

ENCALADO. I - SU EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UN ARGIUJOL

O. S. HEREDIA¹, N. M. ARRIGO¹ y R. ROMANO CAVANAGH¹

Recibido: 22/12/97

Aceptado: 29/12/97

RESUMEN

Sobre un Argiudol típico se estudió, la evolución del pH y el comportamiento de propiedades físico-químicas del suelo (capacidad de intercambio catiónico, calcio, sodio, potasio y magnesio intercambiables), ante la adición de un producto calcáreo (dolomita), con el objetivo de corregir la acidez del suelo y de mejorar las propiedades antes mencionadas. El ensayo se llevó a cabo sobre una pastura de alfalfa, aplicando a la siembra 2.500 kg ha⁻¹ de dolomita. A los dos años se realizó una segunda aplicación de 2.000 kg ha⁻¹.

El análisis estadístico reveló fluctuaciones significativas para el pH, entre los diversos tratamientos, variación en los niveles de la capacidad de intercambio catiónica, calcio y magnesio, siendo menores los efectos para potasio y sodio.

Se detectó variabilidad temporal en pH, y se manifestaron diferencias en las distintas profundidades de muestreo para pH, CIC, Ca²⁺ y Mg²⁺ intercambiables, no así para Na⁺ y K⁺ como consecuencia del efecto del agregado de la enmienda.

Palabras clave: Encalado; Argiudol; CIC; Cationes Intercambiables; pH.

LIME. I -THE EFFECT ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES IN A ARGIUJOLL

SUMMARY

In Buenos Aires province there are many acidic soils and this problem was increased in the last years due to intensification of agricultural practices.

The scope of this work was to evaluate lime effect on physico-chemical properties of soils: pH, Cation Exchangeable Capacity, Calcium, Sodium, Potassium, and Magnesium in a Typic Argiudoll.

Rates of lime were 0 and 2.5 tn ha⁻¹ of dolomite (Calcium and Magnesium Carbonate) with three replications for each treatment, in plots of 1 ha each. A second application (2 tn ha⁻¹) of made was two years after seedling of lucerne crops.

The pH increased as an effect of lime applications and similar tendency was shown by CEC, Ca²⁺ and Mg²⁺ but not for K⁺ and Na⁺. The serie presented temporal variability in pH and showed differences in sampling depth for CEC, pH, Ca²⁺, Mg²⁺, and Na⁺ but not for K⁺.

Key words: Liming; Argiudoll; CEC; Exchangeable Cations; pH.

INTRODUCCION

El transcurso natural del tiempo, sumado a la intensificación agrícola han llevado a una marcada acidificación de los suelos de la región Pampeana (SAGyP, 1995). Además de condiciones climáticas que pueden predisponer a la acidificación, los sistemas de agricultura intensiva favorecen este proceso especialmente cuando los ciclos de los

cultivos anuales son prolongados, y se emplea considerable cantidad de fertilizantes de reacción ácida (de Orellana, 1991; Arrigo *et al.*, 1996). Los cultivos de alta productividad (maíz-girasol-sorgo), el maíz para silo y el sistema de doble cosecha: soja-soja/trigo-soja/trigo-girasol son agrosistemas que aceleran el proceso de acidificación (Arrigo, 1990; Coscia, 1991; Morris *et al.* 1992).

¹Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires. E-mail: arrigo@ifeva.edu.ar

En suelos ácidos, es frecuente la presencia de niveles tóxicos de aluminio, hierro y manganeso, así como deficiencias de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y molibdeno asimilables. Un pH ácido inhibe la acción de microorganismos imprescindibles que provocan la mineralización de la materia orgánica y la fijación simbiótica de nitrógeno (Carlos *et al.*, 1993).

El uso de un producto calcáreo para llevar al suelo a un nivel óptimo de pH le permite mejorar la disponibilidad de los macro y micronutrientes, creando así un ambiente químico, físico y biológico propicio para el desarrollo de las plantas (de Orellana, 1989; de Orellana y Pilatti, 1990).

