



CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS PRELIMINAR DEL IMPACTO DE LOS PROCESOS HIDROGEOQUÍMICOS EN LA CUENCA DEL RÍO CRUZ DEL EJE

PRELIMINARY CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF THE IMPACT OF HYDROGEOCHEMICAL PROCESSES IN THE CRUZ DEL EJE RIVER BASIN

Alvarez, Brenda Y.¹; Campodonico, Verena A.¹; Martinez, Jorge O.^{1,2}; Gaiero, Diego M.^{1,2}; Palomeque, Miriam E.^{1,2}

¹Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Vélez Sarsfield 1611, X5016DGA Córdoba, Argentina, ²Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Vélez Sarsfield 1611, X5016DGA Córdoba, Argentina.

bren.89@hotmail.com

Resumen

Se presenta un estudio preliminar sobre la caracterización hidrogeoquímica de la cuenca de aporte del río Cruz del Eje. El objetivo general del proyecto es analizar la respuesta hidrogeoquímica de la cuenca ante forzantes climáticos, litológicos, estructurales y antrópicos. Se definieron 3 subcuencas, correspondientes a los ríos La Candelaria, Quilpo y San Marcos. En esta primera caracterización se presentan los resultados de los parámetros físico-químicos medidos in-situ: pH, sólidos totales disueltos (STD), oxígeno disuelto, conductividad y alcalinidad y las perspectivas futuras de trabajo. A partir de los datos presentados, puede observarse que las subcuencas de los ríos Quilpo y La Candelaria se comportan de manera similar, mientras que la subcuenca del río San Marcos presenta valores superiores de los parámetros físico-químicos medidos, lo que podría deberse al mayor asentamiento urbano y la litología aflorante en esta subcuenca.

Palabras clave: hidrogeoquímica, meteorización, calidad de aguas/sedimentos, manejo integral de cuenca.

Introducción

Desde hace tiempo la comunidad científica internacional ha estudiado los sistemas hídricos actuales, con especial atención en los ríos de montaña (por ej., Aubert et al., 2001; Hagedorn y Whittier, 2015; Oliva et al., 2004). Wohl (2010) definió que un "río de montaña" es aquel que exhibe un gradiente mayor o igual a 0,002 m/m a lo largo de la mayor parte de la longitud de su canal principal. La caracterización del recurso hídrico superficial y subterráneo a nivel de cuenca resulta estratégica para la planificación de actividades agronómicas e industriales, así como también para la planificación del crecimiento urbano.

El presente trabajo se enmarca en una tesis doctoral cuyo objetivo general es analizar la variabilidad de la respuesta hidrogeoquímica de la cuenca de aporte del río Cruz del Eje (Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina) ante forzantes climáticos, litológicos, estructurales y antrópicos. La participación de los diferentes forzantes en la dinámica de los elementos químicos y de los procesos geoquímicos involucrados puede afectar la cantidad y calidad del recurso, cuyo manejo se torna crítico en este tipo de regiones áridas. La cuenca de estudio presenta una superficie aproximada de 1.840 km², y se encuentra entre los 30°30'00"-31°15'00" S, y los 64°29'00"-64°54'00" O en el arco NO de la provincia de Córdoba, Argentina (Fig. 1). Está limitada al O por las Sierras Chicas, al NE por la Sierra de Pajarillo-Copacabana y al S por las Sierras Grandes, abarcando parte del faldeo occidental de las Sierras Pampeanas de Córdoba. Estos cordones corresponden a bloques de falla separados por valles longitudinales, presentando una morfología asimétrica causada por el basculamiento hacia el E de los bloques mayores del basamento. La litología aflorante en el área de estudio es diversa (Fig. 1) e incluye complejos metamórficos de edad cámbrica: el Complejo metamórfico Cruz del Eje (gneis, migmatitas locales, rocas carbonáticas y anfibolitas), el Complejo Metamórfico La Falda (paragneis con intercalaciones de ortogneis; escasos bancos de mármol y rocas calcosilicatadas) y la Fm. Quilpo (metasedimentitas ricas en carbonato). Por otro lado, afloran

granitoides Ordovícicos (ej.: Tonalita La Fronda) y Devónicos (ej.: Granito Capilla del Monte), sedimentitas de edad Cretácica (Grupo el Pungo) y depósitos continentales cuaternarios (Candiani et al., 2001).

