

## COMPARACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA MEDICIÓN DE pH EN SUELOS DE SAN LUIS

De Dios Herrero, J.M.<sup>1,2\*</sup>, J.C. Colazo<sup>3,4</sup>, F. Moreno<sup>5</sup>

<sup>1</sup>EEA Anguil, INTA;

<sup>2</sup>UNLPam;

<sup>3</sup>EAA San Luis, INTA;

<sup>4</sup>UNSL,

<sup>5</sup>Estudiante de Ingeniería Química, UNSL.

\*Ruta Nacional 5, km 580, (6326) Anguil, Prov. de La Pampa, dediosherrero.juan@inta.gob.ar

### RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron caracterizar el pH en suelos de la provincia de San Luis y verificar si existen ventajas al medir el pH con la utilización de soluciones de  $\text{CaCl}_2$  y KCl. El estudio fue realizado en dieciséis sitios del Este de la provincia de San Luis con dos situaciones contrastantes: Sin Cultivar (SC) y Cultivados (C). Se tomaron muestras de suelo por triplicado en cada sitio de los primeros 20 cm de profundidad. En ellas se determinó el pH por el método potenciométrico en las siguientes relaciones: suelo:agua 1:1, 1:2,5 y 1:10; suelo: $\text{CaCl}_2$  (0,01 mol L<sup>-1</sup>) 1:1, 1:2,5; y suelo:KCl (1 mol L<sup>-1</sup>). El cambio en el uso de la tierra en los suelos de San Luis aumentó los valores de pH independientemente de las diferentes soluciones y relaciones suelo:solución utilizadas. Los valores de  $\text{pH}_{1:2,5}^{\text{KCl}}$  y  $\text{pH}_{1:10}^{\text{w}}$  indicaron que estos suelos son poco susceptibles tanto a la acidificación como a la alcalinización. Se registró una diferencia en promedio de 0,5 unidades en la magnitud del  $\text{pH}_{1:2,5}^{\text{w}}$  y  $\text{pH}_{1:2,5}^{\text{CaCl}_2}$  en C, la diferencia entre estas mediciones disminuye a medida que los suelos presentan mayor contenido de sales disueltas, según estos resultados el pH medido en agua y  $\text{CaCl}_2$  es equiparable cuando  $\text{CE}_{1:2,5}^{\text{w}}$  es mayor a 0,4 ds m<sup>-1</sup> aproximadamente.

**Palabras clave:** dilución, fuerza iónica, cloruro de calcio.

### INTRODUCCIÓN

La determinación de pH del suelo se encuentra entre las mediciones químicas de rutina más comunes que se realizan en el laboratorio. La disponibilidad de nutrientes y la toxicidad de algunos elementos puede ser estimada conociendo el pH de la solución del suelo (Vázquez *et al.*, 2012).

La relación suelo:solución y la fuerza iónica de la solución del suelo son factores que afectan la medición del pH del suelo (Miller & Kissel, 2010). Hay numerosos métodos para realizar la determinación potenciométrica del pH en el laboratorio. En Argentina la medida más difundida es la que utiliza como solvente agua (Lupi & Mórtoła, 2017), aunque también es recomendado el uso de soluciones de sales solubles, como  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol L<sup>-1</sup> y KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, (IRAM-SAGyP 29574, 2020). En tanto que en la bibliografía se suele encontrar este tipo de suspensiones en diferentes proporciones suelo:agua o suelo:solución (1:1, 1:2,5, 1:10). Según Burt *et al.* (2014) el uso de sales es conveniente para minimizar las variaciones estacionales del pH del suelo, están menos afectadas por la concentración de electrolitos y proveen mediciones más uniformes que en agua (Minasny *et al.*, 2011).

La solución de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> es utilizada para determinar el pH en suelos ácidos (Vázquez *et al.*, 2012). Este parámetro es útil para indicar la susceptibilidad del suelo a acidificarse por la liberación de H<sup>+</sup> y Al<sup>3+</sup> a la solución. Sin embargo, su utilización en suelos fuera de la región pampeana es muy limitada. En los suelos de