El intercambio de calcio con otros cationes, sean bases o ácidos, modifican positivamente la estructura del suelo, al provocar, por la presencia de los iones calcio, la coagulación de los coloides, disminuyendo la dispersión del complejo adsorbente, y facilitando la formación de agregados estables (Benito *et al.*, 1991). Sin embargo, dicha técnica no es de uso generalizado por los productores agropecuarios del país; los antecedentes técnicos éditos argentinos son también escasos.

Para el caso de las leguminosas, se debe tomar en cuenta los requerimientos de pH en el suelo para la sobrevivencia del *Rhizobium*, sin el ambiente adecuado este microorganismo no cumplirá con su función de fijador de nitrógeno, perdiendo así los beneficios que se derivan de esta importante simbiosis (Campillo, 1994). La sobrevivencia del *Rhizobium* y la deficiencia de molibdeno a pH inferiores a 6,0 pueden restringir la efectividad de la simbiosis, por eso se recomienda apuntar a pH de 6,5 a 7 para favorecer la nodulación y obtener así un buen establecimiento de la alfalfa (Vega *et al.*, 1987; Parga y Klein, 1990; Parga 1994).

Trabajos realizados en Louisiana muestran correlación positiva entre el rendimiento de materia seca en alfalfa y el calcio, magnesio y el pH, habiendo correlación negativa con el aluminio intercambiable (Morris *et al.*, 1992). La alfalfa es una especie exigente, requiere pH cercanos a la neutralidad para lograr una óptima persistencia y productividad siendo la acidificación de los suelos

en la Región Pampeana una de las causas determinantes la disminución del área sembrada (Carlos *et al.*, 1993).

Parga (1994) trabajando en suelos trumaos del llano de Chile, partiendo de pH 5,7 ha obtenido incrementos promedio de 0,12 a 0,14 unidades de pH, por cada tonelada de carbonato de calcio incorporado antes de la siembra de alfalfa. En el mismo trabajo se informa también sobre la fluctuación importante del pH a lo largo del año, producto de la variación que experimenta la actividad biológica del suelo.

Objetivos del trabajo

- Evaluar el efecto de la aplicación de un enmienda calcárea sobre el pH, CIC, cationes intercambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+).
- Estudiar la evolución en el tiempo y en profundidad las variables analizadas.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un ensayo de encalado durante los años 1994 y 1996 en el Partido de Solís, Provincia de Buenos Aires, sobre un Argiudol típico, serie Río Tala, cuyo pH original descrito en la Carta de Suelos Perez Millán (INTA, 1973) era de 6,6 y como consecuencia del uso agropecuario el mismo descendió a 5,7.

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento tambero, donde el cultivo de alfalfa es de suma importancia nutricional para el ganado lechero.

Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados dos tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron un testigo: 0 kg y 2.500 kg ha^{-1} de dolomita. Se trabajó en un lote de 6,5 ha dividido en 6 parcelas iguales resultando cada una de 1 hectárea. Al segundo año las parcelas con calcáreo son divididas a la mitad para recibir una segunda dosis de 2.000 kg ha^{-1} . La enmienda fue aplicada al voleo e incorporada con una rastra de discos previo a la siembra de un cultivo de alfalfa.

Se tomaron muestras de suelo a 3 profundidades: 0-10, 10-20 y 20-40cm y 5 repeticiones por profundidad en cada una de las parcelas.

Se efectuó un análisis inicial de: pH, capacidad de cambio catiónico (CIC), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+) y sodio (Na^+). Los resultados pueden verse en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Características generales del suelo de la serie Río Tala

pH	Coxidable %	CIC (cmol _c kg ⁻¹)	Calcio (cmol _c kg ⁻¹)	Magnesio (cmol _c kg ⁻¹)	Potasio (cmol _c kg ⁻¹)	Sodio (cmol _c kg ⁻¹)
5,7	2,02	18,1	12,6	2,7	2,1	0,1

Textura	
Arena %	17,1
Arcilla %	26,1
Limo %	56,8
Clase textural: Franco limosa	

El pH fue determinado mensualmente durante el primer año, realizándose posteriormente análisis completos a los 19 (nov-95) y 25 (may-96) meses de iniciado el ensayo.

