

EL POTASIO EN LOS SUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE PASTO, NARIÑO(*)

Holman Ordóñez G. y Mario Blasco L.(**)

I. — INTRODUCCION

Hasta ahora, los datos existentes sobre el potasio en los suelos volcánicos nariñenses se refieren a la fracción intercambiable. Por otra parte, a escala mundial, la literatura que versa sobre las distintas formas de potasio en esta clase de suelos es escasa, posiblemente porque los investigadores dedican su preferencia al estudio del fósforo, dados los problemas de su fijación por la alófana. La presente investigación busca proporcionar información sobre el potasio, para ayudar al mejor manejo de los suelos del Altiplano de Pasto.

II. — REVISION DE LITERATURA

En los pocos estudios realizados sobre el particular en Colombia, se ha comprobado que los suelos presentan un contenido de potasio total variable, entre 3,2% para los suelos áridos de la Guajira (Durán, 6) y 0,3% para los suelos del terciario amazonense (4).

En general, se acepta que el potasio se presenta en los suelos en forma soluble o disuelto en el agua bajo condiciones normales de capacidad de campo; intercambiable, absorbido en las caras externas de las arcillas, y químicamente reemplazable por sales neutras; fijo, o retenido entre las láminas de las arcillas. Todas estas fracciones están sujetas a una dinámica que permite el paso, más o menos rápido, de una forma a otras. (2, 3, 7, 13, 16).

La materia orgánica contiene normalmente 1-2% de potasio, estando alrededor de un 30% asociado con las proteínas y un 70% en el jugo celular (Wilcox y Towsend, 20). Según Chaminade (5), dos tercios del potasio en la materia orgánica son solubles en agua y el resto es liberado fácilmente por acción microbiológica.

(*) Parcial de la Tesis presentada por el primer autor para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del segundo. Instituto Tecnológico Agrícola, Universidad de Nariño.

(**) Jefe Encargado, Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica.

Las fuentes de potasio en el suelo son variadas, pero las principales corresponden a los feldspatos y micas, muscovita y biotita, siendo ésta la que más rápidamente libera potasio, debido a su más fácil meteorización (1). Entre las arcillas las illitas, cuyas cargas están balanceadas por el ion potasio (Milot, 14), son las de mayor poder de suministro, con un contenido de 4,5% de potasio (17).

Uno de los aspectos más conocidos del potasio es su fijación, fenómeno bien establecido desde hace algún tiempo (10). Al respecto, y por lo que hace relación a suelos volcánicos, Reewijk y de Villiers (15), encontraron que los geles aluminio-silicatados amorfos eran capaces de fijar potasio, presumiblemente porque los canales estructurales de los geles perdían su elasticidad mediante secamiento.

III. — MATERIALES Y METODOS

El área estudiada está localizada en el Altiplano de Pasto o Valle de Atriz, al pie del Volcán Galeras, Departamento de Nariño, SO. Colombia (Coord. Depto. 0°37' - 2°43' lat. N, 76° 47' - 79° 03' lat. O. Greenwich). El Altiplano se halla a una altura de 2500 - 2800 m.s.n.m. y ecológicamente pertenece al Bosque Seco Montano Bajo. Los promedios de temperatura y precipitación se aproximan a 13°C y 700 mm./año, respectivamente. Los suelos son derivados de cenizas volcánicas recientes, de composición dacito-andesítica.

El Altiplano es una depresión de unos 5 Km. de radio, situada en el Nudo de los Pastos. En esta zona se localizaron nueve perfiles representativos, adicionando la región de Yacuanquer, situada un poco al margen del Altiplano (vertiente sur del Volcán Galeras). Estos lugares se eligieron teniendo en cuenta que en ellos concurrían las condiciones de cultivos, bosque y pradera. De cada uno de los diez sitios (30 perfiles en total), se tomaron una muestra de suelos y otra muestra promedio de los sub-suelos, teniendo en cuenta las tres condiciones.

Como características generales se anota que estos suelos son profundos, estratificados, con una densidad aparente próxima a 1,2 g/ml, y un buen drenaje natural. La coloración de los suelos es oscura, variando los subsuelos entre marrón-amarillento y gris. Las texturas dominantes varían de franco a franco-orcillosas. Otras características aparecen en la Tabla I.

Fraccionamiento del potasio.

