

TALCO Y CARBONATO BASICO DE MAGNESIO COMO APORTANTES DE MAGNESIO DISPONIBLE AL SUELO*

CARMEN ROSA GOMEZ LAVERDE**
GABRIELA ESTRADA ESTRADA

** Profesoras Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 14490, Bogotá, Colombia.

RESUMEN

Mediante dos ensayos de laboratorio se realizó un estudio sobre la solubilización de carbonato básico de magnesio y de talco para juzgar estas fuentes como aportantes de magnesio disponible. Los minerales finamente molidos se aplicaron en dosis equivalentes a 3,6 meq/100 g a muestras de tres suelos de pH diferente.

En el ensayo I las muestras de suelo más la fuente de magnesio se incubaron en recipientes cerrados, a 18°C, y después de períodos de 3, 6, 9 y 12 semanas se les determinó el Mg-intercambiable. En el ensayo II los suelos más las fuentes de magnesio se colocaron en columnas de vidrio, durante 3 semanas y se lixiviaron con agua cada semana. Posteriormente se extrajó el Mg-intercambiable con acetato de amonio. Tanto el Mg-intercambiable como el soluble se cuantificaron por absorción atómica.

Los resultados de los dos ensayos mostraron que a las tres semanas de incubación el carbonato básico de magnesio era ya disponible en alrededor de un 70% mientras que el talco lo era en cantidades inferiores o iguales a un 2% del aplicado. No se encontró relación significativa entre el pH del suelo y el cambio en la disponibilidad del carbonato básico de magnesio, en el caso del talco la correlación con el pH fue significativa y positiva.

ABSTRACT

Solubility studies of magnesium basic carbonate and talc were carried out by two different laboratory assays in order to evaluate them as sources of available magnesium. The finely ground materials were applied to 3 soils of different pH, in doses equivalent to 3.6 meq/100 g.

In the first assays, soil samples with the magnesium source were incubated in close containers at 18°C. The exchangeable magnesium was determined after 3, 6, 9 and 12 weeks of incubation. In the second assay, soil samples plus the magnesium source were placed in glass columns for 3 weeks and were lixiviated with water each week. The exchangeable magnesium

* Trabajo realizado dentro del proyecto 17039 de la Facultad de Ciencias U.N. parcialmente financiado por el CINDEC.

was extracted with ammonium acetate. Both the exchangeable and the soluble magnesium were quantified by atomic absorption spectrometry.

The results of both assays showed that magnesium basic carbonate was 70% available after three weeks of incubation were as talc was available in no more than 2%. No significant relationship was found between the soil pH and the change in availability for magnesium basic carbonate as opposed to talc, which showed a significant correlation.

INTRODUCCION

El magnesio no intercambiable en los suelos se encuentra fundamentalmente en minerales primarios como biotita, serpentina, olivino, hornblenda y en minerales arcillosos secundarios como vermiculita, illita y montmorillonita. Estudios que han evaluado la disponibilidad del magnesio no intercambiable indican que una parte de éste, ligado estructuralmente, puede ser utilizado por las plantas pero generalmente se considera que el magnesio entre capas es realmente más aprovechable que el magnesio en la red cristalina (2). El magnesio absorbido por las plantas desde formas no intercambiables o solubles, manifiesta estar relacionado con el tipo de minerales presentes en la fracción arcillosa media de los suelos (2). La liberación de magnesio a partir de los minerales secundarios parece ocurrir rápidamente bajo condiciones favorables. Hossner, citado por Doll y Lucas (3), observó que en minerales como vermiculita y mica, la liberación de magnesio por lixiviación es aproximadamente igual a la del potasio y que tiende a incrementarse al hacer más ácida la solución de lixiviación.

Se puede suministrar cantidades adecuadas de magnesio mediante encalamiento con dolomita o cal dolomítica pero en los casos en que el magnesio es necesario como nutrimento para la planta sin que el aumento del pH del suelo sea indispensable o deseable, se aplican otros materiales. En varios países se dispone de fertilizantes compuestos los cuales contienen magnesio y la fuente de este elemento puede ser carbonato, óxido, hidróxido, sulfato de magnesio o la serpentina (5). La riqueza en MgO de los minerales de magnesio así como su solubilidad en agua, varían dentro de intervalos amplios como se aprecia en el siguiente cuadro:

Algunos minerales de Mg		% MgO	Solubilidad g/100 cc de agua fría (7)
Nombre	Fórmula		
Brucita	Mg(OH) ₂	69,0	0,0009
Dolomita	CaCO ₃ ·MgCO ₃	21,7	—
Magnesita	MgCO ₃	47,6	0,0106
Hidromagnesita	3MgCO ₃ ·Mg(OH) ₂ ·3H ₂ O	43,8	0,04
Sulfato	MgSO ₄	33,3	26
Picromerita	MgSO ₄ ·K ₂ SO ₄ ·6H ₂ O	9,9	19,26
Serpentina	3MgO·2SiO ₂ ·2H ₂ O	43,5	—
Talco	3MgO·4SiO ₂ ·H ₂ O	31,7	—

