



HIDROQUIMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA DE LOS ALREDEDORES DE LAS LAGUNAS CARRI LAUFQUEN

SURFACE AND GROUNDWATER HYDROCHEMISTRY OF THE SURROUNDINGS OF THE LAGUNAS CARRI LAUFQUEN

Pasquale Pérez, María Paz¹; Carol, Eleonora²; Álvarez, María del Pilar³; Eymard, Inés⁴; Bilmes, Andrés⁵; Ariztegui, Daniel⁴

¹Universidad Nacional de La Plata, ²Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC - CONICET), ⁴Department of Earth Sciences, University of Geneva, Switzerland, ⁵Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP-CONICET).

maripaz_950@hotmail.com

Resumen

En el centro sur de la Provincia de Río Negro desarrollada bajo un clima árido, se encuentra la cuenca endorreica de las lagunas Carri Laufquen Chica y Grande. El objetivo de este trabajo es efectuar una caracterización química del agua superficial y subterránea en los alrededores de dichas lagunas. Para ello se realizó en marzo de 2018 un monitoreo de aguas que comprendió puntos de toma de muestras de agua superficial procedentes de la laguna Carri Laufquen Chica y el arroyo Maquinchao y subterráneas de freáticos, molinos de estancias y mallines. En todos los puntos se determinó in situ con un equipo multiparamétrico el pH y conductividad eléctrica del agua y se extrajeron muestras para la determinación en laboratorio del contenido de iones mayoritarios. Los resultados obtenidos evidenciaron que existen cambios espaciales en las facies químicas y salinidad del agua asociadas principalmente a las variaciones geológico-geomorfológicas.

Palabras clave: ambientes áridos, facies hidroquímicas, cuencas endorreicas, Patagonia.

Introducción

Las lagunas Carri Laufquen Grande y Carri Laufquen Chica se ubican en la provincia de Río Negro, Argentina, entre los paralelos 41°00'00" y 41°14'30" Sur y meridianos 69°12'30" y 69°35'20" Oeste (Fig. 1). El clima de la zona es árido, con una media anual de precipitaciones de 205 mm entre los años 1981-2010, donde la máxima precipitación anual fue de 371 mm y la mínima de 54 mm. Las temperaturas medias mensuales no superan los 18°C de máxima en los meses más cálidos y 0,5°C de mínima en los más fríos (Alvarez et al., 2018).

La geología comprende formaciones volcánicas y sedimentarias, principalmente vinculadas con depósitos fluviales y lacustres, depositadas entre el Triásico y la actualidad. Asociada a las vulcanitas del Basalto Carri Laufquen (Oligoceno tardío – Mioceno temprano), se encuentra la meseta de nombre homónimo, que bordea la parte occidental de las dos lagunas. Al este de las mismas se encuentran antiguas líneas de costa, constituidas por depósitos de acreción lagunares de edad Pleistoceno – Holoceno (González et al., 1999).

La mayoría de los arroyos que alcanzan a las lagunas son de carácter efímero, transportando agua principalmente en épocas de tormenta. El arroyo Maquinchao le aporta aguas tanto a la laguna Carri Laufquen Chica como a la Carri Laufquen Grande, sirviendo además como conector entre ambas. Este arroyo presenta dos tramos con comportamientos muy diferentes: el inferior, que conecta a las lagunas, se encuentra seco, salvo en los sectores con "bolsones" permanentes; y el tramo superior, ubicado aguas arriba de la laguna Carri Laufquen Chica, es de carácter transitorio, transportando agua de deshielo cuando las nevadas son importantes.

El objetivo del trabajo fue realizar una caracterización química en relación al contenido de iones mayoritarios del agua superficial y subterránea en los alrededores de las lagunas Carri Laufquen Chica y Grande.



Materiales y métodos

En marzo de 2018 se realizó una campaña donde se midieron propiedades fisicoquímicas, in situ, y extrajeron muestras de agua superficial y subterránea de 22 puntos de monitoreo. Las muestras de agua superficial proceden de la laguna Carri Laufquen Chica y el arroyo Maquinchao y las subterráneas de frentímetros, molinos de estancias y mallines.

El pH y la conductividad eléctrica del agua se midieron con un equipo portátil (Lutron® WA-2017SD). Las determinaciones químicas se efectuaron en el Laboratorio de suelos de ecosistemas Patagónicos del Instituto Patagónico para el Estudio de los ecosistemas continentales y en el Laboratorio de Geoquímica del Centro de Investigaciones Geológicas, mediante métodos estandarizados (APHA, 1998). Calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), cloruro (Cl^-), carbonato (CO_3^{-2}) y bicarbonato (HCO_3^-) se determinaron por titulación; sodio (Na^+) y potasio (K^+) mediante fotometría de llama, y sulfato (SO_4^{-2}) y nitrato (NO_3^-) por espectrofotometría UV-Visible.