- K-total: se siguió el procedimiento descrito por Jackson (9), descomponiendo el suelo con una mezcla de ácidos sulfúrico, perclórico y fluorhídrico.
- K-soluble en agua: Después de un período de contacto de 18 horas (12).
- K-intercambiable: se determinó por los métodos de acetato de amonio-N- (18), y del ácido nítrico -0,1 N (8).

- K-total no intercambiable: mediante cuatro extracciones sucesivas con ácido nítrico -N, en la muestra previamente descargada del K-intercambiable (12).
- K-más soluble de la fracción no intercambiable: por diferencia entre la suma de las extracciones 1a. y 2a. y la suma de la 3a. y 4a. (12).
- K-estructural: por diferencia entre el contenido de potasio total y la suma de las fracciones intercambiable y no intercambiable obtenidas con ácido nítrico (propuesto por los autores).
- Lixiviación; 10 g de suelos se lixiviaron con adiciones diarias de 100 ml de HCl-0,01 N, por espacio de 10 días (12).

Las distintas extracciones se llevaron a volúmenes conocidos, leyéndose la extinción de un espectrofotómetro de llama.

— T A B L A I —

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS(*)

Sitio		pH	Arcilla %	C. Org. %	CCC me/100g	C/N
Anganoy	a	6,0	30,4	2,6	35,4	6,0
	b	6,1	35,6	1,5	27,2	3,5
Aranda	a	5,9	30,7	2,1	21,4	4,0
	b	6,0	36,0	1,6	22,2	4,0
Botana	a	5,5	29,8	3,7	30,7	8,0
	b	5,5	36,5	2,3	32,6	7,0
Catambuco	a	5,8	24,6	2,9	29,8	7,5
	b	5,9	27,8	2,6	25,3	7,0
Jongovito	a	6,0	23,9	3,2	26,3	7,0
	b	6,3	31,7	3,1	17,3	4,5
La Laguna	a	5,5	11,7	6,4	45,4	12,0
	b	5,6	7,7	3,1	52,3	9,0
Mapachico	a	5,5	29,7	2,9	22,8	12,5
	b	5,4	27,1	2,3	26,3	13,0
Mocondino	a	5,6	35,6	1,7	26,4	3,5
	b	5,6	37,8	1,2	37,8	3,5
Obonuco	a	5,9	20,0	2,2	28,5	8,0
	b	5,9	2,88	2,2	23,1	7,0
Yacuanquer	a	5,7	28,1	2,8	24,6	6,0
	b	5,7	33,6	1,6	30,5	5,5

(*) Promedios para las tres condiciones: cultivo, bosque y pradera, a: Suelos — b: Subsuelos.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan en las Tablas II, III y IV. La cantidad de potasio total no sobrepasa, en promedio, el 1% del contenido total teórico del suelo. Los resultados son similares a los obtenidos por Martini (13) en suelos volcánicos de Panamá, aunque es de advertir que las condiciones ecológicas de los suelos panameños son bien distintos en temperatura y precipitación (21°C o más y 3000 mm. o más, promedios anuales) a las del Altiplano. Por otra parte, y en comparación con otros suelos no volcánicos colombianos, el área estudiada dio cantidades de potasio más altas que las obtenidas en suelos latosolizados, e inferiores a las correspondientes a formaciones de bosque muy seco y monte espinoso tropicales, como las regiones del Cesar y Guajira (4, 5, 19).

Los porcentajes de potasio estructural variaron, en promedios generalizados, entre 80 y 88% del potasio total. Si bien no hubo grandes diferencias para las tres condiciones estudiadas, tanto en suelos como en subsuelos la fracción estructural disminuyó en el orden de pradera, bosque y cultivo.

El potasio total no intercambiable presentó entre 8 y 12% del potasio total. El aspecto más llamativo es que dentro de esta fracción, alrededor del 80% del potasio apareció en la posición de mayor solubilidad. Es decir, dentro del equilibrio dinámico, el potasio de estos suelos se mostró con cierta facilidad de desplazamiento hacia sitios de intercambio. La consecuencia práctica es que los suelos del Altiplano, por el momento, serían capaces de suplir el potasio que se requiera agrónomicamente, estando favorables otras condiciones de suelo.

En concordancia con lo anterior, los promedios de potasio intercambiable (3 a 8.5% del K-total) son relativamente altos. Esta investigación y otras que se vienen realizando actualmente, demuestran que los suelos volcánicos del sur-occidente colombiano tienen más potasio disponible que los suelos no volcánicos colombianos estudiados hasta la fecha. La fracción soluble en agua (0,28 a 1,13% del Ktotal) mostró, así mismo, valores más altos que los encontrados en los otros suelos.

