

METODO RAPIDO DE CORRECCION DE SUELOS ACIDOS

M. E. Conti (1), G. Maccarini, M. González

Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía U.B.A.
Av. San Martín 4453 - (1417) Buenos Aires

RESUMEN

Se presenta un método para calcular necesidad en cal, rápido, económico y adaptado a trabajos de rutina, para ser usado en suelos con diferentes características químicas y físico-químicas.

Se comparan los resultados obtenidos con dos métodos tradicionales como son el del Buffer y el de la curva de titulación.

Palabras claves: necesidad de cal; suelos ácidos; hidrógeno de cambio.

A RAPID METHOD FOR DETERMINING SOIL LIME REQUIREMENT

SUMMARY

A rapid method for calculating lime requirement is presented. It is economical, well suited for routine work and apt for its use in soils with different chemical and physicochemical characteristics.

The results obtained are compared with traditional determinations: buffer method and titration curves.

Key words: Lime requirement; acid soils; exchangeable hydrogen.

INTRODUCCION

Numerosos métodos han sido propuestos con el objeto de determinar la cantidad de cal a agregar a los suelos ácidos. Los resultados han sido muy variables de acuerdo tanto a las características del suelo (contenido y naturaleza de materia orgánica y arcilla), como a la metodología empleada.

Algunos métodos usados están basados en la reducción del pH que experimenta una solución buffer en contacto con el suelo (Adams, N.T. *et al.*, 1967), (Shoemaker, H. E. *et al.*, 1961), (Woodruff, C.M., 1948). Otros métodos de titulación, miden el cambio de pH en suelos con aplicaciones crecientes de calcio, (Abruña *et al.*, 1955) o extraen la acidez con soluciones amortiguadas y luego la titulan, como el de Mehlich (Mehlich, A., 1945).

También se han usado métodos donde el cálculo del encalado se hace por medición del pH o la cantidad de Al intercambiable del suelo. (Kamprath, E., 1967), (Kamprath, E., 1970), (Mc Lean, A. J. *et al.*, 1972).

En términos generales los métodos tienen el inconveniente de largos períodos de equilibrio entre la solución y el suelo y/o de dar resultados aproximadamente cuantitativos del corrector a agregar.

El propósito de este trabajo es desarrollar un nuevo método de corrección de acidez, probando que su exactitud armoniza con la ventaja de economía de materiales y rapidez en la determinación.

Se compara dicho método con dos tradicionalmente vistos como son, el de la curva de titulación de Abruña *et al.* (1955) y el del Buffer de Shoemaker *et al.* (1961).

MATERIALES Y METODOS

Suelos

Las muestras utilizadas provienen de distintas regiones de la Argentina, sus características se resumen en la Tabla 1.

(1) Investigador Científico CONICET.

TABLA 1: Caracterización de los suelos.

Suelo	Localidad	Ubicación		Clasificación según Soil Taxonomy	Uso
		Provincia			
1	Concordia	Entre Ríos		Typic Udifluvents	Pinar talado
2	Concordia	Entre Ríos		Typic Udifluvents	Borde de monte de citrus
3	Concordia	Entre Ríos		Typic Udifluvents	Monte de citrus
4	Paso de los Libres	Corrientes		Orthic Ochraqualf	Monte de Pino
5	Paso de los Libres	Corrientes		Orthic Ochraqualf	Monte de Eucaliptus
6	Paso de los Libres	Corrientes		Orthic Ochraqualf	Monte de Eucaliptus
7	Posadas	Misiones		Orthic Rhodocrufts	Pradera
8	Concordia	Entre Ríos		Oxic Udifluvents	Pradera-Palmeras
9	Luján	Buenos Aires		Typic Argiudol	Pradera

Características químico-físicas													
Mtra. N°	C _t %	N _t %	C/N	MO %	pH act	pH pot	P ppm	CIC	Ca cmol _c kg ⁻¹ suelo	Mg cmol _c kg ⁻¹ suelo	Na	K	H
1	0,82	0,083	9,88	1,64	4,8	4,0	8,16	2,6	1,25	0,25	0,13	0,06	0,9
2	0,93	0,090	10,33	1,86	5,6	4,6	--	2,2	1,25	0,25	0,13	0,12	0,3
3	0,93	0,098	9,49	1,86	5,0	4,2	7,23	4,7	2,50	0,83	0,43	0,083	1,1
4	0,86	0,090	9,55	1,72	5,1	4,0	8,64	6,6	3,75	0,71	0,22	0,04	1,6
5	1,98	0,201	9,85	3,96	5,1	4,0	28,47	17,2	10,00	2,3	0,41	1,30	3,4
6	0,20	0,020	10,00	0,40	4,9	4,0	28,70	3,2	0,50	0,5	0,26	0,15	1,84
7	0,68	0,076	8,94	1,36	5,25	4,5	4,90	11,0	3,25	0,16	0,28	0,20	6,0
8	1,22	0,143	8,53	2,44	5,4	4,5	4,90	8,3	5,00	1,8	0,22	0,32	0,9
9	1,62	0,291	10,79	3,24	5,25	4,55	10,97	22,4	13,80	2,61	0,49	2,25	1,7

