

CAMBIOS EN LA FIJACIÓN - LIBERACION DE POTASIO EN ARGUJDOLES CON DISTINTOS TIPOS DE ARCILLAS Y SATURACIÓN POTÁSICA

MG GONZALEZ¹, G MORENO¹, ME CONTI¹, AM DE LA HORRA²

¹ Cátedra de Edafología. ² Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Bs As, Argentina. E-mail: <mggonzal@mail.agro.uba.ar>

CHANGES IN THE POTASSIUM FIXATION-LIBERATION IN ARGUJDOLES WITH DIFFERENT TYPES OF CLAYS AND POTASSIUM SATURATION.

An experiment was conducted to assess the potassium kinetics of two different soils, an Aquic Argiudoll (AA) with high smectite contents and low potassium saturation, and a Typic Argiudoll (AT) with low illite contents and high potassium saturation. Samples were fertilized with different rates of potassium, and incubated under four different humidity and temperature cycles. In order to establish fixation-release cycles, residual value of potassium B value and Q/I curves were determined. Fertilization increased the exchangeable and non-exchangeable potassium forms in both soils, but did not affect the B value, which was characteristic of each one of them, showing fixed potassium liberation potential, because of previous fertilizations of soils.

Potassium replacement was higher in AA than in AT in all treatments. The AA soil had a higher potassium buffer capacity and a lower residual B values than AT, showing that a negative correlation between potassium saturation and fixation capacity exists.

Key words: Fertilizer potassium - Fixation-release potassium - Potassium Q/I curves - Argiudolls

INTRODUCCION

El proceso de fijación y liberación de potasio depende fundamentalmente de factores tales como, la proporción y naturaleza de las arcillas, la cantidad de potasio presente y la competencia de iones que lo acompañan. Las arcillas de tipo 2:1 son las más importantes en el proceso de fijación; observándose que se ordenan en forma decreciente las vermiculitas > illitas > smectitas. (Zubillaga, Conti 1996).

Cuando se agrega potasio al suelo como fertilizante, una fracción de los iones de potasio se ubica en sitios donde es adsorbido con fuerza causando contracción de las láminas de arcillas, fenómeno conocido como fijación, pasando entonces a constituir parte de la reserva del suelo (Cox, Uribe 1992). El proceso de fijación limita la disponibilidad actual, pero es de considerable importancia en el abastecimiento futuro del nutriente para los vegetales. La cantidad de fertilizante retenido en forma no intercambiable o fijado puede ser considerablemente grande en suelos con alto contenido de arcillas (Bouabid *et al.* 1991), disminuyendo la cantidad de potasio disponible pero aumentando significativamente las reservas. Si bien es

cierto que la saturación potásica influye en la intensidad de la fijación, las características del proceso no han sido muy estudiadas, quedando muchos interrogantes sobre la relación entre fijación y saturación de potasio del suelo. (Ghosli and Mukhopadhyay, 1996).

La hipótesis planteada en este trabajo es que la fijación de potasio agregado está más asociada al estado de saturación de K del suelo que al contenido y características mineralógicas de sus arcillas.

Para eso se determinó como objetivo medir el índice de fijación, el índice de residualidad y la dinámica de liberación de potasio agregado en dos suelos con tipos de arcilla y saturación de potasio distintos.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con muestras superficiales de suelos (0-20cm) de dos zonas de importancia agrícola de nuestro país: Argiudol Típico (AT) de Pcia. de Bs.As. y Argiudol Acuico (AA) Pcia. de Corrientes seleccionados por presentar distinto contenido, tipos de arcillas y niveles de saturación potásica, ver tabla 1.

