

EVALUACION DE LA RELACION ENTRE COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA DE LLUVIA Y EL GRADO DE SALINIDAD Y SODICIDAD DE DISTINTOS SUELOS *

R. S. Lavado (1)

Recibido: 24/11/82

Aceptado: 9/5/83

RESUMEN

Se estudió la composición del agua de lluvia en la localidad de A. Korn, unos kilómetros al sur de Buenos Aires, y su relación con suelos circundantes.

La composición media del agua pluvial fue la siguiente, en $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$: Ca: 0,20; Mg: 0,13; Na: 0,14; K: 0,03; Cl: 0,15; CO_3H : 0,31; SO_4 : vest. El pH fue 5,95 y la conductividad eléctrica $0,046 \text{ dS m}^{-1}$. El aporte iónico estuvo determinado por aerosoles marinos y/o polvos terrestres, según los iones.

La composición de la solución del horizonte A1 del Argiudol se asemejó a la composición química de la lluvia. En cambio, la composición de los horizontes A1 del Natralbol, del Natracuol y del Natracualfe fue similar a la de sus correspondientes capas freáticas.

Se concluyó que la precipitación pluvial no aporta sales en cantidades significativas a los suelos del área. El aporte de nutrimentos vegetales fue, por otro lado, de $0,39 \text{ kg ha}^{-1}$ año de P (como PO_4H_2) y $7,6 \text{ kg ha}^{-1}$ año de N (total).

RELATIONSHIP BETWEEN CHEMICAL COMPOSITION OF RAINFALL AND SOIL DEGREE OF SALINITY AND ALCALINITY

SUMMARY

The composition of the rainwater and its relationship with soils were studied. The samples were taken in the town of A. Korn, near Buenos Aires city.

The rainwater had the following composition ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$): Ca: 0,20; Mg: 0,13; Na: 0,14; K: 0,03; Cl: 0,15; CO_3H : 0,31; SO_4 : trace. The pH was 5,95 and the Electrical Conductivity $0,046 \text{ dS m}^{-1}$. This composition was determined through marine aerosols and or terrestrial dust.

The composition of the Argiudoll's A1 horizon was similar to the rainwater. Conversely, the A1 horizon of Natraquoll, Natralboll and Natraqualf were similar to phreatic water.

It was concluded that the rainwater does not add significant quantities of salts to these soils. The gains of plant nutrient were: P $0,39 \text{ kg ha}^{-1}$ year (a S PO_4H_2) and N $7,6 \text{ kg ha}^{-1}$ year (total).

INTRODUCCION

Entre los factores que determinan la génesis y las propiedades de los suelos, el clima en general, y la lluvia en particular, poseen

un rol destacado. La influencia de la precipitación pluvial sobre la presencia, distribución y profundidad de horizontes, contenido de humus, profundidad de calcaéreo, grado de meteorización de minerales, acidez, etc. ha

* Trabajo presentado en el CONGREGMET IV Buenos Aires, septiembre de 1982.

(1) Investigador CONICET. Actual sede de trabajo: PROSAG, Facultad de Agronomía U.B.A. - Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, República Argentina.

sido estudiada desde las épocas clásicas de la ciencia del suelo.

En un plano más específico, se estudió el aporte salino del agua pluvial, habiéndose destacado la influencia de esta vía de entrada de sales a los suelos (Gunn y Richardson, 1979; Hutton, 1978), llegándose a encontrar algunas áreas en que la presencia de sales solubles en suelos era consecuencia de aerosoles marinos disueltos en el agua de lluvia (sales cíclicas) y depositadas en tierra (Peck y Hurle, 1973).

En la Argentina este tipo de estudios es muy fragmentario (Morrás, 1982), tratando de constituirse el presente, en un aporte hacia el mayor conocimiento de la relación existente entre el parámetro climático considerado y el halomorfismo de los suelos de la Pampa Deprimida.

MATERIALES Y METODOS

Lugar y toma de muestras:

Se instalaron dos pluviómetros en las afueras de la localidad bonaerense de A. Korn, ubicada casi exactamente en el borde septentrional de la Pampa Deprimida. La lluvia se recogió en recipientes de plástico cuidadosamente lavados. Las muestras de lluvia se tomaron durante ocho meses, lo más cercano posible a cada precipitación pluvial, lo cual osciló entre uno y quince días de finalizadas las mismas.

En los alrededores del punto de toma del agua pluvial, se ubicaron cuatro suelos taxonómicamente diferentes, que fueron muestreados en tres oportunidades en los períodos entre lluvias durante el período considerado (febrero-setiembre de 1982). Se presentan únicamente los datos de los iones solubles de los horizontes Al y de las muestras de agua de la capa freática. En todos los casos, al igual que con la composición de la lluvia, se trabajó con los valores medios.