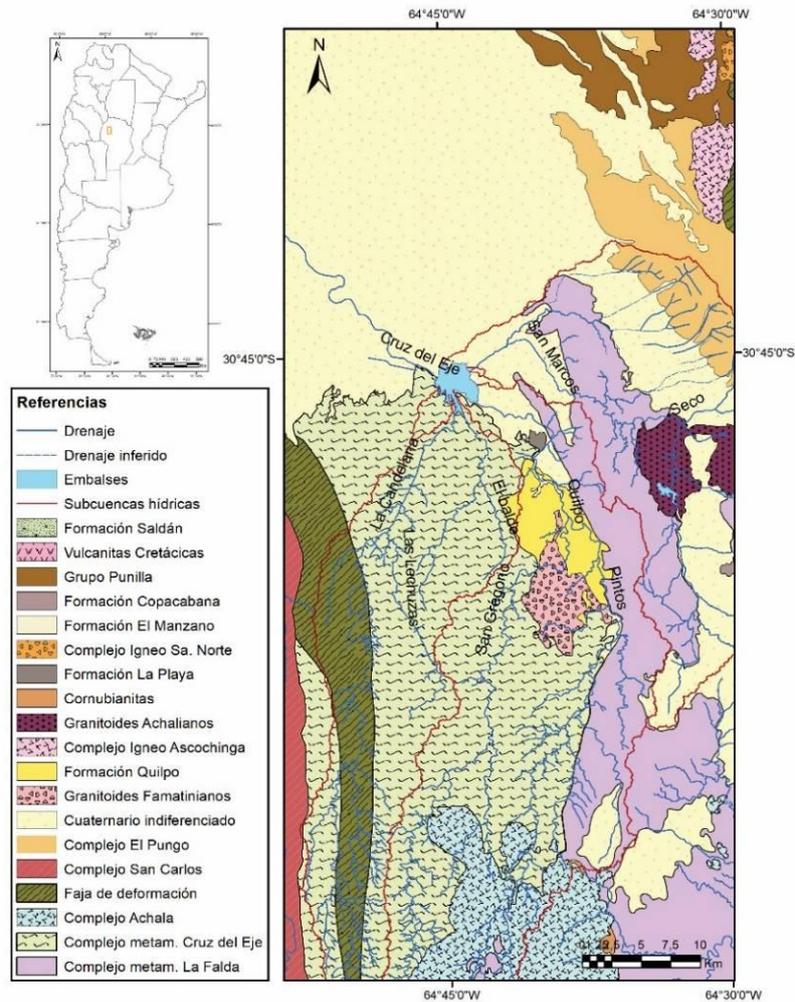


Figura 1. Mapa geológico de la cuenca del río Cruz del Eje

Hidrológicamente, la cuenca de aporte del río Cruz del Eje se puede subdividir en tres subcuencas (Fig. 1): 1) río La Candelaria, 2) río Quilpo, y 3) río San Marcos. Estos tres ríos confluyen para formar el río Cruz del Eje, en cuyo encuentro está emplazado el dique homónimo. La red de drenaje presenta un diseño dendrítico, aunque en algunas partes su diseño se transforma en angular o subparalelo.

El clima en el área de estudio es árido de sierras y bolsones, con una media anual de 18°C y una precipitación media anual de 580 mm, existiendo un período seco (mayo a septiembre) y otro húmedo (octubre a abril) (Candiani et al., 2001).

El uso del suelo de la región está ligado a la ganadería extensiva y extracción de leña en la zona de los ríos La Candelaria y San Marcos, mientras que en las cercanías del río Quilpo se realizan tareas agrícolas en secano y producción forestal de bosques implantados. Los asentamientos urbanos de la zona son de baja densidad y principalmente inciden sobre el río San Marcos y sus afluentes (VisorGeoINTA). Existen también pequeños desarrollos mineros a cielo abierto, como por ejemplo las canteras Quilpo.

Materiales y Métodos

Para este trabajo, se comenzó con una etapa preliminar de recopilación de datos y análisis de información previa. Asimismo, se inició el análisis de los datos meteorológicos disponibles para el área de estudio proporcionados por el Programa de Red Meteorológica Provincial, el INTA (Instituto

Nacional de Tecnología Agropecuaria) y la Bolsa de Cereales de Córdoba. Junto con esto se realizó un mapeo geológico/hidroológico de detalle mediante modelos de elevación digital.