Mtra.	Arcilla %	Limo %	Arenas %	Ar. M.F. %	Ar. Fina %	Ar. Med. %	Ar. Gr. %	Ar. M.Gr. %	Textura
1	3,49	4,12	92,34	1,61	31,86	40,66	12,40	1,34	Arenoso
2	1,74	3,33	94,93	0,35	10,56	50,66	26,51	4,48	Arenoso
3	1,74	5,87	92,39	1,63	31,35	50,25	5,28	0,40	Arenoso
4	7,76	18,14	74,10	--	--	--	--	--	F. Arenoso
5	24,88	53,08	22,04	--	--	--	--	--	F. Limoso
6	10,63	33,96	55,37	--	--	--	--	--	F. Arenoso
7	53,78	18,45	27,77	--	--	--	--	--	Arcilloso
8	10,68	11,00	78,32	--	--	--	--	--	Arenoso F.
9	20,19	45,21	34,60	--	--	--	--	--	Franco

Método

El ensayo se realizó aplicando a los suelos caracterizados anteriormente, la cantidad de cal necesaria para neutralizar una, dos y tres veces, los mmol_c de H⁺ intercambiable, calculados por el método del Hidrógeno de cambio de Richter, *et al.* (1982). Desde ahora H₁, H₂ y H₃. En este método se mide (con potenciómetro de escala expandida) el cambio de pH de la solución de Acetato de amonio 1N pH 7, después de haber percolado a través del suelo. Se compara el pH obtenido con una curva de calibración para H. Esta curva tiene graficadas la relación entre el pH leído (ordenadas) y los meq H/100 g (abscisas).

Simultáneamente se realizó el mismo cálculo de

necesidad de cal, con el método de la curva de titulación, (Abruña y Vicente, 1955), y el método del Buffer (Shoemaker, Mc Lean, Pratt, 1961).

Realizada la determinación por los tres métodos se colocó OCa puro en las dosis calculadas a los suelos estudiados. Cada uno de ellos con tres repeticiones y un testigo. Las macetas con los suelos se mantuvieron en capacidad de campo tapados con una cubierta de polietileno para evitar la excesiva evaporación; durante el tiempo de estabilización. Las tomas periódicas de muestras se realizaron a los 30, 60, 90, 120 y 180 días de iniciado el ensayo.

Las muestras de cada maceta se tomaron con sacabocado hasta obtener entre 7 y 10 g de suelo. Las mismas se secaron en estufa a 30°C y sobre ellos se

determinó el pH en agua. El potenciómetro utilizado fue Beckman-Zeromatic 55-3.

DISCUSION Y RESULTADOS

Consideraciones Generales

La Tabla 2, muestra los requerimientos en OCa de los suelos estudiados.

Existe gran variabilidad entre los resultados obtenidos por los distintos métodos. Las cantidades de OCa obtenidas por el método de H^+ intercambiable

son menores a los otros dos métodos en las muestras 1, 2, 3, 4, 6 y 8, todas ellas de textura arenosa o franco arenosa, intermedias en las muestras 5 y 9 de textura franca-limosa y franca, y mayor en la muestra 7 de textura arcillosa.

Los resultados del seguimiento de cambio de pH durante el período de estabilización arrojaron los datos que se presentan graficados en la Figura 1. La estabilización se logra entre pH 5,8 y pH 6,1 en el agregado de OCa correspondiente a H_1 , entre pH 6,2 y 6,3 en el correspondiente a H_2 y entre pH 6,4 y 6,5 en H_3 .

TABLA 2: Requerimientos en OCa por los métodos del Hidrógeno de cambio, curva de titulación y del Buffer ($g\ kg^{-1}$ suelo).