En cuanto al talco y la serpentina, se conoce que son de baja solubilidad en el agua, pero prácticamente no hay información sobre la evaluación del aporte de magnesio al suelo por estas fuentes, sobre la tasa de solubilización o sobre su solubilidad en medios ácidos. El talco, un mineral secundario en el que todas las posiciones octaédricas están ocupadas por Mg y cuya ocurrencia está limitada generalmente a suelos de pH alto (8), podría ser, especialmente en suelos ácidos, una fuente de lenta liberación del magnesio. De esta mineral hay yacimientos importantes en el país como los de Yarumal en Antioquia (1).

Con el interés de explorar la posibilidad de usar fuentes naturales de magnesio como el talco y el carbonato básico para proveer el elemento al suelo a mediano y corto plazo, se realizó este trabajo con los siguientes objetivos:

Evaluar el aporte de magnesio de dos fuentes de diferente solubilidad, mediante procedimientos de incubación.

Observar la influencia del pH del suelo sobre la solubilidad de las fuentes.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron los siguientes materiales:

Suelos; muestras (0-20 cm) de tres suelos procedentes del norte del Departamento del Meta y pertenecientes a la asociación Libertad según el estudio realizado sobre la zona, por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (6).

Las características generales de estos suelos aparecen en la Tabla No. 1.

TABLA 1
Características de los suelos estudiados.

Suelo	Textura	pH	Cationes cambiabiles meq/100 g.			C.I.C. meq/100 g.	P ppm
			Mg	Ca	K		
1	FA	4,3	0,02	0,01	0,16	4,0	4,7
2	F	5,1	0,39	0,68	0,49	8,0	7,0
3	F	4,5	0,05	0,15	0,09	12,6	2,8

Arena cuarcítica; lavada varias veces con ácido clorhídrico y luego con agua destilada hasta fin de acidez.

Talco; producto comercial procedente de un yacimiento del Departamento de Antioquia y para el que se encontró la siguiente composición: MgO 19,7%; CaO 7,4%; SiO₂ 52,5%; Fe₂O₃ 5,0% y Al₂O₃ 14,5%.

Carbonato básico de Magnesio; material de grado analítico con fórmula $(\text{MgCO}_3)_4 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y 42,7% de MgO.

Se realizaron dos ensayos los que se describen a continuación:

Ensayo I

En envases de plástico se colocaron, por duplicado, muestras de 20.0 g. de cada uno de los tres suelos y de arena lavada, todos los materiales se tamizaron previamente por malla de 2 mm. Se prepararon cuatro series de envases para hacer lecturas de magnesio, después de la incubación, a cuatro períodos diferentes.

A cada suelo y a la arena se aplicó carbonato básico de magnesio o talco en cantidad equivalente a 3,6 meq de Mg por cien gramos. Después de mezclar convenientemente y con el propósito de tener concentraciones adecuadas de otros nutrimentos, se saturó con solución de Hoagland y Arnon preparada según las indicaciones de Hewitt y Smith (4). También se dispusieron envases con suelos no tratados con magnesio. Las muestras en los recipientes cerrados se dejaron en incubación a temperatura ambiente (T promedio 18°C) por períodos de 3, 6, 9 y 12 semanas. Al cabo de cada período se extrajo a una de las series el magnesio intercambiable utilizando 50 ml. de acetato de amonio 1 N y neutro. La determinación de magnesio en los extractos se hizo por absorción atómica en presencia de lantano al 0,1%.

Ensayo II

Se realizó este ensayo para juzgar la solubilidad de las fuentes de magnesio bajo condiciones de lavado próximas a las que se somete un fertilizante aplicado en campo. En una serie de cilindros de vidrio con fondo filtrante se colocaron, por duplicado, muestras de 100 g. de suelo o de arena a las que se les incorporó el carbonato básico de magnesio o el talco en las mismas proporciones que en el ensayo I. Como antes, se dispusieron cilindros con suelos sin tratar con magnesio. Luego se saturaron las muestras con agua se cubrieron los cilindros con polietileno y se incubaron a 18°C por un total de tres semanas. Al final de cada semana se les hizo pasar agua destilada en cantidad suficiente para recoger, después de drenar, 50 ml. de filtrado.

Posteriormente a la tercera extracción con agua, los suelos y la arena se secaron al aire y se les extrajo al Mg-intercambiable con acetato de amonio normal y neutro. Tanto en los extractos acuosos como en los de acetato de amonio se cuantificó el magnesio por absorción atómica.

