

## POTASIO EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS II – EXTRACTANTES Y ENSAYO DE NEUBAUER

I. Mizuno (1), Ana M. de la Horra de Villa (2); Irma del Frade de Lafuente (2)  
y María de la Paz Jiménez (2)

*Recibido: 9/2/82*

*Aceptado: 29/6/82*

### RESUMEN

En el presente trabajo los autores intentan completar el panorama logrado en uno anterior (Villa y Mizuno, 1974)

Para el estudio comparativo de extractantes se añadió la solución de EDTA, efectuándose con las muestras de suelos ensayos de Neubauer con 50 y 100 g de las mismas, para un mejor conocimiento de la dinámica del potasio en los suelos estudiados.

La utilización de extractantes diversos, combinados con ensayos de Neubauer con 50 y 100 g suelo, abre un campo promisorio para un mejor conocimiento del potasio del suelo.

## POTASSIUM IN SOME ARGENTINE SOILS II – EXTRACTING SOLUTIONS AND THE NEUBAUER TEST

### SUMMARY

In the present work, the authors try to complete the panorama achieved in a previous one (Villa y Mizuno, 1974).

For the extractants comparative study, it was added the EDTA solution, being carries out with the soil samples the Neubauer trials with 50 and 100 g of the same for getting better acquaintes with the potassium dynamics on the studied soils.

The use of different extractants combined with Neubauer trials with 50 and 100 g of soils sample offers a promisory field in order to achieve a better knowledge of the soil potassium.

---

(1) Cátedra de Edafología, Departamento de Suelos y (2) Cátedra de Química Inorgánica, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

## INTRODUCCION

Los suelos de la pradera pampeana húmeda y subhúmeda no presentan en general problemas en cuanto a las cantidades y proporciones en que se encuentra el potasio. Posiblemente ello explique el poco interés que existió en el estudio de este elemento en el país. No obstante deben reconocerse algunas situaciones críticas como: suelos vertisólicos, franja este de la provincia de Corrientes, los rojos podsolizados de Entre Ríos (Bonfils, 1962).

Anteriormente los autores estudiaron algunos aspectos de la problemática (Villa y Mizuno, 1974) (Mizuno *et al.*, 1976).

Para el presente trabajo se escogieron 6 suelos, 3 de ellos (6-8-9) bien provistos de potasio en todas sus formas, 2 de ellos bajos (7 y 11) y el restante que puede considerarse atípico, tanto por los resultados referentes a potasio como a otras características químicas (Mizuno *et al.*, 1982, a y b).

El objetivo del presente trabajo es la caracterización del potasio de cada suelo y la relación de la misma con respecto a las necesidades vegetales mediante el ensayo de Neubauer.

## MATERIAL Y METODOS

### Determinaciones analíticas

#### Potasio extractable con solución de acetato de amonio 1 M pH 7,0

Se trata de una extracción en solución de equilibrio. Se dejaron 5 g de muestra en contacto con 15 ml de acetato de amonio 1M durante 5 minutos. Posteriormente se filtró determinando en el filtrado el contenido de potasio por fotometría de llama.

#### Potasio extractable por percolación

Se percolaron 2 g de muestra con 50 ml

de solución 0,1 M de EDTA, determinándose en el percolado el contenido de potasio por fotometría de llama. Igual operación se realizó con otros 2 gramos de muestra con solución de acetato de amonio 1M.

#### Potasio extractable con solución 1M de ácido nítrico

A 2,5 g de muestra se le agregaron 25 ml de ácido nítrico 1M, se calentó a ebullición y se lo mantuvo así por 10 minutos. Se centrifugó, lavó 4 veces utilizando porciones de 15 ml de ácido nítrico 0,1 M por vez. Las extracciones y lavados se repitieron hasta constancia de la cantidad de potasio extraída, la que se determinó por fotometría de llama. Los datos respectivos constituyen la suma de las cantidades extraídas en los procesos de extracciones y lavados (Martini, 1967).

#### Potasio total

Se disgregaron 0,050 g de muestra con 2,5 ml de ácido fluorhídrico 40 por ciento y 0,5 ml de ácido perclórico 70 por ciento y se calentó hasta sequedad, repitiendo el tratamiento hasta disgregación total. Posteriormente se agregó 1 ml de ácido sulfúrico 98 por ciento calentando hasta desprendimiento de vapores de trióxido de azufre. Se enfrió y el residuo se disolvió con 10 ml de ácido clorhídrico 6M. El contenido de potasio se determinó por fotometría de llama.

