

EL POLVILLO DE CEMENTO (CKD) COMO CORRECTOR DE SUELOS DEGRADADOS

Ricardo J Orellana¹

¹Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Cod. Postal. 3350. Guanare estado Portuguesa. Venezuela, rj1961ore@hotmail.com

RESUMEN

Se ejecutaron dos ensayos, entre el 16 de marzo de 2003 y mayo de 2004 con el fin de evaluar el efecto de diferentes niveles de polvillo de cemento (CKD) en las propiedades físicas y químicas de suelos degradados de diferentes texturas, franco arenosa (Fa), franco arcillosa (FA), franco arcillo arenosa (FAa) y arcillosa (A), con valores de pH inferiores 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 un suelo de textura Franco arcillo Arenosa (FAa) la aplicación de CKD logró un efecto neutralizador sobre el aluminio intercambiable correspondiente a 76,47 % con respecto al testigo. Las propiedades físicas se evaluaron en un suelo de textura arcillo limosa (AL) preparado con la técnica del fangueo. Los parámetros evaluados fueron densidad aparente (Da), macroporosidad (MAC), conductividad hidráulica saturada (k), humedad e índice de plasticidad (IP). No hubo efecto del CKD sobre las propiedades físicas del suelo

Palabras clave: CKD, aluminio, pH, propiedades físicas, suelo

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 nutrientes como calcio y magnesio que inducen la desaturación del mismo y afectan las concentraciones de iones de H⁺ (Bravo, 2000), han motivado a diversos investigadores a buscar fuentes alternativas de fertilización y enmienda, a partir de productos de origen orgánico (compost) y mineral como la zeolita, roca fosfórica, CaCO₃, ceniza y dolomita (Machado *et al.*, 2001). La degradación química y física de los suelos agrícolas en Venezuela es cada día mayor. Esta degradación limita la productividad y no permite la máxima expresión fenológica de los cultivos en ellos establecidos. En Venezuela, las principales limitantes al uso agrícola de las tierras corresponden a 4 % de aridez con necesidades de riego, un 18 % con mal drenaje por inundación, 32 % cuya principal limitante es acidez y baja fertilidad y un 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). Las enmiendas más comunes son el óxido de calcio o cal viva, hidróxido de calcio o cal apagada, carbonatos de calcio y 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 CO₃⁻², que al hidrolizarse produce

iones hidroxilo (OH^-) los cuales elevan el pH del suelo. El polvo de cemento (CKD) es una mezcla parcialmente calcinada de sulfatos, cloruros, carbonatos, óxidos de hierro, aluminio, sodio, potasio, calcio, cuarzo, piedra caliza, ceniza fina, dolomita, feldespatos, 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que al absorber dióxido 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 ($<0,002 \mu\text{m}$) 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 objetivos evaluar el polvillo de cemento como corrector de suelos degradados física y químicamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujeron dos ensayos, entre el 16 de marzo de 2003 y mayo de 2004, los cuales permitieron evaluar el efecto de diferentes niveles de CKD en las propiedades físicas y químicas de suelos. Para el ensayo donde se usó CKD como corrector de suelos degradados químicamente, se ubicaron suelos con pH menor a 5,7 y texturas franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo arenosa y arcillosa. A los suelos se incorporaron dosis de 0, 500, 1000, 2000 y 4000 kg ha^{-1} de CKD. La profundidad de incorporación fue hasta 30 cm y el tiempo de incubación fue hasta los 245 DDA. 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 FAa a los 245 DDA, utilizando el método de extracción con KCl 1N. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. En la prueba de comparación de medias se utilizó Tukey. Para evaluar el efecto del CKD en las propiedades físicas del suelo, se utilizó un lote de terreno con un suelo de textura arcillo limosa, dedicado a la siembra de arroz, en la Finca Santa María, ubicada en el municipio San Genaro de Boconoito. Se demarcaron parcelas de 10 m^2 donde se aplicaron dosis de 0, 1000, 2000 y 4000 kg ha^{-1} de CKD. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Los parámetros evaluados fueron, densidad aparente (método del cilindro de volumen 125 cm^3), macroporosidad (poros con diámetro equivalente mayor a 30 μm) (mesa de tensión), conductividad hidráulica saturada (método del permeámetro), humedad gravimétrica (método de la estufa a 105 °C) e índice de plasticidad (método de Atterberg). La metodología utilizada para medir estas variables fue la señalada por Wagner y Medina (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestra que la aplicación de CKD en dosis crecientes tiene un efecto sobre el pH. A los 30 DDA, la aplicación de 2000 y 4000 Kg ha^{-1} causó un incremento notorio en el pH. El mayor incremento (1,2) se logró en el suelo de textura Fa al aplicar la dosis de 4000 Kg ha^{-1} . Según González *et al.* 2003, estos incrementos son una consecuencia de la acción del CO_3^{-2} contenido en el CKD, que al hidrolizarse libera iones hidroxilo (OH^-) y producen el incremento del pH.