Las muestras de suelo fueron secadas al aire, molidas y tamizadas por malla de 2 mm para realizar los siguientes análisis químicos:

Tabla 1: Características de los suelos estudiados

	Textura	Limo	Arcilla	C.I.C. cmol _c kg ⁻¹	Saturación K
A.A	Franca	27%	20%	14,4	0,88%
A.T	Franco-arcillo-limosa	55%	29%	1,24	5,36%

(A.T.= Argiudol Típico; A.A.= Argiudol Acuico). Datos correspondientes a suelos de la Pcia. de Buenos Aires y a la Pcia. de Corrientes respectivamente

Fijación de potasio

Se sometieron 100 g de suelo a distintas dosis de potasio (apegado como KCl), se incubaron con humedad cercana a saturación, durante 24 hs a 30°C y posteriormente se volvieron a incubar 24 hs a 70°C. De esta forma se establecieron cuatro ciclos consecutivos de variación de humedad y temperatura; este procedimiento se realizó para favorecer la ubicación del agregado de potasio en los intersticios de las mine ales. En la fertilización se emalearon las siguientes dosis:

- 1) 0,125 cmol, kg⁻¹ suelo; 2) 0,25 cmol, kg⁻¹ de suelo; 3) 0,50 cmol, kg⁻¹ de suelo
- 4) 0,75 cmol, kg⁻¹ de suelo. De cada dosis se realizaron 4 repeticiones.

En cada uno de los tratamientos se determinó:

Índice de potasio residual (B) (Karpinets 1993).

Luego de los cuatro ciclos de incubación, se midió la liberación de potasio intercambiable. Para esta determinación fue empleado el método del acetato de amonio 1mol.L⁻¹ pH 7 (Black *et al.*1965). Las mediciones se realizaron dos veces sucesivas en cada muestra, llamando K_{i0} a la primer determinación y K_{i1} a la segunda. Las muestras se secaron antes de la segunda determinación, para medir la fracción de potasio residual. En cada suelo, con los valores de (K_{i0}) y (K_{i1}) se calcularon los valores de B para los distintos niveles de fertilización potásica.

Cálculo del índice B

$$B = (K_{i0} - K_{i1}) / K_{i0}$$

K_{i0} = potasio intercambiable de la primer percolación.

K_{i1} = potasio intercambiable de la segunda percolación

El rango de variación del valor B se encontró entre 0 y 1; indicando que el índice de potasio residual es máximo cuando el valor de B es mínimo o tiende a 0 y mínimo cuando es mayor o tiende a 1.

Determinación de las Isotermas Q/I (Sinclair 1979).

La capacidad de regulación que tiene un suelo respecto al potasio (poder buffer de potasio o PBK). fue obtenida a través de las curvas cantidad/intensidad (Q/I), es la medida de la capacidad del suelo para reponer el potasio inmediatamente disponible a partir del potasio intercambiable. La técnica consistió en colocar las muestras de suelo en equilibrio con soluciones 0,01 mol. L⁻¹ de CaCl₂

y cantidades variables, según dosis, de KCl. La suspensión fue agitada 30 minutos y posteriormente centrifugada. En la solución sobrenadante fue determinado potasio, calcio y magnesio. El parámetro cantidad, es la cantidad de potasio que el suelo adsorbe o libera en equilibrio con el potasio agregado (°K); se calculó midiendo la diferencia de potasio obtenida entre la solución original agregada y la solución luego del centrifugado.

El parámetro intensidad, es la relación de actividades de los iones de la solución (RA), luego de centrifugar. Se calculó como: $RA = a_K / (a_{Ca} + a_{Mg})^{1/2}$; donde a=actividad del ión.

Métodos estadísticos.

Para evaluar las diferencias entre los tratamientos fueron utilizados la prueba de variancia con el método F de Snedecor y la prueba de las medias apareadas del método de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Valores de potasio intercambiable de primera y segunda extracción

Se produjo un aumento proporcional de potasio intercambiable al aumentar la dosis del fertilizante, respecto al testigo en ambos suelos (Tabla 2). Los valores de K_{i0} y K_{i1} fueron mayores en AT que en AA en todos los casos (p<0,05).

En la Tabla 2 se muestran los datos de K_{i0} y K_{i1} que producen las dosis de potasio agregado descontando el valor del testigo. Al comparar la acción de las dosis de fertilizante en el suelo AT, se evidencia una relación directa de la cantidad de potasio agregado con el K_i de la primera extracción (K_{i0}), indicando una tendencia del potasio a mantenerse en los espacios de intercambio. Contrariamente a lo esperado por su mineralogía illítica, presenta valores muy bajos de fijación de potasio. El comportamiento se relacionó fundamentalmente a la elevada saturación natural del Ki de este suelo.

