

## CAMBIOS QUIMICOS CAUSADOS POR ENCALADO EN SUELOS TROPICALES

Gonzalo Palma V.\*

### SUMMARY

Four treatment levels (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 meq. Ca/100 g. soil) were applied to four ultisol acid soils.

Evaluations were designed to determine the most efficient treatment for neutralizing the exchangeable aluminum. Calcium carbonate (reagent grade) was used as liming material.

Liming effects were evaluated by determining the changes in chemical characteristics in each one of soils at 3,6 and 9 weeks after application. Increases in soil pH and calcium content were observed with an increase of treatment levels. Magnesium decreased with the time after application.

Exchangeable aluminum was significantly decreased at low levels of calcium carbonate.

We found an exchangeable aluminum value of 0.200 meq/100g. soil as an optimal level that be reached in liming soils, corresponding to soil pH values near 5.3 and a time period incubation of six week.

Additional index words: Calcium carbonate, soil pH, exchangeable aluminum, liming.

### RESUMEN

Fueron aplicados cuatro niveles de tratamiento (0,5 - 1,0 - 1,5 y 2,0 meq Ca/100 g suelo) a cuatro ultisoles ácidos.

Las evaluaciones fueron realizadas para determinar el tratamiento más eficiente para neutralizar el aluminio cambiante.

Se utilizó carbonato de calcio (grado reactivo) como material de encalado.

Los efectos del encalado, fueron evaluados al determinar los cambios en las características químicas en cada uno de los suelos a 3, 6 y 9 semanas después de la aplicación.

\* Profesor Titular de Físico Química de Suelos. Escuela de Agronomía. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.

Se observó un aumento en el pH del suelo y el contenido de calcio a medida que se eleva el nivel de tratamiento.

El magnesio disminuye con el tiempo después de la aplicación. El aluminio cambiante fue disminuido significativamente a bajos niveles de carbonato de calcio.

Se encontró un valor de aluminio cambiante de 0,200 meq/100g suelo como nivel óptimo, el cual debe alcanzarse al encalar los suelos, este valor corresponde a valores de pH cercanos a 5,3 y a períodos de incubación de seis semanas.

## INTRODUCCION

Los suelos de las regiones tropicales húmedas, bajo condiciones naturales están caracterizados por un proceso continuo de cambio debido a la alta pluviosidad, altas temperaturas, descomposición, erosión y remoción de las bases cambiables por los cultivos. En consecuencia los suelos tienen un alto contenido de aluminio, hierro y manganeso; baja capacidad de intercambio catiónico, baja concentración de Calcio y Magnesio y una alta fracción de sesquióxidos. Estas condiciones reflejan en forma directa un proceso continuo de acidificación así como una producción relativamente baja.

El uso, de fertilizantes con efecto residual ácido aumentan la acidificación del suelo (13). Hoy en día es generalmente aceptado la tesis de que la base más efectiva para determinar el requerimiento de encalado en suelos de regiones tropicales, es el nivel de aluminio intercambiante. (7, 11, 17). Esto contrasta con la teoría de que en regiones de clima templado el criterio para establecer estos requerimientos es cuando se logra su pH específico.

En esta publicación se estudia el efecto de diferentes niveles de carbonato de calcio sobre el aluminio intercambiante en cuatro suelos ácidos tropicales.

## MATERIALES Y METODOS

Para realizar este estudio se tomaron muestras del horizonte superior de suelos ácidos situados en el Estado Lara, Venezuela.

Estas regiones tienen un promedio de temperatura de 20 °C, 1.600 mm de precipitación y los principales cultivos son papas y café. Algunas características de estos suelos son presentados en la tabla N° 1. Los suelos fueron secados al aire y pasados a través de una malla de 2 mm.

En cada envase se colocaron 1.600 gr. de suelo.

El envase plástico fue lavado con agua destilada. Como material de encalado se aplicó carbonato de calcio en solución (grados reactivos) a cada muestra de suelo, con el objeto de obtener tratamientos equivalentes a 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 meq. Ca/100 gr. de suelo. El diseño experimental utilizado fue el completamente randomizado con 32 tratamientos, los cuales estaban definidos por 4 suelos x 2 repeticiones x 4 niveles.

