



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

### **REGIONALIZACIÓN DE LA CAPACIDAD BUFFER Y NECESIDAD DE ENMIENDA CALCÁREA EN PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

MIRIAM PRESUTTI\*, DANIEL BENNARDI, MIRTA GARCÍA, CARLA SERAFINO &  
MABEL VÁZQUEZ

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. \*60 y 119  
(1900) La Plata. TE: 221-4236758 int 536.  
presutti@agro.unlp.edu.ar

**Palabras clave:** acidificación, regiones templadas, saturación básica

#### **Resumen**

El problema de la acidez edáfica es considerado como una de las principales limitantes para la producción agropecuaria a nivel mundial. En regiones templadas el proceso de acidificación se genera fundamentalmente por exportación de bases a través de la producción agropecuaria sin reposición de las mismas, o a la aplicación de fertilizantes de alto índice de acidez. Los distintos niveles de acidificación de los suelos, obedecerían a la diferente capacidad buffer de los mismos, relacionada con la materia orgánica (MO), la textura y el tipo de minerales dominantes. Los objetivos de este trabajo son, brindar pautas para el tratamiento de suelos ácidos mediante la generación de cartografía temática a partir de los datos analíticos de los mapas de suelo escala 1:50.000 y generar un mapa de la provincia delimitando zonas con diferentes dosis teóricas de  $\text{CaCO}_3$  utilizado como enmienda básica. Esto, considerando la capacidad buffer del horizonte superficial de la serie de suelo predominante en cada unidad cartográfica de suelo. Para ello, en un entorno SIG se asoció una base de datos con los valores analíticos de los suelos con los polígonos de las unidades cartográficas. La capacidad buffer alcalina de cada serie fue obtenida mediante la aplicación de un modelo lineal, considerando los porcentajes de MO y arcilla. La metodología utilizada y los resultados alcanzados ponen de manifiesto las cualidades de la dotación básica, establecer dosis orientativas de corrector y señalar las áreas de mayor potencialidad de la problemática. Sin embargo, debe advertirse que al emplearse datos suministrados en las cartas de suelos, muchas de las cuales tienen varias décadas de antigüedad, es probable que la situación actual se haya agravado.

#### **Introducción**

La acidez edáfica puede afectar el crecimiento de las plantas en forma directa, pero también indirecta, incidiendo negativamente en la disponibilidad de nutrientes, los niveles de elementos fitotóxicos, la actividad microbiana y hasta en las condiciones físicas de los suelos. Este problema es considerado como una de las principales limitantes para la producción agropecuaria a nivel mundial. Aproximadamente 25-30%



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

de los suelos del mundo están de alguna manera afectados por problemas de acidez y muchos de ellos se encuentran en las regiones más productivas (Havlin et al., 2005).

En regiones templadas el proceso de acidificación se genera fundamentalmente por razones antrópicas. Una de las causas de este proceso es la exportación de bases a través de la producción agropecuaria durante largos periodos de tiempo, particularmente en regiones donde no ha existido historia de reposición de las mismas, mediante fertilización o aplicación de enmiendas básicas (García y Vázquez, 2011). Otra de las causas de la acidificación es el aumento de la aplicación de fertilizantes de alto índice de acidez, fundamentalmente los nitrogenados amoniacales o con grupo amino, como la urea. La aplicación de urea en Argiudoles y Hapludoles provoca diferencias entre los pH actuales y potenciales, lo cual indica el aumento de la reserva ácida provocada por la práctica de la fertilización (Iturri, 2015).

Los distintos niveles de acidificación de los suelos, obedecerían a la diferente capacidad buffer de los mismos, relacionada con la materia orgánica (MO), la textura y el tipo de minerales dominantes. Suelos con bajo contenido de MO, texturalmente gruesos, ricos en minerales illíticos por sobre los esmectíticos en sus fracciones minerales más finas, arcilla y limo, serían más susceptibles a degradarse química y mineralógicamente por acidificación.

Los suelos agrícolas de la región central de Argentina, y entre ellos los de la Pcia. de Buenos Aires, son principalmente Argiudoles y Hapludoles que evolucionaron a partir de sedimentos loésicos. En áreas marginales de la región también pueden encontrarse Haplustoles que están caracterizados por poseer ciertas cantidades de vidrio volcánico en el material parental (Hepper et al., 2006), carbonato libre (Buschiazzo, 1988) y, entre las arcillas, esmectitas pobremente cristalizadas, con trazas de caolinita (Scoppa, 1976; Camilión, 1993). Los Argiudoles contienen elevados contenidos de arcilla y materia orgánica (Díaz-Zorita & Buschiazzo, 2006), siendo sus minerales de arcilla fundamentalmente illitas con trazas de caolinita (González Bonorino, 1966). Sobre la base de su composición, dado su elevado contenido de arcilla y materia orgánica, los Argiudoles serían suelos con una menor susceptibilidad a la acidificación que aquellos menos desarrollados, como los Haplustoles y Hapludoles (Iturri, 2015).

