

Nota Técnica

CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DE MATERIALES DE ENCALADO EN COSTA RICA^{1/*}

Lorena Carballo **

Eloy Molina **

ABSTRACT

Physical and chemical characterization of liming materials in Costa Rica. Total chemical and physical quality of 12 CaCO_3 and 3 Ca(OH)_2 from the principal limestone industries were evaluated, in addition 5 dolomites imported from Guatemala, Belice and Honduras were included. Analytical procedures were those defined as standard at Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. 57% of the evaluated limes shown physical quality above 80% fineness; 83% shown Ca and Mg contents above 32% and 0.3%, respectively. This means that if the physical efficiency is improved, by grinding, higher relative neutralization power could be achieved, and a superior quality level may be guaranteed.

INTRODUCCION

En Costa Rica, la acidez y la insuficiencia de bases de los suelos son las principales limitantes nutricionales para los cultivos en muchas regiones agrícolas. Los mapas de suelos señalan que el 33% de éstos clasifican como Ultisoles o Alfisoles (Mata, 1991. Bertsch, 1991) y Bertsch (1987) indica que alrededor del 35% de los suelos del país presentan problemas de fertilidad debidos a contenidos bajos de Ca y Mg, y el 20% sufren problemas directos de acidez por Al.

El manejo intensivo de la tierra, el uso abundante de fertilizantes nitrogenados, la deforestación y el agotamiento de la frontera agrícola son factores que han incrementado el área de tierras bajo cultivo, con problemas de acidez.

Aunque en condiciones extremas se toma en consideración la escogencia de especies vegetales tolerantes a la acidez, la aplicación de cal es la práctica que más comúnmente se usa en el país para contrarrestar la acidez de los suelos. La cal es un producto barato, fácil de conseguir y de incuestionables efectos positivos primarios y secundarios sobre el ambiente general del suelo (Sánchez y Salinas, 1983). Sin embargo, hasta la fecha no existen normas que establezcan y regulen la calidad de los productos de encalado que se ofrecen en el mercado nacional.

Las variaciones provocadas por efecto de la aplicación de cal, tales como aumento en el pH, neutralización efectiva del Al intercambiable y aumento en el contenido de Ca principalmente, representan cambios químicos en los suelos que mejoran su fertilidad (Chavarría y Cordero, 1987). Una de las razones que se dan para encalar suelos ácidos es la de incrementar la disponibilidad de P (Chavarría y Cordero, 1987).

Se define como material o enmienda de encalado a todo aquel producto que contenga Ca, Mg o ambos elementos y que sea capaz de neutralizar la acidez del suelo. Estos materiales

1/ Recibido para publicación el 13 de julio de 1993.

* Parte de la tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica desarrollada por el primer autor en la Escuela de Fitotecnía de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Laboratorio de Suelos, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

incluyen cal viva (CaO), cal hidratada (Ca(OH)_2), piedra caliza (carbonatos de Ca y/o Mg), marga, conchas y subproductos industriales tales como escorias. La piedra caliza molida es el principal material usado y se le llama calcita (CaCO_3) a los carbonatos de Ca , y dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) a los carbonatos de Ca y Mg (Barber, 1984).

La calidad final o total de un producto de encalado está definida por la pureza química (concentración o riqueza de Ca y Mg) y por las características físicas (grado de fineza o granulometría) del material.

El objetivo de este trabajo fue determinar las características físicas (expresadas como Eficiencia Granulométrica) y las características químicas (expresadas como Equivalente Químico) de algunos materiales de encalado existentes en el país, con el propósito de valorar su calidad total.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un muestreo aleatorio en las principales industrias de cal del país, cuyo nombre y ubicación se presentan en el Cuadro 1.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.

