

## Acidificación de suelos agrícolas de la región pampeana con diferentes manejos agropecuarios

L. Juan<sup>a</sup>, L. Larrieu<sup>a</sup>, V. Merani<sup>a</sup>, **D. Ferro<sup>a</sup>**, D. Bennardi<sup>a</sup>, G. Millan<sup>a</sup> y L. Nughes<sup>a</sup>  
<sup>a</sup> CISSAF Centro de Investigación para la Sustentabilidad de Suelos Agrícolas y Forestales FCAyF., UNLP, La Plata, Argentina. [daniel.ferro@agro.unlp.edu.ar](mailto:daniel.ferro@agro.unlp.edu.ar)

### Resumen

La acidificación de suelos en los sistemas productivos es generada principalmente por la extracción de bases sin reposición y por el uso intensivo de fertilizantes de reacción acida (nitrogenados). Estos últimos aportan un gran número de protones que facilita la liberación de las bases de intercambio y las pérdidas de las mismas por procesos de lavado.

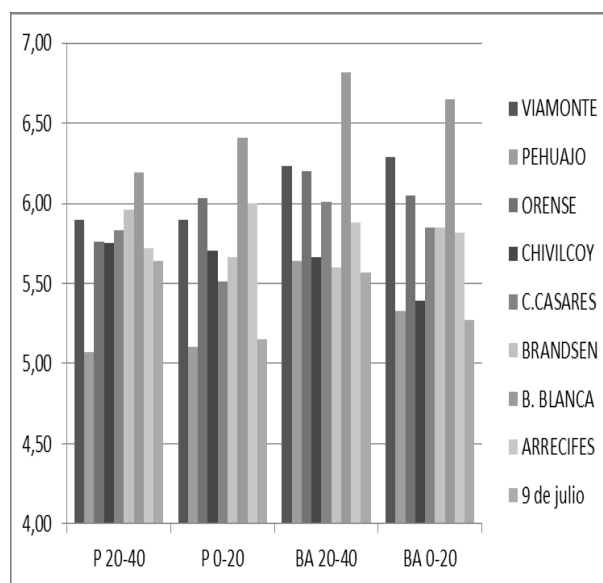
El objetivo de este trabajo fue evaluar el grado de acidificación de los suelos en la provincia de Buenos Aries, con distintas historias de uso productivo, cuantificada por la variación en los valores de pH potenciométrico en el estrato superficial (0-20 cm) y en el sub-superficial (20-40 cm). Las muestras edáficas fueron extraídas de establecimientos agropecuarios de 8 partidos de la provincia seleccionando lotes en base al uso y a su posición topográfica, siendo en todos los casos la situación loma. De cada lote se tomaron muestras para 2 situaciones; de referencia (sin uso productivo) obtenidas debajo del alambrado (R) y situación productiva, ya sea con historia previa de agricultura permanente (A), sistemas mixtos agrícolas-ganaderos (M), o exclusivamente ganaderos (G).

Se realizaron determinaciones de pH actual (relación suelo-agua 1:2,5), pH potencial (relación suelo-cloruro de potasio 1N 1:2,5) y capacidad de intercambio catiónico (metodología del acetato de amonio bufferado a pH 7).

### Resultados:

Todos los suelos presentaron una disminución en los valores de pH en relación a los valores obtenidos bajo el alambrado aunque sea en una de las profundidades evaluadas, la mayoría de los mismos sufrió esta disminución en ambas profundidades independientemente del sistema productivo al que fueron sometidos, los suelos de 9 de Julio y Brandsen sufrieron esta disminución en el horizonte superficial, mientras que Arrecifes lo sufrió en el horizonte subsuperficial.