Suelos	$cmol_c H kg^{-1}$	Hidrógeno de cambio			Curva de Titulación	Buffer
		H_1	H_2	H_3	para llegar a pH 6,8	para llegar a pH 6,8
1	0,9	0,257	0,514	0,770	0,848	2,150
2	0,3	0,085	0,171	0,256	1,410	0,565
3	1,1	0,314	0,628	0,942	1,570	1,251
4	1,6	0,457	0,914	1,371	1,550	2,460
5	3,4	0,971	1,942	2,914	1,680	3,443
6	1,8	0,525	1,050	1,575	1,830	1,879
7	6,0	1,714	3,428	5,142	3,200	2,017
8	0,9	0,257	0,514	0,771	1,600	2,410
9	1,8	0,525	1,050	1,576	1,550	4,651

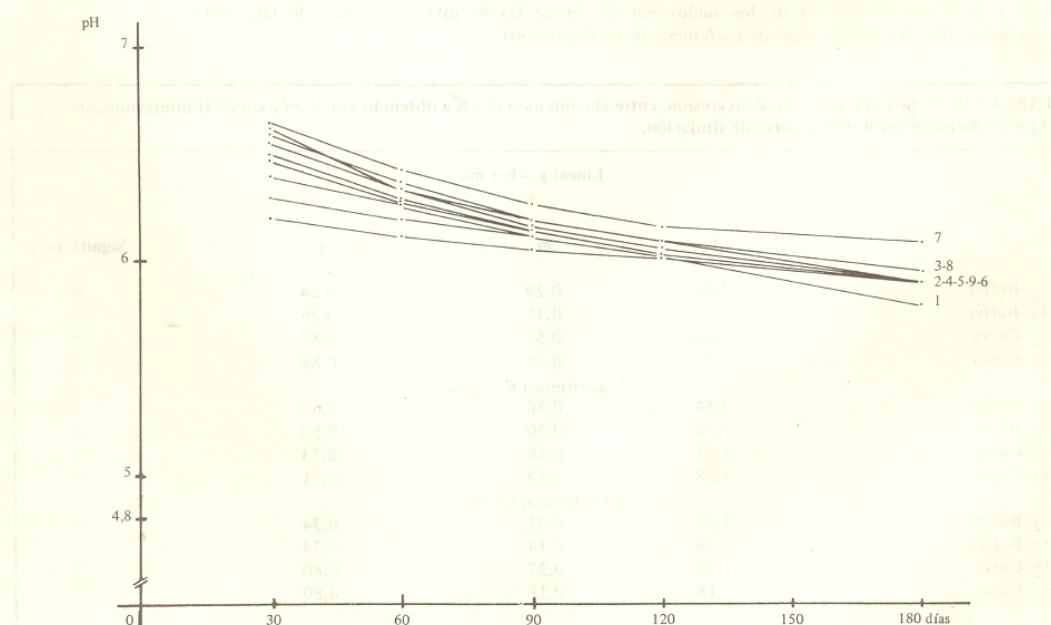


Figura 1: Variaciones de pH en el período de estabilización (Cantidad de OCa correspondiente a los equivalentes de H^+ intercambiable, H_1).

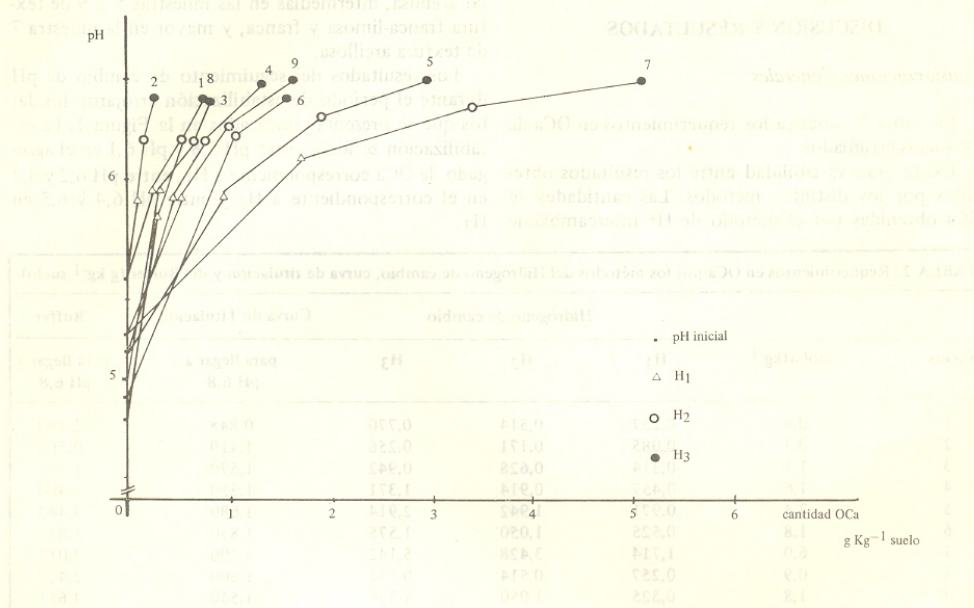


Figura 2. Variación del pH de los suelos por efecto de las distintas cantidades de OCa correspondiente a H₁, H₂, H₃ (Después de los 6 meses de estabilización).