Los análisis físicos consistieron en la determinación granulométrica por el método de las zarandas. Una muestra de 100 g de material, previamente secado a 110°C , fue tamizada por una secuencia de mallas de mayor a menor diámetro. Los tamaños de estas mallas fueron: 7 que equivale a 2,80 mm, 20 (0,841 mm), 40 (0,420 mm), 60 (0,250 mm), 80 (0,177 mm), 100 (0,149 mm) y 200 (0,074 mm). Luego se procedió a pesar el material que quedó en cada una de las mallas, convirtiendo cada fracción pesada a su valor relativo, de la siguiente manera:

% material de grosor mayor a 7 x 0 = 0 % efectividad

% material de grosor entre 7 - 20 x 0,2 = 20 % efectividad

% material de grosor entre 20 - 40 x 0,4 = 40 % efectividad

% material de grosor entre 40 - 60 x 0,6 = 60 % efectividad

% material de grosor mayor a 60 x 1,0 = 100 % efectividad

La suma de estos valores corresponde al % de Eficiencia Granulométrica total (EG).

El análisis para determinar la pureza química se realizó de la siguiente manera: a 0,5 g del material de encalado colocado en un erlenmeyer se le agregó 50 ml de HCl 1:1 y se llevó a ebullición; la solución se filtró, se aforó a un volumen de 500 ml, se diluyó 100 veces y la concentración

Cuadro 1. Nombre y ubicación de las industrias de cal muestreadas en Costa Rica, 1992.

Material	Nombre de la industria	Código	Provincia	Cantón
CaCO_3	Cooperativa de cal	COOC	San José	Patarrá
	Calfina	CLF	San José	Patarrá
	Cempasa	CP	San José	Patarrá
	La Palmera	LP	Alajuela	San Carlos
	Jesús María	JM	Cartago	Turrialba
	Carboazul fino	CAF	Cartago	Turrialba
	Carboazul agrícola	CAA	Cartago	Turrialba
	Ensol	ES	Guanacaste	Nicoya
	Goldemberg	GD	Guanacaste	Nicoya
	Fila de cal	FC	Puntarenas	Coto Brus
	Derical	DRC	Puntarenas	España
	Fertica	FRT	Puntarenas	Puntarenas
Dolomita	Honduras	HD	Honduras *	
	Guatemala (R. Sáenz)	RS	Guatemala *	
	Guatemala (Fértica)	FRT	Guatemala *	
	Honduras (Incal)	INC	Honduras *	
	Belice (Punta Gorda)	PG	Belice *	
$\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$	Cempasa**	MCP	San José	Patarrá
Ca(OH)_2	Calfina	CLF	San José	Patarrá
	Cooperativa de cal	COOC	San José	Patarrá
	Industria de Calcio	Idc	Guanacaste	Cañas

* Importado.

** Mezcla física de Carbonato de Calcio y Óxido de Magnesio.

porcentual de Ca y Mg se determinó con un espectrofotómetro de absorción atómica (Murphy *et al.*, 1978).

Los contenidos de Ca y Mg fueron convertidos a % de CaCO_3 y MgCO_3 para los carbonatos; % de Ca(OH)_2 y Mg(OH)_2 para los hidróxidos. El Equivalente Químico (EQ) se calculó de la siguiente forma:

$$\text{EQ} = \% \text{CaCO}_3 \times 1 + \% \text{MgCO}_3 \times 1,19$$

$$\text{EQ} = \% \text{Ca(OH)}_2 \times 1,35 + \% \text{Mg(OH)}_2 \times 1,72$$

Con base en ambos análisis se determinó la calidad total de cada cal expresada como el Poder Relativo de Neutralización total (PRNT) que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PRNT} = \text{EG} \times \text{EQ}/100 \text{ (Alcarde, 1992).}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Tamaño de partículas

Hubo gran variabilidad en el análisis granulométrico de los diferentes materiales evaluados

(Cuadro 2). La EG fluctuó entre 56,5 y 99,8%, resultado que incidió directamente sobre la calidad total de los materiales (PRNT).

De los 21 materiales evaluados, el 57% presentó una EG superior a 80%.

Contenido de Ca y Mg

Las propiedades químicas de los productos de encalado analizados se presentan en el Cuadro 3.