A partir del análisis de las imágenes se planificó una red de muestreo para las tres subcuencas (ríos La Candelaria, Quilpo y San Marcos), donde se contempla la toma de muestras de aguas superficiales, vertientes, aguas subterráneas (de acuerdo a la disponibilidad de pozos en el sector de pedimento) y lluvias. Se realizará un muestreo bianual con el fin de analizar el efecto estacional de las precipitaciones y con una distribución espacial que permita registrar el impacto de los principales forzantes naturales y antrópicos en la señal química del agua. Asimismo, se contempla la toma de muestras de sedimentos de fondo de cauce y de rocas aflorantes. La primera campaña de muestreo se realizó en agosto de 2017 (a fines de la estación seca), donde se tomaron muestras de agua y sedimento de fondo de cauce. En las muestras de agua se realizaron mediciones *in situ* de rutina, tales como pH, Eh, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD), alcalinidad y oxígeno disuelto, siguiendo metodologías estandarizadas (por ej., Namiesnik y Szefer, 2010). A su vez se midieron caudales en algunos puntos de muestreo. Los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente mediante el software InfoStat.

Posteriormente, en las muestras de agua se realizarán las determinaciones analíticas de iones mayoritarios y elementos traza, isótopos estables ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$) y parámetros de calidad de agua (por ej., DBO, DQO, nitrógeno total, amonio, fósforo total, carbono orgánico e inorgánico, plaguicidas, etc.). Por otra parte, se determinará la mineralogía y la composición química de los sedimentos de fondo de cauce y de las rocas.

Resultados

Las aguas superficiales de la cuenca presentan un valor medio de pH de 8,58 y una alcalinidad media de 163,54 mg/L. Asimismo, las aguas exhiben valores medios de conductividad eléctrica de 391,57 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 23,11% de oxígeno disuelto y 196,08 mg/L de sólidos totales disueltos (STD). A nivel de subcuencas, en la Fig. 2 se pueden observar los valores de los parámetros físico-químicos obtenidos.

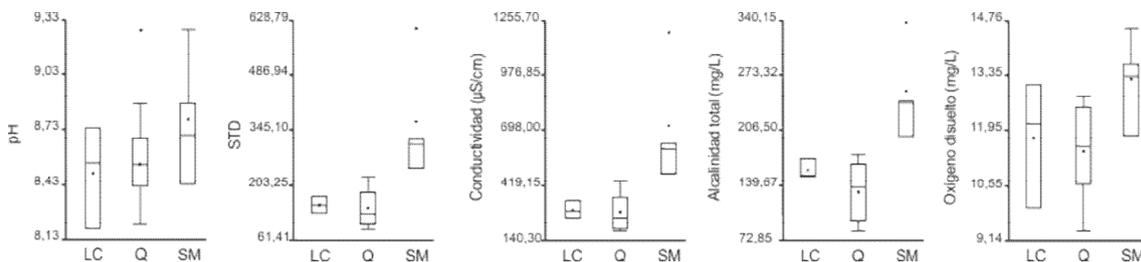


Figura 2. Gráficos de caja con los principales parámetros físico químicos de las subcuencas.