TABLA 3: Correlación y ecuación de regresión, entre el contenido de OCa obtenido por el método de H intercambiable, H₂, H₃ y los métodos del Buffer y curva de titulación.

Lineal $y = b + mx$				
	b	m	r	Significancia
H ₂ -Buffer	2,00	0,29	0,24	○
H ₃ -Buffer	1,98	0,19	0,26	○
H ₂ -Curva	1,06	0,55	0,87	*
H ₃ -Curva	1,07	0,36	0,88	*
Logarítmica $b' + m \ln x$				
H ₂ -Buffer	2,44	0,70	0,50	○
H ₃ -Buffer	2,16	0,70	0,50	○
H ₂ -Curva	1,81	0,56	0,73	*
H ₃ -Curva	1,58	0,52	0,71	*
Exponencial $y = bx^m$				
H ₂ -Buffer	1,59	0,21	0,34	○
H ₃ -Buffer	1,59	0,14	0,34	○
H ₂ -Curva	1,18	0,27	0,80	*
H ₃ -Curva	1,18	0,18	0,80	*

○ No significativo.
* Significativo al nivel de 5 %.

En la Figura 2 se aprecian las variaciones en pH de los suelos con diferentes dosis de OCa, correspondiente a H₁, H₂ y H₃, después del período de estabilización de 6 meses. A pesar que las dosis son muy distintas, debido a las texturas y cantidad de M.O. que determinan distinto poder buffer en los suelos, los resultados finales son muy homogéneos, lográndose neutralizar la acidez entre pH 6,4/6,5 para H₃ en todos los casos.

Se realizaron las correlaciones entre los agregados de neutralizante calculados por los distintos métodos, obteniéndose los resultados de la Tabla 3. Se evidencia alta correlación con el método de la curva de titulación, coeficientes r entre 0,71 y 0,88, no encontrándose la misma situación en el caso del método del Buffer.

Exactitud

La Tabla 4 muestra la correlación múltiple entre el contenido de OCa calculado en los distintos métodos, con el porcentaje de arcilla de los suelos y el pH inicial. Se destaca fundamentalmente el elevado coeficiente de correlación ($r = 0,95$) y de determinación ($r^2 = 0,90$) del método propuesto sobre los otros dos. Esto estaría destacando la exactitud en el cálculo del corrector a emplear con el método propuesto.

Tiempo de análisis y economía

Uno de los principales logros del método presentado es su rapidez. Con una bomba de 20 canales pueden realizarse las determinaciones en 30 min. A esto habría que sumarle, que esta determinación marcha con-

TABLA 4: Correlación múltiple y ecuación de regresión entre el contenido de OCa calculado por los métodos utilizados, con el porcentaje Arcilla y el pH inicial de cada suelo.

$z = a_0 + a_1x + a_2y$							
	a_0	a_1	a_2	r^2	r	Significancia	
H ₂	2,71	0,06	-0,50	0,90	0,95	***	
H ₃	3,45	0,07	-0,65	0,90	0,95	***	
Buffer	1,90	0,01	0,13	0,05	0,22	o	
Curva	-1,00	0,0009	0,30	0,16	0,40	o	

*** Muy significativo al nivel 1 %
o No significativo.

TABLA 5: Cantidad de neutralizante a utilizar en el método rápido de corrección de acidez (kg/100 kg suelo)

