

HIDROQUIMICA DE LA LAGUNA DE TISCAR (CORDOBA, ESPAÑA)

J. L. Moya Mejías *, J. M. Recio Espejo ** y J. V. Giráldez Cervera *

RESUMEN

La laguna de Tíscar es uno de los seis espacios lagunares que constituyen la Reserva Natural de las Zonas húmedas de la provincia de Córdoba. De los resultados obtenidos en el presente trabajo se deduce la ubicación de dicha laguna sobre depósitos salinos triásicos, siendo la disolución de este sustrato la fuente originaria de los iones presentes en las aguas subterráneas que la alimentan.

La aplicación del programa «Geochem» y la de otros métodos analíticos tradicionales, ponen de manifiesto la presencia en este medio lagunar de yeso y halita como especies minerales mayoritarias, no detectándose en ningún caso la presencia de calcita y dolomita.

Palabras clave: *Laguna de Tíscar, Triás, Geochem, índice de saturación, especies minerales.*

ABSTRACT

The Natural Reserve of Westlands of Córdoba province is formed by Tíscar playa-lake and other five closed basin lagoons. The results obtained in the present work show that its basin are located on triassic saline materials, and its dissolution to originate from the ground water characteristics.

The «Geochem» program application and other analytical methods show the presence of gypsum and halite minerals and the absence of calcite and dolomite in this playa-lake ecosystem.

Key words: *Tíscar playa-lake, Triás, Geochem, index of saturation, ore species.*

Introducción

La laguna de Tíscar es uno de los seis espacios naturales que constituyen la Reserva Integral de las Zonas Húmedas del sur de la provincia de Córdoba (fig. 1). Ubicada en un área de margas y arcillas triásicas, su génesis parece estar ligada a procesos kársticos de disolución en evaporitas (Moya, 1986). Sus aguas, estacionales, provienen de la escorrentía de una cuenca de 2 km² de superficie, así como de aportes subterráneos (Moya, 1988). El ámbito climático es de tipo mediterráneo templado, donde la precipitación media anual se sitúa sobre 600 mm y los valores de evapotranspiración superan los 900 mm de media anual (Moya y Recio, 1986). La laguna presenta una superficie de 10 has y una profundidad máxima

de 0,26 m, lo que le permite almacenar un volumen de agua de 5.700 m³ (Recio *et al.*, 1985).

Los procesos geoquímicos que tienen lugar en zonas húmedas endorreicas de la Península Ibérica, han sido estudiados en los enclaves del valle del Ebro por Calvo *et al.* (1978), Pueyo (1978, 1980), Pueyo e Ingles (1984, 1986) y en la llanura manchega por Ordóñez *et al.* (1973), Marfil *et al.* (1975), Soriano *et al.* (1977), Bustillo *et al.* (1982). En estos trabajos se aborda la sedimentación salina partiendo del estudio del sedimento, composición química de las aguas y de las eflorescencias salinas.

Garrels y Mackenzie (1966) proponen un modelo para estudiar el origen de la composición química del agua de manantiales y lagos, basado en la concentración por evaporación en equilibrio con la atmósfera.

* Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. Apartado 3048. 14080 Córdoba.

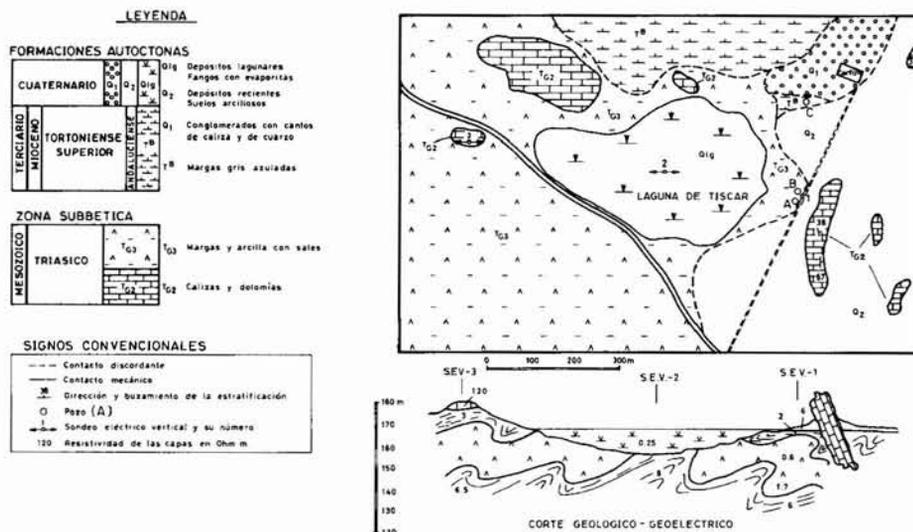
** Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. Avda. San Alberto Magno, s/n. 14071 Córdoba