Esa abundancia de potasio en posiciones de relativa asequibilidad puede ser perjudicial para propósitos agrícolas. Como se observa en la Tabla V, la lixiviación del potasio es bastante fuerte. Estos datos confirman los reportados por López (11) en los suelos volcánicos de Chinchiná. Un mal manejo de este tipo de suelos probablemente producirá un empobrecimiento rápido en los niveles asequibles de potasio.

Las composiciones estadísticas establecidas demostraron que la distribución de potasio total es adecuadamente uniforme en suelos y subsuelos, no estando afectada por las condiciones de cultivo, pradera y bosque. Con relación al potasio intercambiable, los suelos de pradera parecen extraerlo más (significativo al 5%) que los de cultivo y bosques.

— T A B L A II —

FRACCIONAMIENTO DEL POTASIO EN SUELOS (a) Y SUBSUELOS (b)
BAJO CONDICIONES DE CULTIVO

Resultados en ppm.

Sitio		K Total	K Estructur.	K no intercamb.		K intercamb.		K soluble agua
				Total	más soluble	HNO ₃ 0,1N	NH ₄ OAc N	
Anganoy	a	5.972,0	4.511,0	1.008,4	743,4	452,5	456,2	38,79
	b	5.579,8	4.158,5	1.137,0	758,0	284,2	331,6	25,27
Aranda	a	9.887,6	8.225,5	1.184,5	733,0	477,6	467,8	84,91
	b	7.882,6	5.791,6	1.358,5	1023,5	732,3	717,6	64,94
Botana	a	6.294,2	3.635,5	1.022,5	749,3	1636,1	1329,3	204,52
	b	8.379,3	5.558,5	915,8	700,9	1904,9	1816,4	139,20
Catambuco	a	6.597,9	4.540,3	1.170,7	912,7	786,8	561,2	77,53
	b	11.607,7	9.955,0	1.158,8	823,0	493,8	478,6	73,41
Jongovito	a	9.455,0	7.074,9	1.036,4	815,3	313,6	353,6	29,27
	b	9.838,4	8.696,8	951,3	761,0	190,2	153,2	14,80
La Laguna	a	5.363,3	4.548,2	529,7	228,3	285,4	279,6	41,09
	b	8.601,1	7.611,6	530,0	318,0	459,3	447,8	42,40
Mapachico	a	11.475,4	9.890,1	1.078,0	634,1	507,3	524,9	133,69
	b	6.054,2	4.488,7	1.361,2	884,8	204,1	255,2	13,61
Mecandino	a	12.642,9	10.121,8	878,5	657,0	1642,5	1336,9	114,59
	b	4.279,2	1.560,8	1.208,8	906,1	1510,3	1560,7	84,03
Obonuco	a	10.879,6	8.876,8	1.069,0	740,5	933,7	942,0	239,56
	b	10.101,1	8.735,6	832,6	572,8	532,8	538,4	66,61
Yacuanquer	a	7.597,0	6.377,2	898,8	642,0	321,0	369,1	89,88
	b	11.417,7	10.619,0	670,8	479,2	127,7	178,0	25,56
Prom. % del K total	a	8.506,5	6.780,1	990,6	685,6	735,6	662,0	96,19
	b	100	79,70	11,65	8,06	8,64	7,78	1,13
Prom. % del K total	b	8.374,1	6.717,5	1.012,5	722,7	644,0	648,7	54,98
	b	100	80,21	12,09	8,63	7,69	7,73	0,56

— T A B L A III —

FRACCIONAMIENTO DEL POTASIO EN SUELOS (a) Y SUBSUELOS (b)
BAJO CONDICIONES DE PRADERA

Resultados en ppm.

