

NOTA TÉCNICA

EL POLVILLO DE CEMENTO COMO CORRECTOR DE SUELOS DEGRADADOS*

The cement dust as a corrector of degraded soils

Ricardo Orellana¹

RESUMEN

Se ejecutaron dos ensayos con el fin de evaluar el efecto de diferentes niveles de polvillo de cemento (CKD) en las propiedades físicas y químicas de suelos. Para medir su efecto en suelos degradados químicamente, se trabajó en suelos de textura franco arenosa (Fa), franco arcillosa (FA), franco arcillo arenosa (FAa) y arcillosa (A), cuyo pH fuera menor a 5,7. Los tratamientos correspondieron a dosis de 0; 500; 1000; 2000 y 4000 kg.ha⁻¹. Los resultados indicaron efecto altamente significativo de la aplicación de CKD sobre el pH del suelo. En suelo de textura A la aplicación de CKD neutralizó el aluminio intercambiable en 6,47 % con respecto al testigo. Las propiedades físicas se evaluaron en un suelo arrozero preparado con la técnica de “fangueo” de textura arcillo limosa (AL). La macroporosidad se incrementó (P>0,05) desde 14,2 a 16,8 % y la conductividad hidráulica desde 5 a 5,3 cm h⁻¹.

Palabras clave: CKD, Aluminio, pH, propiedades físicas del suelo

ABSTRACT

Two trials were carried out from March 2003 to May 2004 to evaluate the effect of different levels of cement dust (CKD) on the physical and chemical properties of soils. To measure its effect on chemically degraded soils, we worked on sandy loam (Fa), clay loam (FA), sandy clay loam (FAA) and clayey (A) soils, whose pH was less than 5.7. The treatments corresponded to doses of 0; 500; 1000; 2000 and 4000 kg.ha⁻¹. The results showed highly significant effect of the implementation of CKD on soil pH. In clayey soils the application of CKD neutralized exchangeable Al in 6.47% compared with the control. The physical properties were evaluated in a rice soil prepared with the technique of “puddling” clay loam texture (AL). The macroporosity increased (P>0.05) from 14.2 to 16.8% and hydraulic conductivity from 5 to 5.3 cm h⁻¹.

Key words: CKD, aluminum, pH, soil physical properties

(*) Recibido: 10-11-2010

Aceptado: 16-05-2011

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela.

Email: rj1961ore@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El uso intensivo del suelo para actividades agrícolas y ganaderas que provocan pérdidas importantes en las propiedades físicas (Pla 1990), más el efecto de las precipitaciones en el lixiviado de macroelementos como calcio y magnesio que inducen la desaturación del suelo y afectan las concentraciones de iones de H^+ (Bravo 2000), han motivado a buscar fuentes alternativas de fertilización y enmienda, a partir de productos de origen orgánico (compost) y mineral como la zeolita, roca fosfórica, $CaCO_3$, ceniza y dolomita (Machado *et al.* 2001). La degradación química y física de los suelos agrícolas en Venezuela cada día es mayor. Esta degradación limita la productividad y no permite la máxima expresión fenológica de los cultivos en ellos establecidos. En Venezuela, las principales limitantes en el uso agrícola de las tierras corresponden a 4 % de aridez con necesidades de riego, 18 % con mal drenaje por inundación, 32 % cuya principal limitante es acidez y baja fertilidad y 44 % por excesivo relieve (Casanova *et al.* 1993). Estas limitaciones inhabilitan grandes zonas del país, como los llanos orientales donde los valores de pH y presencia de aluminio no permiten el establecimiento de una agricultura eficiente y sustentable (Gómez y Paolini 2006).

En Venezuela, las enmiendas más comunes son el óxido de calcio o cal viva, hidróxido de calcio o cal apagada, carbonatos de calcio o magnesio, escorias de hierro y polvillo de cemento. González *et al.* (2003) señalaron que al aplicar cal a los suelos, el calcio (Ca) pasa a ocupar sitios en el complejo de cambio y no interviene en el incremento del pH, el responsable es el CO_3^{-2} , que al hidrolizarse produce iones hidroxilo (OH^-), los cuales elevan el pH del suelo.

