

## COMPARACION DE CUATRO METODOS PARA DETERMINAR POTASIO ASEQUIBLE EN SUELOS EN LA PARTE PLANA DEL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA (COLOMBIA)

Por **Fulvia García Roa** — **Alejandro Guerrero Dulce** y  
**Adel González M.**

### I — INTRODUCCION

El potasio es conjuntamente con el nitrógeno y el fósforo uno de los tres elementos principales en la nutrición de las plantas. La capacidad de los suelos para suministrar este elemento es muy variable. La cantidad de potasio asequible puede medirse por varios métodos cuya diferencia radica principalmente en la solución extractora y el sistema de determinación.

La exactitud y la utilidad de cada método son bastante relativas pues dependen de muchas características del suelo y de la región. Este trabajo tiene por fin estudiar algunos métodos para determinar potasio asequible y el grado de exactitud con que operan en suelos del Valle del Cauca. Los valores obtenidos por los diferentes métodos se correlacionaron entre sí. Los análisis de laboratorio se efectuaron en el Laboratorio Químico Regional Cooperativo de la Facultad de Agronomía de Palmira.

### II — REVISION DE LITERATURA

Las varias formas de potasio en el suelo generalmente están relacionadas y comprenden un sistema mediante el cual, el incremento de una de las formas ocurre a expensas de las otras y pueden además verificarse movimientos de estados poco aprovechables a altamente aprovechables y viceversa (7).

El potasio en los suelos se encuentra en tres formas:

- a) Inasequible para las plantas
- b) Inmediatamente asequible
- c) Lentamente asequible

a) **Inasequible para las plantas.**

La mayor parte del potasio se halla bajo esta condición. Es integrante de minerales de lenta descomposición y comprende aproximadamente del 90 al 98% del potasio total existente en el suelo (2). Según Barbier y Trocmé (1), la inasequibilidad del potasio es tempo-

ral, ya que vuelve al estado asimilable a medida que la fracción asequible es absorbida por las plantas.

La fijación de potasio no debe considerarse como una pérdida sino como potasio de reserva, no sometido a lixiviación (8).

#### b) Potasio inmediatamente asequible.

Comprende el potasio intercambiable y el de la solución del suelo, representando del 1 al 2% del potasio total. De esto, el 90% es de intercambio y el 10% hace parte de la solución del suelo (2). Reitemier (7), distingue en la asequibilidad el potasio soluble del intercambiable. La forma soluble, dice, es la cantidad existente de potasio disuelta en el agua del suelo bajo condiciones normales de humedad de campo y liberada por fuerza de intercambio catiónico. La división entre potasio soluble y rápidamente intercambiable depende de la concentración de los cationes competidores y de la naturaleza del material de intercambio.

El potasio intercambiable y el presente en la solución mantienen relaciones de equilibrio. Debido a la relación mencionada, la distinción entre potasio soluble e intercambiable no se toma en cuenta en lo determinación de potasio intercambiable (8).

#### c) Potasio lentamente asequible.

Muchos minerales tales como la illita, montmorillonita, vermiculita y caolinita al igual que la materia orgánica del suelo poseen capacidad para retener en su superficie cationes que pueden ser reemplazados por otros. Dentro de dichos minerales algunos como la illita aunque retienen el potasio, lo ceden más rápidamente que otros como la muscovita. Los microorganismos fijan en sus cuerpos potasio pero luego lo devuelven al morir. Este potasio lentamente asequible constituye del 1 al 10% del potasio total de los suelos (2, 8).

#### Comparación de métodos.

Los diferentes métodos empleados en la determinación de potasio aprovechable guardan estrecha relación con el tipo de suelo y las regiones donde se encuentran, como también con la clase de técnica seguida. Por esto, un método puede ser más ventajoso que otro dependiendo de los factores anotados. Sería aconsejable utilizar el más apropiado a cada región hasta tanto se encuentre un método adecuado para todo tipo de suelo y clase de región.

Semb y Uhlen (9), compararon cinco métodos: 1º) Método del acetato de amonio; 2º) Método de Egner (ácido monocloroacético); 3º) Método de Bray (nitrato de sodio); 4º) Método de Williams-Stewarty (ácido acético al 2, 5%). Con estos métodos se determinó el potasio soluble e intercambiable; con un quinto método el de Reitemier ( $\text{NO}_3\text{H,IN}$ ), se determinaron además cantidades de potasio no intercambiable, procedente de minerales arcillosos. Los valores obtenidos de los cuatro métodos por extracción fueron muy similares entre sí. El método de Reitemier dió la mejor concordancia en re el rendimiento vegetal y los valores obtenidos del potasio del suelo. Esto se explica por el hecho de que las plantas en suelos pesados pue-

den absorber toda forma de potasio. Los métodos que no afectan sino al potasio intercambiable no dan resultados que concuerdan exactamente con el rendimiento vegetal.