#### Potasio en vegetales

Las muestras vegetales fueron secadas a aproximadamente 65°C hasta constancia de peso y se molieron. Cien miligramos de la muestra molida se trataron con 2 ml de ácido nítrico concentrado, calentando a baño María por media hora tratando de que la evaporación del ácido fuese mínima. Luego de esta predigestión se agregaron 2 ml de una mezcla constituida por 100 ml de ácido nítrico concentrado, 40 ml de ácido perclórico concentrado y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se calentó en plancha hasta alcan-

zar aproximadamente 190°C, continuando hasta casi sequedad. Se dejó enfriar, llevó a volumen y determinó el contenido de potasio por fotometría de llama.

### Ensayo de Neubauer

Se trabajó con 50 y 100 g de muestra previamente secada y tamizada por malla de 2 mm, por triplicado para cada una de dichas cantidades. Para el primer caso los 50 g de muestra se mezclaron con 100 g de arena y para el segundo los 100 g de muestra con 50 gramos de arena, en ambos casos se trató de material libre de potasio.

Dichas mezclas se colocaron en recipientes de 11,5 cm de boca, 8,5 cm de base y 8 cm de altura.

Sobre las mezclas anteriores se añadieron 150 g de arena sembrándose 110 semillas de centeno con 95 por ciento de poder germinativo, previamente tratadas con bicloruro de mercurio al 1 por mil, cubriéndolas finalmente con aproximadamente 50 g de arena, buscando equilibrar el peso de los recipientes. El blanco se llevó solamente con arena, reemplazando de este modo el peso correspondiente a las muestras de suelo y arena, llevándose también por triplicado.

Finalmente se humedeció cada recipiente con 60 ml de agua destilada, cubriéndolo con una placa de vidrio y se dejaron en cámara regulada a 20-22°C con 16 horas de luz, durante 21 días contados desde la germinación.

Cuando la altura de las plántulas llegaron casi a tocar las placas de vidrio, se retiraron las mismas efectuándose el raleo para uniformar el número de plantas por recipiente. A partir de este momento se repuso diariamente el agua llevando los recipientes a su peso original.

A los 21 días se extrajeron las plántulas en forma total, lavándose las cuidadosamente sobre un tamiz de 2 mm. El material se secó y pasó a molienda, como se dijo anteriormente.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se incluyen los resultados obtenidos con distintos extractantes como también el potasio total y los correspondientes al ensayo de Neubauer. En la Figura 1 se grafica la relación entre potasio extractable, por ciento del mismo y total corregido en

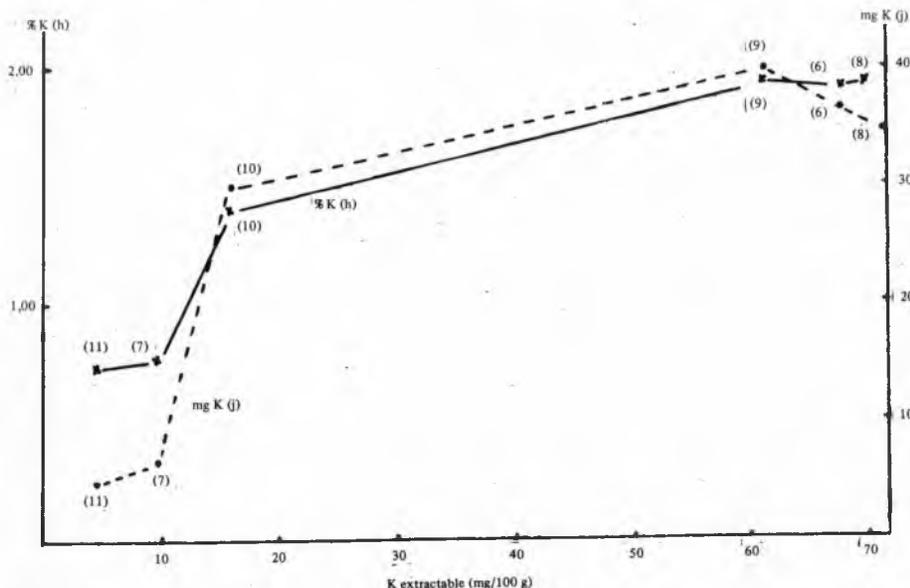


Figura 1: Potasio extractable (a) en relación a % de potasio (h) y potasio total corregido (j) en plántulas.

CUADRO 1: Los valores están dados en mg/100 g, excepto los renglones "suelo" y "materia seca" dados en gramos. Los ensayos de Neubauer se llevaron por triplicado y los resultados son promedios de 3 determinaciones para cada uno de los triplicados, de los que finalmente se obtuvo el promedio que figura en el Cuadro.