DISCUSION DE RESULTADOS

Los datos que se presentan en las tablas 2, 3, 4, y 5, corresponden al magnesio intercambiable y/o soluble proveniente de las fuentes de Mg ya que se ha restado el valor del aportado por el suelo respectivo sin fertilizar. Es de anotar que cuando hay una fuente el magnesio intercambiable medido puede provenir de esta forma o de ésta más el magnesio aportado por una solubilización parcial, en el acetato de amonio, del carbonato o del talco que aún permanecen en el suelo.

Ensayo I

En la Tabla 2 se puede observar que el carbonato de magnesio es una fuente de alta disponibilidad ya que a las tres semanas de estar en el suelo, 2,66 meq de Mg/100 g, en promedio, pasaron a las formas intercambiables o solubles lo que equivale al 73,9% del total aplicado.

La disponibilidad cercana del 74% se presentó en este ensayo donde la dosis aplicada fue muy alta pudiendo pensarse que para dosis menores el porcentaje de disponibilidad podría aumentarse al 100%.

TABLA 2

Magnesio intercambiable después de diferentes períodos de incubación. Fuente de Mg: Carbonato básico de magnesio.

Semanas Suelo	Magnesio intercambiable meq/100g.			
	3	6	9	12
1	2,95	2,13	2,41	2,05
2	2,90	2,31	2,49	2,54
3	2,13	1,79	2,16	2,38
Promedio	2,66	2,08	2,35	2,32

Cada valor es el promedio de dos datos.
Magnesio total aplicado = 3,6 meq/100g.

TABLA 3

Magnesio intercambiable después de diferentes períodos de incubación. Fuente de Mg: Talco

Semanas Suelo	Magnesio intercambiable meq/100g.			
	3	6	9	12
1	0,034	0,047	0,049	0,077
2	0,143	0,118	0,039	-0,039
3	0,055	0,028	0,057	0,093
Promedio	0,077	0,064	0,048	0,047

Cada valor es el promedio de dos datos
Magnesio total aplicado 0 3,6 meq/100g.

TABLA 4

**Magnesio soluble e intercambiable extraído después de diferentes períodos de incubación.
Fuente de Mg: Carbonato básico de magnesio**

Extracc. Suelo	Mg-Soluble mg/100g				Mg-Inter. mg/100g	Total
	1a	2a.	3a.	Total		
1	1,33	1,16	1,52	4,01	31,98	35,99
2	0,39	0,14	0,72	1,25	25,76	27,01
3	0,26	0,49	0,26	1,01	24,96	25,97
Promedio	0,66	0,60	0,83	2,09	27,57	29,66
arena	2,97	3,35	2,94	9,26	20,26	29,52

Cada valor es el promedio de dos determinaciones.
Magnesio total aplicado: 3,6meq/100g = 43,74mg/100g.

TABLA 5

**Magnesio soluble e intercambiable extraído después de diferentes períodos de incubación.
Fuente de Mg: Talco**

Extracc. Suelo	Mg-Soluble mg/100g				Mg-Inter. mg/100g	Total
	1a	2a.	3a.	Total		
1	0,036	0,068	0,048	0,152	0,230	0,382
2	0,120	0,058	0,350	0,530	0,0	0,530
3	-0,006	-0,010	0,002	-0,014	0,420	0,406
Promedio	0,050	0,039	0,133	0,222	0,220	0,442
arena	0,058	0,115	0,055	0,228	0,360	0,588

Cada valor es el promedio de dos determinaciones.
Magnesio total aplicado: 3,6meq/100g = 43,74mg/100g.

En cuanto al talco, la Tabla 3 muestra que a las tres semanas, el magnesio disponible fue apenas de un 2,1%, en promedio, del total aplicado.

Cuando las incubaciones se prolongaron por más tiempo, no se observó un incremento en la disponibilidad para alguna de las dos fuentes, por el contrario se presentó, en los promedios, una tendencia al descenso.

No se manifestó un efecto definido del pH del suelo sobre la liberación de magnesio, a partir del carbonato básico, a lo largo de los cuatro períodos de incubación. Para el talco, los resultados obtenidos a las tres semanas presentaron una correlación entre el pH del suelo y la cantidad de magnesio en las formas disponibles ($r = 0,9987$), pero esta situación no se mantuvo cuando las incubaciones se hicieron a períodos más largos.