Una vez que los tratamientos fueron aplicados se mantuvo la humedad de los suelos cerca de su capacidad de campo. Se hicieron muestreo de cada envase

TABLA N° 1.- ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

Suelo	Arena	Limo	Arcilla	M.O.	pH	Ca +Mg camb	Cat: Camb meq/100g suelo	Al camb	Saturación Al %
1	65.8	9.0	25.2	2.3	4.0	2.60	5.69	3.09	54
2	68.0	12.0	20.0	2.4	3.6	2.74	6.48	3.74	58
3	72.0	12.0	16.0	1.9	3.8	0.74	5.88	5.14	87
4	68.8	11.2	20.0	1.7	3.9	0.88	4.70	3.82	67

a las 3, 6 y 9 semanas y luego se analizaron el pH, Ca, Mg, Al intercambiable para observar el efecto de los tratamientos. El aluminio intercambiable, calcio y magnesio fueron extraídos con una solución 1N de KCl (12). Para determinar el calcio y magnesio el extracto fue directamente leído en un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian Tectron 1100). El aluminio intercambiable fue determinado por titulación con Hidróxido de sodio (01. IN). El análisis de textura de los suelos, porcentaje de arena, limo y arcilla fue determinado por el método de bouyoucos (5) y la materia orgánica por el método de Walkley - Black (4). Se hizo un análisis estadístico para determinar si existía diferencia significativa entre los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### pH del Suelo \*

Los cambios en acidez en relación al carbonato de calcio utilizado como material de encalado son mostrados en las figuras 1, 2, y 3. En los cuatro suelos el pH se incrementó a medida que el nivel de los tratamientos aumentaba para un período de tiempo dado. Los suelos 1 y 4 mostraron un incremento lineal del valor del pH a las 3, 6 y 9 semanas. Un similar comportamiento fue

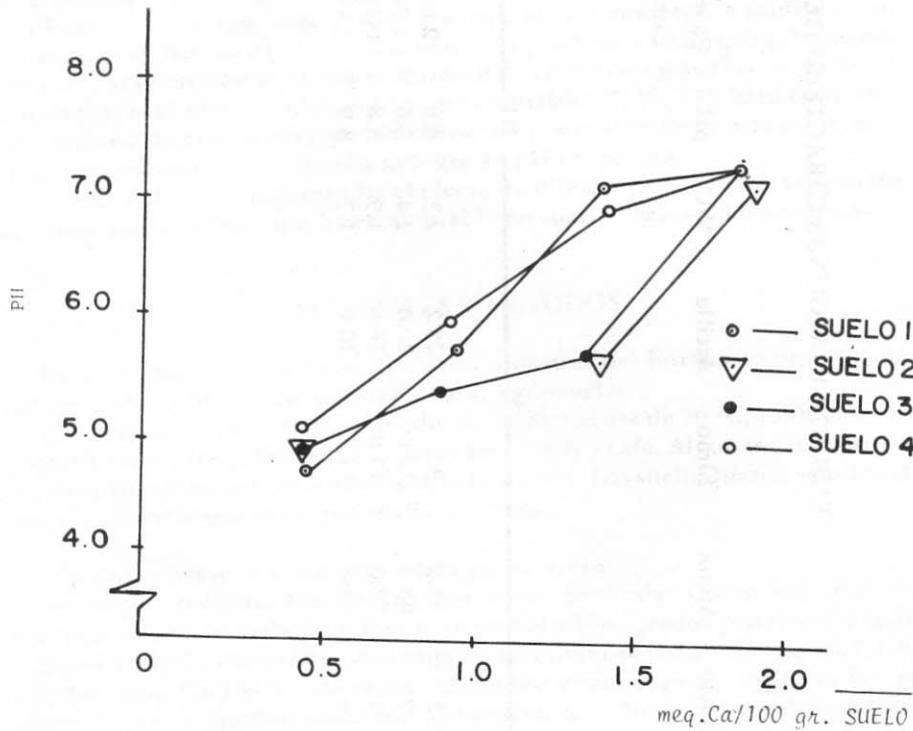


FIG. 1.- EFECTO SOBRE EL CAMBIO DE pH CON EL TIEMPO (3 SEMANAS) DESPUES DE APLICACION DEL TRATAMIENTO INDICADO.