Estas disminuciones de pH conllevan una problemática, al momento de realizar las correcciones por medio de enmiendas, ya que las mismas son poco móviles y la corrección de pH en niveles subsuperficiales se torna impracticable



**Palabras claves:** Acidez inducida, corrección, subsuperficial, productivo

## Introducción

La intensificación de las actividades agrícolas en la región pampeana argentina trajo aparejada una gran extracción de nutrientes del suelo que no han sido repuestos con la misma intensidad y como consecuencia generaron un balance negativo de los mismos<sup>1</sup>. Los nutrientes más afectados por los procesos de degradación a causa de la agricultura continua son aquellos que provienen de la materia orgánica del suelo como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S). Andriulo et al.<sup>2</sup>, expone que la agriculturización implicó para la subregión pampa ondulada la disminución del contenido de materia orgánica de los suelos por el balance negativo que resulta del monocultivo de soja, tanto para el N como para el carbono (C). Aunque el consumo de fertilizantes a escala nacional y, fundamentalmente, en cultivos extensivos de la región pampeana ha aumentado marcadamente desde la década del 90, el balance de nutrientes (extracción en grano vs. reposición vía fertilizantes) sigue siendo negativo<sup>1</sup>.

Esta agricultura intensiva, extractiva y con baja reposición de bases, combinada con el incremento del uso de fertilizantes de reacción ácida, ha agudizado y acelerado el fenómeno de acidificación de suelos. Este proceso puede tener un origen natural o antrópico. La acidez natural de los suelos se origina principalmente por el lavado de los cationes formadores de base ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ ) con las precipitaciones, que dejan el complejo de intercambio empobrecido en estos elementos y dominado por los iones hidrógeno ( $\text{H}^{+}$ ) y aluminio ( $\text{Al}^{+3}$ ). En zonas templadas, las precipitaciones no producen un excesivo lavado de bases y el aluminio se encuentra precipitado en condiciones de pH mayores a 5,3, pero puede ser convertido a iones hidroxil-Al, muchos de los cuales son adsorbidos y actúan como cationes intercambiables. Ellos están en equilibrio con cationes similares en la solución del suelo, donde producen iones hidrógeno mediante reacciones de hidrólisis. También la nitrificación, el intercambio de bases por  $\text{H}^{+}$  en las raíces de las plantas cuando absorben nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la deposición atmosférica de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) son procesos que generan acidez en el sistema suelo<sup>3-4</sup>.

En cuanto a la acidificación de los suelos agrícolas como consecuencia de la acción del hombre, el uso de fertilizantes nitrogenados como la urea, acelerarían este fenómeno debido a la liberación de protones durante su transformación<sup>5-6-7</sup>.

El incremento de la acidez del suelo trae aparejado la alteración de procesos químicos naturales y, en la Región Pampeana, fundamentalmente disminución en la disponibilidad y relación de nutrientes como  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , efecto perjudicial para el crecimiento de las plantas<sup>7-8</sup>.

La acidificación no sólo acarrea deficiencias de nutrientes básicos, sino que también produce perjuicios como la reducción de la disponibilidad de P y molibdeno (Mo), de la actividad de microorganismos responsables de la nitrificación y fijación simbiótica de N, y hasta toxicidad por Al. Por esto mismo, es esperable observar la reducción en el rendimiento de especies sensibles<sup>7-9</sup>.

La magnitud de este proceso de acidificación está correlacionada con las características de los suelos, debido a su capacidad buffer y a la naturaleza del complejo de intercambio. Este poder regulador o tampón de los suelos, relacionado con la CIC y grado de saturación de bases<sup>10</sup>, condiciona la reacción del suelo frente a acciones que acidifican o basifican el medio<sup>11</sup>.

Los suelos de las zonas húmedas tienen una tendencia natural a incrementar su acidez debido a que a los procesos de lixiviación de bases se adicionan a la

extracción por los cultivos y en algunos casos la erosión<sup>12</sup>.

