

Contenido de hierro y aluminio soluble y extractable de algunos suelos argentinos y su relación con el pH

MARTA E. C. DE MARTÍNEZ¹

(Recibido: 2 de julio, 1970)

RESUMEN

En este trabajo se da a conocer el resultado de los análisis químicos de aluminio soluble y extractable en solución 1N KCl pH 5 y hierro soluble en agua y extractable en la misma solución, de algunos suelos ácidos de la Argentina.

Se observaron en todos los casos valores significativamente altos. Se encontró estrecha correlación entre aluminio extractable y valores de pH, con un coeficiente $r = -0,83$.

SUMMARY

This paper reports the results of the chemical analysis of acid soils of Argentina referred to a) water soluble and exchangeable aluminium in pH 5 1N KCl solution and, b) water soluble and exchangeable iron in the same extractant solution. In every case high values of iron and aluminium concentrations were observed.

A high negative correlation $r = -0,83$ was found between values of exchangeable aluminium and pH.

INTRODUCCION

Desde hace tiempo se conoce que el pH de los suelos está relacionado no solamente con los iones hidrógeno y el % de saturación de bases, sino también con el contenido de hierro y aluminio. En suelos ácidos éstos son los elementos que juegan un papel predominante en el complejo sorbente (BORNEMISZA, 1965).

Hoy se ha puesto bien de manifiesto que los óxidos de hierro y aluminio hidratados se encuentran sorbidos en los mineralés de arcillas donde actúan como donores de protones (COLEMAN y MEHLICH, 1957).

COLEMAN *et al* (1959) encontraron en suelos de

North Carolina valores de aluminio de cambio del orden de 2 a 12 meq/100 g de suelo, para suelos de pH 4,5 y 5. Comprobaron que la cantidad de ese catión descende a valores menores de 1 meq/100 g de suelo a pH superiores a 5,5 y aumenta a pH inferiores al mencionado, poniendo de manifiesto una marcada correlación negativa entre ambas variables. YUAN y FISKEL (1959) analizando suelos ácidos de Florida, determinaron valores del orden de 0,78 meq/100 g de suelo de aluminio de cambio.

AHMAD (1960), FOY y BROWN (1963), MACISTAD (1925) y GUTHIE y BOURNE (1939) señalaron que existe también el problema del contenido de hierro y aluminio del suelo relacionado con la acción tóxica y disponibilidad de nutrientes.

Se comprobó que en soluciones nutritivas, concentraciones de 1 ppm de aluminio afectan el crecimiento radicular. Esto es debido a alteraciones

¹ Ayudante primera del Departamento de Biología, orientación Edafología, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires.

de permeabilidad de las membranas, causada por efecto de dicho ión sobre la pared celular (LACE y PEARSON, 1969; MAC LEAN y GILBERT, 1927). En muchos casos la toxicidad del aluminio resultó ser una simple deficiencia de otros nutrientes, especialmente fósforo, calcio, potasio y molibdeno (JACKSON, 1967). El caso más estudiado es el del fósforo, que precipita como fosfato de aluminio y hierro, bajando peligrosamente la disponibilidad de ese elemento para la planta (PIERRE y STUART, 1933).

Otro aspecto destacable es la capacidad "buffer", respecto del potencial redox, que confiere al suelo la presencia de iones de hierro. El proceso lo logran evitando un brusco aumento de las condiciones reductoras, tomando electrones en su forma oxidada o férrica y pasando a ferroso o forma reducida.

