suelos afectados por sales de la RSP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron muestras del horizonte superficial (0-20 cm) de suelos de distintos sitios de la RSP afectados por sales. Las muestras se caracterizaron de acuerdo a su valor de pH actual, en relación suelo:agua destilada 1:2,5 y conductividad eléctrica (CE) en extracto de pasta saturada (Mc Lean 1982).

Para el análisis de cationes intercambiables se utilizaron dos métodos propuestos en la literatura:

1) Método 1: extracción de cationes intercambiables con acetato de amonio 1 mol/L pH 7, previa realización de 3 lavados de los iones en la solución del suelo con etanol 40 % v/v (RILSAV, 2015), y

2) Método 2: cálculo de cationes intercambiables por diferencia entre los cationes extraídos con acetato de amonio 1 mol/L a pH 7 y los cationes obtenidos en el extracto de la pasta saturada de suelo (Soil Survey Staff, 2014).

Para la evaluación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el Método 1 se comparó frente al método de extracción clásico, sin lavados previos con etanol.

La cuantificación de los cationes se realizó mediante espectrometría de emisión y absorción atómica por llama (Sparks, 1996) empleando un equipo PinAAcle 900H (Perkin Elmer).

La comparación de los métodos se realizó por test t de comparación de medias y análisis de regresión lineal simple ($\alpha=0,05$), mediante Microsoft Excel/2019 e InfoStat/Profesional version 1.1 (Di Rienzo et al., 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados de clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a los valores de pH y CE. Las muestras presentaron pH entre 7,0 y 10,4 y CE entre 0,36 y 47,8 dS/m, clasificando 1, 4, 5 y 9 ($CE > 4$ dS/m y $pH > 8,5$) como suelos salino-sódicos, 3 como salino ($CE > 4$ dS/m y $pH < 8,5$) y 2, 6 y 8 como sódico ($CE < 4$ dS/m y $pH > 8,5$) (Richards et al., 1973). Esto indicó que los suelos presentan concentraciones elevadas de cationes y/o sodio en la solución del suelo y, por tanto, que es esperable que dichos cationes se encuentren saturando los sitios de intercambio del suelo.

Tabla 1. Clasificación de las muestras de suelo de acuerdo a pH y CE

Muestra	pH	CE (dS/cm)	Clasificación
1	9,7	20,70	Salino sódico
2	9,5	3,28	Sódico
3	8,1	45,50	Salino
4	8,6	47,80	Salino sódico
5	8,8	41,10	Salino sódico
6	8,9	1,16	Sódico
7	7,0	0,36	-
8	10,4	3,52	Sódico
9	9,8	8,18	Salino sódico

En las muestras de suelos se observó un descenso significativo de la CE en la solución obtenida luego del pri-



mer lavado con etanol al 40% v/v, respecto de la CE de la solución obtenida luego del segundo lavado (Figura 1). Entre el segundo y el tercer lavado se observó una menor disminución de la CE de la solución comparado con el primero. Esto indica que el primer lavado es el que desplaza la mayor proporción de cationes de la solución del suelo, alrededor del 95 % de los cationes inicialmente en solución. En las muestras con la mayor CE ($> 40,0$ dS/m, suelos 3, 4 y 5) se observó que la CE remanente en el tercer lavado fue superior a $0,05$ dS/m.