Sitio		K Total	K Estructur.	K no intercamb.		K intercamb.		K soluble agua
				Total	más soluble	HNO ₃ 0,1N	NH ₄ OAc N	
Anganoy	a	7.256,9	5.926,2	817,4	567,6	522,2	550,6	88,55
	b	7.446,5	6.502,0	597,1	325,7	347,4	293,1	39,08
Aranda	a	9.226,4	7.765,0	1228,5	804,9	232,9	222,4	14,84
	b	4.969,9	3.429,2	1100,5	880,4	440,2	501,3	41,57
Botana	a	4.819,0	4.392,0	317,2	317,2	109,8	103,7	29,28
	b	10.355,8	9.833,1	435,5	198,6	87,1	83,9	21,61
Catambuco	a	9.600,8	8.313,0	1032,3	702,4	255,4	319,2	85,15
	b	7.271,8	6.290,0	654,4	458,1	327,2	365,4	13,08
Jongovito	a	9.444,8	8.559,5	561,3	377,8	323,8	340,1	45,34
	b	9.758,5	9.033,8	643,9	368,8	80,6	80,6	13,83
La Laguna	a	4.841,3	4.368,7	311,2	92,2	161,3	144,0	16,13
	b	8.460,0	7.843,1	313,8	151,0	303,0	284,7	13,94
Mapachico	a	8.686,0	7.727,3	646,2	473,9	312,3	331,2	38,47
	b	6.855,0	6.054,5	670,6	497,5	129,8	156,7	12,97
Mecondino	a	6.437,3	5.581,9	577,9	323,6	277,4	346,7	48,54
	b	6.272,2	5.281,8	489,3	233,0	500,9	565,0	16,31
Obonuco	a	5.657,7	4.355,4	939,4	683,2	362,9	394,9	76,86
	b	10.266,1	8.904,4	1071,4	758,9	290,1	345,6	24,53
Yacuan- quer	a	10.919,1	9.892,2	717,7	397,5	309,1	369,9	46,37
	b	8.139,7	7.450,3	569,0	282,0	120,3	136,2	32,71
Promedio % K total	a	7.689,8	6.688,1	714,9	474,0	286,7	312,3	48,95
	a	100	86,97	9,29	6,16	3,72	3,06	0,63
Promedio % K total	b	7.980,5	7.062,2	654,6	425,4	262,7	281,3	22,96
	b	100	88,49	8,20	5,35	3,29	3,52	0,28

— T A B L A IV —

FRACCIONAMIENTO DEL POTASIO EN SUELOS (a) Y SUBSUELOS (b)
BAJO CONDICIONES DE BOSQUE

Resultados en ppm.

Sitio		K Total	K Estructur.	K no intercamb.		K intercamb.		K soluble agua
				Total	más soluble	HNO ₃ 0,1N	NH ₄ OAc N	
Anganoy	a	5.449,5	4.374,8	901,6	686,6	170,0	205,3	163,48
	b	8.942,4	7.420,5	1.212,0	740,7	309,7	387,1	60,60
Aranda	a	8.508,5	7.286,1	804,2	553,3	418,2	308,6	64,34
	b	7.998,4	6.987,8	741,8	554,7	268,7	258,0	64,51
Bctana	a	8.969,2	8.000,8	635,9	370,0	332,4	454,2	19,96
	b	8.328,4	6.434,8	1.032,8	619,7	860,7	871,5	20,66
Catambuco	a	7.703,8	5.827,7	1.099,7	711,6	776,3	700,8	174,67
	b	7.855,0	6.659,5	899,8	642,7	295,6	300,1	77,13
Jongovito	a	9.143,5	7.461,5	1.114,3	777,9	567,7	570,7	94,61
	b	8.272,6	6.787,0	1.011,4	695,3	474,1	500,4	75,86
La Laguna	a	8.374,0	7.286,3	524,1	327,6	563,4	690,6	78,62
	b	4.907,0	3.418,1	827,1	633,0	661,7	670,0	33,09
Mapachico	a	10.843,3	9.342,5	987,7	652,5	522,0	520,0	24,82
	b	11.931,5	10.152,3	1.107,8	704,9	671,4	601,4	31,33
Mecondino	a	7.582,0	6.533,6	710,2	507,2	338,1	314,1	27,05
	b	8.414,8	7.000,6	690,6	493,3	723,5	730,2	32,89
Obonuco	a	9.012,0	8.157,2	490,6	300,9	364,1	368,0	30,53
	b	9.634,8	8.794,5	646,3	452,4	193,9	166,9	12,92
Yacuan- quer	a	9.262,0	7.715,9	918,4	656,0	627,6	616,6	79,03
	b	9.982,9	8.947,8	701,7	484,5	330,3	356,6	171,79
Promedio % K total	a	8.484,8	7.198,6	818,1	554,3	468,0	482,1	79,06
	a	100	84,84	9,64	8,31	5,51	5,68	0,93
Promedio % K total	b	8.617,8	7.260,3	887,1	602,1	478,9	484,2	58,08
	b	100	84,16	10,28	6,98	5,55	5,61	0,67

**CANTIDADES TOTALES DE POTASIO LIXIVIADO EN 10 DIAS,
MEDIANTE LAVADO CON ACIDO CLORHIDRICO 0,01 N**

Resultados en ppm.

