

HIDROQUÍMICA DE HUMEDALES LAGUNARES HIPERSALINOS DEL OESTE DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Rosario Acosta^a, Eleonora S. Carol^a, Guido E. Borzi^a, Francisco A. Cellone^b y María del Pilar Alvarez^c

^aCentro de Investigaciones Geológicas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata (CIG – CONICET – UNLP), ARGENTINA

^bCentro de Investigaciones del Medio Ambiente, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata (CIM – CONICET – UNLP), ARGENTINA.

^cInstituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales, Centro Nacional Patagónico, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IPEEC – CENPAT – CONICET), ARGENTINA.

e-mail: racosta@cig.museo.unlp.edu.ar

RESUMEN

El sector centro-sur de la Cuenca de Macachín se encuentra atravesado por valles transversales, uno de los cuales es conocido como Valle Maracó – Grande. El extremo terminal oriental del mismo, ubicado en el oeste de la Provincia de Buenos Aires, presenta depresiones asociadas a cubetas de deflación, que albergan humedales lagunares salinos e hipersalinos. El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización hidroquímica del agua superficial y subterránea de 3 humedales lagunares que se desarrollan en la parte terminal del Valle Maracó – Grande. Para ello, se definió una red de monitoreo teniendo en cuenta la geomorfología de la región y la accesibilidad a los distintos sitios de muestreo. Dicha red cuenta con puntos de muestreo de agua superficial en distintos sectores de las lagunas, de agua subterránea freática adyacentes a las lagunas correspondientes a pozos someros y molinos (que captan a 2m y ≈15m de profundidad respectivamente) y de agua subterránea surgente. In situ se midió el pH y la conductividad eléctrica del agua y se extrajeron muestras para la determinación del contenido de iones mayoritarios. Los resultados obtenidos muestran que las lagunas presentaron conductividades eléctricas entre 143 y 158 mS/cm (indicativas de aguas hipersalinas) y valores de pH entre 7,9 y 8,8, con facies hidroquímicas Cl-Na. Por su parte, las muestras de agua subterránea registraron conductividades eléctricas entre 0,909 y 155 mS/cm, pH entre 6,8 y 8,7 y facies hidroquímicas HCO₃ a Cl/SO₄-Na en molinos, Cl/SO₄-Na en pozos surgentes y Cl-Na en pozos someros. Se concluye que la afinidad en la señal hidroquímica de los pozos surgentes con los del agua superficial y subterránea somera del humedal da indicios de la existencia de contribuciones desde flujos regionales, los cuales no solo aportan caudal sino también iones que condicionan las características ambientales del humedal.

Palabras Clave: Ambientes salinos, Iones mayoritarios, Cubetas de Deflación.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca de Macachín se encuentra ubicada en el sector central de la Llanura Pampeana, en el noreste de la provincia de La Pampa y parte del oeste de la provincia de Buenos Aires (ver Fig. 1) (Yrigoyen, 1975; Folguera y Zárate, 2019). La misma tiene forma en planta elongada en sentido NNW-SSE y un relleno sedimentario de aproximadamente 4000 metros apoyados en discordancia sobre el basamento Paleozoico (Salso, 1966). Aflorantes en el área de estudio (ver Fig. 1) se encuentran los sedimentos loessicos castaño rojizos correspondientes a la Fm. Cerro Azul y equivalentes (Mioceno superior –

Plioceno) (Llambías 1975; Folguera y Zárate, 2009) y por encima de ellos, culminando la secuencia estratigráfica, afloran arenas y limos arenosos eólicos cuaternarios (Pleistoceno tardío – Holoceno) (Folguera y Zárate, 2018).

El sector centro-sur de la Cuenca de Macachín se encuentra atravesado por valles transversales que disectan a la planicie estructural (Lorenzo et al., 2013), uno de los cuales es conocido como Valle Maracó – Grande. El extremo terminal oriental del mismo, ubicado en el oeste de la provincia de Buenos Aires, presenta depresiones asociadas a cubetas de deflación que albergan humedales salinos e hipersalinos.