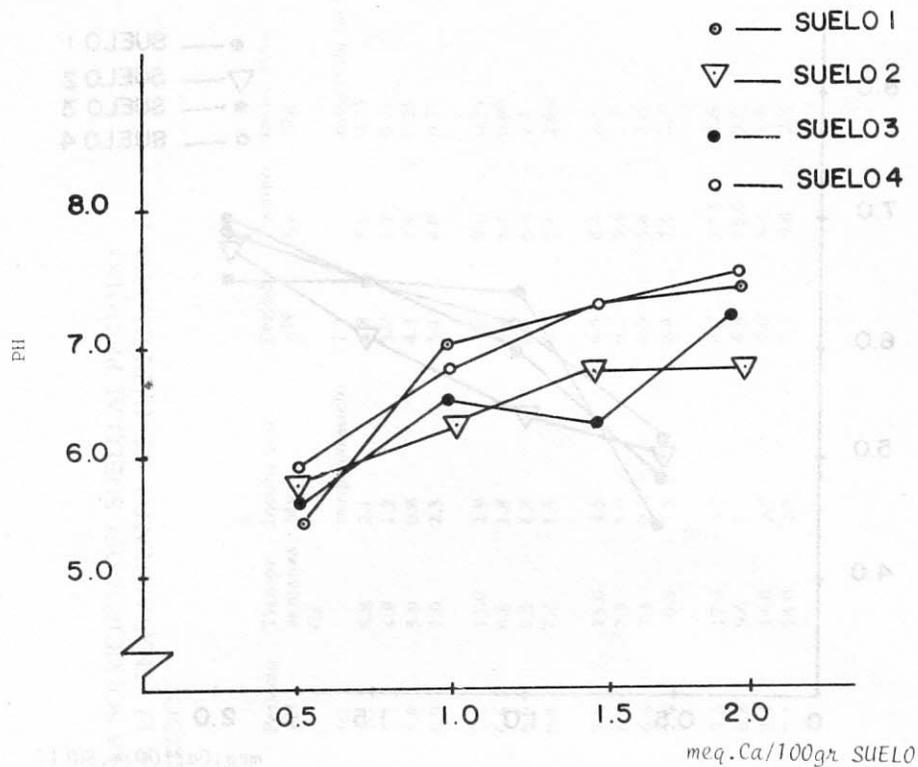


FIG. 2.- EFECTO SOBRE EL CAMBIO DE pH CON EL TIEMPO ( 6 SEMANAS ) DESPUES DE APLICACION DEL TRATAMIENTO INDICADO.

encontrado con los suelos 2 y 3. En bajos niveles del tratamiento se obtuvo un incremento pronunciado del pH. Con éstos incrementos la respuesta de los suelos, a un posterior encalado es menor y muestra una tendencia a estabilizarse. Estos resultados coinciden con los obtenidos por (10, 9 y 15). En general parece que los cambios del pH de los suelos incluidos por el encalado tienden a ser más transitorios en suelos tropicales que en aquellos de las regiones de clima templado. Los suelos ácidos tropicales no siempre responden al pH y niveles de calcio de una manera predecible como los previamente descritos en (19, 6).

#### CONTENIDO DE CALCIO Y MAGNESIO EN LOS SUELOS

El comportamiento de Calcio y Magnesio se muestran en la tabla N° 2. Los niveles de calcio se incrementaron en los cuatro suelos. Mientras más alto sea el nivel del tratamiento, mayor es el contenido de calcio en un mismo período de incubación.

Por el contrario, a un mismo nivel de tratamiento y período de incubación el contenido de calcio decreció. Por otro lado con un incremento del período de tiempo después de la incubación, el contenido de magnesio decreció en

TABLA N° 2.- CARACTERISTICAS DE LA SOLUCION DEL SUELO AL PERIODO DE INCUBACION DESPUES DE APLICAR EL TRATAMIENTO DE CARBONATO DE CALCIO.