Bennardi et al. (2014, 2015) obtuvieron un modelo de regresión lineal (ecuación 1) que permite calcular la inversa de la capacidad buffer alcalina de un suelo ( $b$ ) a partir de los porcentajes de materia orgánica (MO) y arcilla ( $a$ ).

$$b = 0.03798 - 0.00262MO(\%) - 0.00033a(\%) \quad R^2 = 91,02 \%. \quad \text{Ecuación 1}$$

$b$  ( unidades de pH mmoles de  $KOH^{-1} \text{ kg}^{-1}$  de suelo)



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

En el campo, se utiliza habitualmente como corrector el  $\text{CaCO}_3$  cuyo poder de neutralización de la acidez es el doble que el de  $\text{KOH}$  (1 mol de  $\text{KOH}$  equivale a 0,5 mol de  $\text{CaCO}_3$ ). Por ejemplo, para un valor de  $b=0,02$ , la capacidad buffer expresada en  $\text{KOH}$  es de 50 mmoles de  $\text{KOH kg}^{-1} \text{ pH}^{-1}$  o 25 mmoles de  $\text{CaCO}_3$ . Expresado en términos de masa la capacidad buffer equivale a 2.500 mg  $\text{CaCO}_3 \text{ kg}^{-1} \text{ pH}^{-1}$  (1 mmol de  $\text{CaCO}_3= 100 \text{ mg}$ ). Asumiendo un peso de la capa arable de 2 Mg  $\text{ha}^{-1}$  (2.500 mg  $\text{CaCO}_3 \text{ kg}^{-1} \text{ pH}^{-1} \times 2.000.000 \text{ kg}$ ) son necesarios 5 x 10<sup>-9</sup> mg de  $\text{CaCO}_3$  por unidad de pH. Por lo tanto para elevar 0.5 unidad de pH se necesitarían en el ejemplo 2.500 kg de  $\text{CaCO}_3$ .

Según Vázquez & Pagani (2015), en el ámbito templado la necesidad de corrección de la acidez se relaciona fundamentalmente con aspectos nutricionales ligados a las bases, Ca, Mg y K, más que con el pH en sí mismo. Es por ello que se han desarrollado metodologías diagnósticas con el objetivo de evaluar específicamente el contenido de estos elementos en los suelos, en situaciones donde la acidez no es el problema principal.

En algunos casos estas evaluaciones de valores absolutos se enmarcan, para un diagnóstico más ajustado, en la saturación básica del suelo ( $(S=\Sigma\text{Ca, Mg, K, Na intercambiables/CIC}) \times 100$ ), considerándose valores apropiados entre el 60-85%.

Además de la determinación de los contenidos absolutos de las formas intercambiables de  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en el suelo, se han propuesto determinaciones de las cantidades relativas de estos cationes. En este sentido, el índice más difundido es el porcentaje de cada catión con respecto a la saturación básica del suelo (suma de bases intercambiables), concepto desarrollado originalmente por Bear & Toth (1948) y luego suscripto por numerosos autores, entre ellos, Zalewska (2003; 2005). De esta manera se propuso el concepto de una “relación ideal” entre algunos de los cationes que se encuentran adsorbidos a la CIC del suelo. Esta relación sugerida originalmente fue de 65% de Ca, 10% Mg, 5% de K y 20% de hidrogeno (H). Se aceptan, en términos generales, saturaciones de cada uno de los nutrientes básicos respecto a la suma total de bases del orden de 65-85% de Ca, 6-12% de Mg y 2-5% de K.

Se plantea como hipótesis que ciertos datos analíticos de la cartografía existente en la Provincia de Buenos Aires permitirían zonificar la problemática de la acidez de los suelos y establecer pautas para la elección de la dosis de enmiendas básicas a emplear para su tratamiento.

Los objetivos de este trabajo son:

- 1.- Brindar pautas para el tratamiento de suelos ácidos mediante mapas temáticos relacionados con la problemática en la Provincia de Buenos Aires, según los siguientes datos analíticos consignados en los mapas de suelo disponibles (1:50.000):



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

- i) Porcentaje de saturación de cationes (Ca, Mg, K)
- ii) Relaciones entre cationes
- iii) Contenido de MO, arcilla, pH actual y potencial

2.- Desarrollar un mapa de la provincia delimitando clusters con diferentes dosis teóricas de  $\text{CaCO}_3$  utilizado como enmienda básica, considerando la capacidad buffer del horizonte superficial de la serie de suelo predominante en cada unidad cartográfica de suelo.

### **Metodología**

Se utilizó una capa vectorial que delimita las unidades cartográficas de suelos, escala 1:50.000, de la provincia de Buenos Aires, excepto los partidos de Villarino y Patagones, elaborada a partir de las cartas de suelos (INTA). Se generó una base de datos con los resultados analíticos del horizonte superficial de cada serie de suelo. Mediante procedimiento SIG, ambos datos fueron asociados entre sí. Dado que las unidades cartográficas se componen de una o más series de suelos en diferentes porcentajes, se consideró a la serie dominante para realizar la mencionada asociación. No fueron considerados los complejos ni aquellas unidades cuya primera serie tuviera pH por debajo de 5 o por encima de 7 y contenidos de materia orgánica superior a 7,5%, pues estos fueron los valores límites dentro de los que se generó el modelo aplicado (ecuación 1).

