

FRACCIONAMIENTO DEL CALCIO EN SUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO DE IPIALES*

Alvaro Parra C. — Joaquín Gamboa J.**

I. INTRODUCCION

Es bien conocida la influencia que tiene el calcio en la reacción del suelo, fenómeno que regula prácticamente muchos de los aspectos nutricionales de las plantas.

Relativamente, es muy poco lo que se conoce sobre este elemento, ya que se han efectuado, más que todo, estudios sobre respuesta a diversos niveles y clases de cal.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas, en los últimos años, han sido estudiados con notoria atención, encontrándose resultados sorprendentes tanto para el nitrógeno, como para el fósforo y el potasio. Desafortunadamente, para el calcio, en estas mismas condiciones, es decir, sobre caracterización, es poco lo que se conoce.

Con miras a conseguir un mayor conocimiento de este elemento, se programó el presente trabajo, cuyo objetivo principal es el de conocer las distintas formas de calcio en el Altiplano de Ipiales, con influencias directas de materiales exogénicos de los Volcanes Cumbal, Azufra y Chiles.

II. REVISION DE LITERATURA

El contenido total de calcio, en suelos considerados como no calcáreos varía entre 0,1 y 2,0 por ciento, pudiendo llegar a representar un 25 por ciento en suelos calcáreos (8). La fracción soluble en agua es muy variable, siendo el calcio intercambiable una forma que oscila entre 1 y 50 m.e./100 gramos de suelo.

Blasco (2) señala que el promedio normal de los suelos se apro-

* Parcial de la tesis presentada por el primer autor para obtener el Grado de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del segundo.

** Profesor-Jefe del Departamento de Fitotecnia y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto.

xima a 12 m.e./100 gr., siendo este el contenido en los suelos volcánicos de Nariño (Colombia).

De acuerdo a Duchaufour (5), el calcio inactivo se encuentra en la fracción gruesa del suelo, en cambio el activo está presente en las arcillas y limos. El mismo autor aclara que la forma de calcio inactivo ofrece una débil actividad química y que en aguas cargadas de CO₂ es poco soluble. Por el contrario, la forma inactiva es fácilmente soluble en dichas aguas, y, a medida que se solubiliza, pasa a formar parte del complejo adsorbente del suelo.

El calcio se encuentra formando parte de minerales como la plagioclasa y en rocas como gabros, basaltos y diabasas, siendo su fuente más importante el carbonato de calcio (10).

En el departamento de Nariño (Altiplano de Pasto) se efectuó un trabajo similar, siendo la fracción activa mayor que la inactiva.

En realidad, es poco lo que se ha trabajado sobre este importante aspecto (8).

III. MATERIALES Y METODOS

Los suelos, base del presente estudio fueron recolectados en el altiplano de Ipiiales, que está situado a 1° 49' 39" Long. W del meridiano de Greenwich. Tien una altitud de 2.896 m.s.n.m. y una precipitación promedio de 750 mm/año.

De acuerdo a Holdridge, esta región se encuentra en el Bosque húmedo montano y Bosque muy húmedo montano (7).

Son suelos que presentan texturas franco arenosas, con influencias directas de los volcanes Cumbal, Azufral y Chiles (6).

Las marchas analíticas seguidas para la determinación de las distintas fracciones fueron:

Calcio total: procedimiento descrito por Jackson (8).

Calcio activo: la técnica de Drouineau modificada por Gehu y Franek (8).

Calcio soluble en agua: siguiendo la técnica propuesta por McLean (8).

Calcio intercambiable: procedimiento de Shollemberger y Simon (8).

Calcio inactivo: se determinó por diferencia entre el calcio total y el calcio activo.

Se hicieron además determinaciones de humedad y pH del suelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados generales para las distintas fracciones del calcio se presentan en las Tablas I, II y III.

— TABLA I —

FRACCIONES DE CALCIO EN LOS SUELOS ESTUDIADOS. RESULTADOS EN ppm. Y COMO % DEL Ca-TOTAL.