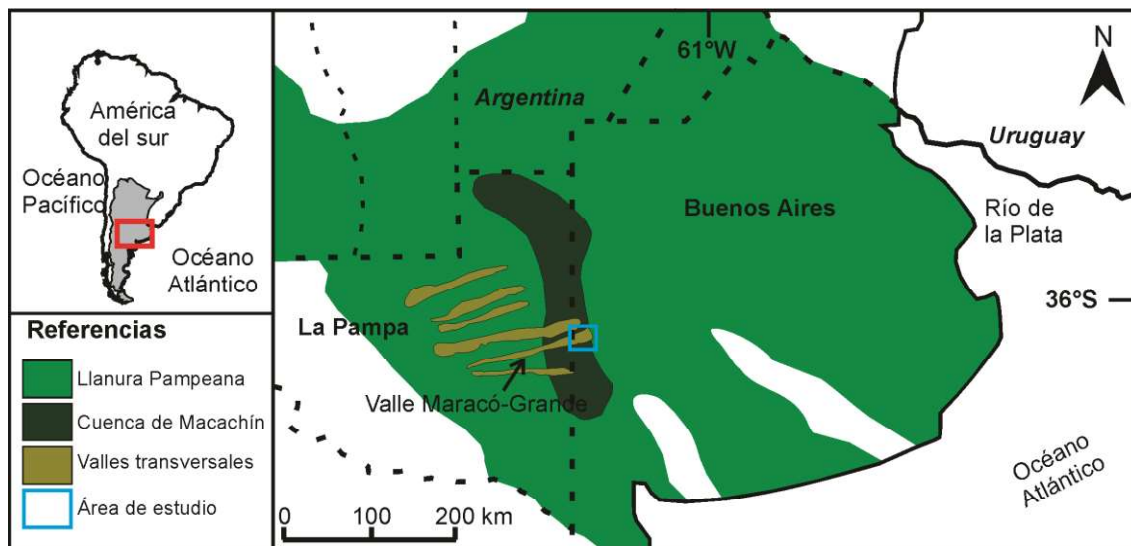


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

El objetivo de este trabajo es realizar una caracterización hidroquímica del agua superficial y subterránea de 3 humedales lagunares que se desarrollan en la parte terminal del Valle Maracó – Grande.

MÉTODOS

En una primera instancia se definió una red de monitoreo conformada por puntos de muestreo de agua superficial en tres lagunas seleccionadas y de agua subterránea circundante a las mismas (ver Fig. 2), en base a las características geomorfológicas de la región y a la accesibilidad del área. Las muestras de agua superficial se tomaron directamente de los humedales lagunares con botellas de polipropileno. Por su parte, los muestreos de agua subterránea se efectuaron en pozos someros de hasta 1,5 m de profundidad construidos con barreno manual dentro de los humedales (freatímetros), y en perforaciones preexistentes ubicadas en el área de planicie estructural elevada adyacente a los mismos. Dentro de estas últimas, se tomaron muestras de molinos, que captan a aproximadamente 15 m de profundidad, y de pozos surgentes profundos (ver Fig. 3a y b).