El método utilizado para determinar la dosis de enmienda a aplicar fue el de Buffer Simple (SMP) (Mc Lean, 1980; Tran y van Lierop, 1982).

pH potencimétrica, en una relación suelo-agua 1:2.5 (Jackson, 1964)

Cationes y CIC: método de acetato de amonio 1N pH7 (Richter *et al.*, 1982).

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) entre tratamientos, repeticiones y fechas, y el test de comparación de medias de Tukey, utilizando el programa SX 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del encalado sobre el pH del suelo

En el momento inicial se comparó el pH del suelo testigo versus el de la parcela encalada, los valores resultantes fueron de 5,7 y 6,2 respectivamente.

La variación del pH del testigo y de las parcelas encaladas pueden observarse en la Figura 1. A los 3 meses se produjo el máximo valor de pH (7,1) para luego descender y estabilizarse a partir de los 8 meses de aplicada la enmienda. Concordando con la bibliografía consultada (de Orellana, 1991; Parga, 1994).

Puricelli y Magialardo (1979), trabajando sobre un Argiudol típico serie Marcos Juárez con un pH inicial de 5,78 alcanzaron el valor de 6,41 al año de la aplicación.

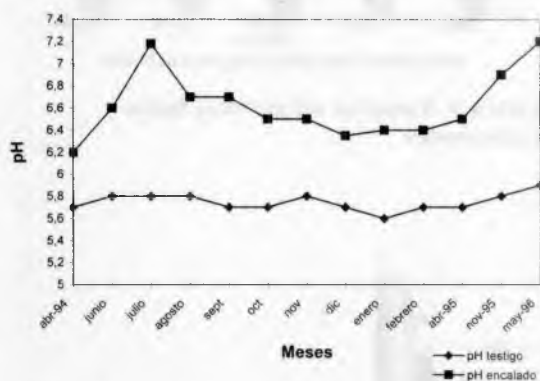


Figura 1: Evolución del pH en el suelo testigo y en el encalado

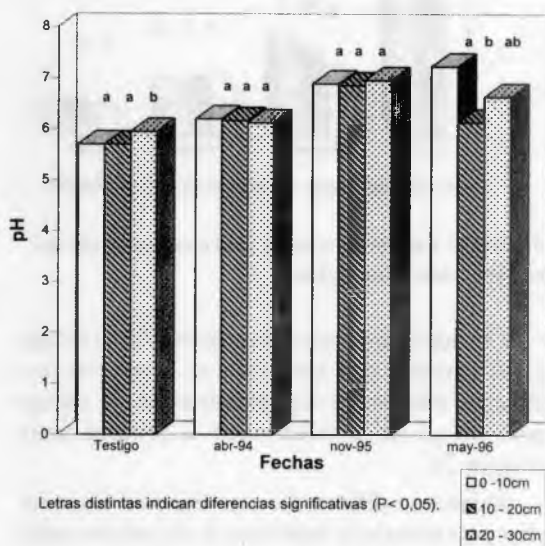


Figura 2: Variación del pH con la profundidad

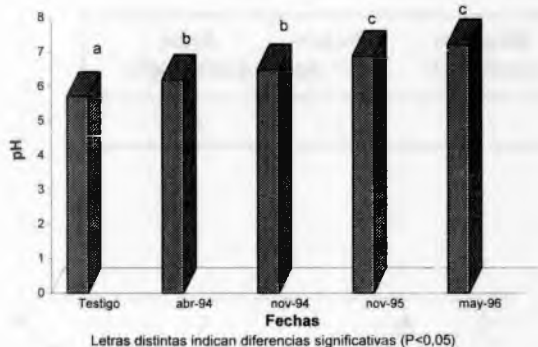
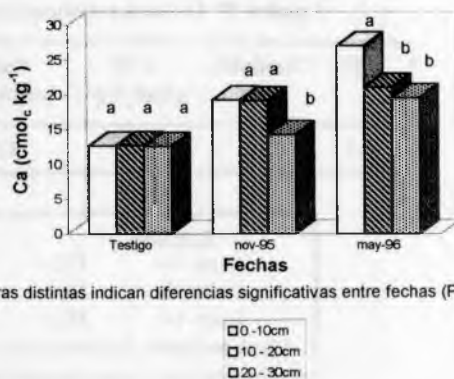
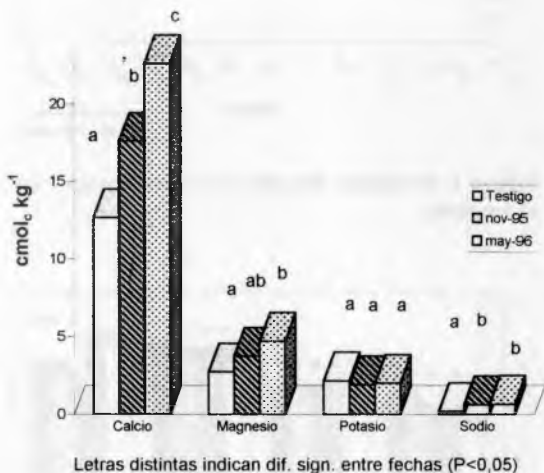


Figura 3: Variación del pH entre fechas y tratamientos



Letras distintas indican diferencias significativas entre fechas (P<0,05)

Figura 5: Contenido de calcio en profundidad



Letras distintas indican dif. sign. entre fechas (P<0,05)

Figura 4: Efecto del calado sobre el contenido de cationes intercambiables