la provincia de San Luis, no existen estimaciones sobre el efecto de los cambios en el uso de la tierra sobre este parámetro, ni de la utilidad de los diferentes métodos. Es por ello que los objetivos de este trabajo fueron caracterizar el pH en suelos de la provincia de San Luis y verificar si existen ventajas en la utilización de soluciones de  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{KCl}$  como parámetros que entreguen información complementaria al uso de la suspensión en agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en suelos de la provincia de San Luis. Se tomaron muestras de 16 sitios de dos situaciones contrastantes: a) Sin Cultivar (SC), ecosistema caracterizado por la presencia de un estrato arbóreo dominado por Caldén (*Prosopis caldenia*), Algarrobo (*Prosopis alba*) o Chañar (*Geoffroea decorticans*), en una condición de mínimo disturbio sometido ocasionalmente a ganadería extensiva y nunca labrado, y b) Cultivados (C), suelos cultivados con labranza de siembra directa o convencional (rastra de disco y arado rastra). Se tomaron muestras de suelo por triplicado en cada sitio de los primeros 20 cm de profundidad, luego de ser secadas al aire y tamizadas por tamiz de 2 mm se determinó el pH por método potenciométrico (IRAM-SAGyP 29574, 2020) en las siguientes relaciones: suelo:agua (w) 1:1, 1:2,5 y 1:10; suelo: $\text{CaCl}_2$  (0,01 mol  $\text{L}^{-1}$ ) 1:1, 1:2,5; y suelo: $\text{KCl}$  (1 mol  $\text{L}^{-1}$ ). La conductividad eléctrica (CE) se determinó mediante conductimetría en la relación suelo:agua 1:2,5. Las medias de cada variable se compararon entre manejos mediante la prueba t de Student con un nivel de significación del 5%, empleando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH en todas las relaciones suelo:suspensión de las diferentes soluciones, fue menor en SC que en C (tabla 1), el aumento producido por las actividades agrícolas en C,  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$  coincide con antecedentes registrados en Molisoles (Fernandez *et al.*, 2016; Campitelli *et al.*, 2010) e Inceptisoles (Rojas *et al.* 2016). Esto podría deberse a la pérdida de materia orgánica registrada en estos suelos (de Dios Herrero *et al.*, 2014), según Fernandez *et al.* (2016) los valores menores de pH en los suelos naturales que en los agrícolas estarían relacionados con la acidez generada por la elevada actividad biológica en los primeros.

Considerando el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$ , el valor de 7,24 en C está cercano a la neutralidad y se encuentra en el rango tolerable para la mayoría de los cultivos. Coincide con la tendencia al aumento del pH registrada en estos suelos (Colazo *et al.*, 2017). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Sainz Rozas *et al.* (2019), quienes observaron una acidificación de los suelos agrícolas, atribuida a una mayor historia de uso que la que se puede encontrar en San Luis.

Tabla 1.  $\text{pH}_{1:1}\text{w}$ ,  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$ ,  $\text{pH}_{1:10}\text{w}$ ,  $\text{pH}_{1:1}\text{CaCl}_2$ ,  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{KCl}$  en suelos cultivados (C) y sin cultivar (SC).

Manejo	$\text{pH}_{1:1}\text{w}$	$\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$	$\text{pH}_{1:10}\text{w}$	$\text{pH}_{1:1}\text{CaCl}_2$	$\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$	$\text{pH}_{1:2,5}\text{KCl}$
C (n=48)	7,24**	7,38**	7,41**	6,82**	6,89**	6,78*
	(0,69)	(0,70)	(0,82)	(0,74)	(0,69)	(0,80)
SC (n=48)	6,66	6,78	6,89	6,33	6,39	6,31
	(0,85)	(0,84)	(0,80)	(0,91)	(0,91)	(0,99)

Entre paréntesis, la desviación estándar. \*significa diferencias estadísticas entre manejos (5%), \*\*significa diferencias estadísticas entre manejos (1%)

El  $\text{pH}_{1:10}\text{w}$  se conoce como pH hidrolítico, su utilidad es la de verificar la presencia de sales que hidrolizan cuando se registra un  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$  superior a 8 (Vázquez, 2005). Existió una diferencia entre el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$  y  $\text{pH}_{1:10}\text{w}$  de 0,17 y 0,23 unidades en C y SC, respectivamente. Dado que el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$  (7,38) es cercano a la neutralidad, la diferencia parece ser el resultado de dilución (Keaton, 1938) más que a la hidrólisis. Dicho proceso, también se observa al comparar el  $\text{pH}_{1:1}\text{w}$  (7,24) y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$  (7,38). Por otro lado, en los suelos de San Luis el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{KCl}$  fue menor que el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{w}$ , 0,46 y 0,35 unidades en C y SC respectivamente. Esta diferencia es mucho menor a las encontradas en suelos que presentaban riesgo de sufrir acidificación (Vázquez *et al.*, 2012).



La diferencia entre  $\text{pH}_{1:2,5w}$  y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  en la literatura ha sido atribuida al efecto salino (Miller & Kisser, 2010). Según estos autores, se debe a que la adición de  $0,01 \text{ mol L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ , se establece en la solución, una condición en términos de fuerza iónica, similar a la esperada en la solución del suelo. El  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  de los suelos fue 0,5 unidades inferior al medido usando agua, este valor es similar al encontrado por Neves *et al.* (2021). Dicha diferencia de pH entre métodos disminuye a medida que aumenta la CE del suelo (Figura 1a), y se atribuye a la concentración de electrolitos (Minasny *et al.*, 2011). Por otro lado, Miller & Kisser (2010) comprobaron que existe un desplazamiento de  $\text{H}^+$  de la superficie de intercambio catiónico por el  $\text{Ca}^{2+}$  del  $\text{CaCl}_2$ , aumentando la acidez, con lo cual acentúa más las diferencias con el  $\text{pH}_{1:2,5w}$ .

