

Nota Técnica

**COMPARACION DE DOS TECNICAS PARA EVALUAR  
LA FIJACION DE POTASIO EN CUATRO SUELOS AGRICOLAS DE ARGENTINA  
EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE ARCILLA PRESENTE<sup>1</sup>**

Ana María de la Horra <sup>2/</sup>\*

María de la Paz Jiménez \*

Diana Efrón \*

Marta Conti \*

**ABSTRACT**

**Comparison of two methods for the evaluation of potassium fixation in four Argentinan agricultural soils as a function of their clay content.** The fixation capacity of four soils of Argentina that differ in mineralogic composition and clay percentage was determined. Two fixation methods have been employed. They differ, among other characteristics, in how long they take. Three K levels were added as KCl. No significant differences were found between the results obtained with the two fixation methods. This suggests that the shorter process should be preferred. The fixation percentages ranged from 0 to 20%.

**INTRODUCCION**

La fijación o liberación de K por los suelos son fenómenos que han sido ampliamente estudiados a causa de la importancia que tienen en la disponibilidad de este nutriente para los cultivos. Ambos procesos son el resultado de la dinámica en que participan las distintas formas de K presentes en los suelos.

El potasio agregado como fertilizante aumenta el contenido en las formas lábiles (soluble e intercambiable) y conduce a alterar el equilibrio entre las distintas fracciones y como consecuencia se incrementa el contenido de K no intercambiable o fijado. El fenómeno de fijación es el responsable de que parte del K aplicado como fertilizante no sea inmediatamente aprovechable por los cultivos

pero pasa a constituir una reserva que es utilizable por los mismos cuando el K intercambiable se hace insuficiente. Sin embargo existe un límite en la liberación de esta forma de K que podría afectar el crecimiento de los cultivos, particularmente de aquellos que requieren altos niveles de K (Poss *et al.*, 1991). El proceso de fijación depende principalmente del porcentaje de arcilla y de su composición mineralógica así como de otros factores, entre ellos: el pH del suelo, la temperatura, el contenido de materia orgánica, los cationes complementarios presentes y los ciclos de humedecimiento y secado a los que está sometido el suelo.

La determinación de la capacidad de fijación es afectada por las condiciones experimentales en que se realiza y por lo tanto resulta difícil realizar comparaciones a menos que se especifique la metodología empleada (Badraouri y Bloom, 1989).

El objetivo de este trabajo fue comparar 2 técnicas de determinación de la fijación de K en suelos agrícolas del país y vincular la capacidad de fijación de los mismos con el porcentaje de arcilla presente y la mineralogía del suelo.

1/ Recibido para publicación el 2 de enero de 1996.

2/ Autora para correspondencia.

\* Cátedras de Química General e Inorgánica y de Edafología. Facultad de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453-1417, Capital Federal, República Argentina.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización y características de los suelos estudiados

Se seleccionaron horizontes superficiales de 4 suelos agrícolas de Argentina. En el Cuadro 1 figuran la procedencia, la clasificación, la textura y los minerales dominantes de la fracción arcilla y en el Cuadro 2 algunas propiedades químicas de los mismos.

Las muestras de suelo se secaron al aire y se tamizaron por mallas de 2 mm de diámetro. El K intercambiable fue determinado con  $\text{NH}_4\text{Ac}$  1N pH 7, el K no intercambiable con  $\text{HNO}_3$  1N a 113°C durante 25 min y el K soluble con  $\text{CaCl}_2$  0,01M.

La composición mineralógica fue determinada por difracción de rayos X.

### Determinación de la capacidad de fijación

A 10 g de cada muestra de suelo se le agregaron soluciones conteniendo distintas dosis de K (como KCl) en relación 1:1 (suelo:solución), incluyendo una de testigos (sin agregado).

Dosis 0: testigo.

Dosis 1: 100 mg de K/L solución (0,25 cmol(+)/kg suelo).

Dosis 2: 200 mg de K/L solución (0,50 cmol(+)/kg suelo).

Dosis 3: 300 mg de K/L solución (0,75 cmol(+)/kg suelo).

Luego se procedió de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación, textura y minerales dominantes de cuatro suelos de Argentina.

| Suelo | Procedencia                     | Clasificación   | % arcilla | % limo | % arena | Minerales                       |
|-------|---------------------------------|-----------------|-----------|--------|---------|---------------------------------|
| 1     | San Martín de los Andes-Neuquén | Andisol         | 8,4       | 27,6   | 64,0    | materiales amorfos<br>caolinita |
| 2     | Gobernador Virasoro Corrientes  | Paleohumult     | 55,4      | 36,4   | 8,2     | caolinita<br>óxidos de Fe y Al  |
| 3     | Ramallo Buenos Aires            | Argiudol típico | 25,1      | 68,4   | 6,5     | illita<br>esmectita             |
| 4     | Mercedes Corrientes             | Argiudol ácuico | 20,3      | 27,1   | 52,6    | esmectita                       |