Cuando se analizaron en profundidad el testigo y las parcelas con enmienda se comprobó que existían diferencias significativas en el testigo pero no en las encaladas con la primera dosis (Figura 2).

Existieron diferencias significativas entre fechas para el testigo y la primera dosis, pero no entre la primera y segunda dosis (Figura 3).

Parga (1994) señala la necesidad de reencalar

con la mitad de la dosis inicial cada 3 o 4 años dado que el efecto de la cal se va perdiendo con el tiempo. En nuestro ensayo, el análisis de la segunda aplicación, a los dos años de realizada la primera, no reflejó diferencias estadísticamente significativas, por lo que sería necesario realizar experiencias, reencalando a los 3 ó 4 años, para detectar el momento oportuno.

Existió variabilidad temporal del pH del suelo, coincidiendo con trabajos anteriores sobre el tema (Conti *et al.*, 1980).

Variación en los contenidos de cationes intercambiables y de la CIC

En la Figura 4 se presenta el comportamiento de los cationes calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables entre fechas.

Para calcio se observaron diferencias en el contenido para las distintas profundidades (Figura 5). El magnesio presentó tendencia similar al calcio en profundidades y fechas.

Cuando se comparan por profundidad y dosis los niveles de calcio no hubo diferencias estadísticamente significativa para el testigo (12,7 cmol_c kg⁻¹), pero sí para los primeros 20 cm en la primera dosis siendo aún mayor la diferencia en la segunda dosis (27 cmol_c kg⁻¹).

Morris *et al.*, (1992) trabajando sobre un Fra-

giudult típico, observaron que el encalado producía un incremento de los niveles de Ca^{2+} y Mg^{2+} .

No se encontraron diferencias para el K^+ con el encalado, no siendo afectado por el incremento de los cationes bivalentes (Figura 4). Edmeades y Judd (1979) y Edmeades (1982) encontraron, trabajando en suelos australianos, que el encalado sólo mejoraba la retención de calcio pero no la de magnesio y potasio.