Se realizaron mapas temáticos de Buenos Aires:

- i) Porcentaje de saturación de cationes (Ca, Mg, K)
- ii) Relaciones entre cationes (Ca+Mg/K; Ca/Mg; Ca/K)
- iii) Contenido de MO, arcilla, pH actual y potencial
- iv) Capacidad buffer de la serie dominante de cada unidad cartográfica

A los fines de realizar las recomendaciones zonificadas de las dosis teóricas de  $\text{CaCO}_3$  para elevar 0,5 unidad de pH, se utilizaron los polígonos que delimitan Zonas Agroeconómicas Homogéneas de la provincia de Buenos Aires (ORA-SAGPyA, 2006) Se reconocen ocho zonas en la provincia, establecidas en base a características de suelos, clima y uso; son las siguientes: Zona 1: Zona de riego y ganadera árida; Zona 2: Zona mixta del Sur Oeste de Buenos Aires; Zona 3: Zona mixta del centro Sur de Buenos Aires; Zona 4: Zona ganadera de la Cuenca del Salado; Zona 5: Zona Noreste de Buenos Aires; Zona 6: Zona mixta del centro de Buenos Aires; Zona 7: Zona mixta

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

del Noroeste de Buenos Aires y Zona 8: Zona núcleo agrícola del Norte de Buenos Aires. Como la pendiente “b” adopta valores continuos, lo que implica también valores continuos para las dosis de corrector, se optó por determinar siete rangos de dosis, que permitan una mejor expresión de las estadísticas de superficies. Esto permitió desarrollar un mapa de la provincia delimitando clusters con diferentes dosis teóricas de  $\text{CaCO}_3$  utilizado como enmienda básica, considerando la capacidad buffer del horizonte superficial de la serie de suelo predominante en cada unidad cartográfica de suelo.

### Resultados y Discusión

#### a) pH actual y potencial

En la Figura 1 se presentan los mapas de pH actual (suelo:agua 1:2.5) y pH potencial (suelo: KCl 1:2.5). Se observa, en general, que los valores más bajos de pH actual se registran en la zona núcleo agrícola del Norte (zona 8), Noreste (zona 5) y la zona mixta del Centro Sur (zona 3); mientras que los de pH potencial, que no han sido medidos en todas las series, se aprecia que los niveles inferiores a 5,5 se encuentran distribuidos en todas las zonas. Los suelos con niveles inferiores a este valor tendrían alta posibilidad de incrementar su acidez actual a medida que se produzcan pérdidas de bases en el futuro, a la vez que presentar eventual toxicidad de aluminio (Al), ya que el mencionado valor es la condición de solubilidad de este elemento.

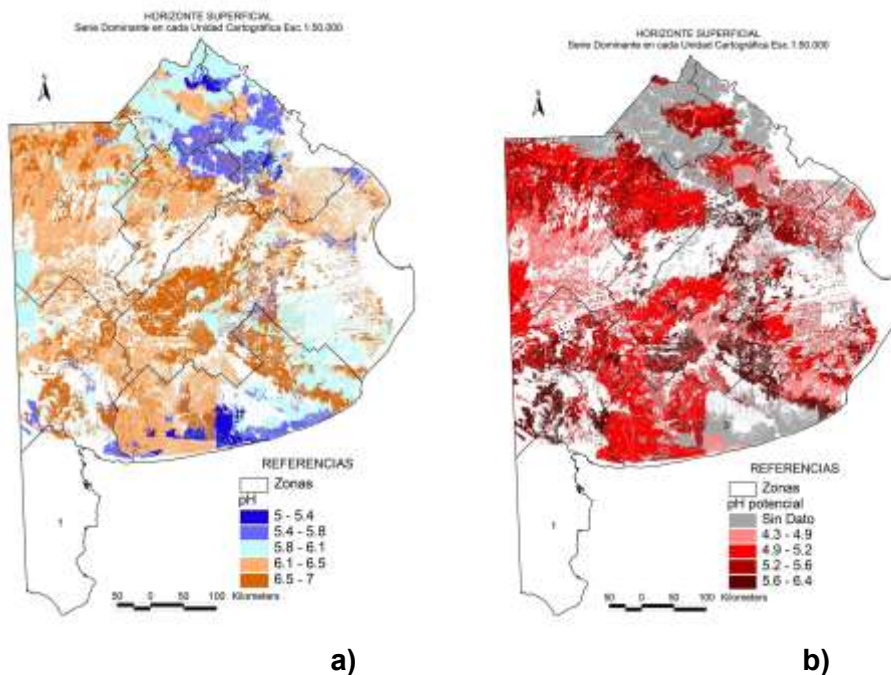


Figura 1: pH actual (a) y pH potencial (b) de las series dominantes en las unidades cartográficas, determinados en las cartas de suelos.



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

### **b) Evaluación de las bases**

Se encontraron valores de saturación básica total de los suelos superiores a 66% en toda la provincia. Según Vázquez & Pagani (2015) este valor se encuentra dentro del rango de valores apropiados (60-85%) (Figura 2 a). Las cantidades relativas de cada catión respecto de la suma de bases se observan en la Figura 2 b, c y d, para Ca, Mg y K, respectivamente.