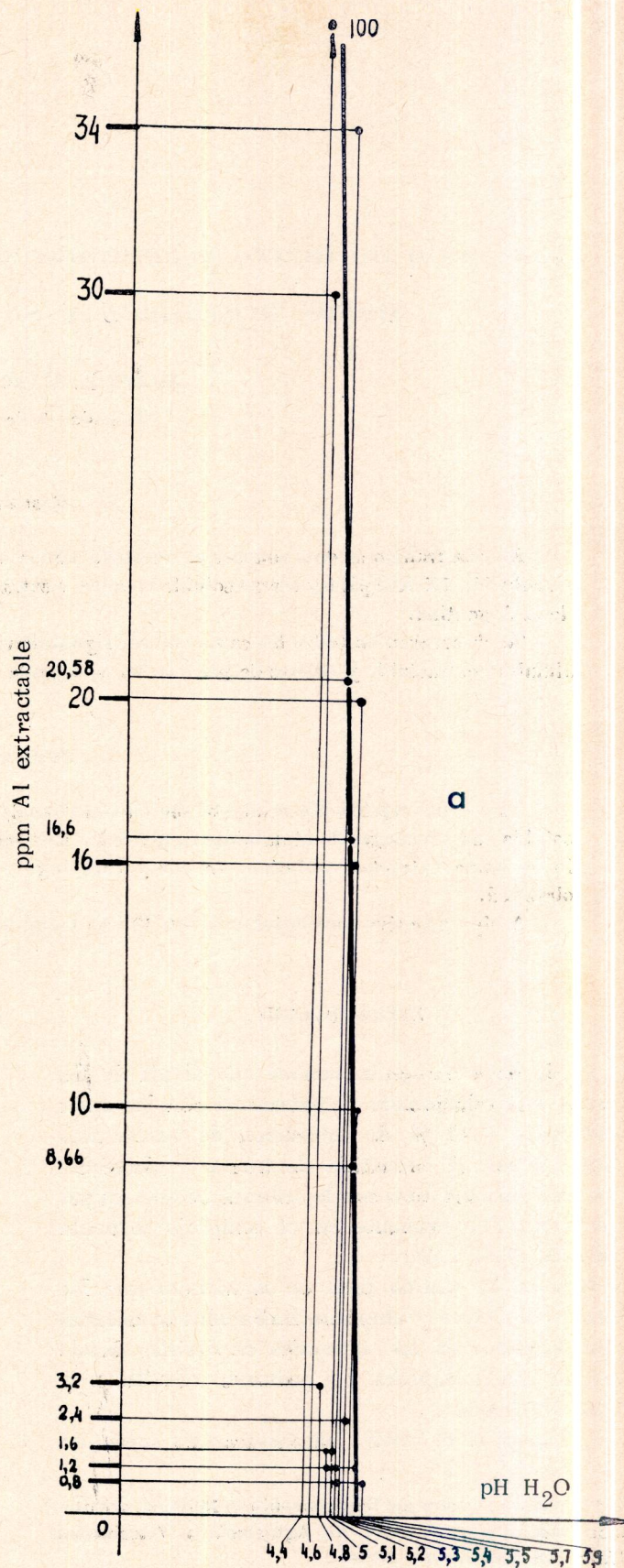
Estos y otros aspectos unidos a la carencia de estudios y datos sobre este tema en el país, hacen evidente la necesidad de intensificar el estudio de iones hierro y aluminio de los suelos ácidos de algunas zonas agrícolas y ganaderas.