Los datos químicos fueron procesados utilizando el software Diagrammes (Simler, 2009) con el cual se graficaron los diagramas de Stiff. Esta información fue volcada en un sistema de información geográfica (ArcMap 10.2.2) con el fin de analizar espacialmente la variabilidad química del agua.

Resultados

El mapa de distribución de los gráficos Stiff (Fig. 1) muestra que existen variaciones tanto en las facies químicas como en las concentraciones iónicas. La Laguna Carri Laufquen Chica presenta agua bicarbonatada sódica con una conductividad eléctrica de 1175 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un pH de 9,13. Por su parte, el agua subterránea en las inmediaciones de la laguna hacia el tramo aguas arriba del arroyo Maquinchao, registró conductividades eléctricas entre 837 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1610 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y valores de pH entre 8,07 y 8,83. En esta zona, las facies químicas varían, siendo de tipo bicarbonatadas sódicas al sudeste de la laguna (CLE1) y sulfatadas sódicas al sur de esta (CLE6).

El agua del arroyo Maquinchao en el tramo que conecta a las dos lagunas, presenta valores de conductividad eléctrica entre 1152 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1240 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y pH entre 7,82 y 8,33, con facies predominantemente bicarbonatadas sódicas. Por su parte el agua subterránea en las proximidades del arroyo presentan conductividades entre 949 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1262 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores de pH entre 7,32 y 8,1. Estas muestras también son principalmente bicarbonatadas sódicas observándose en algunos casos una leve tendencia hacia sulfatadas (CLA7P). La similitud en la química del agua superficial y subterránea estaría evidenciando la interacción que existe entre el flujo de agua subterránea y el del arroyo tal como fue descritos en estudios hidrodinámicos (Alvarez et al., 2017).

Para la Laguna Carri Laufquen Grande, no pudieron ser colectadas muestras ya que al momento del muestreo estaba seca. Las muestras de agua subterránea cercanas a esta presentan conductividades eléctricas entre 1333 y 2770 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores de pH entre 8,47 y 8,78. En el pozo cercano a la laguna, el agua es bicarbonatada sódica, mientras que la muestra más alejada tiende a ser clorurada sódica. La tendencia a clorurada sódica estaría asociada a la presencia de sales evaporíticas de tipo halita que se forman en superficie cuando la laguna está seca y que pueden disolverse con el agua de lluvia incorporando iones al agua subterránea.

En la parte norte de la Laguna Carri Laufquen Grande limitando el área de meseta y en las áreas de sedimentos relacionados a antiguas líneas de costa de la laguna, el agua subterránea tiene valores de conductividad eléctrica que varían entre 1483 y 1919 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y de pH entre 7,56 y 7,94. En la zona de la meseta, la facies química es clorurada sódica, mientras que en las antiguas líneas de costa, la facies química es clorurada/sulfatada sódica.

Por último, los mallines que se desarrollan en las laderas de la meseta Carri Laufquen, registran diferencias espaciales en el tipo de agua y salinidad. Los mallines del sector norte tienen facies principalmente sulfatadas sódicas con conductividades eléctricas entre 919 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1051 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y pH entre 7,83 y 8,32. En la ladera sur, entre las dos lagunas, el agua de los

mallines tienen conductividades más bajas, entre 469 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 529 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores de pH entre 7,93 y 7,99 y facies de tipo bicarbonatada sódica. Estos bajos valores de salinidad podrían asociarse a una rápida infiltración del agua de lluvia o deshielo en las fracturas de los basaltos con cortos trayectos en el flujo subterráneo minimizando la adquisición de sales por la interacción con las rocas.