Métodos analíticos

Las determinaciones en agua de lluvia, extractos de pasta saturada de los suelos y capas freáticas fueron: pH; Conductividad eléctrica; Ca y Mg (volumetría EDTA); Na y K (fotometría de llama); Cl (volumetría NO_3Ag); CO_3H (volumetría SO_4H_2) y SO_4 (gravimetría). Previa concentración, se determinaron en las aguas de lluvia P (reactivo molibdicó) y N (Kjeldahl).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los valores de los análisis del agua de lluvia (expresados en mg L^{-1} y $\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$). Las concentraciones iónicas promedio de las aguas pluviales son altas, particularmente con referencia a calcio, magnesio y potasio. Ello puede deberse a factores derivados de la oportunidad de muestreo, por no haber sido llevados a cabo en forma sistemática y/o considerando la distancia al mar (211 km en línea recta), a un aporte significativo de polvos de origen terrestre que se depositan con la lluvia (Delal, 1979; Hutton, 1978; Jickells *et al.*, 1982).

CUADRO 1. Composición media del agua de lluvia.

Ion	$\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$	mg L^{-1}
Calcio	0,20	4,00
Magnesio	0,13	1,58
Sodio	0,14	3,22
Potasio	0,03	1,17
Cloruro	0,15	5,32
Sulfato	vest.	vest.
Carbonato	0	0
Bicarbonato	0,31	18,91

pH 5,95
C.E.: 0,046 dS m^{-1}

A partir de la concentración iónica y las relaciones entre iones del agua de mar y considerando que la totalidad de los cloruros del agua de lluvia tienen esa procedencia (Jickell *et al.*, 1982; Mc Coll y Bush, 1978) se observó, mediante cálculos sencillos, que también la totalidad del sodio sería de origen oceánico.

co y que provendría de ese origen un 20,6 por ciento del Mg. Para el máximo de SO_4 determinado el porcentaje fue del 25,8. En cambio, los aportes de las "sales cíclicas" en relación a calcio, potasio y bicarbonatos serían insignificantes (2,3; 3,1 y 0,01 por ciento, respectivamente).

En el Cuadro 2 se presentan los resulta-

dos de los análisis de los extractos de saturación de los horizontes superficiales de los cuatro suelos y de sus respectivas aguas freáticas, ordenadas según un creciente grado de halomorfismo. A partir de los datos de este cuadro y del anterior se elaboraron distintas relaciones iónicas que figuran en los Cuadros 3 y 4.

CUADRO 2: Composición del horizonte A1 de los suelos y el agua subterránea correspondiente *

Suelos	Prof. (m) horizonte capa freát.	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO_4	CO_3	CO_3H	CE	pH
Argiudol	Al: 0-0,28	1,54	0,54	1,22	0,78	1,14	0,10	0	2,21	0,34	5,6
	capa: 1,50	2,93	1,79	3,33	0,42	1,19	0,05	0	7,84	0,94	7,4
Natracuol	Al: 0-0,11	2,07	0,77	29,57	0,76	5,21	0,70	0	16,07	2,52	7,9
	capa: 0,85	0,60	0,56	18,50	0,36	1,32	4,05	4,05	16,86	2,13	8,2
Natalbol	Al: 0-0,17	1,41	1,23	25,42	0,50	1,20	1,01	1,63	16,70	2,22	8,8
	capa: 0,78	0,26	0,30	20,80	0,27	0,51	0,32	3,20	18,23	2,06	8,3
Natracualfe	Al: 0-0,13	4,40	3,00	112,00	0,80	5,72	13,03	35,50	46,30	8,83	10,0
	capa: 0,86	0,40	0,40	40,00	0,40	0,68	2,10	5,28	34,56	3,72	8,4

* Iones en extracto de saturación: $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$

C.E. en extracto de saturación: ds m^{-1}

Media de tres determinaciones.

CUADRO 3 Relaciones del sodio con otros elementos (base equivalente).

Lluvia/suelo/capa freát.	Na/Ca	Na/Mg	Na/Cl	Na/ CO_3H	Na/ CO_3	Na/K
Lluvia	0,70	1,08	0,93	0,45	0	4,67
Argiudol	Al	0,79	2,59	1,07	0,55	0
	capa freática	1,14	1,86	2,79	0,42	0
Natracuol	Al	14,28	38,40	5,68	1,84	0
	capa freática	30,83	33,04	14,02	1,10	4,57
Natalbol	Al	18,03	20,67	21,18	1,52	15,59
	capa freática	80,00	100,00	40,78	1,14	6,50
Natracualfe	Al	25,45	37,33	19,58	2,42	3,15
	capa freática	100,00	69,33	58,82	1,16	7,58

CUADRO 4: Relaciones entre algunos iones (base equivalente).