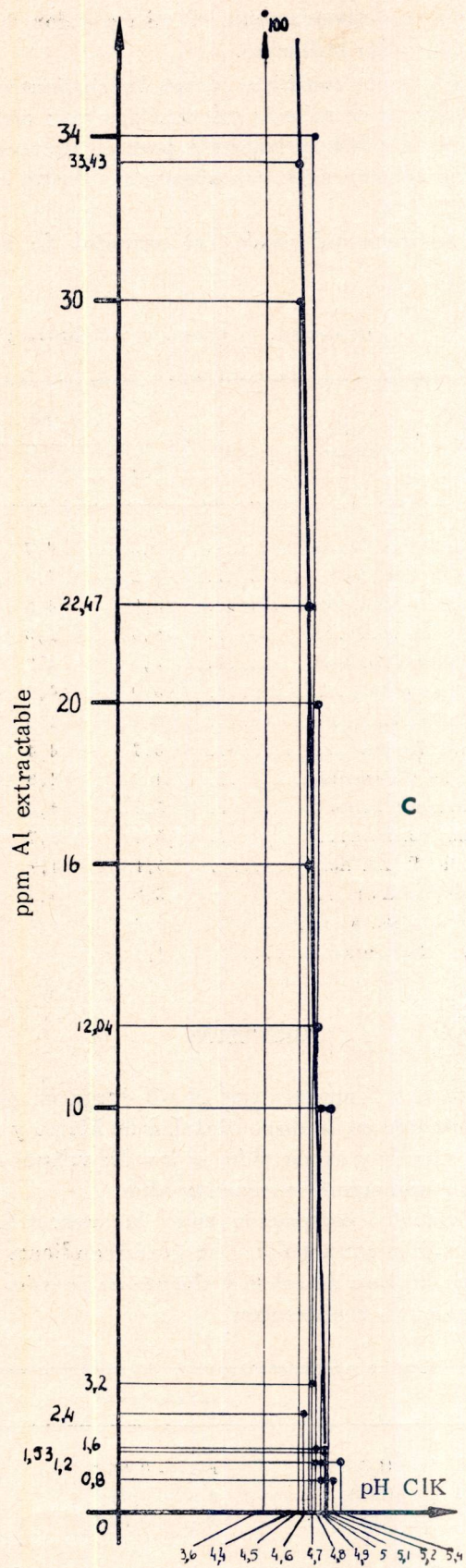
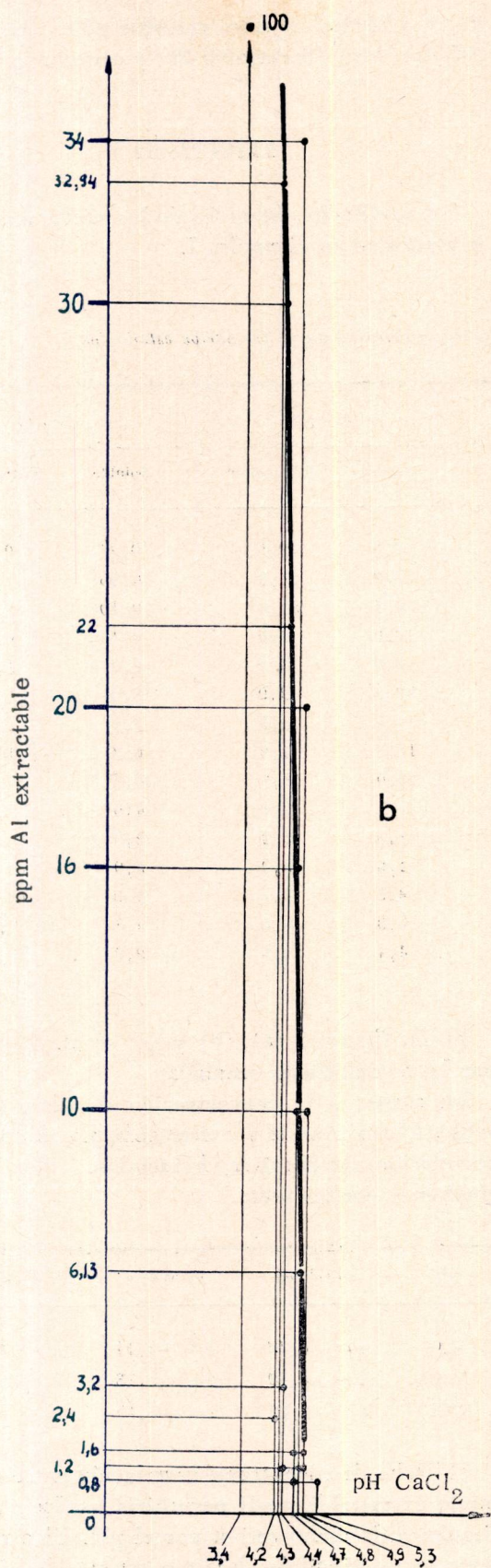
MATERIALES Y METODOS

Las muestras utilizadas correspondieron a los primeros 20 cm de suelo. En todos los casos las mismas fueron representativas de 4 ó 5 subsituaciones. Por ejemplo, en Junín la muestra era el conjunto de 5 potreros de un campo. Las muestras siempre se ubicaron en suelos zonales y aparentemente representativos de la región.

Posteriormente a la toma, se llevaron al laboratorio, se dejaron secar al aire y se desmenuzaron hasta un tamaño de 2 mm.

En las determinaciones de hierro y aluminio soluble se trataron 25 g de suelo con 250 ml de agua destilada, se agitó 15 minutos y luego de 24 horas se filtró. La concentración y pH de la solución extractante fue elegida después de varias pruebas por tres razones, pues 1) aportaba una elevada concentración de iones desplazantes; 2) mantenía el aluminio extraído en estado soluble, y 3) pre-





sentaba aproximadamente el mismo valor de pH que los suelos utilizados.

Los métodos analíticos fueron los siguientes: para el hierro el método colorimétrico con orthofenantrolina e hidroxilamina y para el aluminio, el método colorimétrico con aluminón (BLACK *et al.*, 1965).