Muestra	Potasio en Suelo					Total (f)	Ensayo de Neubauer				
	Extractable						Suelo	Materia seca (g)	K % (h)	K total (i)	K total corregido (j)
	Ac.NH <sub>4</sub> (a)	Ac.NH <sub>4</sub> (b)	ClH 0,5M (c)	NO <sub>3</sub> H 1M (d)	EDTA 0,1M (e)						
T								1,6813	0,64	10,4	
6	67,8	66,2	62,0	220,9	69,5	1.355	50	2,4426	1,46	35,67	45,88
							100	2,6171	1,86	48,65	36,66
7	10,9	12,0	14,1	18,9	16,8	133	50	1,9228	0,70	13,79	6,44
							100	2,1973	0,75	16,47	6,41
8	72,0	64,5	76,5	195,5	65,7	1.510	50	2,6184	1,43	37,09	45,94
							100	2,4657	1,98	45,63	35,37
9	62,4	66,2	74,0	209,6	64,2	1.685	50	2,6420	1,41	39,01	44,12
							100	2,6179	1,99	52,16	39,24
10	16,4	19,3	29,7	119,5	23,8	1.935	50	2,3870	1,20	30,03	43,12
							100	3,0631	1,38	41,94	29,65
11	4,5	4,5	5,2	15,0	14,9	296	50	1,7330	0,78	12,36	3,82
							100	2,0003	0,72	15,74	4,47

(a) y (b) Potasio extractable con NH<sub>4</sub> Ac 1M en solución de equilibrio y Potasio extractable por percolación con NH<sub>4</sub> Ac 1M.

T: Testigo; 6: Balcarce (Argiudol); 7: Santo Tomé (No cacterizado); 8: Pehuajó (Hapludol); 9: Suipacha (Hapludol); 10: San Rafael (Xerofluvent); 11: Bella Vista (Corrientes) (No caracterizado).

plantas. De los mismos surgen las siguientes consideraciones:

- a) La comparación entre las cantidades de potasio que pueden lograrse con distintos extractantes fue estudiada en parte con anterioridad (Villa y Mizuno, 1974).

En el presente trabajo se incorporó la percolación con solución de acetato de amonio y con solución de EDTA. Del estudio de los resultados analíticos surgen las siguientes conclusiones:

(a) - (b)	$r = 0,993 (**)$
(b) - (c)	$r = 0,981 (**)$
(b) - (d)	$r = 0,959 (**)$
(b) - (e)	$r = 0,996 (**)$

\*\* Significativo al 1 %

En cambio no se encuentra relación entre (b) y el potasio total (f).

- b) La realización de ensayos con 50 g y 100 g de muestra de suelo es una idea de Schachtschabel con el propósito de crear condiciones cercanas al agotamiento trabajando con 50 g y 100 plántulas.

Puede observarse que entre los ensayos con 50 y 100 g de muestras de suelos se encuentran correlaciones estrechas cuando se consideran la producción de materia seca y la extracción total de potasio por recipiente.

(h) 50 g - 100 g	$r = 0,984 (**)$
(j) 50 g - 100 g	$r = 0,995 (**)$

\*\* Significativo al 1 %.

Cuando se comparan las extracciones mencionadas es de interés trabajar con lo que se ha denominado potasio total corregido, que consiste en ajustar el valor total para un mismo número de plantas por recipiente y restarle el valor correspondiente al blanco. En el caso de los recipientes con 50 g de muestra de suelo, dicho resul-

tado se multiplica por 2 para llevarlo a 100 g.

De esta forma puede surgir el concepto de eficiencia en el uso del potasio por los vegetales, entendiéndose que la misma es positiva cuando el valor corregido para 50 g es mayor que para 100 g, negativa cuando el mismo es menor y cero (0) cuando ambos son iguales.

El agrupamiento de las muestras por eficiencia conduce a las siguientes situaciones.

Positiva:	(6) (8) (9) (10)
Cero:	(7)
Negativa:	(11)

Se entiende que cuando la eficiencia es positiva el suelo en cuestión no ha sido sometido (en los 100 g) a una extracción tal, por parte de las plántulas, que agote las posibilidades de la dinámica del potasio de dicho suelo.

Cuando la eficiencia es cero se interpreta que las plántulas han extraído todo el potasio disponible del sistema para el lapso del ensayo.

Cuando la eficiencia es negativa se interpreta que la exigencia vegetal supera el ofrecimiento del suelo.

En el caso de la muestra 11 puede observarse que para una suma de potasio soluble + intercambiable de 4,5 mg/100 g la extracción sobre 100 g de suelo fue de 4,47 mg o sea prácticamente el total de la mencionada suma y que con 50 g la eficiencia relativa baja pues solo se alcanza a extraer 3,82 mg/100 g (valor corregido).

Las muestras (6) (8) (9) presentan eficiencia positiva evidenciando que el sistema es capaz de responder a mayores exigencias de potasio.

Puede también observarse similitud en los valores de materia seca y por ciento de potasio, de lo que resulta extracciones comparables del mismo.