REGION	Ca Total ppm.	Ca Activo % ppm.	Ca Inactivo % ppm.	Ca Intercam. % ppm.	Ca soluble % ppm.
AIDANA	22.645,20	4.798,60 (21,20)	17.846,60 (78,80)	1.919,80 (8,50)	234,40 (1,00)
SAN LUIS	21.943,80	7.760,60 (35,40)	14.183,20 (64,60)	1.446,90 (6,60)	360,70 (1,60)
CARLOSAMA 1	22.745,20	4.274,70 (18,70)	18.472,50 (81,30)	1.260,50 (5,50)	170,30 (0,80)
CARLOSAMA 2	18.276,50	8.613,50 (47,10)	9.663,00 (52,90)	2.797,60(15,30)	452,90 (2,50)
IPIALES 1	13.346,40	6.796,40 (50,90)	6.550,00 (49,10)	543,10 (4,10)	352,70 (2,70)
IPIALES 2	18.854,40	8.279,50 (43,90)	10.574,90 (56,10)	5.294,60(28,00)	563,10 (3,00)
IPIALES 3	11.222,40	6.331,00 (56,40)	4.891,40 (43,60)	2.555,10(22,80)	344,70 (3,10)
IPIALES 4	13.226,40	3.121,40 (23,60)	10.105,00 (76,40)	2.052,10(15,50)	352,70 (2,70)
IPIALES 5	8.117,60	6.418,70 (77,90)	1.698,90 (20,90)	2.278,50 (28,30)	278,60 (3,40)
IPIALES 6	13.226,40	5.691,80 (43,00)	7.534,60 (57,00)	1.200,40(9,10)	124,30 (1,50)
IPIALES 7	8.937,80	1.552,50 (17,30)	7.385,30 (82,70)	1.160,30 (12,90)	124,20 (1,40)
IPIALES 8	17.474,90	4.740,00 (27,10)	12.734,90 (72,90)	2.527,09(28,30)	84,20 (0,90)
PUPIALES 1	13.767,50	6.166,30 (44,80)	7.601,20 (55,20)	1.088,20 (7,90)	206,40 (1,50)
PUPIALES 2	9.418,90	8.091,50 (85,90)	1.327,40 (14,10)	1.358,70 (14,30)	216,40 (2,30)
PUPIALES 3	11.623,20	7.339,00 (63,10)	4.284,20 (36,90)	1.747,50(15,00)	176,40 (1,50)
PUPIALES 4	13.286,50	5.465,90 (41,20)	7.820,60 (58,80)	1.857,70(13,90)	130,30 (1,00)
PUPIALES 5	14.128,20	9.389,80 (66,50)	4.738,40 (33,50)	2.222,40(15,70)	208,40 (1,50)
PUPIALES 6	9.418,80	8.317,10 (88,30)	1.101,70 (11,70)	1.883,80(20,00)	178,48 (1,90)
PUPIALES 7	23.046,00	6.653,10 (28,90)	16.392,90 (71,10)	1.642,30(7,10)	132,30 (0,60)
PROMEDIO	14.156,79	6.268,71 (44,28)	8.679,30 (61,28)	1.938,60(13,69)	246,91 (1,74)

FRACCIONES DE CALCIO EN LOS SUBSUELOS ESTUDIADOS. RESULTADOS EN

ppm. Y COMO % DEL Ca - TOTAL.