El instrumental usado fue material de vidrio

pirex, plancha caliente, agitador automático, fotocolorimétrico "Spectronic 20" y centrífuga Crist.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los suelos analizados se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1. — Valores de pH, hierro y aluminio solubles y extractables de los suelos estudiados

Suelos Región	pH			Fe ppm		Al ppm	
	H ₂ O	CaCl ₂	KCl	Soluble	Extractable	Soluble	Extractable
9 de Julio (Bs. As.).....	5,2	4,7	4,9	8,8	9,0	0,24	0,8
Pasteur (Bs. As.).....	5,2	4,8	4,8	7,2	16,8	0,16	1,2
Maggiolo (Sta. Fe).....	5,0	4,9	4,9	6,8	32,0	0,40	1,2
Córdoba.....	5,9	5,3	5,2	12,0	9,0	0,16	0,8
Baradero (Bs. As.).....	5,1	4,7	5,0	8,0	7,2	0,0	1,6
Pilar (Bs. As.).....	5,0	4,9	4,8	32,8	12,0	8,8	1,6
Lobería (Bs. As.).....	5,4	4,2	4,5	4,0	4,0	2,2	2,4
Junín (Bs. As.).....	5,7	4,4	5,4	14,0	7,2	0,8	1,2
Saladas (Corrientes).....	4,6	4,3	4,4	20,0	16,0	36,0	30,0
Chillar A (Bs. As.).....	5,4	4,8	4,8	4,4	12,0	4,0	20,0
Lima (Bs. As.).....	5,4	4,7	4,9	2,8	3,2	2,0	10,0
Chillar B (Bs. As.).....	5,1	4,7	4,7	4,0	8,0	5,0	10,0
Salto (Bs. As.).....	5,3	4,7	4,6	4,8	6,4	2,0	16,0
Quequén (Bs. As.).....	4,8	4,4	4,7	10,0	6,0	4,4	3,2
Goya (Corrientes).....	4,4	3,4	3,6	4,4	4,8	2,0	100,0

DISCUSION

El cuadro 1 muestra que el pH juega un papel determinante en la disponibilidad de hierro y aluminio soluble y extractable, ya que los valores consignados son significativamente altos.

Se encontró correlación entre la concentración de aluminio extractable y su correspondiente pH en agua, cloruro de calcio y cloruro de potasio, con los siguientes coeficientes:

pH	Al extractable
H ₂ O	$r = -0,60 *$
CaCl ₂	$r = -0,74 *$
KCl	$r = -0,83 *$

* Significativo al 1 % de probabilidad.

En las figuras 1 (a), (b) y (c) se pueden observar las correlaciones señaladas.

En cuanto a la concentración de aluminio soluble, hierro soluble y extractable, no se encontró correlación significativa, habiéndose obtenido los siguientes coeficientes:

pH	Al soluble	Fe soluble	Fe extractable
H ₂ O	$r = -0,46$	$r = -0,17$	$r = -0,25$
CaCl ₂	$r = -0,19$	$r = -0,13$	$r = -0,27$
KCl	$r = -0,29$	$r = -0,10$	$r = -0,007$

El hecho de encontrarse correlación entre el aluminio extractable y pH permitiría predecir acción fitotóxica de dicho catión por el pH. El nivel mínimo de toxicidad de aluminio extractable para los

suelos estudiados por ABRUÑA *et al.*, 1964, sería de 27 ppm. Tomando este dato como aluminio extractable en 1 N KCl pH 5 podría decirse que los suelos argentinos estudiados con un pH en KCl inferior a 4,5, comenzarían a producir acción fitotóxica debido al aluminio.

La realización de pruebas biológicas podría confirmar esta hipótesis.

De los valores analizados en este trabajo puede inferirse la siguiente ecuación general:

$$y = 263,42 - 52,38 x$$

y = concentración de aluminio extractable tóxico en ppm;

x = pH en KCl donde el aluminio comenzaría a mostrar la acción fitotóxica.

$$x = \frac{y - 263,42}{-52,38}$$

La confirmación de estos resultados demostraría asimismo el poco valor de la determinación de aluminio soluble respecto de la fitotoxicidad de dicho ión.

Las concentraciones de aluminio extractable y soluble ($r = 0,18$) no están correlacionadas.