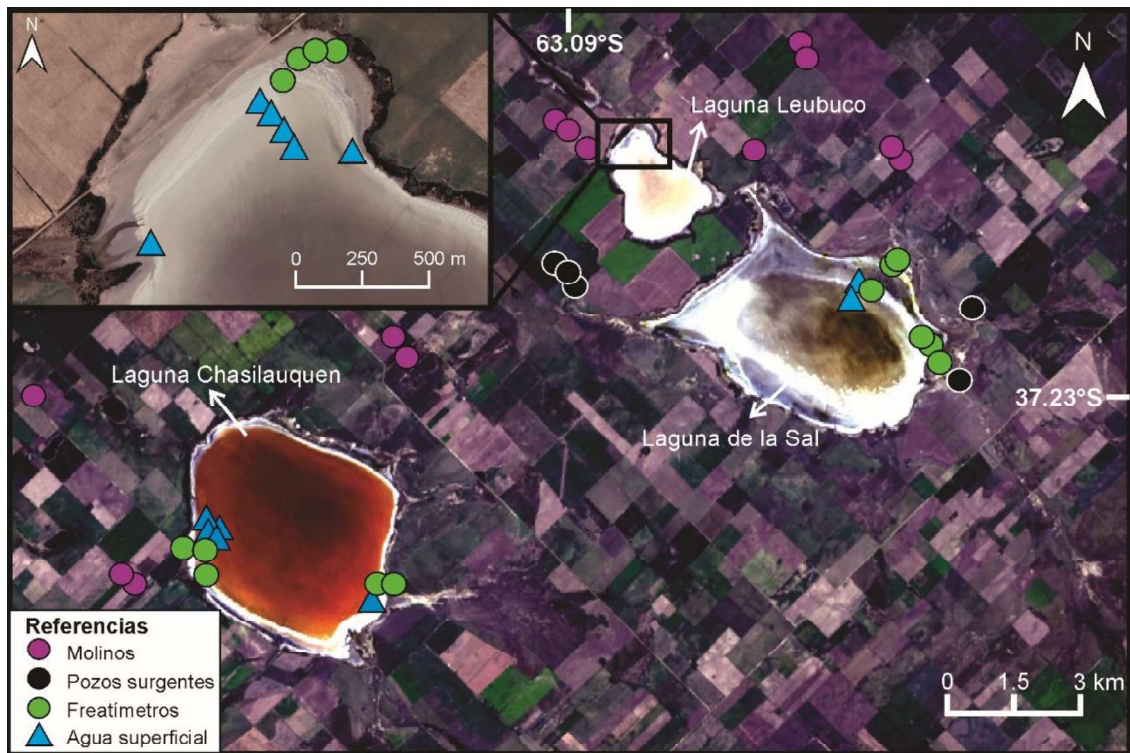


Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial y subterránea.

Se tomó un total de 46 muestras, de las cuales 13 corresponden a molinos, 5 a pozos surgentes, 15 a freaímetros y 13 a agua superficial de las lagunas. *In situ* se midió el pH y la conductividad eléctrica (CE) del agua con un equipo multiparamétrico portátil (Lutron WA-2017SD) (ver Fig. 3c). En el laboratorio de Geoquímica del Centro de Investigaciones Geológicas se llevó a cabo la determinación de los iones mayoritarios (ver Fig. 3d) según métodos estandarizados (APHA, 1997). Los datos presentados en este trabajo corresponden a un muestreo realizado en Febrero 2022. Carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), cloruro (Cl^-), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}) fueron determinados por titulación. Sodio (Na^+) y potasio (K^+) por fotometría de llama, mientras que sulfato (SO_4^{2-}) fue medido por espectrofotometría UV-Visible. Los datos químicos se analizaron mediante el diagrama de Piper utilizando el software SigmaPlot 12.0.



Figura 3. a. Toma de muestras de agua subterránea de molinos. b. Freatímetro para tomar muestras de agua subterránea somera. c. Medición de parámetros *in situ*. d. Determinación de iones mayoritarios en laboratorio; técnica de titulación.

RESULTADOS

Los valores de pH para las tres lagunas analizadas varían entre 7,87 y 9,01 mientras que la CE varía entre 143 y 158 mS/cm, siendo estos valores indicativos de aguas hipersalinas. Por su parte, el agua tomada de los freáticos realizados dentro de los humedales cuenta con pH entre 6,83 y 8,71 y CE que varían entre 33,90 y 157 mS/cm (aguas salinas a hipersalinas), aumentando los valores desde la periferia del humedal hacia la laguna. Dentro de la planicie estructural, las muestras tomadas de pozos surgentes profundos presentaron valores de pH entre 7,27 y 8,70 y valores de CE homogéneos, dentro del rango de 4,40 y 5,06 mS/cm (aguas salobres) y los molinos pH entre 7,36 y 8,29 registrando las menores CE con valores entre 0,90 y 3,80 mS/cm (aguas dulces a salobres).

El agua superficial presenta un carácter hidroquímico Na-Cl (ver Fig. 4) en donde el Cl^- es el anión dominante en todas las muestras (3773 a 6463 meq/L), seguido por el SO_4^{2-} (534 a 1145 meq/L) y con valores muy bajos de $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ (7 a 36 meq/L). En cuanto a los cationes, el Na^+ es el que domina con valores mínimos de 3479 y máximos de 6089 meq/L. Los cationes restantes presentan concentraciones que oscilan entre 105 y 1284 meq/L, 0,02 y 4,95 meq/L y 8,71 y 22,7 meq/L para Mg^{+2} , Ca^{+2} y K^+ respectivamente. El agua subterránea somera dentro del humedal presenta facies del mismo tipo (Na-Cl), pero con concentraciones iónicas menores. El Cl^- varía entre 291 y 4702 meq/L y el SO_4^{2-} entre los 148 y 870 meq/L, siendo estos los aniones más abundantes acompañados por concentraciones de $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ de 6,20 a 32 meq/L. En lo que respecta a los cationes, nuevamente el Na^+ es el más abundante (456 a 4023 meq/L) seguido por el Mg^{+2} (60 a 1129 meq/L), con bajas concentraciones de Ca^{+2} (0,05 a 25 meq/L) y K^+ (0,90 a 24,30 meq/L).