El problema principal que presenta este tipo de índices relativos es que su empleo puede derivar en conclusiones erróneas respecto a la suficiencia de ambos nutrientes. Esto ocurre porque una misma relación puede obtenerse con valores absolutos en niveles de suficiencia o deficiencia de cada catión en particular. Sin embargo, dado que en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, los valores absolutos, en general, son adecuados, la utilización de estos índices relativos no adolecería de la problemática. Puede observarse en la Figura 2 b, que la saturación cálcica se encuentra por debajo de valores citados en la literatura como apropiados (Vázquez & Pagani, 2015), fundamentalmente en la zona 7 en forma generalizada. Sainz Rozas et al. (2014) analizando situaciones prístinas y agrícolas del centro del país, señala que el NO de la Provincia de Buenos Aires tenía condiciones originales con bajos valores de Ca intercambiable, que se extendieron arealmente en la región a causa del uso. Estos resultados son concordantes con los obtenidos en este trabajo. Ciertos niveles de esta afectación también se ubican al E de la zona 3 y al O de la zona 4. Esto se corresponde con altos porcentajes relativos de Mg. Por otro lado, existen zonas con contenidos relativos bajos de saturación magnésica y potásica. Dentro de ellas se destacan el O de la zona 3 y el N de las zonas 5 y 8. Estas zonas se caracterizan por elevada saturación cálcica. Sainz Rozas et al. (2014) también señalaron bajo contenido de Mg en el NE bonaerense en las situaciones agrícolas.

En la Figura 3, se puede comprobar que la baja saturación cálcica de la zona 7, se corresponde también con relaciones bajas Ca/Mg y Ca/K, mostrando la deficiencia relativa del Ca frente a los contenidos de las otras bases. La relación Ca + Mg/K (Figura 3 a) también baja en esta zona, indicaría que la situación se produce, fundamentalmente, por valores relativos elevados de K. Esto obedecería a la riqueza de illita y micas, ambos minerales ricos en este elemento (Teruggi, 1957; Imbellone & Teruggi, 1993; Zárate, 2003; Iturri, 2015). Este hecho señalaría que en esta zona las enmiendas más apropiadas son las cálcicas, y no las cálcico-magnésicas.

En la Figura 2 se señala claramente, que el O de la zona 3, padece de bajas saturaciones relativas de Mg y K, por elevado contenido de Ca (Figura 3). Esto señalaría, que en esta subregión, la enmienda básica más adecuada es la cálcico-magnésica (dolomita) y no la cálcica (caliza). Estos resultados permiten considerar que la cartografía desarrollada constituye una herramienta útil para la toma de decisión en la elección del corrector. Sin embargo, por tratarse de productos de minería, los resultados

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

deben validarse con experiencias de campo, donde se ponen en juego otras propiedades de los minerales utilizados, y particularmente, las características de las especies cultivadas y sus exigencias nutricionales.