El suelo AA, con menor proporción de arcilla mostró mayor correspondencia entre el potasio del fertilizante agregado y el K_{i1} del suelo, identificándose con las formas específicas de uniones potásicas.

Contrariamente a lo esperado por la naturaleza de su arcilla (smectita de bajo

poder de fijación), este suelo presentó alto poder de fijación.

Tabla 2: Potasio intercambiable de la primera (K_{i0}) y segunda percolación (K_{i1}) y valores de B de dos Argiudoles con distinta saturación potásica.

Argiudol Acuico:

Tratamiento	K_{i0} cmol. kg^{-1}	K_{i1} cmol. kg^{-1}	Valor B
Testigo	0,128 c	0.028 c	0,681 a
Dosis 1	0,250 c	0.095 cb	0.622 a
Dosis 2	0,369 b	0.122 b	0.670 a
Dosis 3	0,578 a	0.194 a	0.664 a
Dosis 4	0,764 a	0.256 a	0.664 a

Letras distintas indican diferencias significativas en cada columna. ($p < 0,05$)

Argiudol Típico:

Tratamiento	K_{i0} cmol. kg^{-1}	K_{i1} cmol. kg^{-1}	Valor B
Testigo	1,240 c	0.17 c	0,86 a
Dosis 2	1,480 b	0.22 b	0.83 a
Dosis 3	1,650 a	0.23 b	0.85 a
Dosis 4	1,790 a	0.25 ab	0.89 a

Letras distintas indican diferencias significativas en cada columna. ($p < 0,05$)

El proceso fue relacionado a la desaturación de K_i del suelo original que estaría estimulando la ubicación de potasio en sitios de alta selectividad

Comparando la acción de la dosis de fertilizante aplicado en ambos suelos, se evidencia un fenómeno de adsorción de potasio diferente en ambos que estaría relacionado no solo al contenido y tipo de arcillas sino a la saturación de potasio inicial. En el suelo AA, con saturación K_i de 0.88%, se produce la mayor fijación, quedando de esta manera el potasio incorporado a la reserva del sistema. Esto se produce a pesar de presentar menor contenido de arcillas con predominio de smectitas, minerales de baja capacidad de fijación potásica. En el suelo AT con mayor % de saturación K_i , 5,36% y mayor contenido de arcillas illíticas, se produjo una muy baja fijación de potasio agregado, quedando en su mayor parte en estado disponible o K_i .

Índice de potasio residual B

Los valores de B indican la participación real de la fracción de potasio agregada como fertilizante al K_i , fuente

principal del abastecimiento de la solución del suelo. En el suelo AA (Tabla 2) se observa valores menores en un 25 % a los del suelo AT, en los tratamientos fertilizados. En AA, suelo de alta fijación, se produce una rápida saturación de los sitios específicos de potasio (interlaminares) debido a la insaturación potásica del mismo.

Al analizar en detalle los valores de B, es notorio que el mismo es similar en todos los tratamientos fertilizados de cada suelo. Comparando ambos suelos, los valores de B son mayores en AT que en AA en todos los casos ($p < 0,05$). El comportamiento se vincula a la mayor tendencia del potasio agregado a ocupar sitios relacionados con el potasio residual o de mayor selectividad debido a la baja saturación potásica de AA (Tening *et al.*, 1995).

La acción de la dosis de fertilizante aplicado (Tabla 2), pone de relieve la tendencia que tiene el potasio agregado en las menores dosis en ocupar los sitios meros lábiles del suelo (menores valores de B).

Isotermas de adsorción Q/I

En el suelo sin agregado de

fertilizante, se evidencia la mayor disponibilidad de K_i de AT que de AA (factor intensidad M e que es la relación de actividades en el equilibrio cuando el suelo ni gana ni pierde potasio) (Figura 1). Los valores de capacidad reguladora de potasio, PBK (pendiente de la porción lineal de la curva) son menores en AT, $31 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} (\text{mol/l})^{-1/2}$ y mayores en AA, $50 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} (\text{mol/l})^{-1/2}$; mostrando la mayor habilidad de este suelo de mantener similares intensidades de potasio en solución. A pesar que el contenido de K_i es mayor y disponible en AT, se observa en la isoterma Q/I una leve disminución de la pendiente, indicando la mejor capacidad de reposición de potasio soluble en condiciones de agotamiento.