Por otro lado, dentro de la planicie estructural, las muestras correspondientes a los pozos surgentes tienen un carácter hidroquímico $\text{Cl}/\text{SO}_4\text{-Na}$, mientras que los molinos son los que más variabilidad presentan con respecto a los aniones, con facies desde $\text{HCO}_3\text{-Na}$ a $\text{Cl}/\text{SO}_4\text{-Na}$. Las concentraciones iónicas correspondientes a los pozos surgentes presentan poca variabilidad. Dentro de los aniones el Cl^- varía entre 30,41 y 22,1 meq/L y el SO_4^{2-} lo hace entre 34,30 y 6,11 meq/L mientras que las concentraciones de $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ son muy bajas (3 a 4,70 meq/L). El Na^+ es el catión dominante en todas estas muestras, alcanzando valores de 44,3 meq/L. Lo sigue el Mg^{+2} , con un rango de 0,70 a 10,2 meq/L, el Ca^{+2} (0,19 a 3,50 meq/L) y el K^+ (0,15 a 0,22 meq/L). Por último, en las muestras de agua tomadas de molinos existen concentraciones variables sobre todo considerando a los aniones. El Cl^- varía entre 1,06 y 16,82 meq/L y el SO_4^{2-} entre 0,57 y 22,91 meq/L. A diferencia de las demás muestras, en este grupo el $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ está en concentraciones similares al cloruro y al sulfato, con valores que rondan entre 5,20 y 18,10 meq/L. En cuanto a los cationes, no hay prácticamente variabilidad, y al igual que en todas las demás muestras, el catión dominante es el Na^+ con valores de 7,11 a 36,10 meq/L, presentando concentraciones variables de Mg^{+2} (1,92 a 12,90 meq/L) y Ca^{+2} (0,22 a 4,71 meq/L), y muy bajas de K^+ (0,06 a 0,17 meq/L).