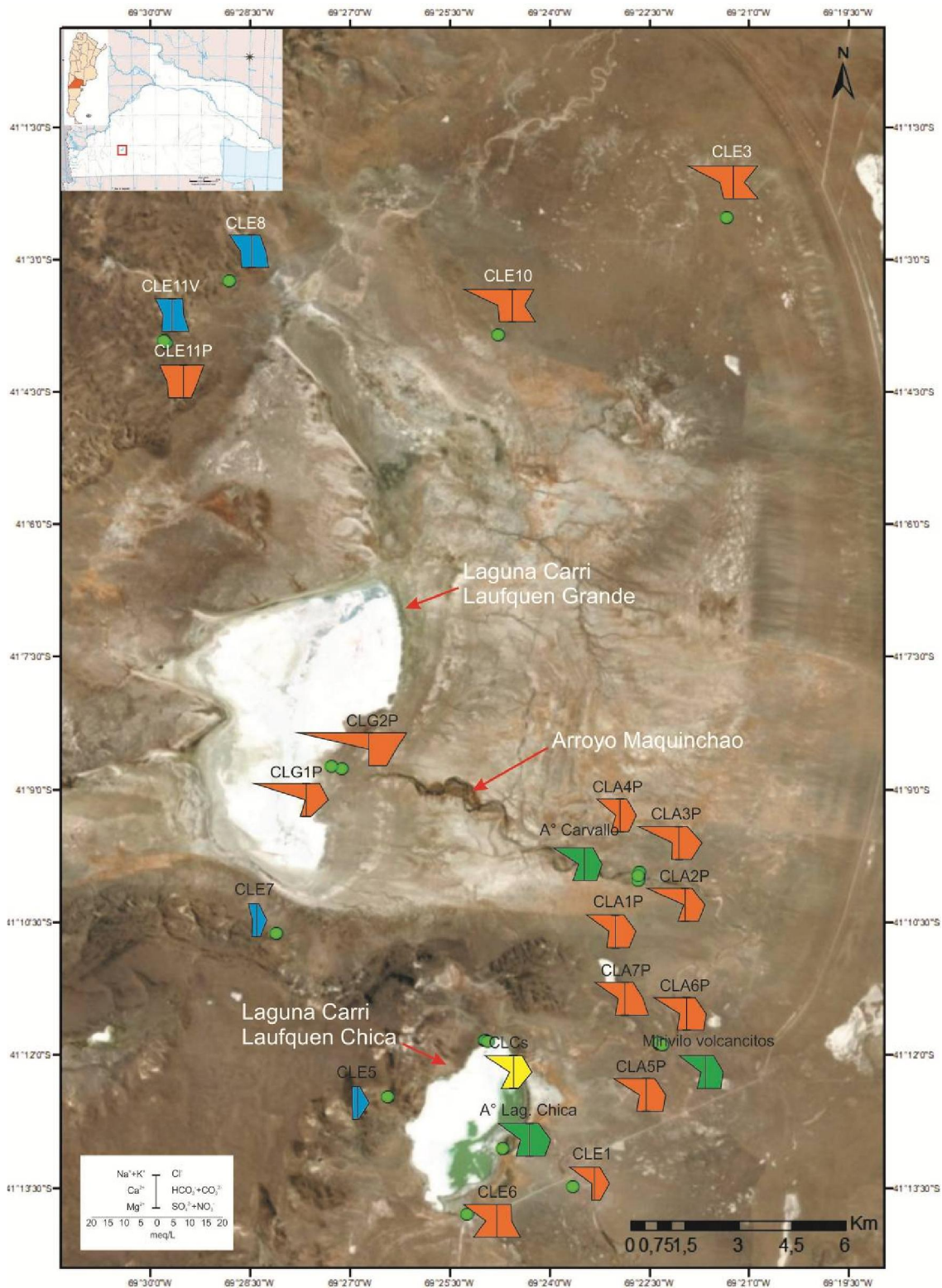


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Facies de agua a partir de diagramas de Stiff. Los colores de los diagramas corresponden a la procedencia del agua muestreada: Amarillo: laguna Carri Laufquen, Verde: arroyo Maquinchao; Naranja: agua subterránea de freáticos y molinos; Azul: mallines



Conclusiones

Los resultados obtenidos evidenciaron que existen cambios espaciales en las facies químicas y salinidad del agua superficial y subterránea en los distintos ambientes geológicos y geomorfológicos reconocidos en los alrededores de las lagunas Carri Laufquen Chica y Carri Laufquen Grande. Estos cambios en las facies ocurren principalmente en las proporciones aniónicas, mientras que en los cationes el Na^+ es en todos los casos el catión dominante. Dentro de los aniones en la mayoría de las muestras de agua superficial y subterránea el HCO_3^- es el que se encuentra en mayores proporciones, sin embargo existen variaciones hacia facies más cloruradas en el sector norte, y sulfatadas en el sector sur.

En relación a la salinidad, los mayores valores se asociaron a las muestras de agua subterránea en las adyacencias de la laguna Carri Laufquen Grande la cual se encontraba seca y con presencia de sales evaporíticas en superficie al momento del muestreo. Por otro lado las muestras de agua menos salinas se relacionan a los mallines que se desarrollan en las laderas de las mesetas basálticas, en particular en el sector de mesetas que se desarrolla entre las dos lagunas.

Bibliografía

- Alvarez M, Carol E., Eymard I., Bilmes A. y Ariztegui D.,** 2018. El agua subterránea como factor fundamental para el desarrollo de estromatolitos de agua dulce en la Patagonia Extra andina. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología, X Congreso Argentino de Hidrogeología. Hidrogeología Regional II, 133-140.
- APHA (American Public Health Association),** 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Twentieth ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC.
- González, P., Coluccia, A. y Franchi, M.,** 1999. Geología y Recursos Minerales de la Hoja 4169-III 'Ingeniero Jacobacci' (Provincia de Río Negro). Escala: 1:250.000. Servicio Geológico Minero Argentino. Subsecretaría de Minería de la Nación. Boletín N8 311. Buenos Aires.
- Simler, R.,** 2009. Diagrammes: Logiciel d'hydrochimie multilingage en distribution libre. Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon. Versión 6.59.