Lugar	Cultivo		Pradera		Bosque	
	Suelo	Subsue.	Suelo	Subsue.	Suelo	Subsue.
Anganoy	449	425	704	846	644	411
Aranda	334	941	525	285	333	611
Botana	1.896	2.328	329	348	91	106
Catambuco	871	468	990	682	308	338
Jongovito	336	191	490	488	573	83
La Laguna	380	664	819	373	178	495
Mapachico	476	255	610	373	486	124
Mocondino	2.135	1.717	439	218	410	845
Obonuco	1.132	733	163	155	g31	473
Yacuanquer	478	190	912	926	505	135

V.— RESUMEN

Los suelos volcánicos utilizados en la presente investigación se obtuvieron en el Altiplano de Pasto (Nariño, SO Colombia), en las faldas del Volcán Galeras. El Altiplano está situado entre 2500 y 2800 m.s.n.m., con una temperatura y precipitación promedio de 13°C y 700 mm/año, respectivamente.

El promedio de potasio total fue menor del 1% del contenido teórico del suelo. El K-estructural y el total no intercambiable representaron el 80, - 88% y 8 - 12% del K-total, respectivamente. El K-intercambiable estuvo entre 3 y 8,5% del K-total. Esta cantidad, en promedio, es la más alta encontrada en suelos colombianos. Por el momento no parece necesaria la fertilización potásica en los suelos del Altiplano, siendo favorables los otros factores.

SUMMARY

POTASSIUM IN VOLCANIC SOILS OF NARIÑO HIGHLAND, COLOMBIA

The volcanic soils used in this investigation were obtained from the Highland of Pasto (Nariño, SW Colombia), in the proximity of the Galeras Volcano. The Highland lies at about 7500-8400 feet (2500-200 m.) above sea level. Mean average temperature and mean average rainfall are 55°F (13°C) and 28 in. (700 mm) per year, respectively.

In average total potassium was less than 1% of the theoretical soil content. Structural and non-exchangeable-K represented 80-88% and 8-12% of total-K, respectively. Exchangeable-K varied from 3,0 to 8,5% of total-K. This amount, in average, is the highest found, up to date, in Colombian soils. It seems that, at the moment, it might not be necessary to apply potassium fertilizers in the Highland, other soil factors being equally favorable.

VI — LITERATURA CITADA

1. ARNOLD, P. W.— Nature and mode of weathering of soil potassium reserves. *Jour. Sci. Food Agri.* 11: 286-292. 1960.
2. ARNOLD, P. W. y B. M. CLOSE.— Release of non-exchangeable potassium from some British soils cropped in the glasshouse. *Jour. Agric. Sci.* 57: 295-304. 1961.
3. BARBIER, G.— La fumure potassique dans les conditions mediterranees. La dynamique du potassium dans le soil. *Inst. Inter. Potasa Symposium, Atenas, 1962.* pp. 231-258.
4. BLASCO, M.— Sinopsis edafológica del Amazonas colombiano. IV Ccnf. Latinoam. Fertilidad, FAO, Bogotá. Pub. Univ. Nariño, 21 p. 1968.
5. CHAMINADE, R.— Le potassium et le matiere organique. *Inst. Inter. Potasa Symposium, Berna, 1955.* pp. 203-214.
6. DURAN, N.— Principales características químicas de los suelos de la región algodonera del sur de la Guajira. Tesis Ing. Agr., Palmira, Colombia, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, 1968. 87 p. (mimeografiada).
7. GREWAL, J. S. y J. S. KANWAR.— Forms of potassium in Punjab soils. *Jour. Indian Soc. Soil Sci.* 14: 63-67. 1966.
8. HAYLOCK, O. F.— A method for estimating the availability of non-exchangeable potassium. 6th Inter. Congr. Soil Sci., París. B; 403-408. 1956.
9. JACKSON, M. L.— Soil chemical analysis. 2nd. ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1960. 498 p.
10. JOFFE, J. S. y L. KOLODNY.— Fixation of potassium in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 1:187-192. 1937.