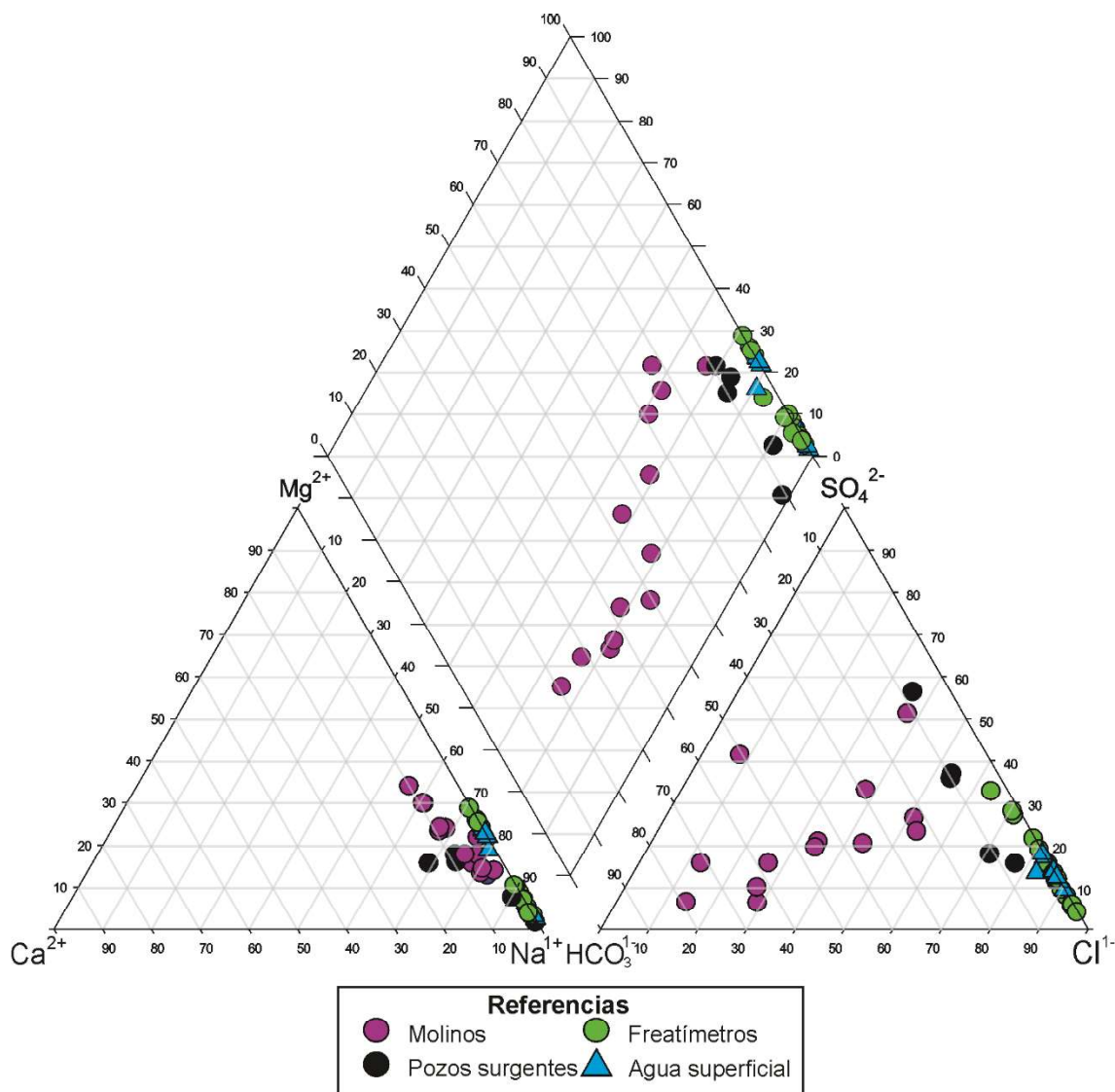


Figura 4. Diagrama de Piper mostrando las concentraciones en porcentaje de los cationes y aniones mayoritarios.

CONCLUSIONES

El agua superficial de las lagunas presentó facies hidroquímicas Na-Cl, con un carácter hipersalino, mientras que, el agua subterránea presentó diferentes facies hidroquímicas y salinidades según la ubicación geomorfológica y la profundidad de extracción. Por un lado, las muestras subterráneas someras dentro del humedal presentaron facies iguales a las lagunas (Na-Cl), con CE indicativas de aguas salinas a hipersalinas. En el sector de planicie estructural, en las muestras de pozos surgentes profundos las facies son Cl/SO₄-Na y son salobres, mientras que en las muestras tomadas de molinos, que captan a profundidades intermedias entre los surgentes y las subterráneas someras del humedal, existe una variabilidad en las concentraciones de aniones registradas, pasando de facies HCO₃ a Cl/SO₄-Na, y CE representativas de aguas salobres a dulces. A partir de estos datos, se concluye que la afinidad en la señal hidroquímica de los pozos surgentes con los del agua superficial y subterránea somera del humedal da indicios de la existencia de contribuciones desde flujos regionales, los cuales no solo aportan caudal sino también iones que condicionan las características ambientales del humedal. Por su parte, la

diferencia en CE entre el agua subterránea y el agua superficial se debe a un incremento en la concentración iónica producto de la evaporación.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, nineteenth ed., p. 1134 (Washington) (1997).
- Folguera, A., Zárate, M. La sedimentación neógena continental en el sector extrandino de Argentina Central. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 692-712 (2009).
- Folguera, A., Zárate, M. La estructuración miocena tardía del Bloque de La Pampa Central. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 75 (1) 115-133 (2018).
- Folguera, A., Zárate, M. Late oligocene to quaternary tectonic evolution of the extra Andean basins of the Pampean Plain, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 94, 102207 (2019).
- Llambías, E. Geología de la Provincia de La Pampa, República Argentina, y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35:87-146 (1975).
- Lorenzo, F., Mehl, A., Zárate, M. Sedimentología y estratigrafía de depósitos del Mioceno tardío de los valles transversales de La Pampa. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 20: 67-84 (2013).
- Salso, J. H. La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 21: 107-117 (1965).
- Yrigoyen, M. R. Geología del subsuelo y plataforma continental. *Relatorio 6° Congreso Geológico Argentino*: 139-168 (1975).