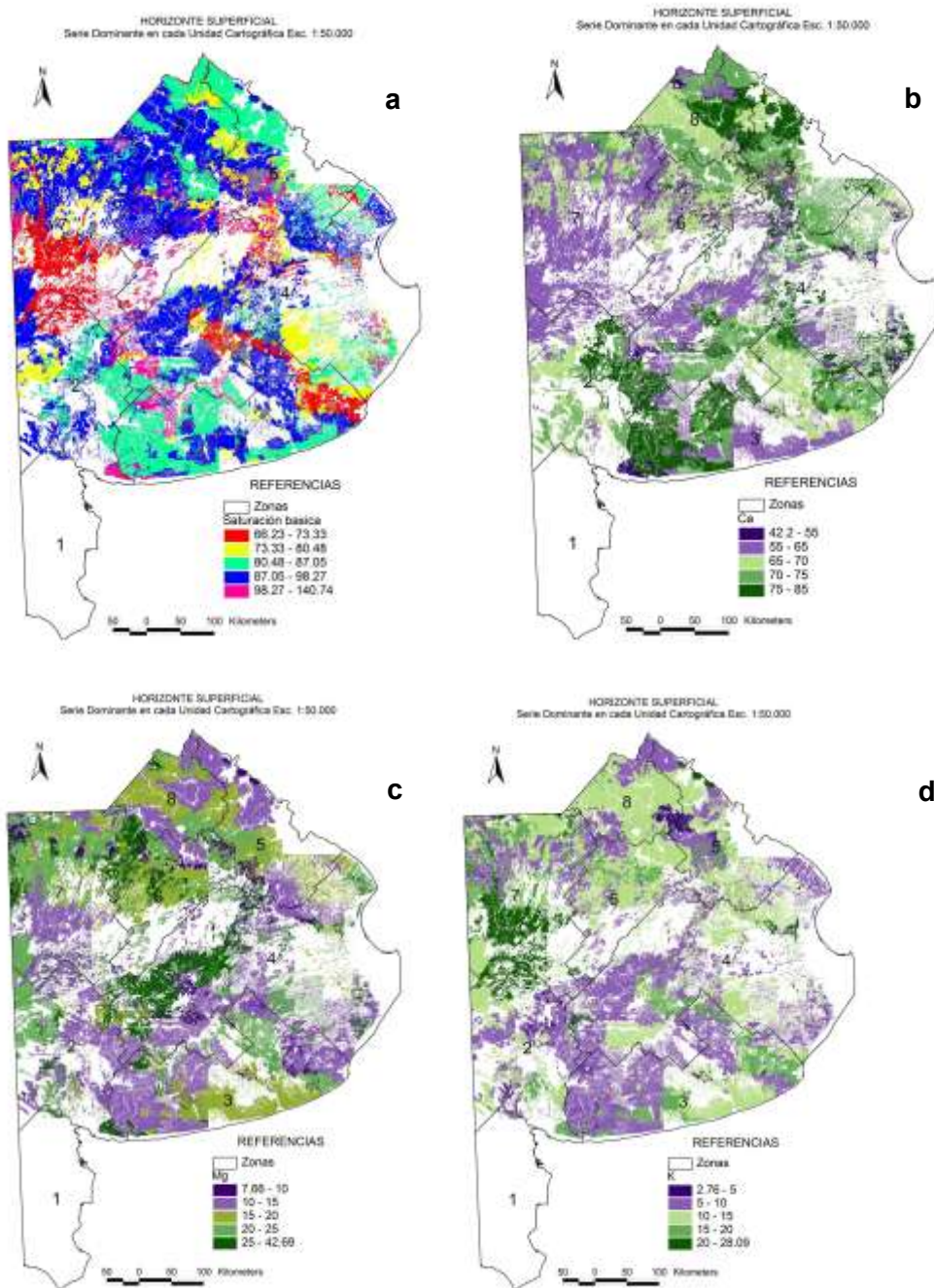


Figura 2.

a) Saturación total de bases b) c) y d) Saturación relativa de los diferentes cationes (Ca, Mg y K).