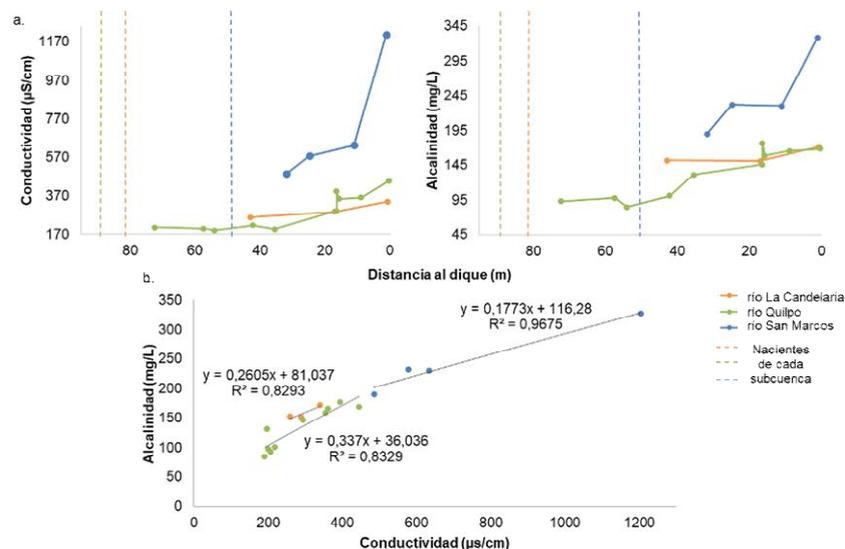


Figura 3. a. Gráficos de dispersión de la conductividad y la alcalinidad en función de la distancia a la desembocadura. b. Gráfico de correlación entre la alcalinidad y la conductividad



Así, se distingue una diferencia en el comportamiento de la subcuenca del río San Marcos con respecto a las restantes subcuencas analizadas. La misma presenta valores mayores de pH, conductividad eléctrica, STD, alcalinidad y oxígeno disuelto. Por otro lado, en la Fig. 3a se muestran los gráficos de dispersión en donde se representó la variación de algunos parámetros físico-químicos en las tres subcuencas en función de la distancia a la desembocadura (dique Cruz del Eje). Puede observarse que los valores de alcalinidad y conductividad en general aumentan hacia la desembocadura en las tres subcuencas. A su vez, estos parámetros presentan una correlación significativa (Fig. 3b), teniendo valores de r^2 entre 0,8 y 0,9, sugiriendo que los valores de alcalinidad se hallan íntimamente relacionados con los contenidos de sales disueltas en el agua.

Conclusiones

Este trabajo muestra resultados preliminares del comportamiento geoquímico de la cuenca del río Cruz del Eje. Las subcuencas de los ríos La Candelaria y Quilpo presentan valores similares de parámetros físico-químicos, mientras que la subcuenca del río San Marcos exhibe valores mayores de pH, conductividad eléctrica, STD y oxígeno disuelto. Inferimos que esta respuesta puede estar dada en parte por los forzantes litológicos, ya que el río San Marcos atraviesa sedimentos cuaternarios y afloramientos graníticos, mientras que los otros ríos escurren principalmente sobre afloramientos metamórficos. Por otra parte, el río San Marcos presenta una mayor urbanización sobre sus márgenes, lo cual podría también afectar las propiedades físico-químicas del agua. En base a la campaña realizada se proyectó una nueva red de muestreo con una mayor densidad de muestras en las nacientes de cada subcuenca, para precisar los forzantes naturales y antrópicos que determinan la señal química de las aguas.

Bibliografía

- Aubert D, Stille P, Probst A**, 2001. REE fractionation during granite weathering and removal by waters and suspended loads: Sr and Nd isotopic evidence. *Geochim. Cosmochim. Acta* 65(3), 387-406.
- Bolsa de Cereales de Córdoba**, <http://www.bccba.com.ar/datos-historicos-6393.html#tab-1>.
- Candiani, J. C., Carignano, C., Stuart-Smith, P., Lyons, P., Miró, R., López, H.**, 2001. Hoja Geológica 3166-II - Cruz del Eje. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires, Argentina. Boletín N° 249.
- Hagedorn B, Whittier RB**, 2015. Solute sources and water mixing in a flashy mountainous stream (Pahsimeroi River, U.S. Rocky Mountains): Implications on chemical weathering rate and groundwater-surface water interaction. *Chem. Geol.* 391, 123-137.
- Namiesnik J, Szefer P (Eds.)**, 2010. Analytical measurements in aquatic environments. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Oliva P, Dupré B, Martin F, Viers J**, 2004. The role of trace minerals in chemical weathering in a high-elevation granitic watershed (Estibère, France): Chemical and mineralogical evidence. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68,2223-2244.
- Programa de Red Meteorológica Provincial**, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Gobierno de la Provincia de Córdoba, <https://magya.omixom.com>.
- VisorGeoINTA**, <http://visor.geointa.inta.gob.ar/>.
- Wohl E**, 2010. Mountain rivers revisited. American Geophysical Union, Water Resources Monograph 19: 1-576. Washington DC.