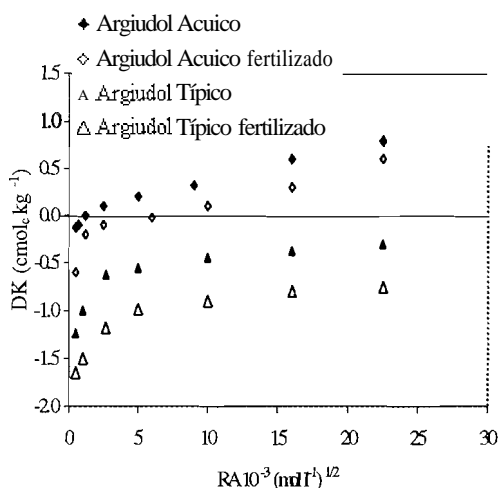


Figura 1. Isotermas Q/I de los suelos Argiudol Acuico y Argiudol Típico fertilizados y sin fertilizar.

Cuando se repiten las isotermas después de la incubación con $0,50 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (dosis 3), aumenta la cantidad de K_i y el M e en ambos suelos. Es notorio señalar que el agregado del fertilizante no cambia el poder regulador PBK, demostrando que esta propiedad es fija y está asociada al tipo y contenido de arcilla de cada suelo (González *et al.* 1996). Esto coincide también con lo encontrado por Assimakopoulos *et al.* (1994). El resto de los parámetros de las curvas Q/I fueron modificados por el agregado del fertilizante, registrándose en todos los casos mayores diferencias en AT que en AA, evidenciando que el potasio agregado tiene

mayor facilidad de pasar a potasio soluble en AT.

Resumiendo, el Argiudol Acuico con mayor contenido de smectitas y baja saturación de potasio presentó mayor capacidad de fijación del fertilizante agregado y mayor capacidad "buffer" que el Argiudol Típico, con alto contenido de illitas y buena saturación de potasio. Estos resultados muestran la importancia de la saturación potásica en el equilibrio fijación-liberación del fertilizante agregado.

REFERENCIAS

- Assimakopoulos HJ, Yassoglou NJ, Bovis CP. 1994. Effects of Incubations. *Soil Sci. Soc. Am. Proc* 35: 420 - 426.
- Black CA, Evans A, Whith, JL, Eusiminger LE, Clark FE. 1965. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Am. Soc. Agron Ed. Inc. Publ. Madison, Wisconsin, USA. pp122-130
- Bouabid R, Badaoui M, Bloom PR. 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1493 -1498.
- Cox FR, Uribe E. 1992. Potassium in two humid tropical ultisol under a corn and soybean cropping system *Dinamica Agron.* 84 : 485 -489.
- Ghosh BN, Mukhopadhyay A., 1996. Potassium release characteristics of some soils of west Bengal their relationships with forms of soil K. *J. Potassium Res.* 12:330-336
- González MG, Moreno G, Efron D, Conti ME. 1996. Relación entre fijación y liberación de potasio como fertilizante en un Argiudol Acuico de Comentes. XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Sta Rosa . La Pampa. pp103-104.
- Karpinets TW. 1993. Estimation of potassium fixation and release in soils by two consecutive extractions. *Potash Review.* 1. 29 - 33.
- Sinclair AH. 1979. Availability of potassium to Rye Grass from scottish soils. Effects of intensive cropping on potassium parameters. *J. Soil Sci.* 30:757 - 773.
- Tening AS, Omueti JAI, Tarawali G. 1995. Fixation of potassium in some soils of the subhumid zone of Nigena. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 26: 1169 - 1177.
- Zubillaga MM, Conti ME. 1996. Availability of exchangeable and non-exchangeable potassium in Argentine soils with different mineralogies. *Plant Nutrition Soil Sci.* 159:149 - 153.