El contenido de los iones, aluminio y hierro, en forma extractable es muy superior al soluble en agua, con la excepción de las muestras correspondientes a Pilar, Saladas y Quequén. Estos suelos presentan textura fina, con dificultad de filtración, donde pudo haber un pasaje de hierro y aluminio al estado coloidal en los filtrados acuosos. Esto estaría acentuado por la ausencia de alta concentración de electrolitos en la suspensión suelo-agua.

El elevado contenido de hierro y aluminio extractable le confiere al complejo sorbente gran capacidad de regulación, basada en la posibilidad de neutralización de bases que presentan estos cationes y sus complejos.

De acuerdo con el límite mínimo de toxicidad de 27 ppm de aluminio extractable, sólo los suelos de Saladas y Goya (Corrientes) tendrían problemas en este aspecto.

CONCLUSIONES

1. Se encontró correlación significativa entre concentración de aluminio extractable y valores de pH en agua, cloruro de potasio y cloruro de cal-

cio. No hubo correlación entre aluminio soluble y hierro soluble y extractable.

2. Los valores de aluminio soluble variaron entre 0 y 36 ppm como límites máximo y mínimo. En un 90 % de los casos los valores se encuentran entre 0 y 5 ppm.

Los valores de aluminio extractable variaron entre 0,8 y 100 ppm.

3. Los valores de hierro soluble variaron entre 2 y 28 ppm como límites máximo y mínimo y los de hierro extractable variaron entre 2 y 16,8 ppm.

4. No se encontró correlación entre aluminio soluble y extractable.

5. Los resultados de aluminio y hierro extractables dieron valores superiores a los solubles en agua, con la excepción de las muestras correspondientes a los suelos de Pilar, Saladas y Quequén.

6. La ecuación de correlación entre aluminio extractable y pH en KCl es la siguiente:

$$x = \frac{y - 263,42}{-52,38} ; x = \text{pH en KCl},$$

y = concentración de aluminio extractable

BIBLIOGRAFIA

- ABRUÑA, F., VICENTE CHANDLER J. and PEARSON, R. W., 1964. *Effects of liming on yields and composition of heavily fertilized grasses and soil properties under humid tropical conditions*. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 28 (5): 657-661.
- AHMAD, M., 1960. *Aluminium toxicity of certain soils on the coast of British Guiana and problems of their agricultural utilization*. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. Madison Wise, 2: 161-170.
- BLACK, C. A., EVANS, D. D., WHITE, J. L. et al., 1965. *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy Inc. Publishers, pp. 771-1572.
- BORNEMISZA, E., 1965. *Conceptos modernos de acidez de suelo*. Turrialba, 15 (1): 20-24.
- COLEMAN, N. T. and MEHLICH, A., 1957. *The chemistry of soil pH*. Washington U.S. Dept. Agric. Yearbook of agriculture « Soil », pp. 72-79.
- COLEMAN, N. T., WEED, S. B. and MC. CRAKEN, R. J., 1959. *Cation-exchange capacity and exchangeable cations in Piedmont soil of North Caroline*. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 146-149.
- FOY, C. D. and BROWN, J. C., 1963. *Toxic factors in acid soils I. Characterization of aluminium toxicity in cotton*. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 27: 403-407.
- JACKSON, W. A., 1967. *Physiological effects of soil acidity*, In R. W. Pearson and Adams (ed.) *Soil acidity and liming*, Agronomy, 12: 43-123.

- LACE, J. C. and PEARSON, R. W., 1969. *Effect of low concentration of aluminium of growth and water and nutrient uptaken by cotton roots*. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 33 (1): 95-98.
- MAGISTAD, O. C., 1925. *The aluminium content of the soil solution and its relations to soil reaction and plant growth*. Soil Sci. 20: 181-225.
- MC. LEAN, E. and GILBERT, B. E., 1927. *The relative aluminium tolerance of crop plants*. Soil Sci. 24: 163-175.
- PIERRE, W. H. and STUART, A. D., 1933. *Soluble aluminium studies. IV. The effects of phosphorus in reducing the detrimental effects of soil acidity on plant growth*. Soil Sci. 36: 211-227.
- YUAN, T. L. and FISKEL, J. G. A., 1959. *Aluminium studies. II. The extraction of aluminium from some Florida soils*. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 23: 202-205.