REGION	Ca Total ppm.	Ca Activo % ppm.	Ca Inactivo % ppm.	Ca Intercam. % ppm.	Ca soluble % ppm.
ALDANA	13.587,10	11.172,20 (82,20)	2.414,90 (17,70)	1.809,60 (13,30)	234,10 (1,70)
SAN LUIS	17.555,00	6.698,80 (38,20)	10.856,20 (61,80)	5.981,90 (34,00)	268,50 (1,50)
CARLOSAMA 1	9.859,70	7.532,10 (76,40)	2.327,60 (23,60)	1.715,40 (17,40)	138,30 (1,40)
CARLOSAMA 2	14.008,00	10.971,00 (78,30)	3.037,00 (21,70)	1.733,50 (12,40)	132,30 (1,00)
IPIALES 1	17.635,20	2.022,00 (11,50)	15.613,20 (88,50)	424,90 (2,40)	61,20 (0,40)
IPIALES 2	13.527,60	9.561,20 (70,70)	3.966,40 (29,30)	3.184,60 (22,60)	206,40 (1,50)
IPIALES 3	13.827,50	9.269,80 (67,00)	4.557,70 (33,00)	2.148,80 (17,50)	130,30 (0,90)
IPIALES 4	11.022,00	8.372,90 (76,00)	2.649,10 (24,00)	1.881,80 (17,10)	314,60 (2,90)
IPIALES 5	15.030,00	10.472,20 (69,30)	4.557,80 (30,70)	2.326,70 (15,50)	240,00 (1,60)
IPIALES 6	8.880,00	4.174,10 (47,00)	4.705,90 (53,00)	1.104,20 (12,40)	312,60 (3,50)
IPIALES 7	14.639,30	5.168,50 (35,20)	9.470,80 (64,80)	2.444,90 (16,70)	92,20 (0,60)
IPIALES 8	13.346,80	10.470,90 (78,50)	2.875,70 (21,50)	1.653,30 (12,40)	84,10 (0,60)
PUPIALES 1	13.226,40	6.744,40 (51,00)	6.482,00 (49,00)	1.100,20 (8,30)	166,30 (1,30)
PUPIALES 2	9.659,30	7.806,30 (80,80)	1.853,00 (19,20)	1.593,20 (16,50)	90,20 (0,90)
PUPIALES 3	14.128,20	11.062,80 (78,70)	3.065,40 (21,70)	1.394,00 (9,90)	88,20 (0,60)
PUPIALES 4	8.859,70	6.250,40 (70,50)	2.609,30 (29,50)	1.104,20 (12,50)	166,30 (1,90)
PUPIALES 5	8.857,70	2.597,50 (29,30)	6.260,20 (70,70)	1.456,90 (16,40)	166,20 (1,90)
PUPIALES 6	10.530,50	6.804,90 (64,60)	3.725,60 (35,40)	2.352,70 (22,30)	148,30 (1,40)
PUPIALES 7	11.873,70	8.373,60 (70,50)	3.500,00 (29,50)	1.899,80 (16,00)	90,20 (0,80)
PROMEDIO	12.635,97	7.659,25 (60,60)	4.975,14 (39,40)	1.978,10 (16,55)	164,75 (1,30)

— TABLA III —

CONCENTRACION MAXIMA, PROMEDIA Y MINIMA DE LAS DISTINTAS FRACCIONES DEL CALCIO EN EL ALTIPLANO DE IPIALES

ESPECIFICACION	CONTENIDO	Ca Total	Ca Activo	Ca Inactivo	Ca Intercam.	Ca Soluble
SUELO	MAXIMO	23.046,00	9.389,80	18.472,50	5.294,60	563,10
	PROMEDIO	14.156,79	6.268,71	8.679,30	1.938,60	246,91
	MINIMO	8.117,60	1.152,50	1.101,70	543,10	84,20
SUBSUELO	MAXIMO	17.635,20	11.172,20	15.613,20	5.981,90	314,60
	PROMEDIO	12.635,97	7.659,25	4.975,14	1.978,10	164,75
	MINIMO	8.857,70	2.022,00	1.853,00	424,90	61,20

4.1 CALCIO TOTAL

El calcio total se encuentra en concentraciones promedias altas: 14.156,79 ppm. en el suelo, superando las detectadas por Gabdán (8) en suelos del Altiplano de Pasto. Lo mismo sucede en el subsuelo. Al relacionar la forma total, con este mismo trabajo, se observa que existe una diferencia mayor de un 36% para el suelo y de 30% para el subsuelo. Desafortunadamente, no se tienen datos del calcio presente en el material parental, para poder relacionarlo con esta alta concentración.

Como ya se anotó, los suelos estudiados tienen bastante influencia de materiales exogénicos. Es posible, que en los volcanes que rodean la región esté predominando algún tipo de feldespato puro, como la plagioclasa cálcica, pudiendo también presentarse soluciones sólidas, es decir, mezclas de albita y anortita.

Las determinaciones efectuadas por Amézquita y Figueroa (1) y por López y Rodríguez (9) del óxido de calcio en rocas de algunos volcanes de Nariño, indican que el promedio de calcio se acerca al 4,0%. Esto posiblemente explica la alta cantidad de calcio total detectada. Por ejemplo, los análisis químicos hechos en el material parental anexo al volcán Cumbal, ofrecieron un 3,01% de CaO, siendo superado por aluminio, hierro y sílice.

Teóricamente, es de esperar que altas concentraciones del calcio total, influyan en la reacción del suelo. En este trabajo se encontró que el pH oscila entre 5,10 y 7,00; encontrándose que en un 60% de las muestras analizadas predominó un pH ligeramente neutro y, en algunas ocasiones, como en la Muestra de Ipiales 2, se detectó un pH de valor 7,0. Lo anterior parece indicar que el calcio total, a pesar de la capacidad amortiguadora alta que tienen estos suelos, sí está influyendo en la reacción del suelo.