El polvo de cemento es una mezcla parcialmente calcinada de sulfatos, cloruros, carbonatos, óxidos de hierro, aluminio, sodio, potasio, calcio-cuarzo, piedra caliza, ceniza fina, dolomita, feldspatos, vidrios de dióxido de silicio y compuestos de cemento (ASH GROVE 2000). Para incrementar el pH utilizando CKD, el óxido de calcio (CaO) al mezclarse con agua se hidrata para formar hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$, el cual al

absorber bióxido de carbono (CO_2) del aire, forma carbonato de calcio ($CaCO_3$), que al aplicarse al suelo actúa según lo señalado por González *et al.* (2003). Por sus características, al presentar alto contenido de $CaCO_3$, Mg, Ca, Si y debido a su tamaño ($<0,002 \mu$) puede actuar simultáneamente como neutralizador de aluminio, corrector de pH y elemento cementante que puede facilitar la formación de agregados en suelos cuya estructura haya sido destruida por las prácticas de “fangueo” en campos arroceros. En tal sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el polvillo de cemento como corrector de suelos degradados física y químicamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujeron dos ensayos, los cuales permitieron evaluar el uso de CKD como corrector de suelos degradados física y químicamente. El trabajo se realizó en la Finca Santa María, ubicada en el municipio San Genaro de Boconoíto con suelos pH menor a 5,7 y texturas Fa, FA, FAa y A. Se demarcaron parcelas de $10 m^2$ y se incorporaron dosis de 0; 500; 1000; 2000 y 4000 $kg \cdot ha^{-1}$ de CKD. El pH se midió a los 30 y 245 días después de aplicado (DDA) utilizando el método del potenciómetro en una relación 1:2. El aluminio intercambiable se evaluó en el suelo de textura A a los 245 DDA, utilizando el método de extracción con KCl 1N (Pérez 1986). El diseño experimental fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Las medias se compararon mediante prueba de Tukey. Los parámetros físicos evaluados fueron densidad aparente (método del cilindro de volumen), macroporosidad (mesa de tensión), conductividad hidráulica (método del permeámetro de Darcy). La metodología utilizada para medir las variables de naturaleza física fue la señalada por Wagner y Medina (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra que la aplicación de CKD en dosis crecientes tuvo efecto sobre el pH. A los 30 DDA, la aplicación de 2000 y 4000 $kg \cdot ha^{-1}$ causó un incremento significativo ($P < 0,05$) en el pH. El mayor incremento con respecto al testigo (1,2) se logró en el suelo de textura Fa al aplicar la dosis de 4000 $kg \cdot ha^{-1}$; mientras que en los suelos

Tabla 1. Efecto de las dosis de CKD en el pH del suelo a los 30 DDA.

Tratamientos (kg.ha ⁻¹)	Suelos Textura			
	A	Fa	FA	FAa
0	5,6c	4,9d	4,9c	4,7c
500	5,8b	5,3c	5,0bc	4,8c
1000	5,9ab	5,5bc	5,1bc	5,0b
2000	6,1a	5,6b	5,3b	5,4a
4000	6,2a	6,1a	5,7a	5,5a

Valores en la misma columna con letras distintas difieren estadísticamente (P<0,05)

FA y FAa fue de 0,8 y en A de 0,6 seguramente debido a la predominancia de las arcillas que retienen con más fuerza los iones hidroxilo (OH⁻) evitando sean desplazados de los bordes de intercambio en el suelo (Escobar 2009). Por otra parte, según Serigos (2009) se produce un efecto primario en el que la hidratación origina silicatos y aluminatos de calcio hidratados, hidróxidos de calcio e iones de calcio, que elevan la concentración de electrolitos del agua intersticial, y aumentan el pH en los suelos contentivos de arcillas. Según González *et al.* (2003) estos incrementos son consecuencia de la acción del CO₃⁻² contenido en el CKD, que al hidrolizarse libera iones hidroxilo (OH⁻) y producen el incremento del pH.