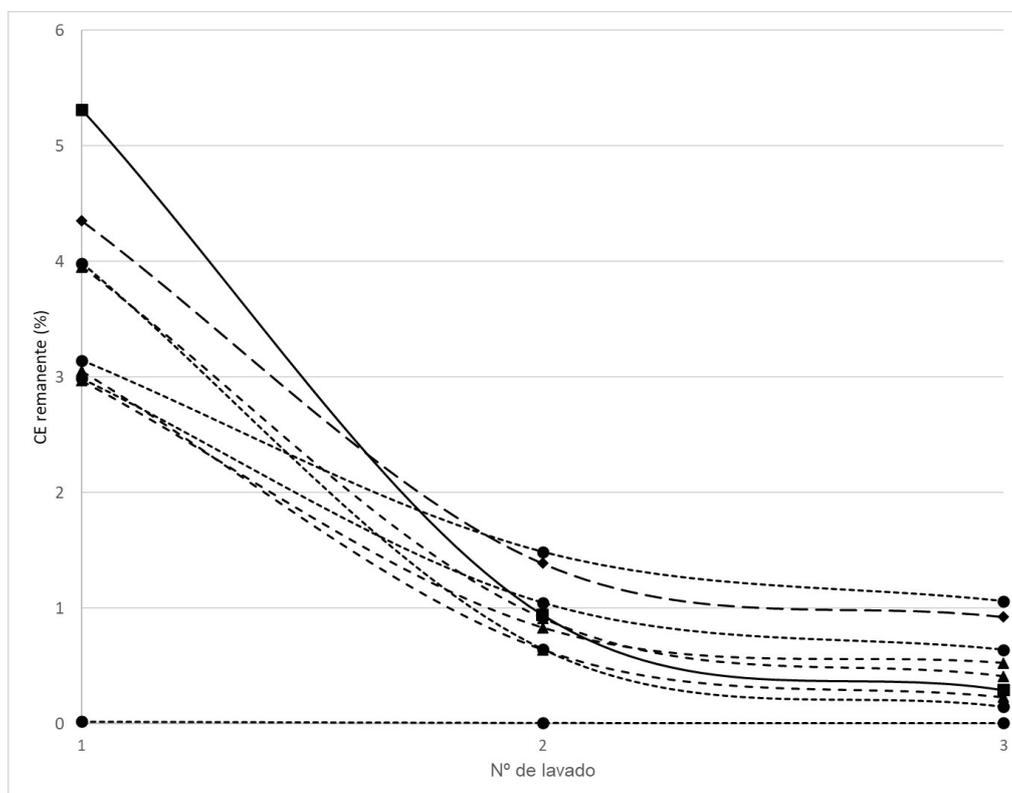


Figura 1. CE remanente en función de los lavados. La línea entera indica el suelo salino, las líneas de guiones pequeños indican los sódicos, las de guiones medianos los salino-sódicos y la de guiones largos al suelo normal.

Las muestras presentaron concentraciones de sodio, potasio, calcio y magnesio entre $0,2$ y $13,0$ cmolc/kg, $0,2$ y $3,5$ cmolc/kg, $3,2$ y $29,3$ cmolc/kg y $0,5$ y $9,6$ cmolc/kg, respectivamente. Los métodos mostraron similar desempeño para el caso del análisis de sodio, calcio y magnesio (en general, $R^2 > 0,8$) (Figura 2). Esto posiblemente esté indicando que los lavados realizados fueron suficientes como para minimizar desviaciones por el aporte de estos cationes provenientes de la solución del suelo. Los métodos difirieron en cuanto a las concentraciones de K determinadas ($R^2 \sim 0$) (Figura 2), dado que el método 1 no permitió cuantificar distintos niveles de K entre las muestras como lo hizo el método 2. Esto podría ser consecuencia del lavado con solución de etanol que desplaza al catión potasio (cuyo estado de oxidación es $+1$), débilmente retenido en la superficie del suelo, respecto a los cationes calcio y magnesio (cuyo estado de oxidación es $+2$), más fuertemente retenidos. Si bien esta tendencia podría esperarse también para el catión sodio (estado de oxidación $+1$), debido a que este se encuentra en abundancia en las muestras en estudio, posiblemente la influencia de los lavados no es detectable.

