

COBALTO, COBRE Y MOLIBDENO TOTALES EN LOS SUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE PASTO, NARIÑO(*)

Pablo Barros M. y Mario Blasco L.(**)

I.— INTRODUCCION

La determinación de los elementos menores, necesarios agrónomicamente, es importante si se desea obtener una apreciación completa de los problemas de fertilidad en los suelos. Unos niveles adecuados en las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, pueden ser inoperantes si uno de los oligoelementos es tóxico, o es inasequible a las plantas. El conocimiento de micronutrientes también reviste mucho interés en regiones ganaderas. Es bien conocido que buena parte de metabolismo animal es dependiente de los elementos menores.

II.— REVISION DE LITERATURA

De la recopilación de datos realizada por Hodgson (7) se desprende que los promedios de cobalto, cobre y molibdeno en los suelos se aproximan a 8,20 y 2 ppm, respectivamente, siendo el cobalto y cobre más abundantes en suelos desarrollados a partir de rocas ígneas básicas, mientras que el molibdeno parece concentrarse más en las rocas sedimentarias.

Los tres elementos se presentan en distintas formas en el suelo. Así el cobalto puede estar como Co^{3+} acomplexado con la materia orgánica, Co^{+} y $\text{Co}(\text{OH})^{+}$ intercambiables, retenido por las arcillas o precipitado como óxido. El cobre aparece como Cu^{2+} y Cu^{+} , siendo la forma cúprica más absorbida por las arcillas, mientras que la cuprosa permanece en posiciones de intercambio. Por otra parte, la retención del cobre por la materia orgánica es más fuerte que por las arcillas. El molibdeno es fijado por las arcillas y sesquióxidos (mayormente por los de hierro), y como anión $\text{MoO}_4^{=}$ es asequible a las plantas (6). Así mismo, reacciona con la materia orgánica aunque en menor grado que el cobre (4, 5, 7, 10).

(*) 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, Pasto.

(**) Jefe Encargado Depto. Cultivos y Suelos Tropicales, IICA-CEI, Turrialba, Costa Rica.

Como funciones más conocidas se anotan que el cobalto forma el núcleo mineral de la vitamina B₁₂, y es esencial en la síntesis de la cobalamina requerida para el mantenimiento de la flora intestinal. El cobre retarda la descomposición de la clorofila y sirve como catalizador en diversos procesos oxidativos; así mismo, se requiere para la formación de hidroxilamina en el proceso de mineralización del nitrógeno. El molibdeno es necesario para la fijación simbiótica del nitrógeno, e interviene en la enzima reductasa para la formación de proteínas en plantas no leguminosas (1, 2, 3, 8, 11).

III.— MATERIALES Y METODOS

Los suelos estudiados se recogieron en el Altiplano de Pasto, al pie del Volcán Galeras, Departamento de Nariño, CO Colombia (Coord. Depto 0° 37' - 2° 43' lat. N, 76° - 79° 03' lat. O Greenwich). El altiplano es un valle situado a una altura de 2.500 - 2.800 m.s.n.m., perteneciendo a la formación ecológica de Bosque Seco Montano Bajo en su mayor parte. Los promedios de temperatura y precipitación anuales se aproximan a los 13°C y 700 mm., respectivamente. Los suelos son derivados de cenizas volcánicas recientes, de composición dacito-andesítica.

En esta región, y en la de Yacuanquer (vertiente sur del Volcán Galeras), se localizaron diez sitios representativos donde había cultivos, pradera y bosque. De cada uno de diez sitios (30 perfiles en total) se tomaron una muestra de suelos y otra promedia de los subsuelos, teniendo en cuenta las tres condiciones.

Los suelos son profundos, con densidad aparente próxima a 1,2 g/ml, alta capacidad de retención de agua, y con texturas dominantes que varían de franco a franco-arcillosos. Otras características de estos suelos se presentan en la Tabla I.

ANALISIS DE LOS MICROELEMENTOS.