Hogg (3), comparando varios métodos de extracción obtuvo una mejor diferenciación con acetato de amonio durante 30 minutos de agitación en comparación con la obtenida por mezcla de un minuto con el reactivo de Morgan, lo cual pudo deberse a: a) mayor tiempo de contacto con el reactivo; b) pH más alto o c) al catión presente en el agente de extracción o a una combinación con los factores anteriores. Se encontró que la diferencia era debida al ión  $\text{NH}_4^-$ .

De los muchos métodos empleados en la determinación de potasio merecen mayor importancia el espectrofotométrico, el de tetrafenilborato de sodio y los colorimétricos empleando cobaltinitrito de sodio.

El método de la emisión espectrofotométrica es el más rápido, flexible y de alta precisión, comparado con el de cobaltinitrito. El primero puede ser eficaz para la determinación de potasio intercambiable, potasio en sales solubles, potasio total en minerales y potasio en los tejidos de las plantas, (4).

Toth y Prince (10), estudiando el contenido de potasio intercambiable de algunos suelos determinaron que existía concordancia en los resultados obtenidos por la técnica de la llama y el procedimiento químico de cobaltinitrito, señalando sin embargo como más veraces los primeros.

El método del tetrafenilborato permite una rápida y directa determinación, pero los reactivos usados son muy costosos. En general todos los métodos de determinación química del potasio presentan fallas. Les falta especialidad y frecuentemente obligan a trabajar con precipitados de composición mal definida (5).

### III — MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron 56 muestras de suelos de la capa arable, a más o menos 0.20 cms. de profundidad de la parte plana del Valle Geográfico del Río Cauca.

Los métodos utilizados para la determinación de potasio asequible, fueron los siguientes:

a) Método de determinación directa con acetato de amonio 1N y posterior lectura en espectrofotómetro de llama. Se toman 5 gr. de suelo seco y tamizado, se añade 25 c. c. de acetato de amonio 1N. y neutro, se agita por media hora, se filtra y el extracto se lee al espectrofotómetro de llama.

b) Método de determinación de los cationes intercambiables, usando acetato de amonio 1N, se agita, se filtra y se evapora a sequedad. Posteriormente se trata con ácido clorhídrico varias veces, se lleva a volumen y se lee en espectrofotómetro de llama (9).

c) Método rápido de extracción con solución de nitrato de sodio al 25%, más alcohol etílico y cobaltinitrito de sodio. Lectura al fotocolorímetro.

d) Método comercial La Motte de determinación rápida en el campo con el uso de reactivos "standard". Cada muestra se replicó tres veces para cada uno de los métodos.

#### IV — RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se observan las cantidades de potasio extraídas por cada método en los suelos estudiados. Por el método de extracción total de bases, las cantidades extraídas están comprendidas entre 120, 90 Kg./Ha. y 3.751, 80 Kg./Ha.; por el método de extracción variaron entre 81,20 Kg./Ha. y 2.246 Kg./Ha.; la solución de Bray extrajo de 56.00 Kg./Ha. a 1.000.00 Kg./Ha.; por el método de La Motte se obtuvo de 112,00 Kg./Ha. a 358,40 Kg./Ha.

El pH de las muestras varió entre 4.68 y 7.67 estando la mayoría de los suelos comprendidos entre pH de 5.5 a 6.5. Considerando como suelos pobres los suelos con contenido inferior a 0.2 m.e./100 gr. de suelo; de contenido medio los que van de 0.2 a 0.4 m.e./100 gr. de suelo y suelos ricos o de alto contenido los que tienen valores superiores a 0.4 m.e./100 gr., se puede concluir que en general a suelos con pH bajos correspondieron bajos contenidos de potasio, como es el caso de los suelos de la parte Sur del Valle Geográfico del Cauca. Los suelos de las regiones del Norte y del Centro con pH entre 5.5 a 6.5 dieron contenidos medios y altos de potasio.

Los promedios de las cantidades extraídas fueron en su orden: 618,46; 519,88; 281,94 y 156,22 kg./Ha., para extracción total de bases, extracción directa, Bray y La Motte respectivamente. Solamente en cinco casos (suelos) 14, 17, 19, 20 y 39, la determinación por bases fué menor que la directa. Solo en dos casos el método de Bray fué mayor que el método de extracción directo (suelos 21 y 22). En 22 casos el método de La Motte fué superior al método de Bray.

— T A B L A I —

Cantidades de potasio determinadas por cuatro métodos diferentes expresados en Kg./Ha.