Tabla 1.—Parámetros de corte correspondientes a los SEVs de la laguna de Tiscar.

S.E.V. número	E1	R1	E2	R2	E3	R3	E4	R4	R5
1	1,5	6,0	3,5	2,0	15	0,6	10	1,7	6,0
2	10,0	0,25		8,0					
3	1,5	120,0	6,0	3,0	22	1,0		6,5	

E = espesor (m); R = resistividad (ohm.m).

la laguna (fig. 3); de su interpretación se deduce la existencia de una capa de naturaleza salina, de unos 35 m de espesor (resistividades comprendidas entre 0,6-2 ohm/m). Por otro lado, el SEV 2 (AB = 200 m) (fig. 3) revela un corte de dos capas, la primera de ellas de un espesor de 10 m que se correspondería con los sedimentos que rellenan la cubeta lagunar. Su naturaleza, fangos con evaporitas, y la presencia de un nivel piezométrico en la laguna,



LAGUNA DE TISCAR. MAPA GEOLOGICO

Fig. 3.—Esquema geológico de la laguna de Tiscar.

Tabla 2.—Características físico-químicas.

	m.e.q./l							g/l	dS/m	pH
	Ca++	Mg++	Na+	K+	CL-	SO4=	CO3H-	R.S.	C.E.	
LAGUNA										
Nov.-84	53,8	23,2	189,1	0,2	199,7	44,3	2,9	18,7	25,2	7,6
Dic.-84	50,6	41,4	223,7	0,5	251,8	47,7	4,0	18,0	21,7	6,7
Ene.-85	70,0	30,0	435,8	0,6	427,9	54,7	2,0	29,7	35,5	7,1
Feb.-85	25,3	19,9	169,0	0,3	186,4	29,1	1,0	13,16	18,7	7,0
Mar.-85	37,3	31,5	250,0	0,4	276,7	44,8	1,2	19,33	28,0	8,9
Abr.-85	97,0	73,1	712,0	0,6	746,0	98,1	2,2	52,95	64,49	7,3
May.-85	148,2	123,2	1.032,0	1,5	1.116,0	165,7	12,0	77,0	87,24	6,8
POZOS										
(Valores medios)										
A	29,35	38,5	758,9	1,3	768,6	38,2	7,8	47,7	65,08	7,7
B	4,10	5,1	50,1	0,2	43,8	12,5	5,0	3,5	5,90	8,2
C	38,8	37,3	577,7	0,7	611,4	42,5	5,5	37,7	53,62	7,7
COSTRA SALINA	34,19	0,04	40,59	0,02	45,19	43,97	1,21	5,0	7,00	—
SEDIMENTOS										
(0-75 cm; v. medios)	29,66	71,5	435,5	1,8	451,1	103,6	—	—	39,66	7,1

justificaría el bajo valor de resistividad que se obtiene para esta capa (0,25 ohm/m). La baja resistividad de estos materiales salinos también aparece identificada en el SEV n.º 3 (fig. 3), con un valor de 1 ohm/m, calculándose en esta situación una potencia para los mismos de unos 22 m.

Tabla 3.—Valores de los logaritmos negativos de las actividades de las especies químicas principales.