4.2. CALCIO ACTIVO

El calcio activo, se presentó en menores concentraciones, comparado con el determinado en el Altiplano de Pasto. Su porcentaje fue de 42,28% del Ca-total contra el 68,11% detectado por Gabdán (8).

Si se tiene en cuenta el concepto de Duchaufour (5), con respecto a la concentración de calcio en relación a la textura, se podría pensar que en estos suelos, predomina la fracción arenosa, debido a la mayor proporción del calcio inactivo. Esta aseveración es confirmada por el estudio físico de los suelos de Ipiales, en donde se encontró que el promedio de arenas fue de 56,84% contra 10,26% de arcillas (6).

La menor concentración de calcio activo en el primer horizonte y más alta en el segundo, puede ser explicada teniendo en cuenta la dinámica de este elemento en el suelo. Es posible que en el lento proceso de meteorización que se ha presentado. La forma activa haya pasado paulatinamente a calcio intercambiable, que bien pudo ser tomado por las plantas, microorganismos, o ser llevado a horizontes más profundos, en este caso el subsuelo. Como ya se anotó anteriormente, tanto el alto porcentaje de arenas como la presencia de alofana, facilita enormemente la pérdida por lixiviación.

Además, es posible que al no existir un paso rápido de la fracción inactiva a la activa, se pueda presentar una mejor respuesta a la práctica del encalamiento, lo que no ha sucedido en suelos del Altiplano de Pasto. (4).

4.3 CALCIO INTERCAMBIABLE

El calcio intercambiable, presentó un promedio de 13,69% del Ca-total en el suelo y 13,65% en el subsuelo (1.938,6 ppm. y 1.978,10 ppm., respectivamente), porcentajes superiores a los detectados en el Altiplano de Pasto.

Este resultado está indicando una dinámica más acentuada en lo que respecta al paso del activo al intercambiable; de allí que la primera fracción se encuentre en menor concentración. El peligro está en que no haya una suficiente y adecuada dinámica de la forma inactiva a la activa para suplir este traspaso.

Si el calcio presenta una dinámica parecida a la del potasio, se podría pensar que al existir un drástico proceso de meteorización, la fracción activa disminuya rápidamente. Pero dado el hecho de que existe una alta reserva en el calcio inactivo, ésta podría suplir lentamente la fracción aprovechable, no llegando a presentarse concentraciones limitantes.

Por lo anterior, como lo anota Gabdán (8), el calcio intercambiable no es un dato suficiente para conocer el estado de este elemento en el suelo, sino que se requiere el conocimiento de la forma activa, para determinar la reserva cálcica a corto plazo.

4.4. CALCIO SOLUBLE EN AGUA

La fracción soluble en agua, se considera de mediana a baja. No obstante, se observa una mayor concentración promedio, comparada con la encontrada en los suelos del Altiplano de Pasto, y bastante similar a la detectada por Bornemisza y Morales (3) en suelos de Costa Rica (Volcán Irazú). En efecto, se encontró que su concentración fue de 246,91 ppm. en el suelo y 164,75 ppm en el subsuelo, mientras que en el Altiplano de Pasto la concentración fue de 4,55 y 1,85 ppm., respectivamente.

Esta diferencia, hace pensar que haya más facilidad de pérdida por lixiviación y escorrentía en los suelos de Ipiales que en los de Pasto.

El hecho de poseer estos suelos una textura bastante arenosa y que la estabilidad de sus agregados sea baja (6), está indicando una fácil pérdida de calcio por estos fenómenos.

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos del Altiplano de Ipiales presentan una alta concentración de calcio total. La fracción del calcio inactivo predomina sobre la activa en el suelo y lo contrario en el subsuelo.