La muestra 10 se trata de un caso atípico. Si bien soluble + intercambiable es de 19,3 mg/100 g, se ha efectuado una ex-

tracción de 29,65 mg en el recipiente de 100 g y un equivalente de 43,12 mg en el de 50 g.

Es evidente que en este caso debe presentarse alguna otra forma lábil de potasio que no es intercambiable. Puede observarse la coincidencia entre la extracción con 100 g de muestra y lo obtenido con ácido clorhídrico pero que no alcanza a explicar la elevada eficiencia del sistema.

Teniendo en cuenta que se trató de la muestra con el valor más alto de potasio total y la elevada relación entre las formas soluble en ácido nítrico y el intercambiable (d/a) puede estimarse la presencia de formas lábiles unidas al sistema con mayor energía que la intercambiable pero capacitadas para llegar rápidamente al equilibrio (capacidad y velocidad de renovación).

Otra característica atípica es el hecho de que sea la muestra que ha dado la mayor producción de materia seca con 100 g de muestra de suelo y no con 50 g.

- c) Sintomáticamente puede observarse que hasta aproximadamente el valor de 20 mg/100 g y particularmente entre 10 y 20 mg de potasio intercambiable, un aumento de esta cantidad conduce a un aumento sustancial en la producción de materia seca, porcentaje de potasio y potasio extraído (Gráfico 1). Aparece un límite entre 60-70 mg de potasio por 100 g, que parece marcar un límite más allá del cual no se producen nuevos aumentos de producción de materia seca, porcentaje de potasio y en consecuencia la cantidad de potasio extraído. Al tratarse de suelos de características disímiles puede estimarse que más allá de dicho límite aparece, para las condiciones de cada suelo, un nuevo factor limitante (Liebig).

- d) Los suelos 7 y 11 son los que ofrecen los menores valores de potasio total, siendo algo más del doble el correspondiente al segundo con referencia al primero.

Puede observarse que en la muestra 11 la

eficiencia es del 100 por ciento, mientras que en la 7 es de aproximadamente 50 por ciento.

Si se observan las relaciones (a):(d):(f) (Cuadro 1) correspondientes a ambas muestras surge para la muestra 7 la tendencia de ir hacia la fijación, mientras que la 11, tiende al camino inverso o sea la solubilización.

## CONCLUSIONES

- 1) Las cantidades de potasio que pueden extraerse con acetato de amonio 1M pH 7,0 en soluciones de equilibrio y por percolación, con ácido clorhídrico 0,5M y con EDTA 0,1M son comparables y prácticamente puede utilizarse cualquiera de los resultados antes mencionados. Ello quedó evidenciado en parte en un trabajo anterior (Villa y Mizuno, 1974). Asimismo se llamó la atención acerca de las precauciones a tener en cuenta cuando se comparan las extracciones con acetato de amonio y EDTA por el comportamiento dispar del potasio frente a ambos extractantes (Mizuno *et al.*, 1980, a).
- 2) La producción de materia seca en las condiciones del ensayo de Neubauer no se relacionan con el potasio extractable. En cambio la concentración del mismo en la masa vegetal y la extracción total si se correlacionan.
- 3) En algunos casos el valor del extractable con ácido nítrico 0,5M puede aportar elemento de juicio para explicar comportamientos disímiles de potasio extractables con las restantes soluciones.
- 4) Los resultados obtenidos presentan un campo promisorio para trabajos que aporten conocimientos acerca de la dinámica del potasio de los suelos.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Ing. Agr. Ariel

H. Nervi por su valiosa colaboración en los aspectos estadísticos y al CEVEQ por posibilitar la realización del ensayo de Neubauer.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Bonfils, C. G., 1966. Rasgos principales de los suelos pampeanos. Instituto de Suelos y Agro-tecnica. Publicación No 97, 65 p.
  - 2) Martini, O., 1967. Características del estado del potasio en 6 suelos de Panamá. Turrialba. IICA. Costa Rica.
  - 3) Mizuno, I.; E. M. Sesé y L. Berasategui, 1976. Poder regulador de potasio en algunos suelos argentinos. *IDIA Supl.* 33: 56-61.
  - 4) Mizuno, I., L. B. M. de Carro; A. V. de Sangüesa, M. C. de Moretti y D. E. de Igne, 1982, a. EDTA como extractante universal. I. Cationes mayores. *Rev. Fac. Agr. Bs. As.*, 3 (2): 133-137.
  - 5) Mizuno, I.; M. de Moretti; C. B. M. de Carro, 1982, b. EDTA como extractante. II Fósforo. *Rev. Fac. Agr. Bs. As.*, 3 (2):
  - 6) Villa, A. M. de la Horra de e I. Mizuno, 1974. Potasio en algunos suelos argentinos. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, Tomo CXCVIII: 87-93.
-