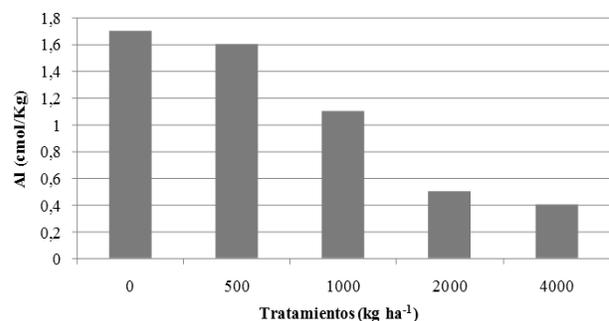
El efecto del CKD se mantiene en el suelo aún a los 245 DDA (Tabla 2). Según González *et al.* (2003), el efecto de las enmiendas en los suelos dura hasta 857 días, luego de lo cual comienza un descenso en 0,3 unidades por año. En este trabajo se notó que en el suelo de textura A los valores de pH obtenidos con la aplicación de las diferentes dosis no disminuyeron con respecto a la evaluación efectuada a 30 DDA. En el caso del suelo FA se apreció un incremento en todos los tratamientos a excepción de la aplicación de 1000 kg.ha⁻¹. El mayor descenso en el pH se presentó en el suelo Fa con variaciones de entre 0,4 y 0,6 unidades, con respecto a los valores obtenidos a los 30 DDA.

Tabla 2. Efecto de las dosis de CKD en el pH del suelo a los 245 DDA.

Tratamientos (kg.ha ⁻¹)	Suelos Textura			
	A	Fa	FA	FAa
0	5,6d	4,9c	4,9d	4,7d
500	5,7cd	4,9c	5,1c	4,7d
1000	5,9bc	5,0b	5,1c	4,8c
2000	6,1ab	5,1b	5,8b	5,0b
4000	6,2a	5,5a	5,9a	5,5a

Valores en la misma columna con letras distintas difieren estadísticamente (P<0,05)

El efecto de aplicar CKD al suelo en el contenido de aluminio intercambiable (cmol₍₊₎kg⁻¹) se muestra en la Figura 1. En todos los tratamientos existió una disminución de la concentración de aluminio intercambiable, hubo efecto significativo con las dosis de 2000 y 4000 kg.ha⁻¹ que lograron una neutralización de 1,2 cmol₍₊₎ / kg de suelo. Lo cual coincide a lo señalado por Quiroz y González (1979), que indicaron que al aplicar cal en poca cantidad, el pH aumenta en forma moderada y el aluminio intercambiable decrece. Por otra parte, existió coincidencia en el resultado de este trabajo con respecto a lo informado por ese autor al encontrar que luego de alcanzar un pH por encima de 5,3; la concentración de aluminio en el suelo disminuye por debajo de 0,3 me /100 g de suelo.

**Figura 1. Efecto de la aplicación de CKD en la concentración de aluminio intercambiable en el suelo.**

El poder de neutralización del CKD sobre el aluminio intercambiable en el suelo se observa en

la Tabla 3. Es evidente que al incrementarse la dosis de CKD, la concentración de aluminio intercambiable disminuyó desde 1,7 con la dosis cero (0) hasta $0,4 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$ en el suelo tratado con $4000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo que representa 76,47% de neutralización. Este valor es inferior al aceptado como ideal (85%) para enmiendas como correctoras de suelo (Bravo 2000); pero superior al 70 % encontrado por Alfaro y Bernier (2008), lo que indica que el CKD es una alternativa como enmienda para neutralizar aluminio intercambiable.

Tabla 3. Efecto de las dosis de CKD sobre contenido de aluminio intercambiable del suelo.

Tratamientos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Aluminio intercambiable ($\text{cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$)	% de neutralización con respecto al testigo
0	$1,7\pm 0,03$	-
500	$1,6\pm 0,05$	5,88
1000	$1,1\pm 0,05$	35,29
2000	$0,5\pm 0,04$	70,59
4000	$0,4\pm 0,03$	76,47

El efecto de la aplicación de CKD sobre las propiedades físicas (Tabla 4) no fue significativo en la macroporosidad (MAC), densidad aparente (Da) y conductividad hidráulica (K), lo cual coincide con lo señalado por Valvuela (1999), quien indicó que los cambios en las propiedades físicas del suelo están asociados al manejo, la humedad, coloides y al tiempo, más que a la aplicación de un producto. En este sentido, el porcentaje de MAC se incrementó desde 14,2 a 16,8 % y los valores K de $5,0$ a $5,3 \text{ cm h}^{-1}$ en el tiempo que se realizó el trabajo, lo cual coincidió con lo señalado por Pisco *et al.* (2005) quien indicó que existe una correlación positiva entre la macroporosidad y la conductividad hidráulica.