Tomando como referencia lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el grado de acidificación de los suelos productivos de la provincia de Bs. As, por medio de su variación en los valores de pH potenciométrico, tanto en el estrato superficial de 0-20 cm como en el sub-superficial de 20-40 cm, en lotes con distintas historias de uso productivo. Las muestras fueron extraídas de establecimientos agropecuarios de 8 partidos de la provincia de Bs. As. donde se seleccionaron lotes en base a su uso y a su posición topográfica, siendo en todos los casos la situación loma.

### **Materiales y métodos**

Las muestras de suelo fueron extraídas de establecimientos agropecuarios de 8 localidades de la provincia de Bs. As., donde se seleccionaron los lotes en base a su uso y a su posición topográfica, siendo en todos los casos la situación loma. (Ver tabla 1)

#### **Muestreo de Suelos**

En cada lote en estudio se tomaron 3 muestras compuestas de cada profundidad (0-20 cm y 20-40 cm), para cada una de las situaciones: Situación de referencia, sin uso productivo, obtenidas debajo del alambrado (R), y situación productiva, ya sea con historia previa de agricultura permanente (A), sistemas mixtos agrícolas-ganaderos (M), o exclusivamente ganaderos (G).

#### **Determinación de variables químicas**

- pH actual: relación suelo: H<sub>2</sub>O de 1:2,5, determinación potenciométrica
- pH potencial: relación suelo: KCl 1N de 1:2,5, determinación potenciométrica.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases de intercambio: Extracción con acetato de Amonio (NH<sub>4</sub> COO-CH<sub>3</sub>) 1N pH7 (SAMLA. SAGPyA, 2004), Determinación de CIC por destilación microKjeldahl, Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> por complejometría con EDTA (ácido etilen-diamino tetraacético) y Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> por fotometría de llama.

Los datos obtenidos se procesaron a través del análisis de la varianza usando la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad de P<0,05 para la comparación de medias.

**TABLA 1.** Taxonomía y uso de los suelos estudiados.

<b>Localidad</b>	<b>Taxonomía</b>	<b>Uso*</b>
<i>Arrecifes</i>	Argiudol Típico	Agrícola
<i>Bahía Blanca</i>	Haplustol Típico	Agrícola
<i>Brandsen</i>	Argiudol Abrúptico	Ganadero
<i>Carlos Casares</i>	Hapludol Éntico	Agrícola
<i>Chivilcoy</i>	Argiudol Abrúptico	Agrícola
<i>General Viamonte</i>	Hapludol Éntico	Mixto
<i>Orense</i>	Argiudol Ácuico	Agrícola
<i>Pehuajó</i>	Hapludol Típico	Agrícola
<i>9 de Julio</i>	Hapludol Éntico	Agrícola