Metal	LB	CL	SO4	CO3-	OH	
Lig. LB		0,77	2,33	6,29	6,27	
Ca	1,87	2,28	2,30	4,64	6,86	
Mg	2,14	2,65	2,67	5,04	6,33	11/84
Na	0,80	1,69	2,15	4,51	7,34	
K	3,74	4,84	5,41	7,75	10,58	
Hidrógeno	7,60	16,76	8,14	3,78	—	
Lig. B		0,67	2,28	8,07	7,23	
Ca	1,88	2,22	2,31	5,65	7,77	
Mg	1,90	2,35	2,43	5,78	6,99	12/84
Na	0,73	1,55	2,06	5,37	8,17	
K	3,35	4,36	5,00	8,29	11,09	
Hidrógeno	6,70	15,76	7,22	4,57	—	
Lig. LB		0,48	2,36	7,26	6,82	
Ca	1,77	1,93	2,34	5,14	7,25	
Mg	2,07	2,33	2,74	5,55	6,75	1/85
Na	0,47	1,11	1,82	4,75	7,52	
K	3,29	4,12	5,04	7,86	10,64	
Hidrógeno	7,10	15,98	7,72	4,26	—	
Lig. LB		0,79	2,34	7,10	6,72	
Ca	2,13	2,58	2,59	5,36	7,47	
Mg	2,19	2,74	2,76	5,54	6,73	2/85
Na	0,84	1,73	2,24	4,99	7,75	
K	3,56	4,65	5,27	8,01	10,77	
Hidrógeno	7,20	16,34	7,77	4,18	—	
Lig. LB		0,61	2,01	5,41	4,90	
Ca	1,91	2,47	2,74	5,13	5,94	
Mg	1,93	2,57	2,86	5,41	5,16	3/85
Na	0,67	1,65	2,02	5,18	6,06	
K	3,43	4,62	5,10	8,10	9,12	
Hidrógeno	8,90	18,14	9,39	4,49	—	
Lig. LB		0,23	2,02	6,46	6,50	
Ca	1,59	1,74	2,38	4,87	7,19	
Mg	1,67	1,90	2,57	5,07	6,47	4/85
Na	0,27	0,90	1,49	4,30	7,29	
K	3,29	4,12	4,93	7,61	10,61	
Hidrógeno	7,30	16,18	7,77	3,88	—	
Lig. LB		0,08	1,97	7,42	7,01	
Ca	1,54	1,59	2,40	5,39	7,66	
Mg	1,49	1,59	2,45	5,44	6,81	5/85
Na	0,13	0,64	1,31	4,70	7,67	
K	2,91	3,62	4,55	7,78	10,75	
Hidrógeno	6,80	15,56	7,27	4,34	—	

De todo ello puede deducirse la existencia de un sustrato salino de unos 20-35 m de espesor, al menos en la dirección del perfil, cuya estructura puede corresponderse con la dibujada en el corte del mapa geológico del área donde se ubica esta laguna (fig. 3). La presencia del sustrato salino identificado explicaría la salinidad que muestran las aguas, tanto subterráneas como las de la laguna, cuyo grado y evolución anual se muestran en la tabla 2. Se trata en ambos casos de aguas de facies clorurada-sódica, que para el caso de la laguna serían procedentes del depósito salino subsuperficial antes comentado a través del aporte de agua subterránea.

Los valores de los logaritmos negativos de las actividades iónicas, de las principales especies químicas de las aguas de la laguna de Tíscar, se muestran en la tabla 3. La tabla 4 contiene los índices de saturación calculados mediante el programa «Geochem» (Sposito y Mattigod, 1980). Las aguas de la laguna se muestran infrasaturadas (signo negativo) en halita, calcita y dolomita a lo largo del ciclo anual estudiado, si bien para los dos últimos casos, y para el mes de marzo, los índices de saturación están muy próximos a cero, hecho éste que podría relacionarse con el elevado valor de pH que muestran las aguas de la laguna en este mes (tabla 2). Tan sólo el yeso muestra un índice positivo en el mes de mayo, produciéndose la precipitación del mismo (tabla 4).

Tabla 4.—Valores de los índices de saturación (SI), para las especies minerales consideradas.