Para los CaCO_3 se encontró que la variabilidad de las propiedades químicas entre ellos no es muy grande, y en general, las concentraciones de Ca son bastante buenas. El 83% de los productos evaluados presentó contenidos de Ca superiores al 32%, lo que origina un EQ mayor de 80%, el cual podría ser considerado como el valor mínimo de calidad permisible, tal como lo establece la legislación de Estados Unidos para carbonatos molidos (Alcarde, 1983). En cuanto a Mg sólo el material de La Palmera presentó más de un 1%. En el resto, los valores fueron en general inferiores a 0,3% de Mg, lo que demuestra que los carbonatos de Costa Rica son de tipo calcítico, ya que poseen menos de 3% de Mg.

Cuadro 2. Análisis de granulométrico de los materiales de encalado evaluados en Costa Rica, 1992. Porcentaje de material encalante retenido en las mallas.

Material	Nombre de la industria	7	20	40	60	80	100	200	>200	E.G.
%										
CaCO_3	Carboazul fino	0,0	0,0	0,0	0,3	12,4	38,3	37,9	11,0	99,9
	Goldemberg	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	15,9	45,6	36,2	100,0
	Ensol	0,0	0,1	0,5	2,5	6,0	6,6	39,0	42,7	97,4
	Carboazul agrícola	0,0	0,9	4,2	7,4	8,7	5,9	22,0	36,2	85,1
	Cempasa	0,0	0,0	0,2	2,4	6,0	6,8	27,2	55,7	98,3
	Jesús María	0,0	1,0	6,0	9,1	8,2	6,2	22,6	28,1	81,2
	Fertica	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	15,9	46,6	36,3	100,0
	Derical	0,0	4,6	10,1	8,4	6,7	4,2	11,5	14,6	60,1
	Fila de cal	0,0	5,8	6,4	5,0	5,4	5,0	14,0	20,7	62,3
	Cooperativa de cal	0,0	5,8	6,4	5,0	5,4	5,0	14,0	20,7	62,3
	La Palmera	0,0	6,0	9,1	6,7	5,3	3,1	8,7	17,6	56,5
	Calfina	0,0	4,2	9,3	8,3	7,8	4,9	13,1	15,9	63,5
Dolomita	Honduras	0,0	0,2	1,0	1,3	1,6	1,4	32,0	59,2	96,7
	Guatemala (R. Sáenz)	0,0	1,5	2,2	3,4	6,7	7,0	31,8	30,0	82,6
	Guatemala (Fertica)	0,0	4,9	6,2	6,8	6,2	3,4	10,5	40,0	78,0
	Honduras (Incal)	0,0	1,7	6,0	20,5	14,8	9,5	12,6	4,0	69,1
	Belice (Pta. Gorda)	0,0	0,0	0,1	10,3	14,7	10,6	28,9	28,4	93,0
$\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$	Campasa	0,0	0,0	2,1	6,1	7,8	7,4	25,7	43,5	92,6
Ca(OH)_2	Industria de Calcio	0,0	0,3	0,4	1,0	0,3	0,4	0,9	94,4	97,6
	Coop. de cal	0,0	3,9	6,2	5,8	5,2	3,1	8,4	38,7	71,3
	Calfina	0,0	4,8	4,9	4,4	4,0	2,5	8,6	40,6	69,8

E.G.= Eficiencia granulométrica.

