



VARIACIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA EN RELACIÓN AL BALANCE HÍDRICO. CUENCA DEL ARROYO EL PESCADO

CHEMICAL VARIATION OF SURFACE AND GROUNDWATER IN RELATION TO WATER BALANCE. WATERSHED OF EL PESCADO CREEK

Delgado, María Isabel^{1,2,3}; Carol, Eleonora^{3,4}; Mac Donagh, María Elicia² y Casco, María Adela^{2,3}

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, ²División Fisiología, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, ³CONICET, ⁴Centro de Investigaciones Geológicas, CONICET-UNLP.

isabeldelgado@agro.unlp.edu.ar

Resumen

La cuenca del arroyo El Pescado se ubica en el noreste de la provincia de Buenos Aires y actualmente se encuentra atravesando un intenso proceso de cambio en el uso del suelo. El objetivo fue analizar la variación química del agua superficial y subterránea a escala de cuenca, en relación a las características hídricas previas a los muestreos. Se diseñó una red de monitoreo de 10 puntos de agua superficial y 8 puntos de subterránea freática. Los muestreos se realizaron en julio, noviembre y diciembre de 2017. Los iones mayoritarios se analizaron en laboratorio siguiendo métodos estandarizados y se realizó un balance hídrico diario. Las diferencias espaciales en la cuenca son más notables en el agua subterránea. Los resultados obtenidos evidencian cómo las variaciones en los balances hídricos a corto plazo condicionan la química del agua superficial, en tanto que no tienen influencia de relevancia en el agua subterránea.

Palabras clave: iones mayoritarios, déficit hídrico, cuenca hidrográfica, balance hidrológico.

Introducción

La cuenca del arroyo El Pescado en el noreste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1) ocupa una superficie de 349 km² y su territorio abarca parte de los municipios de La Plata, Magdalena y Berisso. Si bien es una cuenca mayormente rural, actualmente se encuentra atravesando un intenso proceso de cambio en el uso del suelo, tendiente a la intensificación de actividades hortícolas y a procesos de urbanización (Delgado et al., 2018).

Desde el punto de vista fisiográfico es una cuenca de llanura donde las cotas oscilan entre 30 m snm en el sector de cabeceras y entre 5 y 0 m snm en el sector de desembocadura en el Río de la Plata. El balance hídrico anual considerando periodos extensos (más de 20 años) evidencia excesos hídricos entre abril y octubre y déficit hídricos entre noviembre y marzo (Delgado et al., 2018). El agua que escurre por el curso del arroyo proviene tanto de los excedentes hídricos como de la descarga del agua subterránea desde el acuífero freático, el cual recarga a partir de la infiltración del agua de lluvia (Carol et al., 2012). Bajo estas condiciones es de esperar que variaciones en los parámetros asociados al balance hídrico tales como precipitaciones, procesos de evapotranspiración y estado de saturación del suelo, se reflejen en la química del agua. En base a esto, el objetivo del trabajo fue analizar la variación química del agua superficial y subterránea de dicha cuenca en relación a las características hídricas previas a los muestreos.

Materiales y Métodos

Se diseñó una red de monitoreo que comprende 10 puntos de medición y muestreo de agua superficial y 8 puntos de agua subterránea freática. Los datos presentados en este trabajo corresponden a campañas de muestreo realizadas en julio, noviembre y diciembre de 2017. Durante los muestreos se midieron in situ el pH y la conductividad eléctrica (CE) del agua con un equipo multiparamétrico Horiba U10 y se extrajeron muestras de agua para la determinación de iones mayoritarios. Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Geoquímica del Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) a partir de métodos estandarizados (APHA, 1998) incluyéndose tres repeticiones. Los carbonatos (CO₃²⁻), bicarbonatos (HCO₃⁻),



cloruros (Cl^-), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}) fueron determinados por titulación. Sodio (Na^+) y potasio (K^+) por fotometría de llama, sulfatos (SO_4^{-2}) y nitratos (NO_3^-) por espectrofotometría UV-Visible. Se construyeron gráficos de Stiff mediante el software Diagrammes (Simler, 2009) para una mejor representación de la concentración iónica, que permitiera comparar la relación entre el agua superficial y subterránea, en distintos escenarios hidrológicos.