	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo
Calcita	-0,82	-2,60	-1,75	-1,87	-0,001	-0,69	-1,45
Yeso	-0,59	-0,58	-0,58	-0,84	-0,35	-0,06	+0,26
Halita	-3,40	-3,24	-2,79	-3,46	-3,12	-2,32	-1,99
Dolomita	-1,90	-5,38	-5,78	-5,79	-0,02	-1,47	-2,86

Con el objeto de contrastar el método seguido, en la figura 4, se muestra el difractograma de la costra salina. En él se identifican claramente la presencia tan sólo de yeso y halita, estando ausentes los efectos correspondientes a la calcita y dolomita. El análisis químico efectuado de la costra salina originada una vez desaparecida la lámina de agua, así como de los sedimentos que constituyen el fondo lagunar (tabla 2, demuestra la presencia mayoritaria de los iones $SO_4=$ y $Cl-$, en relación directa con el agua subterránea, y la práctica ausencia de iones CO_3H- derivados de los últimos minerales. No obstante, si bien la presencia de la halita se justificaría por la precipitación que tendría lugar desde el último muestreo hasta la desaparición de la lámina de agua, no parece ocurrir así para los casos de la calcita y dolomita.

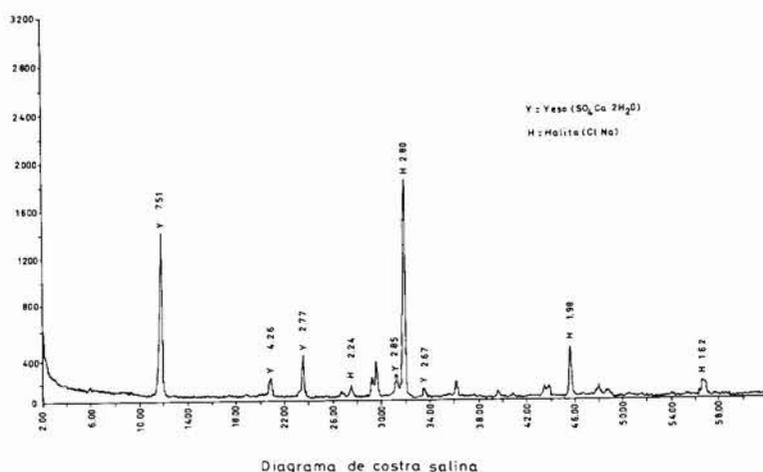


Fig. 4.—Diagrama de rayos X de costra salina.

Conclusiones

La laguna de Tíscar se encuentra ubicada en una depresión originada a partir de depósitos salinos de edad triásica. Los iones presentes en sus aguas proceden de la disolución de este substrato, que llegan a la laguna a través del agua subterránea, originando una facie clorurada-sódica.

De la composición química de las aguas, costra salina y sedimentos, se deduce la posible existencia de yeso y halita como especies minerales. La primera de éstas es confirmada con la aplicación del programa «Geochem» y difracción de rayos X, mientras que la halita sólo se evidencia por este último método. En ningún caso se constata la presencia de otras especies minerales como la calcita y dolomita.