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

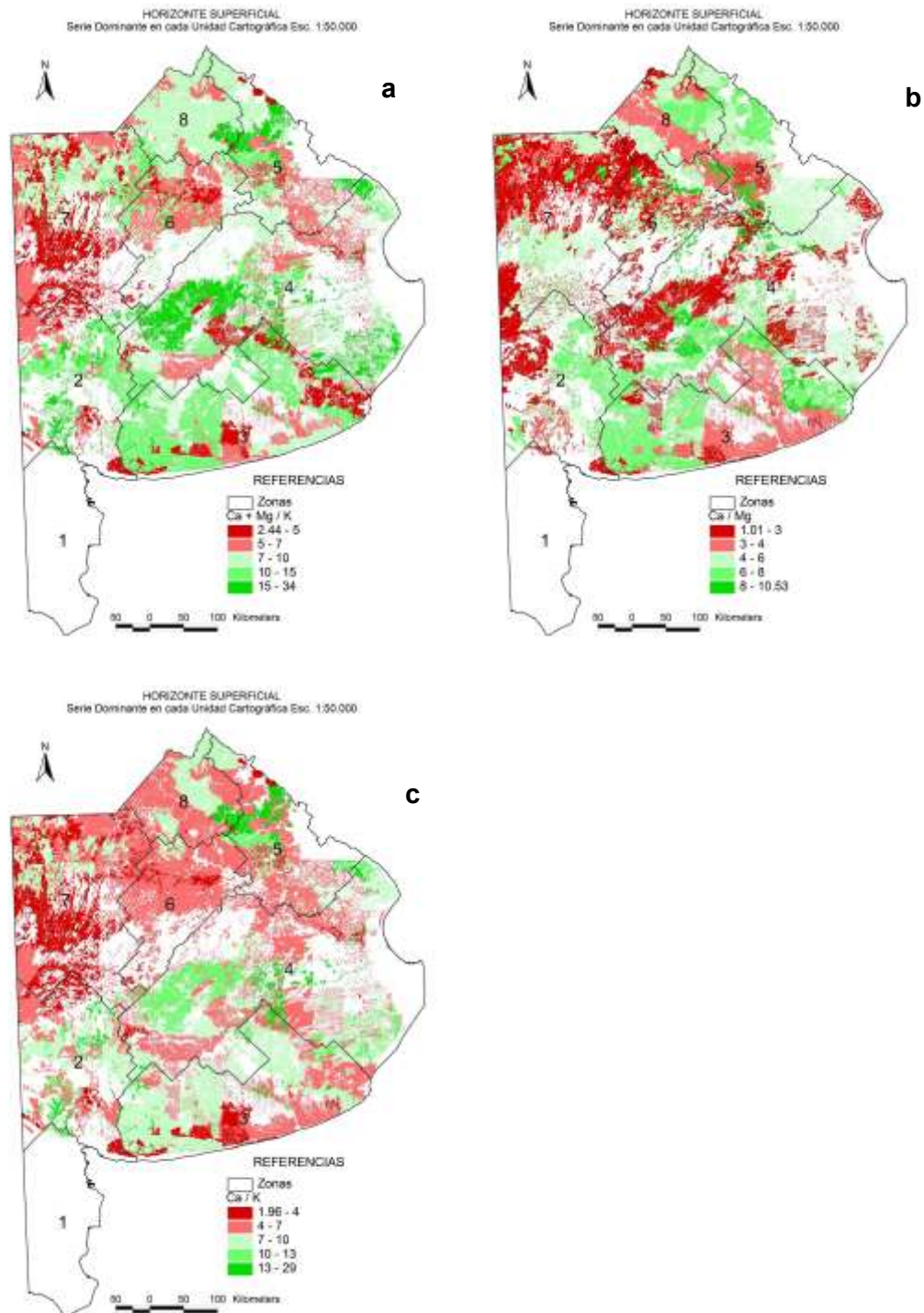


Figura 3. Índices relativos entre cationes: a) Ca+Mg/K. b) Ca/Mg y c) Ca/K



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

### c) Capacidad buffer

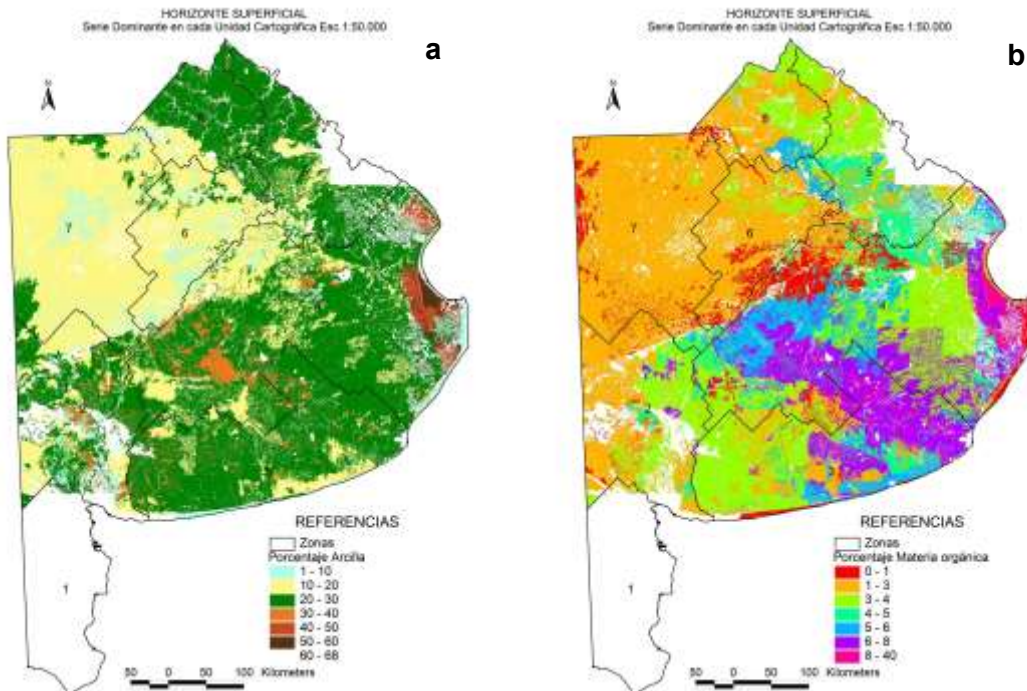


Figura 4. Porcentaje de arcilla (a) y materia orgánica (b) de las series dominantes en las unidades cartográficas.

Los mapas de contenidos de arcilla y materia orgánica del horizonte superficial, son presentados en la Figura 4. Los mismos constituyen herramientas para establecer la causa de la variabilidad de la capacidad buffer de los suelos estudiados (Ecuación 1).

Los valores de “b” encontrados al aplicar la Ecuación 1 en todas las series de suelos oscilan entre 0.0064 y 0.0364. A partir de estos valores se calcula la dosis teórica de corrector a aplicar ante diferentes niveles de “b” (Tabla 1) y, estos fueron asociados a las unidades cartográficas para obtener el mapa de la Figura 5.

En la Figura 5, se observa en color rojo las unidades cartográficas con los menores valores de la pendiente “b” (0,006 a 0,012), que se traducen en las mayores necesidades de  $\text{CaCO}_3$  ( $>4000 \text{ kg ha}^{-1}$ ) para elevar el pH en 0,5 unidades. Estas áreas se encuentran ubicadas en la zona 3 y 4, zona mixta del centro sur y zona ganadera de la cuenca del Salado, respectivamente. Esto obedecería, fundamentalmente, a los elevados tenores de materia orgánica y en menor medida por la presencia de arcilla (Figura 4).

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Contrariamente, las zonas 7 y 6 serían las de menor requerimiento de corrector ( $< 2.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ) para producir este cambio de pH, debido a su bajo poder buffer. De la misma manera, este hecho obedece a la textura gruesa y bajo contenido de arcilla.

Tabla 1. Capacidad buffer y dosis teórica de corrector para elevar 0,5 unidades de pH, en función del valor de la pendiente “b” de la titulación alcalina, calculada para una capa arable de  $2 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

“b” (mmoles álcali $\text{kg}^{-1}$ )	Capacidad Buffer (mmoles KOH $\text{kg}^{-1} \text{ pH-1}$ )	Dosis teórica $\text{kg Ca CO}_3 \text{ ha}^{-1} 0,5 \text{ pH-1}$
0,010	100,0	5000,0
0,015	66,7	3333,3
0,020	50,0	2500,0
0,025	40,0	2000,0
0,030	33,3	1666,7
0,035	28,6	1428,6
0,040	25,0	1250,0
0,045	22,2	1111,1
0,050	20,0	1000,0