2. Las concentraciones de calcio intercambiable se consideran como medianas, siendo el calcio soluble en agua de mediano a bajo.
3. Los resultados obtenidos pueden explicar, en parte, que la reacción del suelo se catalogue como ligeramente ácida a neutra.
4. Puede existir una mejor respuesta de estos suelos al enclamiento, dado que, la forma inactiva es mayor que la activa.
5. Los bajos procesos de meteorización, podrían incidir en una disminución de la reserva activa y por ende de la intercambiable.
6. Se pueden presentar pérdidas de consideración ya sea por lixiviación o escorrentía, dada la textura y la baja estabilidad de sus agregados.
7. Se deben efectuar estudios sobre enclamiento de estos suelos.
8. Se recomienda efectuar estudios sobre pérdidas por lixiviación y escorrentía y sobre capacidad de reposición del calcio intercambiable.
9. En los análisis rutinarios de suelos, se debería involucrar la fracción activa para conocer la reserva y la dinámica que se está presentando.

VI. RESUMEN

Los suelos estudiados en el presente trabajo provienen del Altiplano de Ipiales (Nariño, Colombia); situado entre los 2.790 y 3.000 m.s.n.m., temperatura promedio de 13°C y una precipitación pluvial promedio de 750 mm/año.

Se investigó el estado del calcio, tanto para el suelo como para el subsuelo en las siguientes fracciones: calcio total, Ca-activo, Ca-inactivo, Ca-intercambiable y Ca-soluble en agua.

Los resultados indican una alta concentración de Ca-total (14.156,79 ppm. en el suelo y 12.635,79 ppm. en el subsuelo). Apareció un predominio de la fracción inactiva (promedio 8679 ppm) sobre la activa (6268 ppm. en promedio), en el primer horizonte y lo contrario en el segundo. La concentración de calcio intercambiable (promedio en suelos: 1938,6 ppm.) se consideró como mediana, siendo el calcio soluble en agua (promedio en suelos 246,91 ppm.) catalogado como de mediano a bajo.

Existe posibilidad de que estos suelos respondan a las prácticas de enclamiento, pero también de que las reservas disminuyan rápidamente debido a la textura arenosa del suelo. (lixiviación, baja estabilidad de sus agregados y escorrentía). El calcio total, a pesar de la alta capacidad de amortiguación, pudo incidir en que se presentara en estos suelos una reacción ligeramente ácida a neutra.

VII. SUMMARY

Calcium fractionation in the volcanic soils of the Highlands of Ipiales, Colombia

Some soils from the Highland of Ipiales (S. W. of Nariño, Colombia) were studied in the present work, the Highland altitude runs from 2.790 to 3.000 meters above sea level. Mean average temperature of 13°C and a mean annual rainfall of 750 mm/year.

The study includes the stage of the calcium in the soil as well as in sub-soil, in the fractions total, active, inactive, exchangeable and soluble in water.

The results show that total calcium content is high (14.156.77 ppm. for the soil, and 12.635.79 ppm. for the subsoil). The inactive fraction (Average: 8679 ppm) being predominant over the active one (Average: 6268 ppm.) in the soil. The contrary was true for the sub-soil. The exchangeable concentration (Average in ppm. Soils; 1938 ppm) was considered to be a medium one, the calcium soluble in water (Average in ppm soil: 246.91 ppm.), low to medium.

There is a possibility of a good response from these soils to liming. The total calcium is the probably partial responsible of a slight acidity to neutral pH content in the soil studied.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AMEZQUITA, C. E. y FIGUEROA, C. A.— Estudio de sesquióxidos y sus relaciones moleculares en suelos de Nariño. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 66 p. 1970.
2. BLASCO, M.— Información preliminar de los suelos del Amazonas Colombiano. Anales de Edafología y Agrobiología. 27: 47-55. 1968.
3. BORNEMISZA, E. y MORALES, J.— Soil chemical characteristics of recent volcanic ash. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 528-530. 1969.
4. BURBANO, H. et. al.— Algunos aspectos del enclamiento en suelos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas. 1 (2): 51-64. 1969.
5. DUCHAUFOR, P.— Précis de Pedologie. Masson, París. 1965. 481p.
6. DULCE, R. A. y SANTACRUZ, M.— Propiedades físicas de algunos suelos volcánicos en el Altiplano de Ipiales, Nariño. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto 59 p. 1971.
7. ESPINAL, T. L. y MONTENEGRO, B.— Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 201 p. 1965.
8. GABDAN, R. J.— Algunos aspectos del calcio en el Altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto. 129 p. 1971.
9. LOPEZ, I. T. y RODRIGUEZ, A.— Algunas consideraciones sobre la meteorización, el deslave y la edad de los suelos, en cuatro regiones volcánicas del Sur de Colombia. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, 97 p. 1970.