Referencias

- ASTM (1966). Index to the powder diffraction files. ASTM, USA.
- Bustillo, M. A.; García, M. A.; Marfil, R.; Ordóñez, S., y De la Peña, J. A. (1978). Estudio sedimentológico de algunas lagunas de la región manchega, sector Lillo-Villacañas - Quero (prov. de Toledo). *Estudios Geol.*, 34, 187-191.
- Calvo, J.; González, J. M.; González, J., y Villena, J. (1978). Primeros datos sobre la sedimentación de dolomita en la laguna de Gallocanta (prov. de Zaragoza y Teruel). *Tecniterrae*, 21, 6-15.
- Dixon, J. B., y Weed, S. B. (1977). *Minerals in soils environments*. Soil. Science Society of America, Wisconsin 948 págs.
- Garrel, R. M.; Mackenzie, F. T. (1966). Origin of the chemical composition of some springs and lakes. *Adv. in Chemistry*, 67, 222-242.
- Hardie, L. A., y Eugster, H. P. (1970). The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Amer. Spec. Pap.*, 3, 273-290.
- Keller, L. P.; McCarthy, y Richardson, J. L. (1986). Mineralogy and stability of soil evaporites in North Dakota. *Soil Sci. Amer. J.*, 50, 1069-1071.
- Marfil, R.; Bermejo, E., y De la Peña, J. A. (1975). Sedimentación salina actual en las lagunas de la zona Corral Rubio - La Higuera (Albacete). *Estudios Geol.*, 31, 543-553.
- Moya, J. L. (1986). La formación de las zonas húmedas del sur de la provincia de Córdoba. *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 30, 69-75.
- Moya, J. L. (1988). *Hidrología de las zonas húmedas del sur de la provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral, Univ. de Córdoba, 278 págs.
- Moya, J. L., y Recio, J. M. (1986). Consideraciones sobre la climatología de las zonas húmedas del sur de la provincia de Córdoba. *II Simp. Aguas Andalucía*, 1, 45-58.
- Nordstrom, D. K. (1977). A comparison of computerized chemical models for equilibrium calculations in aqueous systems. In: *Chemical modeling in aqueous systems* (E. A. Jenne, edit.) Amer. Chem. Soc., Washington, 914 págs.
- Ordóñez, S.; García, M. A., y Marfil, R. (1973). Sedimentación actual: la laguna de Pétrola. *Est. Geol.*, 29, 367-377.
- Pinta, M. (1971). *Spectrometrie d'absorption atomique. Application à l'analyse chimique*. Masson et Cie, París, 793 págs.
- Pueyo, J. J. (1978). La precipitación evaporítica actual en las lagunas saladas del área Bujaraloz, Sastago, Caspe, Alcañiz (prov. Zaragoza y Teruel). *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 33, 25-56.
- Pueyo, J. J. (1980). Procesos diagenéticos observados en las lagunas tipo playa de la zona Bujaraloz Alcañiz. *Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 34, 195-207.
- Pueyo, J. J., y Ingles, M. (1984). A model of continental evaporitic sedimentation: the playa lakes of Los Monegros and Bajo Aragón (Spain). *5 Congres. Europeen de Sedimentologie*, 1.
- Pueyo, J. J., y Ingles, M. (1986). Substrate mineralogy, interstitial brine composition and diagenetic processes in the playa lakes of Los Monegros and Bajo Aragón (Spain). *Inter. Simp. on Geochemistry of the Earth Surface*, 16-22.

- Recio, J. M.; De Novales, C., y Medina, M. (1988). Características físico-químicas de sedimentos y suelos en áreas endorreicas. *Inter. Simp. on Hydrology of Wetlands in Semiarid and Arid Regions*, 143-146.
- Recio, J. M.; García-Ferrer, A., y Sánchez, M. (1985). Lagunas de carácter estacional de la provincia de Córdoba: parámetros físicos de las lagunas de Tíscar y Los Jarales. *Geographica*, 17, 162-165.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *U.S. Dept. Agric. Handb.*, 60.
- Skarie, R. L.; Richardson, J. L.; McCarthy, G. J., y Maianu, A. (1987). Evaporite mineralogy and groundwater chemistry associated with saline soils in eastern North Dakota. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51, 1372-1377.
- Soriano, J.; Martifl, R., y De la Peña, B. A. (1977). Sedimentación salina actual en las lagunas del norte de Alcazar de San Juan (Ciudad Real). *Estudios Geol.*, 33, 123-130.
- Sposito, G. (1981). *The thermodynamic of soil solutions*. Oxford Univ. Press, Oxford, 223 págs.
- Sposito, G. y Mattigod, S. V. (1980). Geochem: a computer program of the calculation of chemical equilibria in soil solution and other natural water system. *University of California*, 1-109.
- Stumm, W.; Morgan, J. J. (1981). *Aquatic chemistry. An introduction emphasizing chemical. Equilibria in natural waters*. John Wiley and Sons, New York, 780 págs.
- Timpson, M. E.; Richardson, M. L.; Keller, L. P.; McCarthy, G. (1986). Evaporite mineralogy asociated with saline seeps in southwestern North Dakota. *Soil. Sci. Soc. Aw. J.*, 50, 490-493.
- Wigley, T. M. L. (1977). Watspec: a computer program for determining the equilibrium speciation of aqueous solutions. *Brit. Geomorph. Res. Bull.*, 20, 1-49.

Recibido el 29 de septiembre de 1989

Aceptado el 19 de marzo de 1990