Los resultados de este ensayo indican que la fuente carbonato básico de magnesio es un fertilizante de gran disponibilidad en poco tiempo y que el talco aún en las dosis altas, como las aquí colocadas, parece una fuente poco eficiente en el suministro de magnesio especialmente si el cultivo es exigente en dicho elemento. Es de esperar que la persistencia del magnesio en el suelo ocurra en sentido contrario al de la disponibilidad, por lo tanto, el talco podría ser promisorio para cultivos de extracción permanente, como pastos, siempre y cuando se lograse una concentración de magnesio mayor o igual al 0,2% en el forraje seco. Por los valores de Mg-disponible obtenidos esto sólo parece factible en zonas donde el nivel crítico de magnesio sea muy bajo y/o cuando se tienen plantas muy activas para extraer el elemento.

Ensayo II

Los resultados de este ensayo aparecen en las tablas nos. 4 y 5. Se aprecia de nuevo la alta disponibilidad del carbonato de magnesio comparada con la del talco. Al cabo de tres semanas se midieron 2,44 meq de Mg/100g (29,66mg por 100g.) disponibles o sea un 67.8% del aplicado, frente al talco que sólo dejó disponible, en el mismo tiempo, un 1%. Esta segunda metodología dió resultados más bajos que la primera para el mismo tiempo de tres semanas de incubación.

En este segundo ensayo se pone de relieve la acción del suelo sobre la forma del magnesio disponible. Para el carbonato, el magnesio extraído con agua, al primer período, una semana, es en promedio de 0,66 mg/100g cuando hay suelo, si está la fuente más arena es del orden de 2,97 mg/100g; una diferencia semejante se presenta en los otros dos períodos de incubación.

Tomando los resultados totales para carbonato, Tabla 4, podemos observar que en este caso la cantidad total que ha pasado a formas disponibles es la misma, según el promedio, con suelo o con arena pero la forma en que se distribuye en soluble e intercambiable es diferente, como vemos a continuación:

	Mg-Soluble	Mg-Intercambiable mg/100g	Total
Con suelo	2,09	27,57	29,66
Con arena	9,26	20,26	29,52

mostrando el efecto protector de la capacidad de cambio sobre el catión disponible.

Para el caso del talco no se pudo corroborar esta observación ya que la mezcla fertilizante más suelo se comportó de manera diferente para los tres suelos, así para los suelos 1 y 2 hubo aumento del Mg-soluble mientras que para el 3 se presentó una disminución cuando se comparó el suelo sólo con el suelo más fertilizante.

Al considerar el magnesio total pasado a formas solubles e intercambiables a partir del talco y relacionarlo con el pH de los suelos, se encontró un coeficiente de correlación de $r = 0,9096$, semejante a lo obtenido en el ensayo I. Contrario a lo esperado, se apreció mayor solubilidad del talco a valores más altos de pH.

CONCLUSIONES

- 1- En ensayos de incubación se muestra la alta disponibilidad del carbonato básico de magnesio (74% del agregado al suelo) comparada con la del talco (2,1% del agregado al suelo) después de tres semanas de su aplicación.
2. Dado el comportamiento de las dos fuentes, el carbonato podría usarse cuando se desea o se requiere una corrección rápida de las deficiencias de magnesio y el talco, en cultivos de extracción permanente en los casos en que el nivel crítico del elemento sea bajo y la capacidad de extracción del cultivo alta.
3. No se encontró relación significativa entre el pH del suelo y el cambio en la disponibilidad del magnesio suministrado por el carbonato básico; entre el Mg-disponible aportado por el talco y el pH, la correlación fue significativa ($r = 0,9987$ y $r = 0,9096$) a las tres semanas de incubación.

BIBLIOGRAFIA

1. Calla, Z.B.; Mejía, P.I. "Talco", En A. Villegas (editor) "Recursos minerales de Colombia". 2a. edición, Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras. Bogotá 1987, Tomo II.
2. Christenson, D.R.; Doll, C. Magnesium uptake from exchangeable and no exchangeable sources in soils as measured by intensive cropping. *Soil Sci.* **126** No. 3, 166-168 (1978).
3. Doll, E.C.; Lucas, R.E. Testing soils for potassium, calcium and magnesium. En Waish, L. and J. Beaton. "Soil testing and plant analysis". *Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Madison*, 1973 p. 143.
4. Hewitt, T.; Smith, T.A. "Plant mineral nutrition". Unibooks, London 1975 p. 33.
5. Hignett, T. Tecnología de producción de fertilizantes que contienen Ca, Mg y S. *Suelos Ecuatoriales (Colombia)*, **10** No. 2, 245-257 (1979).

6. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. "Estudio general de suelos de los municipios de el Calvario, Guamal, Acacias, Villavicencio, Restrepo y Cumará". Bogotá, 1980, 298 p.
7. West, R.C. "Handbook of chemistry and physics". 67th edition, CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, 1988 p. 8103-8104.
8. Zelazny, L.; Calhoun, F. "Palygorkita, sepiolite, talc, pyrophyllite and zeolites" En R. Dinauer (editor). Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Wisconsin, 1977 p. 448-451.