Nº	Bases	Directo	Bray	La Motte	pH.
1	210.60	134.43	100.00	112.00	5.35
2	133.77	103.25	80.00	112.00	4.60
3	120.90	85.58	70.00	112.00	4.70
4	129.09	107.00	93.00	112.00	4.80
5	477.75	430.30	385.00	190.40	7.00
6	267.54	186.48	128.00	112.00	5.85
7	131.76	81.20	56.00	112.00	5.25
8	538.20	513.14	330.00	156.80	6.40

## — T A B L A I —

(Continuación)

Nº	Bases	Directo	Bray	La Motte	pH.
9	198.90	155.30	106.40	118.70	6.05
10	297.76	218.86	135.00	112.00	6.42
11	429.00	359.51	150.00	134.40	6.92
12	422.76	344.34	145.00	138.90	6.20
13	194.18	154.35	87.00	112.00	7.05
14	456.35	514.95	400.00	201.60	6.52
15	250.20	192.75	114.00	138.90	7.52
16	1.502.28	1.481.80	850.00	229.60	6.60
17	208.23	369.33	1.000.00	280.00	6.10
18	3.751.80	2.446.00	160.00	201.60	7.67
19	597.96	767.63	110.00	134.40	5.80
20	1.719.90	1.908.25	850.00	291.20	7.52
21	169.70	113.94	122.00	112.00	6.00
22	692.64	484.81	500.00	201.60	6.40
23	600.60	524.68	480.00	201.60	6.62
24	588.90	487.60	465.00	179.20	7.35
25	2.556.75	2.278.75	850.00	313.60	6.41
26	176.28	140.96	90.00	112.00	5.90
27	1.747.20	1.590.88	850.00	358.40	6.30
28	817.44	662.75	500.00	201.60	7.02
29	159.90	87.65	66.00	112.00	6.30
30	667.66	543.73	135.00	190.40	6.55
31	294.84	171.90	107.00	112.00	7.10
32	612.30	405.70	125.00	156.80	5.75
33	254.28	123.00	103.00	112.00	5.85
34	664.56	436.24	415.00	179.20	6.80
35	204.36	128.08	85.00	112.00	6.10
36	159.90	82.65	60.00	112.00	6.52
37	233.61	140.96	106.00	112.00	5.65
38	688.74	511.45	460.00	201.60	6.30
39	1.134.90	1.433.38	650.00	190.40	6.30
40	1.002.30	739.80	550.00	190.40	6.25
41	366.75	258.98	150.00	112.00	5.10
42	659.76	484.29	328.00	168.00	6.28
43	341.64	263.48	150.00	112.00	5.65
44	316.68	228.70	126.00	106.40	5.70
45	373.06	343.30	150.00	112.00	6.10
46	261.52	168.98	128.00	112.00	5.50
47	569.40	446.27	170.00	179.20	5.40
48	438.36	375.85	338.00	156.80	6.00
49	2.043.60	1.658.00	850.00	179.20	7.39
50	186.72	120.33	88.00	112.00	5.48
51	315.28	164.58	122.00	112.00	5.20
52	468.39	388.53	140.00	118.72	5.35
53	169.26	100.05	72.00	112.00	5.80
54	1.135.68	1.095.90	650.00	173.60	7.20
55	1.149.72	1.054.95	750.00	201.60	6.45
56	374.96	288.52	102.00	112.00	5.20

El análisis de variancia entre los diferentes métodos puso de presente su comportamiento diferente de manera altamente significativa. Las pruebas de Bartlett indicaron la homogeneidad de las variancias. Cuando se hizo comparaciones por pares se observó una mejor relación entre los métodos de extracción de bases y de extracción directa.

En suelos de bajo contenido de potasio se notó cierta tendencia de los métodos de bases, directo y de Bray a dar valores parecidos de extracción.

Los datos obtenidos por el método de La Motte fueron totalmente distintos a los obtenidos por los otros tres métodos y aparecieron casi siempre como datos bastante bajos.

En la Tabla II aparecen los coeficientes de correlación entre las cantidades de potasio extraídas de los suelos por los métodos en estudio. Los valores de correlación fueron altamente significativos. La correlación más alta se observó entre los métodos de Bray La Motte y la más baja entre el método de extracción directa y Bray. Según esto cualquiera de los métodos estudiados podría ser utilizado para la determinación del potasio aprovechable en el suelo siempre que se calibre adecuadamente para determinar los diferentes grados de bondad del potasio del suelo para las plantas.

— T A B L A II —

Coeficiencia de correlación entre las cantidades de potasio determinados por cuatro métodos

	Directo	Bray	La Motte
Bases	0.9352*	0.8919*	0.8133*
Directo		0.7744*	0.8399*
Bray			0.9637*

V — CONCLUSIONES

El contenido de potasio extraído en los suelos bajo estudio varió de alto a bajo como puede apreciarse observando los resultados obtenidos por cualquiera de los métodos.