Para el ion Na^+ se producen diferencias entre el testigo y los tratamientos de encalado con un incremento de su contenido en superficie, sin embargo este incremento no llega a niveles considerados perjudiciales.

Se observa un aumento de la capacidad de intercambio catiónico en superficie existiendo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, fechas y profundidades de muestreo (Figura 6), esto es coincidente con lo encontrado por Hochman *et al.* (1992).

CONCLUSIONES

Para esta serie de suelo existió un aumento en el pH a través del tiempo por efecto del encalado. La evolución del aumento fue de 1 unidad entre el testigo 1994 y la primera dosis en noviembre 1995.

La máxima solubilización del corrector se produjo al tercer mes lográndose el mayor valor de pH para esa fecha. Luego se estabilizó alrededor de pH 6,5, valor que se mantuvo hasta la aplicación de la segunda dosis.

Existió variabilidad temporal en esta propiedad.

Hubo un aumento en los valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ intercambiables y en la C.I.C para las distintas fechas y tratamientos, aumentando los valores superficialmente en los tratamientos a diferencia del testigo.

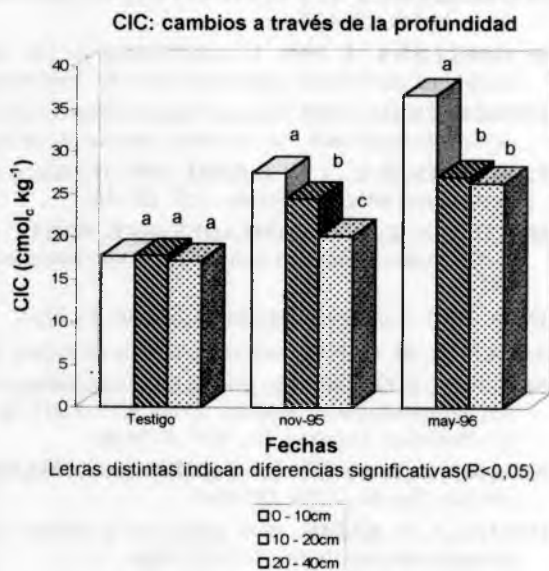
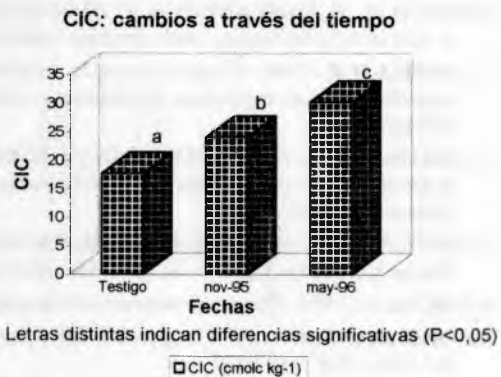


Figura 6: Variación de la CIC con el tiempo y la profundidad

No hubo diferencias en los niveles de K^+ intercambiable entre tratamientos

Existió un aumento del nivel de Na^+ para las parcelas tratadas, manteniéndose en valores normales.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIGO, N.M. 1990. Efecto de secuencias de cultivos, labranzas y fertilización sobre las características químicas y físicas de un Argiudol típico. *Tesis de Maestría*, EPG-FAUBA, 189 pp.
- ARRIGO, N.M., A.M. de la HORRA, M.E. CONTI y M. F. VASQUEZ. 1996. Efecto de rotaciones y labranzas sobre el complejo de cambio y los cationes intercambiables. XVº Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. La Pampa. *Actas*: 83-84.