pH del acetato una vez que ha percolado	1 vez los meq H H ₁		2 veces los meq H H ₂		3 veces los meq H H ₃	
	OCa	CO ₃ Ca	OCa	CO ₃ Ca	OCa	CO ₃ Ca
7	0	0	0	0	0	0
6,97	0,0140	0,025	0,0280	0,050	0,0560	0,075
6,94	0,0224	0,040	0,0448	0,080	0,0672	0,120
6,91	0,0448	0,080	0,0896	0,160	0,1344	0,240
6,88	0,0504	0,090	0,1008	0,180	0,1512	0,270
6,82	0,0840	0,150	0,1680	0,300	0,2520	0,450
6,77	0,1064	0,190	0,2128	0,380	0,3192	0,570
6,72	0,1418	0,255	0,2856	0,510	0,4284	0,765
6,68	0,1680	0,300	0,3360	0,600	0,5040	0,900
6,64	0,1960	0,350	0,3920	0,700	0,5880	1,050
6,60	0,2240	0,400	0,4480	0,800	0,6720	1,200
6,53	0,2884	0,515	0,5768	1,030	0,8652	1,545

juntamente con la cuantificación de bases intercambiables, capacidad de intercambio catiónico, etc., sin montar nada especial para calcular la cantidad del corrector a agregar. (Richter *et al.*, 1982).

Forma de calcular la cantidad de cal

Luego de determinar con el peachímetro de escala expandida, la variación del pH de la solución de Acetato de Amonio 1 N pH 7,0, después de haber percolado el extracto durante 15 minutos de bombeo, (Richter *et al.*, 1982), puede determinarse la cantidad de corrector a agregar de acuerdo a las Tablas 5 y 6.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de este trabajo demues-

tran que el método rápido de corrección de suelos ácidos presenta la característica de ser suficientemente exacto y económico, resultando adecuado para trabajos de rutina. Esta determinación se sumaría a la metodología de cationes intercambiables, acidez intercambiable y capacidad de Intercambio Catiónico (Richter *et al.*, 1982). Se considera de interés determinar el grado de relación de esa corrección con el crecimiento de los cultivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos la colaboración prestada por los Sres. Osvaldo Grecco, Daniel Rodríguez y Ricardo Paglione.

TABLA 6: Cantidad de neutralizante a utilizar en el método rápido de corrección de acidez (kg Ha^{-1}).

meq H^+ interc/ 100 g suelo	pH del Ac. de Amonio después de percolado	Cantidad de CO_3Ca para llevar el pH a		Cantidad de OCa para llevar el pH a	
		6,2	6,5	6,2	6,5
0	7,00	0	0	0	0
0,5	6,97	1.322	1.982	0,743	1.114
1	6,94	2.645	3.967	1.486	2.229
1,5	6,91	3.967	5.950	2.229	3.343
2	6,88	5.290	7.935	2.972	4.458
3,0	6,82	7.935	11.901	4.458	6.686
4,0	6,77	10.580	15.870	5.944	8.916
5,0	6,72	13.225	18.058	7.430	10.145
6,0	6,68	17.650	23.802	9.916	13.372
7,0	6,64	20.295	27.805	11.402	15.621
8,0	6,60	21.160	31.740	11.888	17.832
9,0	6,56	23.805	35.703	13.374	20.058
10,0	6,53	26.450	39.676	14.860	22.290
15,0	6,39	39.676	59.505	22.290	33.430

BIBLIOGRAFIA

- Abruña, F. and J. Vicente, 1955. Requirement of a quantitative method for determining the lime requirement of soils. The Journal of Agric. of the University of Puerto Rico, 39: 41-45.
- Adams, F. and R. W. Pearson, 1967. Crop response to lime in the Southern United States and Puerto Rico. En R. W. Pearson and F. Adams. (Ed) Soil Acidity and Liming A.S.A. Agronomy 12, pp. 161-206.
- Kamprath, E. J., 1967. Acidez del suelo y encalado. Boletín No 4 International Soil Testing Program. North Carolina, State University.
- Kamprath, E. J., 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34 (2): 252-254.
- Mc Lean, A. J.; R. L. Halstead and B. J. Finn, 1972. Effects of lime on extractable aluminum and other soil properties and on Barley and Alfalfa grown in pots tests. Can. J. of Soil Sci. 52 (3): 427-438.
- Melich, A., 1945. Effect of type of soil colloid and cation. Adsorption capacity and on exchangeable hydrogen and calcium as measured by different methods. Soil Science, 60: 286-303.
- Richter, M.; M. Conti; G. Maccarini, 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables, ácidos intercambiables y capacidad de intercambio catiónico en suelos. Rev. Fac. de Agronomía 3 (2): 145-155.
- Shoemaker, H. E.; O. Mc Lean and P. F. Pratt, 1961. Buffer method for determining lime requirement of soil with appreciable amount of extractable aluminum. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25: 274-277.
- Woodruff, C. M., 1948. Testing soil for lime requirement by means of a buffered solution and the glass electrode. Soil Sci. 66: 53-63.