Tratamiento	Suelo	3			6			9		
		Período pH	Tiempo Ca	Incubación Mg	Período pH	Tiempo semanas Ca	Incubación Mg	Período pH	Tiempo Ca	Incubación Mg
meq/100g suelo	1	1:1	8.3	3.8	1:1	6.8	2.1	1:1	5.0	0.73
	2	4.8	5.7	2.4	5.5	4.9	1.2	4.8	3.9	0.72
	3	4.9	3.6	1.8	5.7	3.9	0.8	5.0	3.4	0.28
	4	5.2	3.9	2.6	5.8	7.0	2.3	4.3	4.0	0.77
0.5	1	5.9	13.4	6.8	7.1	13.0	2.9	5.9	8.0	0.73
	2	5.7	8.0	1.3	6.4	8.8	1.8	5.4	5.1	0.80
	3	5.7	7.1	1.2	6.6	8.3	1.2	6.4	4.8	1.7
	4	6.2	6.4	1.0	6.8	7.7	1.3	6.2	5.1	2.60
1.0	1	7.4	13.0	3.0	7.4	13.0	2.5	6.5	8.4	2.3
	2	5.8	9.2	0.9	6.9	7.5	1.0	6.1	5.4	1.3
	3	6.0	8.2	1.0	6.4	7.3	0.5	6.5	5.8	2.0
	4	7.2	7.0	3.0	7.4	10.8	2.5	6.4	7.5	2.7
1.5	1	7.6	20.0	4.2	7.6	17.0	4.2	6.7	12.3	2.6
	2	7.4	9.6	4.1	6.8	9.6	2.1	6.9	13.0	3.0
	3	7.6	8.9	2.0	7.4	14.0	3.0	7.0	9.5	1.6
	4	7.6	9.0	2.0	7.7	13.0	2.7	7.1	8.8	2.3

Al/100 gr de suelo respectivamente. Estos resultados concuerdan con los datos reportados por (8,10) los cuales reportan una disminución con el contenido de aluminio intercambiable cuando fueron usados grandes cantidades de cal, y con menores cantidades de carbonato de calcio el aluminio intercambiable fue neutralizado totalmente. Esto significa que en muchos suelos, con un valor de pH de la solución por encima de 5, la respuesta a la aplicación de encalado sería muy pequeña, ya que la composición de la solución del suelo, refleja el ambiente químico que gobierna el crecimiento de las plantas (14) y la toxicidad del aluminio es conocida por ser una causa mayor de la fertilidad de los ácidos (11). El análisis de varianza mostró que la cantidad de cal y el tiempo después de la aplicación tuvieron un efecto sobre los parámetros pH y calcio. Del mismo modo, la cantidad de cal, el tiempo de incubación y la interacción suelo X cal afectaron significativamente el contenido de aluminio intercambiable pero no el contenido de magnesio.

### CONCLUSIONES

La aplicación de encalado causó alteraciones en la composición química de la solución del suelo de cuatro suelos estudiados. A medida que se incrementaron los niveles de carbonato de calcio se observó un incremento en el pH del suelo.

Del mismo modo para un determinado período de incubación, se observó un incremento del contenido de calcio a medida que se incrementaron los niveles de los tratamientos. El contenido de magnesio se redujo a medida que el período de incubación se incrementó de 3 a 9 semanas. El aluminio intercambiable fue significativo a bajos niveles de carbonato de calcio aplicado

Se determinó que 6 semanas eran un tiempo suficiente para reducir el contenido de aluminio intercambiable a niveles no tóxicos.