\*Se detalla el uso que se ha podido registrar en los últimos 30 años

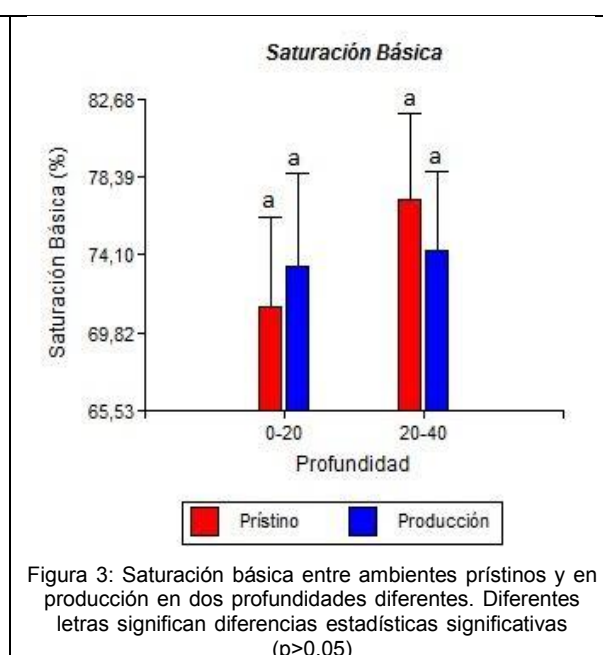
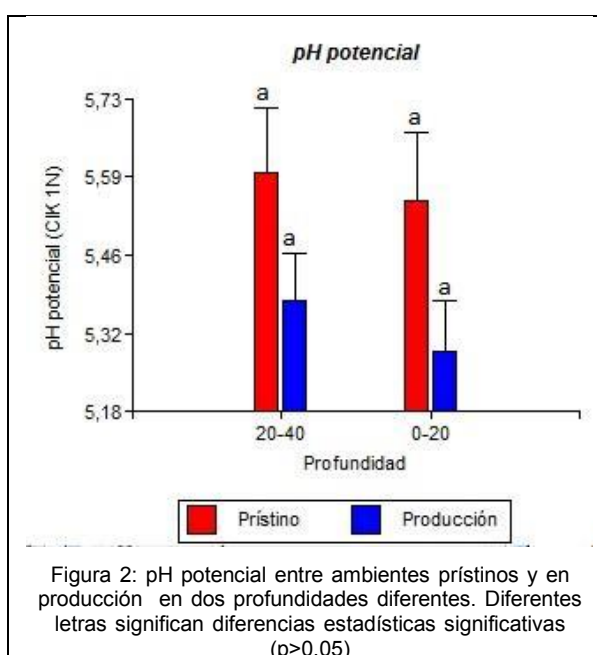
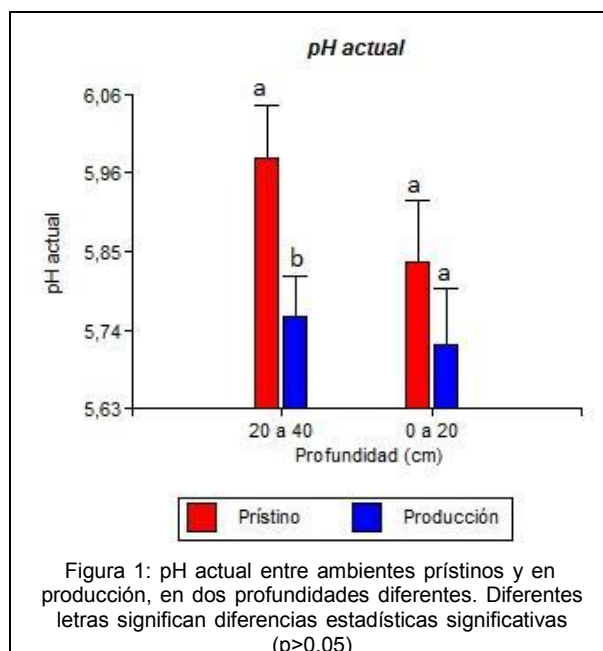
## Resultados y discusión

Analizando los valores de pH actual se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas (Figura 1) en el estrato subsuperficial del suelo (20 a 40 cm). Se encontraron valores menores en ambientes bajo producción en comparación

con los considerados prístinos en el presente trabajo (bajo alambrado) con una probabilidad mayor al 95% analizado según ANOVA. Asimismo, no se encontraron diferencias de pH actual en el estrato superficial (0 a 20 cm) entre los dos tipos de ambientes. Sin embargo, existen evidencias de disminución de los valores de pH de suelos agrícolas de Argentina<sup>3</sup>, Sainz Rozas et al., entre otros, quienes desarrollaron sus estudios en la región pampeana y extrapampeana.

Dichos autores trabajaron en estratos superficiales con valores de pH actual entre 5,5 y 5,9. Pero no se encontraron estudios que evidenciaran acidificación en estratos subsuperficiales.