Lluvia/suelo/capa freática		Ca/Mg	Ca/K	Ca/Cl	Mg/K	Mg/Cl	K/Cl
Lluvia		1,53	6,67	1,33	4,33	0,87	0,20
Argiudol	Al	2,85	1,97	1,35	0,69	0,47	0,68
	capa freática	1,64	6,98	2,46	4,26	1,50	0,35
Natracuol	Al	2,69	2,72	0,40	1,01	0,14	0,40
	capa freática	1,07	1,67	0,45	1,56	0,42	0,27
Natalbol	Al	1,15	2,82	0,77	2,46	1,02	0,41
	capa freática	0,87	0,96	0,58	1,11	0,58	0,52
Natracualfe	Al	1,47	5,50	1,17	3,75	0,52	0,14
	capa freática	1,00	1,00	0,49	1,00	0,59	0,58

En el Argiudol, las relaciones basadas en el sodio (Cuadro 3) son semejantes a las del agua pluvial y, también, a las encontradas en el agua subterránea. Estas dos últimas presentan relaciones iónicas relativamente similares entre sí. Este suelo es ácido hasta el 1,02 m de profundidad, posee muy bajo contenido de sales con un perfil salino descendente. En este caso existe un equilibrio en el que la lluvia influye decisivamente en la composición iónica del suelo (excepto en casos a tratar posteriormente). Existen relaciones entre la lluvia y la composición de las aguas subterráneas (Davis y De Wiest, 1971) y aunque su consideración escapa al presente, es evidente el efecto de la primera sobre la segunda.

Se observa, también en el Cuadro 3, que al menos en este punto alejado del mar, los tres suelos nátricos poseen contenidos de sodio que determinan la existencia de relaciones con otros iones totalmente disímiles a las que se encontraron en la lluvia registrada. Por el contrario existió una significativa similitud de dichas relaciones con las de las aguas freáticas. Los perfiles salinos, en los tres casos, son ascendentes, manteniéndose en la composición de las sales solubles de los suelos un equilibrio entre las capas freáticas y

las lluvias. El balance globalmente favorece a las primeras.

Teniendo en cuenta las limitaciones geográficas y de tiempo de registro, podría considerarse preliminarmente que en el área estudiada el aporte salino de las lluvias no es significativo en sí mismo, ya que los suelos "zonales", caso del Argiudol, no presentan el menor síntoma de halomorfismo. Tampoco tiene significación en relación a los factores que determinan la salinidad y la alcalinidad, caso de los tres suelos con horizonte nátrico, ya que el agua de lluvia aparentemente diluye la concentración y disminuye las relaciones iónicas del sodio con otros elementos del agua capilar que asciende desde la capa freática a los horizontes superficiales. Cabe destacar en sustento de lo anterior que Morrás (1982) indica para la lluvia en Castelar concentraciones iónicas menores, pero con relaciones del sodio a otros iones muy similares y en algunos casos coincidentes, a las del presente.

Contrariamente a lo ocurrido en cuanto al sodio, las relaciones del calcio y el potasio, particularmente, con otros iones o entre sí no presentan una clara asociación lluvia-suelo-agua subterránea (Cuadro 4). La presencia de minerales portadores de Ca, Mg y K en los

suelos y su gradual meteorización, podría ser la causa de este fenómeno.

En cuanto a los nutrimentos vegetales aportados por las lluvias, los resultados obtenidos señalan una ganancia por parte de los suelos (considerando una precipitación pluvial anual de 900 mm) de 0,39 kg ha⁻¹ año de P (expresado como PO₄H₂) y de 7,56 kg ha⁻¹ año de N total. Ambos valores se encuentran dentro de los límites normales de la literatura (Dalal, 1979; McColl y Bush, 1978) y son coincidentes con algunos datos obtenidos en medios no urbanos de nuestro país (Morrás, 1982).

COLABORACION

Colaboraron en el presente trabajo Roberto A. Altamore y Rafael F. Torres, del Dpto. de Suelos y Recursos Hídricos de la provincia de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Dalal, R. C., 1979. "Composition of trinidad rainfall" *Water Res. Res.* 15 (5): 1.217-1.223.
- 2) Davis, S. N. y R. J. M. De Wiest, 1971. "Hidrogeología" Ed. Ariel. Barcelona. 564 p.
- 3) Gunn, R. H. and A. P. Richardson, 1979. "The nature and possible origins of soluble salts in deeply weathered landscapes in eastern Australia". *Aust. J. Soil Res.* 17: 197-215.
- 4) Hutton, J. T., 1978. "Salt in rain" Proceedings Meeting Subcomm. on Salt Affectd Soils ISSS. Edmonton, Canadá. 2: 40-44.
- 5) Kickells, T. A. Knap: T. Church: J. Galloway and J. Miller, 1982. "Acid rain on Bermuda" *Nature* 297 (5.861): 55-57.
- 6) McColl, J. C. and D. S. Bush, 1978. "Precipitation and throughfall chemistry in the San Francisco Bay area" *J. Environ. Qual.* 7 (3): 352-357.
- 7) Morrás, H. J. M., 1982. "Composición química de las aguas de lluvia en el área de Castelar (provincia de Buenos Aires). En prensa IDIA (INTA).
- 8) Peck A. J. and D. H. Hurle, 1973. "Chloride balance of some farmed and forested catchments in southwestern Australia" *Water Res. Res.* 9 (3): 648-657.