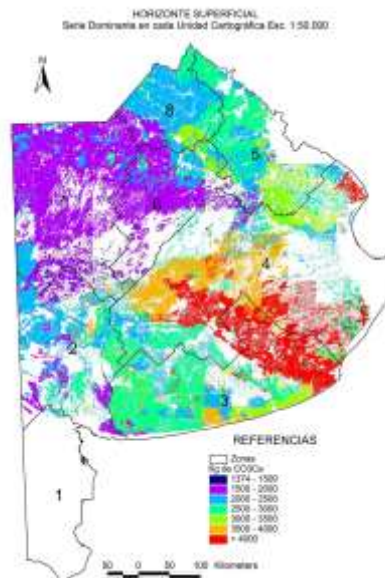


Figura 5: Kg  $\text{CaCO}_3$  necesarios para elevar 0,5 unidad de pH según valores de la pendiente “b” (a menores valores de la pendiente b mayor es la necesidad de corrector).

## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

Estos cálculos son teóricos, y en ellos no se han considerado aspectos secundarios de la práctica. Vázquez et al. (2009) comprobaron en algunos suelos de la Región Pampeana que dosis  $> 1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  provocaban un aumento de la impedancia mecánica, posiblemente por recristalizaciones del  $\text{CaCO}_3$ . Sin embargo, este procedimiento simple permitiría estimar la magnitud de la cantidad necesaria de corrector, cuando el objetivo es el incremento de pH. Es menester, por los argumentos citados, que este cálculo teórico sea calibrado con experiencias en condiciones reales, donde además, se tengan en consideración estos otros efectos secundarios.

En la Tabla 2 se observan las zonas productivas, con la superficie total que ocupa cada una, la superficie que se analizó en este estudio, ya que no fueron incluidas todas las unidades cartográficas, y los siete rangos en que se dividió la dosis de corrector.

Tabla 2. Porcentaje de superficie en cada zona productiva por rangos de dosis de corrector ( $\text{Mg de CaCO}_3$ ) para elevar 0.5 unidad de pH asumiendo el peso de una capa arable de 2 Mg.

Zona/Dosis t $\text{CaCO}_3$								Superficie total ha	% de la superficie analizada
	1.3-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	> 4		
1- Zona de riego y ganadera árida del Sur	0,0	0,1	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	2.365.231	0,92
2- Zona mixta del Sur Oeste	0,7	12,5	22,5	10,0	0,8	1,7	0,0	3.436.770	48,16
3- Zona mixta del Centro Sur	0,0	0,6	8,1	28,0	6,1	6,0	20,7	4.541.811	69,56
4- Zona ganadera de la Cuenca del Salado	0,0	1,1	5,4	9,9	2,4	13,0	12,4	8.504.611	44,21
5- Zona Noreste	0,0	2,2	11,9	34,8	13,0	0,0	0,0	2.634.976	61,91
6- Zona mixta del Centro	0,3	43,0	11,3	4,3	3,4	0,1	0,0	2.404.868	62,57
7- Zona mixta del Noroeste	1,8	54,5	10,1	0,4	0,0	0,5	0,0	4.626.209	67,27
8- Zona núcleo agrícola del Norte	0,0	12,2	53,3	16,0	6,7	0,0	0,0	1.720.477	88,23

Los resultados de la Tabla 2 permiten analizar la importancia areal de la necesidad de corrector. Mientras que en más de la mitad de la superficie analizada de las zonas 7 y 8 se requieren dosis de  $\text{CaCO}_3 < 2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ , en la zona 3 esa misma magnitud areal requeriría dosis  $> 2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ . Los criterios, señalados en la metodología, para incluir en el análisis a las unidades cartográficas permiten hacer otras consideraciones. La



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

zona agrícola del N de la provincia (zona 8) señalada como de baja dotación relativa de Mg y K, posee casi el 90% de su superficie con potencialidad de padecer el problema, ya que sus suelos poseen bajos valores de pH (Figura 1). Algo comparable ocurre en el E de la zona 3.

Estos resultados ponen evidencia que la metodología utilizada es una herramienta útil para poner de manifiesto las cualidades de la dotación básica, establecer dosis orientativas de corrector y señalar las áreas de mayor potencialidad de la problemática. Sin embargo, debe advertirse que al emplearse datos suministrados en las cartas de suelos, muchas de las cuales tienen varias décadas de antigüedad, es probable que la situación actual se haya agravado.

### **Conclusiones**

- Los valores más bajos de pH actual en el horizonte superficial de la serie dominante de cada unidad cartográfica se registran en la zona núcleo agrícola del Norte (zona 8), Noreste (zona 5) y la zona mixta del Centro Sur (zona 3)
- la saturación cálcica se encuentra por debajo de valores citados en la literatura como apropiados, fundamentalmente en la zona mixta del Noroeste (zona 7) en forma generalizada, al E de la zona 3 y al O de la zona ganadera de la Cuenca del Salado (zona 4). Esto se corresponde con altos porcentajes relativos de Mg y bajas relaciones Ca/Mg y Ca/K,  $Ca + Mg/K$ , lo que indicaría que la situación se produce, fundamentalmente, por valores relativos elevados de K debido a los minerales dominantes.
- el O de la zona 3, padece de bajas saturaciones relativas de Mg y K, por elevado contenido de Ca.
- las diferencias de las saturaciones relativas de las distintas bases señalan la heterogeneidad del corrector más apropiado en cada una de las zonas.
- de acuerdo al modelo aplicado, las zonas 3 y 4 son las de mayor requerimiento de corrector para elevar el pH, mientras que la zona mixta del Centro (zona 6) y 7, son las de menor valor.
- la zona agrícola del N de la provincia (zona 8) posee el mayor porcentaje de su superficie con potencialidad de padecer el problema de acidez de los suelos.