Se siguió la metodología recomendada por la Asociación Británica de Química Analítica (12). Después de destruir la materia orgánica el cobalto se extrajo con una mezcla nítrico-clorhídrico, y se determinó por absorción acomplejado con 2 nitroso-1-naftol en solución de tolueno. Las interferencias del hierro y fósforo se previnieron con el uso de citrato.

El cobre fue acomplejado con dietil-ditiocarbamato en tetracloruro de carbono. La interferencia de otros metales se evitó con citrato y EDTA. El molibdeno se acomplejó con tiocianato de potasio en presencia de cloruro estannoso. El complejo, soluble en alcohol isoamilo, se extrajo de la solución acuosa y se determinó por absorción.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas II, III, IV. Salvo raras excepciones se puede decir que los suelos volcánicos del altiplano son deficientes en cobalto, cobre y molibdeno totales, con

promedios inferiores a los recopilados por Hodgson (7). Por tanto, es de esperarse que el déficit repercute en plantas y animales.

Estadísticamente no hubo diferencia significativa en el contenido de los tres elementos menores para las condiciones de cultivo, bosque y pradera, salvo en las comparaciones de suelos de pradera y bosque para cobre, y subsuelos de pradera y bosque para molibdeno, en ambos casos al nivel de 5%. Sí hubo cierta tendencia a que las menores cantidades se detectasen en los suelos bajo praderas.

Tampoco se encontró correlación entre la presencia de materia orgánica, arenas, arcillas y limos y los tres elementos estudiados; sin embargo, se notó que el cobre tendía a aumentar con el porcentaje de arcillas. Otras tendencias, no significativas, que se observaron fueron el aumento del molibdeno con el incremento de la relación Co/Mg, y la disminución del cobalto y molibdeno al aumentar la capacidad catiónica de cambio.

— 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	28,8	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.

— T A B L A II —

CONTENIDO EN MOLIBDENO TOTAL EN 10 SUELOS Y SUBSUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE PASTO

Resultados en ppm

Nombre	Cultivo		Pradera		Bosque	
	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.
La Laguna	3,5	3,0	2,9	3,5	4,2	3,5
Mocondino	5,4	8,1	5,5	7,0	4,8	1,1
Obonuco	3,0	4,3	4,1	3,3	4,7	4,6
Anganoy	4,2	2,1	2,2	3,7	3,8	5,1
Catambuco	1,0	1,0	1,7	2,0	2,2	3,6
Yacuanquer	4,9	7,9	2,4	8,1	6,2	6,6
Botana	5,0	6,5	3,4	5,8	6,5	8,2
Mapachico	2,8	6,1	2,3	3,5	1,3	2,3
Jongovito	2,7	6,3	2,8	4,8	2,7	2,7
Aranda	8,6	4,6	7,1	4,2	7,6	8,1
Promedio	4,12	4,98	3,39	4,59	4,41	4,59

— T A B L A III —

CONTENIDO DE COBRE TOTAL EN 10 SUELOS Y SUBSUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE PASTO

Resultados en ppm

Nombre	Cultivo		Pradera		Bosque	
	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.
La Laguna	5,7	11,3	3,4	11,4	15,9	5,5
Mocondino	10,8	23,2	12,1	8,7	6,2	4,5
Obonuco	13,9	4,4	4,1	7,2	5,9	21,9
Anganoy	11,8	7,0	5,0	1,7	24,6	17,5
Catambuco	10,9	6,6	1,2	12,5	27,6	7,5
Yacuanquer	1,7	5,7	7,2	5,4	5,9	15,9
Botana	5,2	2,2	6,1	3,8	2,0	2,7
Mapachico	1,7	11,8	13,3	1,9	4,8	5,9
Jongovito	3,3	0,4	0,7	5,3	3,4	1,3
Aranda	21,2	1,4	6,9	9,2	13,4	8,2
Promedio	8,63	7,41	6,00	6,72	10,97	9,10