Los métodos presentaron diferencias altamente significativas entre sí; también la correlación entre ellos fué altamente significativa, lo que significa que cualquiera de los métodos podría ser utilizado para la determinación de potasio aprovechable siempre y cuando se calibre adecuadamente. El método denominado de extracción total de las bases indicó las mayores cantidades de potasio seguido por los métodos denominados de determinación directa, Bray y La Motte. Los métodos de extracción de bases y directo resultaron ser estadísticamente iguales entre sí y diferentes de los otros dos métodos.

## VI — RESUMEN

Se determinó potasio aprovechable en suelos del Valle Geográfico del Cauca por cuatro métodos diferentes y se compararon los valores obtenidos para averiguar la correlación entre ellos. Los métodos estudiados fueron: extracción total de bases, extracción directa de potasio, método de Bray y método de La Motte.

El promedio de las cantidades determinadas fué mayor para el método de extracción total de bases siguiendo en su orden el método de extracción directa. Bray y La Motte. Se halló diferencia significativa entre los métodos usados, comprobándose asimismo la existencia de una alta correlación entre los métodos estudiados.

## SUMMARY

Potassium in the soils of the geographic Cauca Valley were determined by four different methods, and the results obtained were compared in order to found out the correlation between them. The methods, studied were: total extraction of the bases, direct extraction of Potassium. Bray's method, and La Motte's method..

The average of the quantities determined was in descending order greater for: 1) the method of total extraction of bases, 2) the method of direct extraction of potassium, 3) Bray, and 4) La Motte. It was found a highly significant difference between the used methods. On the other hand there was a high correlation between all the methods.

## VII — BIBLIOGRAFIA

1. BARBIER y S. TROCME.— 1963. Las bases del abonado potásico. Inst. Internacional de La Potasa p. 34-36.
2. GONZALEZ M., A. y M. BLASCO L.— 1963. Curso de Suelos. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía-Palmira. 427 p.
3. HOGG, D. E.— 1958. El reparto del potasio accesible en los suelos. Rev. La Potasa 5: 1-11.
4. JACKSON, M. L.— 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall. Englewood, N. J. 498 p.
5. MANASEVIT, H. M.— 1955. Use of flouboric acid for the direct determination of potassium. Anal. Chem. 27: 81-83.
6. OLSON, R. V.— 1953. A turbidimetric potassium determination affected little by temperature. Soil Sci. Amer. Proc. 17: 20-22.
7. REITEMEIER, R. F.— 1951. The chemistry of soil potassium. Advances in Agronomy. 3: 113-164.
8. —————.— 1957. Soil potassium and fertility U.S.D.A. Yearbook. 101-106 p.

- 9. SEMB, G. y G. UHLEN.— 1956. Comparación de diferentes métodos analíticos para la determinación del potasio y el ácido fosfórico en el suelo. Rev. La Potasa. 5: 1-4.
- 10. TOTH, S. J. and A. L. PRINCE.— 1949. Estimation of cation-exchange capacity and exchangeable Ca, K and Na contents of soils by flamephotometer techniques. Soil Sc. 67: 439-445.

PLANTAS

Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada y fosforada en el crecimiento y rendimiento de la alfalfa (Medicago sativa L.) en un suelo de tipo franco-arenoso. Se comparó el método de extracción de potasio con el método de extracción de potasio y ácido fosfórico. Se encontró que el método de extracción de potasio y ácido fosfórico es más preciso que el método de extracción de potasio solo. En los otros casos se encontró una alta correlación entre los dos métodos.

VII - BIBLIOGRAFIA

J. BARNETT y E. THOMAS — 1954. Los suelos de la alfalfa potasada. Invest. Intermont. de la Potasa, p. 24-25.

J. BARNETT, M. A. y M. E. COLE — 1951. Crecimiento de alfalfa. Univer. of Idaho, Extension Service, p. 1-10.

J. BARNETT, E. — 1952. El efecto del potasio en la alfalfa. Rev. La Potasa, p. 1-11.

J. JACKSON, M. D. — 1952. Soil chemical analysis. Francis and Taylor, London, p. 1-100.

J. MANSFIELD, E. M. — 1955. Use of potassium and for the alfalfa. International Potassium Assn. Trans. 27: 1-10.

J. ORSON, H. V. — 1953. A triboluminescent potassium distribution. J. Chem. Phys. 17: 20-22.

J. RUTIMANN, W. F. — 1951. The analysis of soil potassium. Advan. in Agronomy, 3: 113-124.

J. — 1957. Soil potassium and fertility. U.S.D.A. Yearbook, 101-102.