Cuadro 2. Propiedades químicas de los suelos estudiados.

| Suelo      | Carbono orgánico % | pH  | Cationes intercambiables |     |      |      | CIC   | K soluble $\text{CaCl}_2$ 0,01M | K no intercambiable |
|------------|--------------------|-----|--------------------------|-----|------|------|-------|---------------------------------|---------------------|
|            |                    |     | Ca                       | Mg  | Na   | K    |       |                                 |                     |
| cmol(+)/kg |                    |     |                          |     |      |      |       |                                 |                     |
| 1          | 3,7                | 6,0 | 6,5                      | 1,6 | 0,33 | 0,56 | 9,88  | 0,35                            | 0,15                |
| 2          | 2,0                | 5,6 | 3,1                      | 2,2 | 0,27 | 0,58 | 6,76  | 0,36                            | 0,12                |
| 3          | 3,7                | 6,1 | 11,1                     | 2,2 | 0,29 | 1,36 | 16,44 | 0,74                            | 1,26                |
| 4          | 1,1                | 5,9 | 10,1                     | 2,6 | 0,41 | 0,11 | 14,54 | 0,07                            | 0,05                |

\* K no intercambiable = K extractable con  $\text{HNO}_3$  - K intercambiable.

- Método 1 (Sahu y Gupta, 1987): se incubó 24 h a 30°C y se secó a 70°C (primer ciclo de humedecimiento y secado). Se efectuaron 3 ciclos más con agregado de agua destilada en lugar de las soluciones conteniendo K.
- Método 2 (Hernando y Diez, 1975): se incubó a 30°C hasta sequedad (primer ciclo). Se humedeció con agua destilada hasta alcanzar humedad equivalente y se mantuvo en estas condiciones durante 12 días. Luego se dejó secar a 30°C (segundo ciclo). Se realizaron 2 ciclos más iguales al segundo. El tiempo total transcurrido fue de 2 meses.

En todas las muestras, provenientes de las incubaciones realizadas por ambos métodos y con cada dosis de K agregado, se determinó el contenido de K intercambiable con  $\text{NH}_4\text{Ac}$  1N pH<sup>7</sup> y se leyó por fotometría de llama. El cálculo de K fijado se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$K \text{ fijado} = K \text{ agregado} + K_o - K_{\text{trat.}}$$

donde:  $K_o$  es el K intercambiable del control.  
 $K_{\text{trat.}}$ : es el K intercambiable luego del tratamiento para cada dosis.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3 puede observarse que el contenido de K intercambiable en el tratamiento testigo (Dosis 0), no se modifica por ninguno de los 2 métodos de fijación efectuados. Esto indica que

Cuadro 3. Comportamiento del tratamiento testigo (Dosis 0) frente a los dos métodos de fijación ensayados.

| Suelo                  | K-int | K <sub>o</sub> |          |
|------------------------|-------|----------------|----------|
|                        |       | Método 1       | Método 2 |
| ----- cmol(+)/kg ----- |       |                |          |
| 0                      | 0,56  | 0,57           | 0,56     |
| 2                      | 0,58  | 0,57           | 0,57     |
| 3                      | 1,36  | 1,37           | 1,36     |
| 4                      | 0,11  | 0,12           | 0,11     |

K-int= K intercambiable de los suelos sin tratamiento.

K<sub>o</sub>= K intercambiable de los controles para cada tratamiento.

Cuadro 4. Capacidad de fijación para cuatro suelos arcillosos y su determinación en función de dos métodos de análisis y de diferentes niveles de K añadidos.

| Suelo   | Dosis<br>cmol(+)/kg | Método 1             |        | Método 2             |        |
|---------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|         |                     | K fij.<br>cmol(+)/kg | % Kfij | K fij.<br>cmol(+)/kg | % Kfi. |
| Suelo 1 | 0,25                | 0,03                 | 12     | 0,03                 | 12     |
|         | 0,50                | 0,13                 | 15     | 0,15                 | 20     |
|         | 0,75                | 0,15                 | 20     | 0,15                 | 20     |
| Suelo 2 | 0,25                | 0,05                 | 20     | 0,05                 | 20     |
|         | 0,50                | 0,13                 | 15     | 0,12                 | 16     |
|         | 0,75                | 0,14                 | 18     | 0,15                 | 20     |
| Suelo 3 | 0,25                | —                    | —      | —                    | —      |
|         | 0,50                | 0,03                 | 5      | 0,05                 | 7      |
|         | 0,75                | 0,05                 | 7      | 0,06                 | 8      |
| Suelo 4 | 0,25                | 0,05                 | 20     | 0,05                 | 20     |
|         | 0,50                | 0,12                 | 16     | 0,13                 | 15     |
|         | 0,75                | 0,15                 | 19     | 0,14                 | 18     |

los 4 ciclos de humedecimiento y secado y la temperatura a la que se trabajó no produjeron ni liberación ni fijación del K intercambiable original.

El Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos con ambos métodos de fijación. El análisis estadístico de estos datos indica que no existen diferencias significativas entre los valores hallados para los 2 métodos empleados ( $p < 0,05$ ), mostrando idéntico comportamiento metodológico. Es notorio destacar que el Método 2 pretende reproducir mejor situaciones a las cuales el suelo estaría sometido a campo, pero dado los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la duración de ambos métodos se sugiere que se prefiera el de más corta duración.

Los 4 suelos estudiados presentan baja capacidad de fijación de K cuyos valores oscilan entre 0 y 20% del K agregado.

El contenido de arcilla del andisol es muy bajo (8%), constituido predominantemente por materiales amorfos (alofanos). El porcentaje de fijación de este suelo se encuentra entre 12 y 20% dependiendo de la dosis de K aplicada. Estos valores están de acuerdo a lo esperado teniendo en cuenta el porcentaje y tipo de arcilla que posee el suelo. Otros autores, entre ellos Barber (1979), han encontrado, en suelos con predominio de materiales amorfos, valores de fijación similares al presente.

El suelo Paleohumult es un suelo arcilloso (55,4% de arcilla) donde la arcilla predominante es caolinita, lo que explica los porcentajes de fijación hallados. Poss *et al.* (1991) han encontrado valores similares a los hallados en el presente trabajo en suelos con características semejantes, mientras que Amu (1969, citado por Barber, 1979), encontró sorprendentemente valores mucho más altos, del orden del 50%.

A pesar de que la fijación encontrada en los suelos anteriores es baja, este proceso no puede ser explicado por la retención de K en los sitios interlaminares, dado que la fracción arcilla de estos suelos está constituida predominantemente por materiales amorfos (Andisol) y caolinita (Paleohumult). Para estas arcillas el mecanismo de fijación es poco conocido; Reeuwijk y Villiers (1968) consideran que lo que ocurre es un mecanismo de oclusión física, por el cual, debido al tamaño de los poros de estas arcillas, se produciría la entrada de K hidratado pero no la de otros cationes de mayor diámetro.

El suelo Argiudol típico, a pesar de presentar 25% de arcilla con predominio de illita es el que tiene menor capacidad de fijación de todos los suelos estudiados. Este hecho podría vincularse con el alto contenido de K no intercambiable (1,26 cmol(+)/ckg), lo que indica una saturación de los sitios interlaminares que impediría la fijación del K agregado en las distintas dosis.

El suelo Argiudol ácuico, con 20% de arcilla presenta esmectita como única arcilla detectada y fija alrededor de 20% en todas las dosis de K aplicado. González *et al.* (1994), trabajando con este mismo suelo en un ensayo de campo, encontraron efecto residual de fertilizaciones potásicas que atribuyeron al fenómeno de fijación. Barber (1979) ha registrado altos porcentajes de fijación, llegando hasta un máximo de 50% en suelos similares.

Todos los suelos presentan valores absolutos de fijación que se incrementan con las cantidades de K añadidas, aunque no de manera proporcional a las dosis de K agregado.

## RESUMEN

Se determinó la capacidad de fijación de potasio en 4 suelos de Argentina con diferente composición mineralógica y distintos porcentajes de arcilla y se compararon 2 técnicas de fijación que difieren, entre otras características, en el tiempo de duración. Se añadieron 3 niveles de potasio en forma de KCl. No se encontraron diferencias significativas entre los resultados obtenidos por las 2 técnicas de fijación, lo que sugiere la escogencia de la de menor tiempo de duración. Los porcentajes de fijación oscilan entre 0 y 20%.

## AGRADECIMIENTO

Las autoras agradecen a la Lic. Susana Alonso el asesoramiento para la determinación de la composición mineralógica de las muestras.

## LITERATURA CITADA

- BADRAOURI, M.; BLOOM, P.R. 1989. The effects of wetting and drying cycles, temperature and extracting solutions on measured potassium fixation in soils of two regions of Morocco. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20(13-14):1353-1375.
- BARBER, R.G. 1979. Potassium fixation in some Kenyan soils. *Journal of Soil Science* 30:785-792.
- GONZALEZ, M.; EFFRÓN, D.; JIMENEZ, M.P.; ROYO PALLARES, O. 1994. Residual effect of potassium and phosphorus fertilization on native pastures. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25(17-18):2989-2996.
- HERNANDO, V.; DIEZ, J.A. 1975. Efecto de la aplicación de fertilizantes potásicos sobre las relaciones Q/I. *Anales de Edafología y Agrobiología* 24:583-593.
- POSS, R.; FARDEAU, J.C.; SARAGONI, H.; QUANTIN, P. 1991. Potassium release and fixation in Ferralsols (Oxisols) from Southern Togo. *Journal of Soil Science* 42:649-66.
- REEUWIJK, L.P.; VILLIERS, J.M. 1968. Potassium fixation by amorphous aluminosilicagels. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 32:238-240.
- SAHU, S.; GUPTA, S.K. 1987. Fixation and release of potassium in some alluvial soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 35:35-40.