— T A B L A IV —

CONTENIDO EN MOLIBDENO TOTAL EN 10 SUELOS Y SUBSUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE PASTO

Resultados en ppm

Nombre	Cultivo		Pradera		Bosque	
	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.	Suelo	Subs.
La Laguna	0,7	1,5	0,8	0,7	1,2	1,0
Mocondino	0,7	1,1	1,2	2,2	2,4	1,0
Obonuco	1,4	0,3	1,3	1,3	0,8	1,8
Anganoy	0,6	0,7	1,8	1,1	0,7	0,5
Catambuco	1,6	1,4	1,3	1,4	0,6	0,8
Yacuanquer	1,9	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3
Botana	2,1	0,0	1,8	1,4	1,8	0,0
Mapachico	1,3	2,4	0,0	0,6	0,9	0,2
Jongovito	0,2	tr.	0,2	0,7	0,1	0,5
Aranda	tr.	0,2	0,6	1,7	0,4	1,1
Promedio	1,04	0,90	1,03	1,25	1,04	0,82

Los resultados obtenidos parecen confirmar que el material principal de los suelos del Altiplano es andesítico. En efecto, los promedios para cobalto, cobre y molibdeno totales, son similares a las cantidades reportadas por Mitchell (9) para los andesitas.

V.— RESUMEN

Los suelos volcánicos utilizados en la presente investigación proceden del 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 temperatura y precipitación medias anuales de 13°C y 700 mm., respectivamente.

Los promedios aproximados para cobalto, cobre y molibdeno totales, fueron 4 - 1 y 8 ppm, respectivamente. Los resultados indican que los suelos del Altiplano son más bien deficientes en cobalto, cobre y molibdeno.

SUMMARY

COBALT, COOPER AND MOLYBDENUM 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 - 2800 m) above sea level. Mean average temperature and mean average rainfall are 59°F (13°C) and 28 in (700 mm) per year, respectively.

The approximate averages for total cobalt, copper and molybdenum were 4 - 18 ppm respectively. From the results it can be said that the Highland soils are deficient in these microelements.

VI.— LITERATURA CITADA

1. BAILLAIRE ET FILS ed.—Nutrition animale. III. Donnes generales sur la nutrition et l'alimentation. Paris, 1964. pp. 1432 - 2179.
2. BERGESEN, F.— Biochemical partways in legume root nodule nitrogen fixation. *Bacteriol Rev.* 24: 246-250. 1960.
3. BLASCO, M.— Studies on some aspects of nitrogen on the soils of Colombia. Ph. D. Thesis. University of London, 1966 311 p.
4. GALLEGO, R. y E. FERNANDEZ.— Oligoelementos en distintos tipos de suelos del norte de España. *Anales Edafol. Agrobiol.* 23: 637-654. 1964.
5. ————.— Oligoelementos en las vegas altas del Guadiana. *Anales Edafol. Agrobiol.* 22: 307-322. 1963.
6. GALLEGO, R. y T. JOLIN.— Relaciones entre la composición de los suelos y su contenido en molibdeno. *Anales Edafol. Agrobiol.* 17: 785-832. 1958.
7. HODGSON, J. F.— Micronutrients in soils. *Adv. Agronomy.* 15: 119-159. 1963.
8. MILLAR, C. E.— Soil fertility. 4th ed. New York, Wiley, 1955. 436 p.
9. MITCHELL, R. L.— 1965. Chemistry of the soil. Trace elements in soils. 2nd. Reinhold, New York, 320-376 pp.
10. PAOLI, A. y M. LURATI.— Consideraciones sobre la importancia de los oligoelementos del suelo. *Inst. Nal. Tec. (Buenos Aires). Bol.* No. 177. 1962. pp. 6-14.
11. PARKER, M. B.— Micronutrients and crop production in Georgia. Molybdenum. *Georgia Agri. Exp. Sta. Bull.* No. 126. 1964. pp. 42-52.
12. SOCIETY FOR ANALYTICAL CHEMISTRY.— Determination of trace elements. London, Heffer, 1963. 39 p.