En ambientes templados, una de las

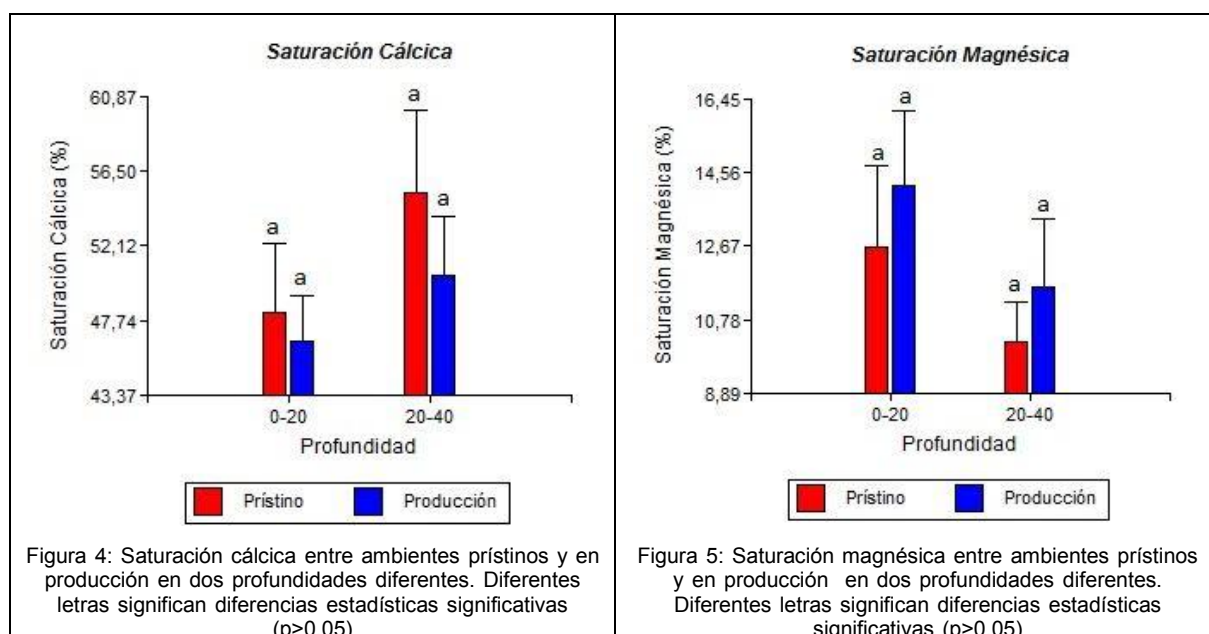


principales causas de acidificación en lotes de producción es la extracción de bases sin reposición<sup>2-4</sup>. La reposición de bases no ha sido una práctica de gran difusión en la región pampeana. Por otro lado, la mineralización del rastrojo o heces repone una porción de las bases extraídas por el cultivo. Dicha reposición se efectúa en el estrato superficial, cuestión que se acentúa en planteos de siembra directa. Sería entonces la translocación una de las principales responsables de la reposición en profundidad. Dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y del tipo de producción agropecuaria que se desarrolla podría explicarse una mayor acidificación

en profundidad, debido a que el rastrojo remanente podría atenuar las pérdidas por extracción en el estrato superficial. López et al.<sup>6</sup> encontraron un comportamiento similar al planteado analizando contenido de fósforo disponible y fósforo total a distintas profundidades y en ambientes templados similares a los del presente trabajo.

En relación al pH potencial (Figura 2), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los análisis realizados, aunque se puede observar una tendencia coincidente con los resultados encontrados para pH actual. En este análisis se observa que aquellos ambientes expuestos a extracciones de bases por medio de producción agropecuaria, poseen pH potenciales menores. Vázquez et al.<sup>7</sup>, encontraron diferencias en este parámetro entre ensayos productivos, asociados a la dinámica de equilibrio producida en el suelo entre las soluciones externa e interna, producto de la extracción de bases. En este sentido, el suelo actúa como buffer de los cambios de pH, pero aun así la acidez intercambiable se incrementa. Este comportamiento no se registró en el presente ensayo, debido a que se modificó el pH actual, en tanto no se observaron diferencias significativas en el pH potencial. Iturri<sup>5</sup>, en un estudio sobre suelos loessicos encuentra diferencias mayores en el pH actual respecto al pH potencial al comparar la incidencia de la fertilización nitrogenada en suelos fertilizados y sin fertilizar.