### **Bibliografía**

Bear, F.E. & S.J. Toth. 1948. Influence of Ca on availability of other soil cations. Soil Sci. 65: 69-75.

Bennardi D.; A. Díaz Gorostegui; M. Vázquez & M. García. 2015. Curvas de acidificación en suelos: una herramienta predictiva. Actas JUCEN: 19-20. 27-28/04/15. Catamarca.



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

Bennardi, D.; A. Díaz Gorostegui & M. Vázquez. 2014. Capacidad buffer edáfica de la Pradera Pampeana para tomar decisiones de encalado. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Bahía Blanca. 5-9/5.

Buschiazzo, D.E. 1988. Estudio sobre la tosca. Parte II: evidencias de un movimiento descendente del carbonato en base a la interpretación de características micromorfológicas. *Ciencia del Suelo*, 6: 44-48.

Camilión, M.C. 1993. Clay mineral composition of pampean loess (Argentina). *Quaternary International*, 1: 27-31.

Díaz-Zorita, M. & D.E. Buschiazzo. 2006. Soils of the Pampas. En: Lal, R. (Ed.). *Encyclopedia of Soil Science*. R. Lal (Ed.). Marcel Dekker, Inc. Nueva York, USA.

García, M. & M. Vázquez. 2011. Impacto de la evolución de la agricultura santafesina en la pérdida de nutrientes básicos de los suelos. Valoración económico-ecológica. V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente/V Jornada de la Asociación Argentino Uruguay de Economía Ecológica. Universidad Nacional del Litoral, 9/2011.

González Bonorino, F. 1966. Soil clay mineralogy of the Pampa plains. *Journal of sedimentary petrology*, 36(4): 1026-1035.

Havlin, J.L.; J.D. Beaton; S.L. Tisdale & W.L. Nelson. 2005. Soil acidity and alkalinity. En: J.L. Havlin, J.D. Beaton, S.L. Tisdale, W.L. Nelson (ed.) *Soil fertility and fertilizers*. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 7th ed. p: 45-96.

Hepper, E.N.; D.E. Buschiazzo; G.G. Hevia; A.M. Urioste & L. Antón. 2006. Clay mineralogy, cation exchange capacity and specific surface area of loess soils with different volcanic ash contents. *Geoderma*; 135: 216-223.

Imbellone, P.A. & M. Teruggi. 1993. Paleosols in loess deposits of the Argentine Pampas. *Quaternary international*. 17: 49-55.

INTA. Cartas de suelos de la República Argentina. Provincia de Buenos Aires.

Iturri, L. 2015. Evidencias de acidificación de suelos loésicos agrícolas de Argentina. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur.

Millán, G.; M. Vázquez; A. Terminiello & D. Santos Sbuscio. 2010. Efecto de las enmiendas básicas sobre el complejo de cambio en algunos suelos ácidos de la región pampeana. *Ciencia del Suelo*, 28(2): 141-154.

ORA-SAGPyA, 2006. Zonificación Agroeconómica y Sistemas Productivos Predominantes. 58p.



## XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”*

*Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016*

---

Sainz Rozas H.R.; H.E. Echeverría; P.A. Barbieri & M. Eyherabide. 2014. Relevamiento y Mapeo de la fertilidad en suelos agrícolas de la región pampeana Argentina. *Revista Fertilizar*, 29: 3-8.

Scoppa, C. 1976. La mineralogía de los suelos de la llanura pampeana en la interpretación de su génesis y distribución. *Actas VII Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo*. IDIA. 33: 659-673.

Teruggi, ME. 1957. The nature and origin of argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(3): 322-333.

Vázquez, M.; A. Terminiello; A. Duhour; M. García & F. Guilino. 2009. Efecto del encalado sobre propiedades físicas de un suelo de la pradera pampeana. *Asociación con propiedades químicas*. *Ci. Suelo (Argentina)*, 27(1): 67-76.

Vázquez M. & A. Pagani A. 2015. Calcio y Magnesio del suelo. Manejo de fertilización y enmiendas. En: Echeverría H., García F. (Ed.). *Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. INTA, Cap. 11: 317-356.

Zalewska, M. 2003. The effect of various calcium, magnesium, potassium and hydrogen saturation of CEC on the yield and mineral composition of yellow lupine. *Pol. J. Natur. Sc.*, 15 (3): 321-334.

Zalewska, M. 2005. The effect of various calcium, magnesium, potassium and hydrogen saturation of CEC on the yield and mineral composition of oat. *J. Elementology*, 10(4): 1137-1148.

Zárate, M.A. 2003. Loess of South America. *Quaternary Science Reviews*, 22: 1987-2006.