- BENITO, E., G. GIOVANNINI y F. DIAZ-FIERROS.** 1991. Effect of pH on the dispersion of various colloids in soil in its relationship with structure stability. *Agrochimica* 35: 34-45.
- CAMPILLO R.** 1994. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Décima Región. En: Corrección de la fertilidad y uso de enmiendas en praderas y cultivos forrajeros. Serie Remehue, N° 53, *INIA Remehue, Osorno*, 135 pp.
- CARLOS, L.A., L. A. VENTIMIGLIA y J. O. BASAIL.** 1993. Corrección de la acidez del suelo: Su efecto sobre la productividad de la alfalfa. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Boletín de Extensión 6 Area de Desarrollo Rural . 10pp.
- CONTI, M.E., N. M. ARRIGO, y R.M. PALMA.**1980. variabilidad espacial en determinaciones de carbono, nitrógeno, fósforo y pH en un muestreo sistemático de suelo. *Rev. Fac. de Agronomía UBA.* 1-2:43-48.
- COSCIA, A.,** 1991. Desarrollo sostenido de la pampa húmeda argentina. *Agricultura Sostenible* N° 9. *INTA.* 15pp.
- de ORELLANA, J. A.** 1989. Expansibilidad y penetrabilidad de un horizonte B₁t con enmiendas cálcicas. *Ciencia del Suelo*, Vol 7:107-111.
- de ORELLANA, J. A., y M. PILATTI.** 1990. Aplicación de enmiendas cálcicas a un horizonte B2t. *Ciencia del Suelo*. Vol 8: 128-133
- de ORELLANA, J.** 1991. La acidificación de los suelos, causas, consecuencias, tratamientos. Pergamino. *Estación Experimental Agropecuaria, PAC.* Publicación Técnica N° 7: 10pp.
- EDMEADES, D.C.** 1982. Effects of lime on effective cation exchange capacity and exchangeable cations on a range of New Zealand soils. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 25: 27-33.
- EDMEADES, D. C., y M. J. JUDD.** 1979. The effects of lime on the magnesium status equilibria in some New Zealand top soils. *Soil Science* 129: 156-161.
- HOCHMAN, Z., D. C. EDMEADES and E. WHITE.** 1992. Changes in effective cation exchange capacity and exchangeable aluminium with soil pH in lime amended field soils. *Australian Journal of Soil Research.* 30: 177-187.
- INTA.** 1973. Carta Perez Millán. Hoja 3360-33. 78pp.
- JACKSON, M. C.** 1964. Análisis químicos de suelos. *Editorial Aragon*, Barcelona. 350 pp.
- MC LEAN, E. O.** 1980. Soil pH and Lime requirement. In Page (Ed) *Methods of soil analysis (part 2). Chemical and microbiological properties.* 2° Ed. N° 9. Part 2 in the Series Agronomy. ASSA, Inc Soil Science Society - Inc Publisher. Madison. Wi. USA. 1159 pp.
- MORRIS, D., R. JOOST, D. CORKERN and L. MASON.** 1992. Liming double-cropped rye grass and sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 155-160.
- PARGA, J., F. KLEIN.** 1990. Alfalfa en la décima región: Características productivas y limitaciones. *INIA, Remehue* Boletín técnico N° 152. 12pp.
- PARGA, J.** 1994. Establecimiento de alfalfa. *INIA Remehue.* Boletín Técnico N° 214. 8pp.
- PURICELLI, C., y F. MAGIARDO.** 1979. Encalado de suelos para la producción de alfalfa. *IDIA* 373-378: 156-159.
- RICHTER, M., M. E. CONTI, y G. D. MACCARINI.** 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables, acidez intercambiable y capacidad de intercambio catiónico en suelos. *Rev. Fac. de Agronomía* 3: 145-155.
- SAGYP.** 1995. El deterioro de las tierras en la República Argentina. *Alerta Amarilla.* 287pp.
- TRAN, T. S., and W. van LIEROP.** 1982. Lime requirement determination for attaining pH 5.5 and 6.0 of coarse-textured soils using buffer-pH methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1008-1014.
- VEGA, M., S. GAMBAUDO, y J. RAGAZZO.** 1987. Boletín técnico N° 28. *INTA-EEA Rafaela.* Factores que influyen sobre el rendimiento de soja en la región central de Santa Fé. 19pp.