Analizando la saturación de bases y cálcico/magnésica (Figuras 3 a 5) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos ambientes analizados. Estos datos explicarían la ausencia de diferencias en la determinación de pH potencial debido a la relación directa entre ambos parámetros. Iturri<sup>5</sup>, reporta resultados similares. Sin embargo, en coincidencia con lo analizado para pH actual y potencial, la saturación de bases bajo producción disminuye en profundidad al compararla con la condición prístina.



## Conclusiones

El pH actual del estrato subsuperficial disminuye en la condición de producción respecto de la considerada prístina.

No se determinaron diferencias entre los parámetros pH potencial, saturación de bases y saturación cálcica y magnésica en las dos condiciones analizadas.

Debería profundizarse el estudio sobre esta temática fundamentalmente en relación a lo dificultoso que sería la práctica de restitución/corrección y también en función de realizar un completo diagnóstico de la magnitud de la problemática de la acidificación.

### Agradecimientos

Agradecemos a Pablo López, Nicolas Polich y Juan Liberati que colaboraron en los viajes de campaña y en el muestreo de suelos.

### Referencias

1. García F. 2003. Balance de nutrientes en la rotación: Impacto en rendimientos y calidad de suelo. Actas XI Congreso Nacional de AAPRESID. Rosario, 26-29 de agosto. Pp. 257-264.
2. Andriulo, A.; Pecorari, C. & Torioni, J. 1991. Distribución del carbono y el nitrógeno del suelo luego de 10 y 80 años de agricultura continua. Carpeta de producción Vegetal, Tomo X, Serie Generalidades, Información 78. EEA Pergamino, INTA. 7 p.
3. Billett, M. F.; Parker-Jervis, F.; Fitzpatrick, E. A. & Cresser, M. S. 1990. Forest soil chemical changes between 1949/50 and 1987. J. Soil Sci. 41, 133–145 p.
4. Blake, L.; Goulding, K.T.W.; Mott, C.J.B. & Jhonston, A. E. 1999. Changes in soil chemistry accompanying acidification over more than 100 years under woodlandygrass at Rothamsted Experimental Station, UK. European J. Soil Sci. 50: 401-412 p.
5. Estelrich, C.; J. Ossola; L. Juan; M. Vázquez & G. Millán. 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el pH en dos suelos de la Pradera Pampeana. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, abril, Mar del Plata, Argentina.
6. Iturri, L. A. 2015. Evidencias de la acidificación de suelos loessicos agrícolas de Argentina. Tesis Doctoral en Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Pp 198.
7. Vázquez, M.; Terminiello, A.; Casciani, A.; Millán, G.; Gelati, P.; Guilino, F.; García Díaz, J.; Kostiria, J.; García, M. 2010. Influencia el agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. Ciencia del suelo. 28(2):141-154.
8. Bordoli, J. M. 2005. Encalado de alfalfa E. Chana. Simposio Binacional Impacto de la Intensificación Agrícola en el Recurso Suelo. Actas 1° Reunión Uruguaya de la Ciencia del Suelo. Colonia del Sacramento, Uruguay, 6-7/10 p.
9. Sadzawka R., A. y R. Campillo R. 1993. Problemática de la acidez de los suelos de la IX Región. I. Génesis y características del proceso. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 12(3): 3-7.
10. Parisi, V. 1989. Biología y Ecología del suelo. Blume Ecología N° 6, Barcelona. 169 p.
11. Alconada, M. 2010. Reacción del suelo. Guía de Trabajos Prácticos. Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata U.N.L.P.
12. Boschetti, N.; Quintero, C & Lucca, C. 2003. Alta producción en suelos de la cuenca lechera entrerriana. Proyecto Fertilizar. INTA. Disponible en: [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar). Último acceso: mayo de 2017.