PRNT= Poder Relativo de Neutralización Total

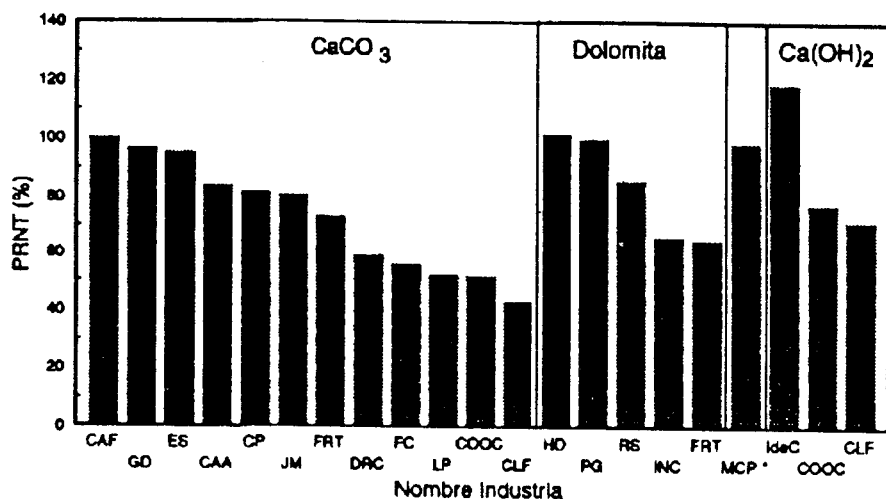


Fig. 1. Valores del poder relativo de neutralización total, en materiales de diferente procedencia y composición. (*mezcla física de Carbonato de Calcio y Oxido de Magnesio)

En conclusión, se puede considerar que en Costa Rica las características químicas de los materiales de encalado son relativamente buenas, mientras que sus propiedades físicas son muy variables. El afinamiento de la granulometría a través de la molienda permitiría mejorar el poder relativo de neutralización total de los materiales de encalado.

RESUMEN

Se evaluó la calidad total (eficiencia química y física) de 12 carbonatos de calcio y 3 hidróxidos de calcio provenientes de las principales industrias de cal del país, y de 5 dolomitas importadas de Guatemala, Honduras y Belice. Los análisis fueron realizados en el Centro de Investigaciones Agronómicas con la metodología indicada para analizar cales. El 57% de las cales evaluadas presentaron una calidad física superior al 80% de fineza; un 83% presentó contenidos de Ca superiores a 32% y la mayoría obtuvo un 0,3% de Mg. Como producto de estas características el 50% de los carbonatos superaron el 80% de PRN. Sin embargo, si se mejora la eficiencia física de estos productos por molienda se podría obtener un poder relativo de neutralización total más alto, que garantizaría un nivel de calidad superior.

LITERATURA CITADA

- ALCARDE, J.C. 1983. Características de calidad de dos correctivos de acidez del suelo. Simposio sobre Acidez e Colagem, XV Reuniao Brasileira de Fertilidade do Solo. Campinas, Sao Paulo, Brasil. p. 11-22.
- ALCARDE, J.C. 1992. Correctivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. Sao Paulo, Brasil, ANDA. Boletim Técnico 6. 26 p.
- BARBER, S.A. 1984. Liming material and practices. In F. Adams (ed.) Soil Acidity and Liming. 2 ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin. Agronomy Monograph No 12:171-209.
- BERTSCH, F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 ed. San José, Universidad de Costa Rica, Oficina de Publicaciones. 80 p.
- BERTSCH, F. 1991. Nutrición vegetal: Manejo. San José, Costa Rica, CINDE-División Industrial. 100 p.
- CHAVARRIA, A.; CORDERO, A. 1987. Encalado de ultisoles en Costa Rica. I. Metodología, pH, acidez extraíble y cationes (K, Ca, Mg). Turrialba 37(1):1-8.
- CHAVARRIA, A.; CORDERO, A. 1987. Encalado de ultisoles en Costa Rica. II. Aniones (P, B, S) y elementos menores catiónicos (Fe, Cu, Zn, Mn). Turrialba 37(1):59-70.
- MATA, R. 1991. Los ordenes de suelos de Costa Rica. Taller de erosión de suelos, Memoria. ed. W.-G. Vahrson, M. Alfaro, G. Palacios. Organizado proyecto MADE. FAO

- PRODAF IPGH. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 236 p.
- MURPHY, L.S.; WINTER, K. AND R.E. LAMOND. 1978. The potential impact of lime suspensions, situation. TVA Fert. Conf. Bull. Muscle Shoals, Ala.: National Fertilizer Development Center-Tennessee Valley Authority. y-131. p. 59-68.
- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. 1983. Suelos ácidos: Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. p. 41-50.