TABLA N° 3.- EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CONTRA ALUMINIO CAMBIABLE EN LOS CUATRO SUELOS EN EL PERIODO DE INCUBACION

Al Camb meq/100g suelo antes	Tratamiento meq.Ca/100 g. suelo	SUELO	3 Al camb	6 Semanas meq/100g suelo	9 Al Camb. después
3.09	0.5	1	0.700	0.350	0.070
3.74		2	0.310	0.100	0.070
5.14		3	0.710	0.090	0.060
3.82		4	0.710	0.410	0.410
<hr/>					
	1.0	1	0.255	0.153	0.096
		2	0.153	0.153	0.032
		3	0.204	0.100	0.090
		4	0.193	0.102	0.080
<hr/>					
	1.5	1	0.102	0.102	0.040
		2	0.100	0.200	0.130
		3	0.102	0.090	0.070
		4	0.091	0.096	0.140
<hr/>					
	2.0	1	0.100	0.100	0.060
		2	0.100	0.100	0.040
		3	0.102	0.080	0.040
		4	0.090	0.102	0.035

## BIBLIOGRAFIA

- 1 ABRUÑA, F. y Chandler, J.V. Refinements of a quantitative method for determining the lime requirements in soils. *The Journal of Agriculture of the University of Pto. Rico.* 39 (17): 41-45. 1.955.
- 2 ADAMS, W.E. et. al. Influence of limestone and nitrogen on soil pH and coastal Bermudagrass yield. *Agron. U.* 59:450-453. 1.967.
- 3 AMEDEE, G. y PEECH, M. Liming of highly weathered soils of the humid tropics. *Soil Science* 121 (5): 259-266. 1976.
- 4 BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Part. 7. Chemical and Microbiological Properties. *Amer. Soc. Agro. Agronomy Series N° 9.* p. 1372 - 1376. 1.965.
- 5 BOUYOUCOS, G.J. The hydrometer method for studying *Soil Sci.* 25:365-369. 1.928.
- 6 BORNESMIZA, E. LA ROCHE, F.A. y FASSBENDER, H.W. Effects of liming on some chemical characteristics of a Costa Rica. *Latosol. Soil. Crop. Sci. Soc. Fla. Proc.* 27:219-226. 1.967.
- 7 BRAUNER, N.L. y CATANI, R.A. Variacao no teor de aluminio trocavel do solo influenciada. Pelaaplicao de carbonato de calcio. *An Esc. Super. de Agr. "Luiz de Queiroz"* 24:57-69. 1.967.
- 8 FOX, R.L. y PLUCKNETT, D.L. Overliming Hawaiian soil creates problems. *Hawaii farm Science* 13 (3): 27-32. 1.964.
- 9 HALOY, V.A. ANDERSON, W.B. y WELCH, D.D. Effect of limestone variables amendment of acid soils and production of corn and coastal bermudgrass. *Soil. Sci. Soc. Amer.* 43:343-347. 1.979.
- 10 KAMPRATH, E.J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached minerals soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:252-254. 1.970.
- 11 KAMPRATH, E.J. Soil acidity and liming. In soils of the humid tropics (M. Dross doff, chairman) pp. 137-149. *Natl. Acad. Sci. Wash, D.C.* 1.972.
- 12 LIN, C. y COLEMAN, N.T. The measurement of exchangeable aluminum in soils and clays. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24 (6): 444-446. 1.960.
- 13 PEARSON, R.W. ABRUÑA, F. y CHANDLER, J.V. Effect of lime and nitrogen applications on downward movement of calcium and magnesium in two humid tropicals soils of Pto. Rico. *Soil Science* 93 (2): 77-82. 1.962.
- 14 PEARSON, R.W. Introduction to symposium. The soil solution *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 35:417-420. 1.971.
- 15 PRATT, P.F. y ALVAHYDO, R. Cations exchangeable characteristics of soils of Sao Paulu, Brazil IRI. *Research Inst. Bul.* 31. 1.966.
- 16 REEVE, N.G. y SUMMER, M.E. Effects of aluminum toxicity and phosphorus fixation on crop growth on oxisols in natal. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:26-67. 1.970a.
- 17 REEVE, N.G. y SUMMER, M.E. Lime requirement of oxisols based in exchangeable Al. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:595-598. 1.970p.
- 18 RIOS, V. MARTINI, J.A. y TEJERRA, R. Efecto del encalado sobre la acidez y el contenido de aluminio y hierro extraible en nueve suelos de Panamá. *Turrialba* 18:139-146. 1.968.
- 19 RODRIGUEZ, H. y CORREA, J. Effect of liming on acidity of tree red soils in Antioquia. *Agr. Trop.* 22: 42-54. 1.966.