Cuadro 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

A: Arcilloso; Fa: Franco arenoso; FA: Franco Arcilloso; FAa: Franco Arcillo arenoso

El efecto del CKD se mantiene en el suelo aún a los 245 DDA. En el Cuadro 2, se aprecia como en los suelos arcillosos, después de 245 DDA, los valores de pH prácticamente no han variado, posiblemente debido a la predominancia de tipos de arcillas que retienen con más fuerza los iones hidroxilo (OH⁻), evitando sean desplazados de los bordes de intercambio en el suelo (Escobar 2009).

Cuadro 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

A: Arcilloso; Fa: Franco arenoso; FA: Franco Arcilloso; FAa: Franco Arcillo arenoso

El poder de neutralización del CKD sobre el aluminio intercambiable en el suelo se observa en el Cuadro 3. En todos los tratamientos existió una disminución de la concentración de aluminio intercambiable mostrando un efecto significativo con las dosis de 2000 y 4000 Kg ha⁻¹ que logran una neutralización de 1,2 Cmol₍₊₎ / Kg de suelo. Lo cual coincide a lo señalado por Quiros y González (1979) quien indicó que al aplicar cal en poca cantidad, el pH aumenta en forma moderada y el aluminio intercambiable decrece. 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 en el suelo tratado con 4000 Kg ha⁻¹, lo que representa 76,47% de neutralización. Este valor de neutralización es inferior al 85 % aceptado como ideal 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.

Cuadro 3. Poder de neutralización de las diferentes dosis de CKD el aluminio intercambiable del suelo FAa

Tratamientos (kg ha ⁻¹)	Aluminio intercambiable (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	% de neutralización con respecto al testigo
0	1,7±0.03	-
500	1,6±0.05	5,88
1000	1,1±0.05	35,29
2000	0,5±0.04	70,59
4000	0,4±0.03	76,47

Los resultados del efecto de la aplicación de CKD en las propiedades físicas no mostraron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas.

CONCLUSIONES

Según los resultados del trabajo, se concluye que el CKD es una alternativa como enmienda para corregir el pH y para neutralizar el aluminio intercambiable en los suelos. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar 2000 y 4000 kg ha⁻¹ de CKD en los diferentes suelos evaluados. No hubo diferencias significativas en las propiedades físicas del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, M. Y R. BERNIER. 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. Consultado 11 abril 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.; R. GOITIA; P. PEREIRA; J. COMERMA Y C. AGUILAR. 1993. Necesidades y perspectivas agronómicas de fertilizantes y enmiendas en Venezuela. Venesuelos, 1(1): 17-23.
- GONZÁLEZ, P.; R. FERNÁNDEZ; R. SERRANO y F. ALONSO. 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
- GÓMEZ, Y. y J. PAOLINI. 2006. Actividad microbiana en suelos de sabanas de los Llanos Orientales de Venezuela convertidas en pasturas. Biología Tropical, 54(2): 273-285.
- MACHADO, J.; P. TORRES.; P. CAIRO.; A. DÁVILA; R. CARRANZA.; O. LÓPEZ e I. ABREU. 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.google.co.ve/infocedar.isch.edu.cu>. Consultado el 18 marzo 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 A. GONZÁLEZ. 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. Consultado el 17 marzo 2011.
- ESCOBAR, O y D. PAMELA. 2009. Determinación de la acidez intercambiable ($Al^{3+}+H^{+}$) 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/asp/getFicha.asp?glx=89521.glx&recnum=2&skin=&maxrecnum=11&searchString=%28@buscable%20S%29%20and%20%28@encabezamiento%20ACIDEZ%29&orderBy=> Consultado el 10 enero de 2011.
- WAGNER, M y G. MEDINA. 1998. Técnicas de evaluación de compactación de suelos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Serie B, N° 33. Maracay. 23 p.