Tabla 4. Efecto del CKD sobre la macroporosidad, densidad aparente y conductividad hidráulica en el suelo.

Época	MAC (%)	Da (Mg m^{-1})	K (cm h^{-1})
7 DDA	14,2 ^a	1,20 ^a	5,0 ^a
30 DDA	16,8 ^a	1,23 ^a	5,3 ^a

Valores en la misma columna con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

CONCLUSIONES

El CKD es una alternativa como enmienda para corregir el pH y para neutralizar aluminio intercambiable en los suelos.

Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar 2000 y $4000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de CKD en los diferentes suelos evaluados.

Las propiedades físicas no mostraron diferencias significativas, sin embargo, la macroporosidad y conductividad hidráulica se incrementaron en función del tiempo de evaluación.

REFERENCIAS

- Alfaro, M. y Bernier, R. 2008. Enmiendas calcáreas y estimación de dosis de aplicación. Boletín INIA N° 179. Osorno. Chile. 50 p.
- ASH GROVE. 2000. Hoja de datos de seguridad de materiales para polvo de horno de cemento. [Documento en línea] En: http://www.ashgrove.com/Products/prod_msds_sp.asp. [abril de 2009].
- Bravo, S. 2000. Aspectos básicos de química de suelos. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora. Colección Ciencia y Tecnología. Barinas. 249 p.
- Casanova, E., Goitia, R., Pereira, P., Comerma, J. y Aguilar, C. 1993. Necesidades y perspectivas agronómicas de fertilizantes y enmiendas en Venezuela. *Venesuelos*, 1 (1): 17-23.
- Escobar, D. 2009. Determinación de la acidez intercambiable ($\text{Al}^{3+}+\text{H}^{+}$) a partir del pH para la estimación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en suelos de la cuenca del Pacífico en El Salvador, Honduras y Nicaragua. [Documento en línea] En: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2009/T2804.pdf. [enero de 2011].
- Gómez, Y. y Paolini, J. 2006. Actividad microbiana en suelos de sabanas de los

- Llanos Orientales de Venezuela convertidas en pasturas. *Biología Tropical* 54 (2): 273-285.
- González, P., Fernández, R., Serrano, R. y Alonso, F. 2003. Cambios en el pH del perfil de un suelo ácido cultivado y enmendado con diversos materiales para incrementar su fertilidad. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo* 6 (1): 12-19.
- Machado, J., Torres, P., Cairo, P., Dávila, A., Carranza, R., López, O. y Abreu, I. 2001. Estudios de dosis de caliza fosfatada en el mejoramiento de suelos oscuros plásticos dedicados a la siembra de caña de azúcar. [Documento en línea] En: <http://www.biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/111.pdf>. [marzo de 2011].
- Pérez de Roberti, R. 1986. Efectos del encalado en la neutralización del aluminio intercambiable y sobre el crecimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Agronomía Tropical* 36(1-3): 89-110.
- Pisco, R., Carmona, A. y Pérez, G. 2005. Cambios en la conductividad hidráulica y su relación con otras variables físicas de un andisol. Bajo diferentes sistemas de manejo, en el municipio de Marinilla (Antioquia). [Documento en línea] En: <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez.pdf>. [abril de 2011].
- Pla, I. 1990. La degradación de suelo y el desarrollo agrícola de Venezuela. *Agronomía Tropical*. 40(1-3): 7-27.
- Quirós, S. y González, A. 1979. Neutralización del aluminio intercambiable y aprovechamiento del fósforo en tres suelos de Costa Rica. [Documento en línea] En http://www.mag.go.cr/rev_agr/v03n02_137.pdf. [marzo 2011].
- Serigos, P. 2009. Rigidez a baja deformación de mezclas de suelo de la formación Pampeano y cemento Portland. Tesis de Grado.
- [Documento en línea] En: http://www.fi.uba.ar/archivos/D3_act. [abril de 2011].
- Valvueda, R. 1999. Efectos de enmiendas orgánicas sobre propiedades físicas y químicas del suelo en una granja integral. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. UNELLEZ-Guanare. 51 p.