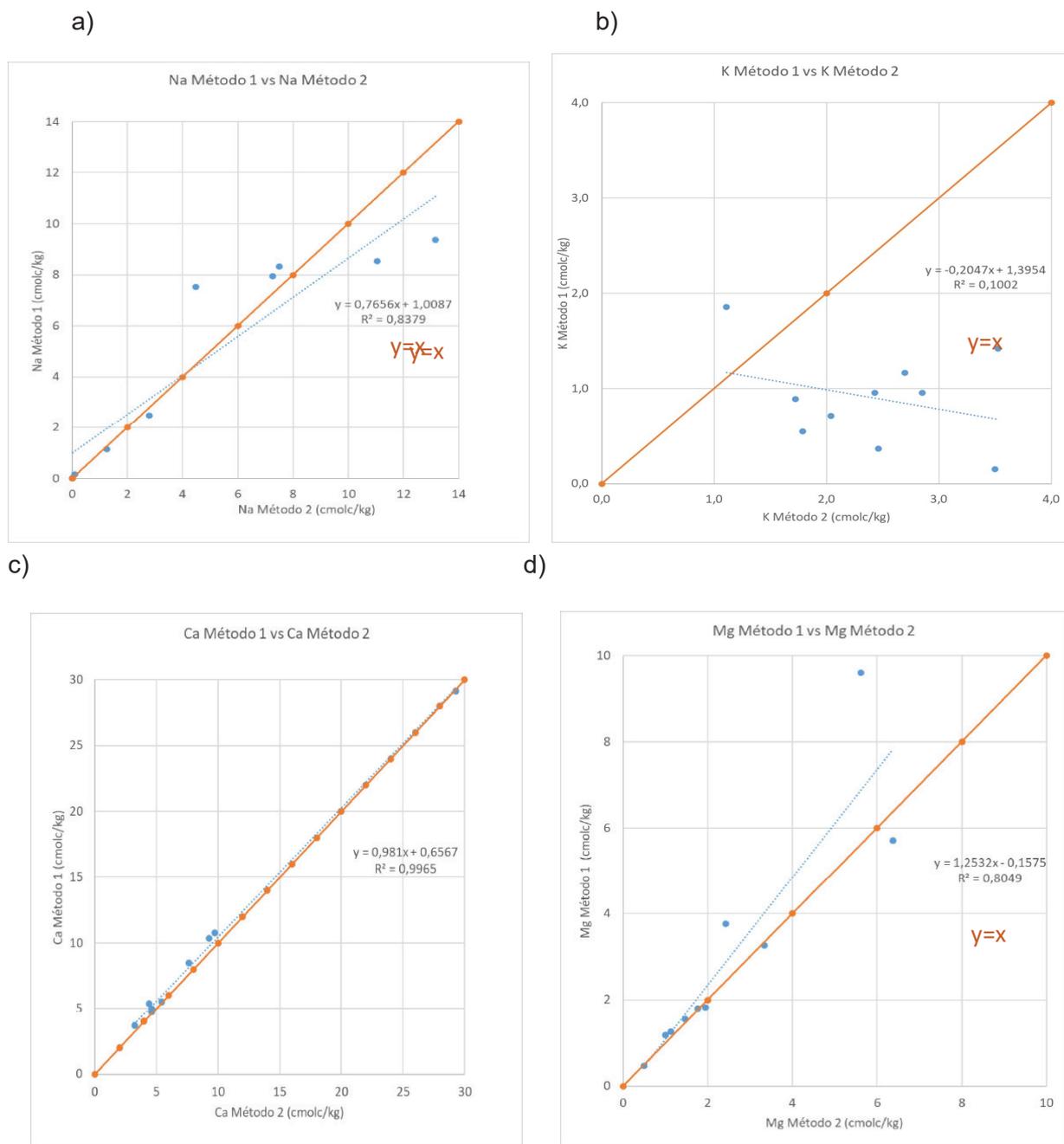


Figura 2. Concentraciones de cationes intercambiables a) sodio, b) potasio, c) calcio y d) magnesio obtenidas por los métodos 1 y 2.

Los cálculos del PSB y PSI no mostraron diferencias significativas usando la información obtenida por los métodos 1 y 2. Esto se debe a que ambos métodos mostraron similares desempeños en la cuantificación de las especies asociadas con dichos cálculos (concentración de sodio, calcio y magnesio intercambiables).

CONCLUSIÓN

Los métodos propuestos presentaron un buen desempeño para la determinación de sodio, calcio y magnesio intercambiable, así como para la CIC, en suelos salinos, sódicos y salino-sódicos. Esto indicaría que ambos métodos, tanto el método 1, el cual incluye el lavado previo de los cationes solubles, como el método 2, el cual implica la obtención de las bases intercambiables por diferencia entre el total de cationes y aquellos en el extracto de la pasta saturada, permitirían cuantificar los cationes intercambiables con una calidad analítica



aceptable, diferenciándolos de sus formas presentes en la solución del suelo. Los resultados mostraron también que 3 lavados con solución de etanol al 40 % son en general suficientes para disminuir la CE remanente en la solución a valores < 0,05 dS/m. Aunque más estudios son necesarios para determinar el número de lavados a realizar en muestras de suelo con CE > 40 dS/m, debido a la mayor simplicidad operativa del método 1 respecto del 2, el método 1 resultaría en la mejor alternativa para su implementación en los laboratorios que analizan suelos como lo estudiados aquí.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos POIRe UNLPam 2019-02,158-19 FA-UNLPam e INTA RIST I049, INTA PE I042.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, J.A.; Balzarini, M.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2002. Infostat/Profesional version 1.1.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. En: Page, A.L.; Miller, R.H.; Keeney, D.R. (Ed). Methods of soil analysis. Part 2-Chemical and microbiological properties. Vol.1. 2nd edn. pp 199-224. Soil science society of America. Madison, USA.
- Millán, G. 2020. Capacitación SAMLA-PROINSA por el Día Mundial del Suelo 2020. <https://youtu.be/ixqMIKjZHbU>.
- Miller, J. J. and D. Curtin. 2006. Chapter 15: Electrical conductivity and soluble ions. In: Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd Edition. Carter, M. R. and E. G. Gregorich (eds). CRC press. pp 1224.
- Richards, L. A. (1973). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual 60. México, DF: Limusa.
- RILSAV, Red INTA de Laboratorios de Suelo, Agua y Vegetales. 2015. Procedimiento Técnico: Extracción de bases intercambiables y determinación de capacidad de intercambio catiónico. pp 13.
- Soil Survey Staff. 2014. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. pp 1001.
- Sparks, D L. 1996. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Madison. SSSA-ASA.