El ajuste entre el  $\text{pH}_{1:2,5w}$  y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  es sigmoideal (Figura 1b), resultado que coincide con el encontrado por Minasny *et al.* (2011), aunque en dicho trabajo utilizaron una relación suelo:suspensión 1:5. Se observó que en los extremos de la curva, es decir, a pHs bajos (<5,5) y altos (>7,5), el  $\text{pH}_{1:2,5w}$  aumentó pero no el  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$ , según Little (1992) la desviación de la linealidad a pHs bajos está explicada por el efecto buffer de  $\text{Al}^{3+}$  y a pHs altos por los carbonatos del suelo, lo que resulta en una menor diferencia de pH entre las dos metodologías.

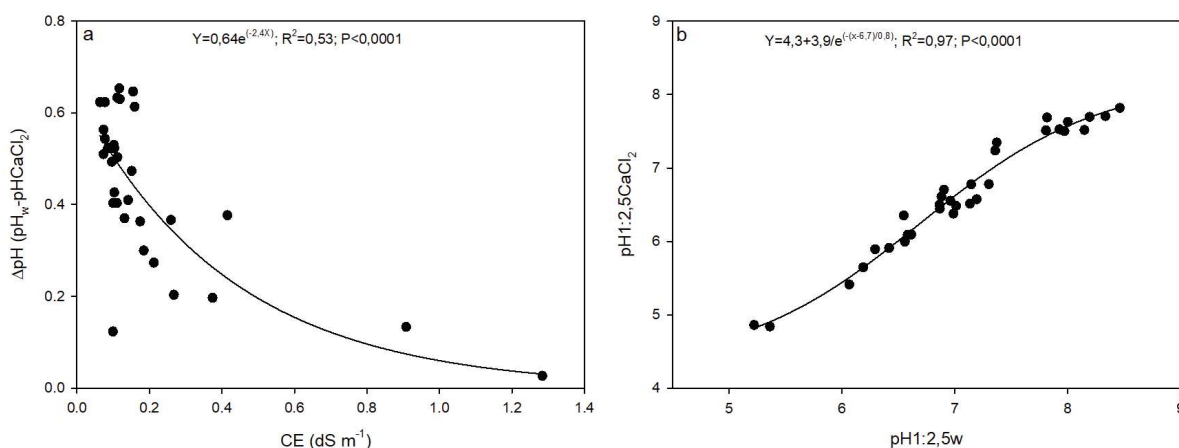


Figura 1. Relación entre: a) la diferencia entre  $\text{pH}_{1:2,5w}$  en agua y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  en solución de  $\text{CaCl}_2$  ( $\Delta \text{pH}(\text{pH}_w - \text{pH}_{\text{CaCl}_2})$ ) y la conductividad eléctrica ( $\text{CE}_{1:2,5w}$ ). b)  $\text{pH}_{1:2,5w}$  y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$ .

## CONCLUSIONES

El cambio en el uso de la tierra en los suelos de San Luis aumentó los valores de pH independientemente de las diferentes soluciones y relaciones suelo:solución utilizadas. Las mediciones de  $\text{pH}_{1:2,5}\text{KCl}$  y  $\text{pH}_{1:10w}$  no aportaron información adicional al  $\text{pH}_{1:2,5w}$ , por lo tanto se considera a estos suelos poco susceptibles tanto a la acidificación como a la alcalinización, de todos modos es necesario realizar un monitoreo permanente de estas propiedades. Se registró una diferencia en promedio de 0,5 unidades en la magnitud del  $\text{pH}_{1:2,5w}$  y  $\text{pH}_{1:2,5}\text{CaCl}_2$  en C, la diferencia entre estas mediciones disminuye a medida que los suelos presentan mayor contenido de sales disueltas, según estos resultados el pH medido en agua y  $\text{CaCl}_2$  es equiparable cuando  $\text{CE}_{1:2,5w}$  es mayor a  $0,4 \text{ ds m}^{-1}$  aproximadamente. Es necesario estudiar más profundamente el rol  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  en la variación de los métodos de determinación de pH.

## BIBLIOGRAFÍA

- Burt, R & Soi Service Staff. Kellog Soil Survey Laboratory Methods Manual. 2014. In: Natural Resources Conservation Services, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska, Online at: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENT/S/stelprdb1253871.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENT/S/stelprdb1253871.pdf)
- Campitelli, P; A Aoki; O Gudelj; A Rubenaker & R Sereno. 2010. Selección de indicadores de calidad de suelo para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la región central de Córdoba. *Cienc. Suelo (Argentina)* 28 (2): 223-231.
- Colazo, JC; J de Dios Herrero; S Sayaedra & S Lorenzo. 2017. Tendencias en los niveles de fósforo extractable, carbono orgánico y pH de