Para analizar los datos químicos en función de las características hídricas se efectuaron balances hídricos diarios por el método de Thornthwaite–Mather (1957). Los datos meteorológicos (precipitación y temperatura) proceden de la Estación Experimental Ing. Agr. J. Hirschhorn próxima a la zona de cuenca alta y fueron obtenidos a partir del Boletín Agrometeorológico (FCAYF-UNLP).

Resultados y discusión

Si se analiza la química del agua superficial y subterránea mediante gráficos de Stiff (Fig. 1), puede apreciarse que en todos los muestreos en el agua superficial se incrementa el contenido salino desde cabeceras a desembocadura con facies predominantemente bicarbonatadas sódicas. En el agua subterránea las variaciones de la composición química son menos notorias presentando también facies predominantemente bicarbonatadas sódicas pero con contenidos salinos superiores a los del agua superficial, presentando únicamente facies cloruradas sódicas en el punto de muestreo próximo a la desembocadura en el Río de la Plata. Las menores concentraciones iónicas en el agua superficial respecto de la subterránea, registradas en todos los muestreos, evidencian que el aporte de la descarga subterránea es muy bajo respecto al del escurrimiento superficial.

Asimismo, si se comparan los tres muestreos se registran variaciones temporales. Estas variaciones no estarían asociadas a las características hídricas del balance anual anteriormente descrito, en el cual el muestreo de julio representa los mayores excedentes hídricos con baja evapotranspiración (Fig. 2 a) y por ende mayor dilución del agua. Nótese que en los datos relevados, es noviembre el muestreo que registra las menores concentraciones pese a que en balances anuales a largo plazo es un mes caracterizado por déficit hídrico. Esto muestra entonces que los datos químicos relevados reflejan variaciones hídricas que ocurren a menor escala temporal, indicando la sensibilidad hídrica que la hidroquímica de la cuenca presenta.

El muestreo de julio representa un muestreo en un periodo de excesos hídricos donde el suelo se presenta con la mayor reserva de agua (Fig. 2 b), sin embargo, los meses precedentes (enero-junio) presentan claros déficit hídricos que consumen la reserva de agua en el suelo. En junio la reserva de agua se recupera con las precipitaciones que superan los 40 mm, no obstante las escasas precipitaciones invernales hacen que esta reserva se consuma durante el invierno pese a la baja evaporación. De esta manera, el muestreo de julio si bien representa un periodo dentro del año hidrológico de excesos hídricos, también refleja el déficit hídrico y las escasas precipitaciones precedentes. Esta característica se observa principalmente en el agua superficial la cual responde directamente al balance hídrico, no así en el agua subterránea donde las variaciones son a largo plazo. La CE en aguas superficiales se triplica desde las nacientes hasta la desembocadura (yendo desde 0,13 a 0,67 mS/cm), en cambio en el agua subterránea la CE aumenta desde 0,75 en la cabecera hasta 14,8 mS/cm en la desembocadura.

Por su parte, el muestreo de noviembre representa en el balance hídrico diario un momento en que los cinco meses precedentes la reserva del suelo es prácticamente máxima dominando el escurrimiento superficial y donde aún la evapotranspiración es baja en relación a la precipitación. Estas características con dominio de escurrimiento superficial y baja concentración de sales por evapotranspiración explican los bajos contenidos salinos que ocurren principalmente en el agua superficial del sector de cabeceras (variando su CE desde valores mínimos de 0,06 en cabecera hasta 0,54 mS/cm en la zona de desembocadura) donde el aporte desde la descarga subterránea es proporcionalmente menor. Se destaca que los tributarios del sector sudoeste presentan menor salinidad, la cual podría estar dando indicios de que existe un dominio del escurrimiento superficial en estos sectores producto de la impermeabilización que ocasiona la zona hortícola con invernáculos (Delgado et al., 2018).

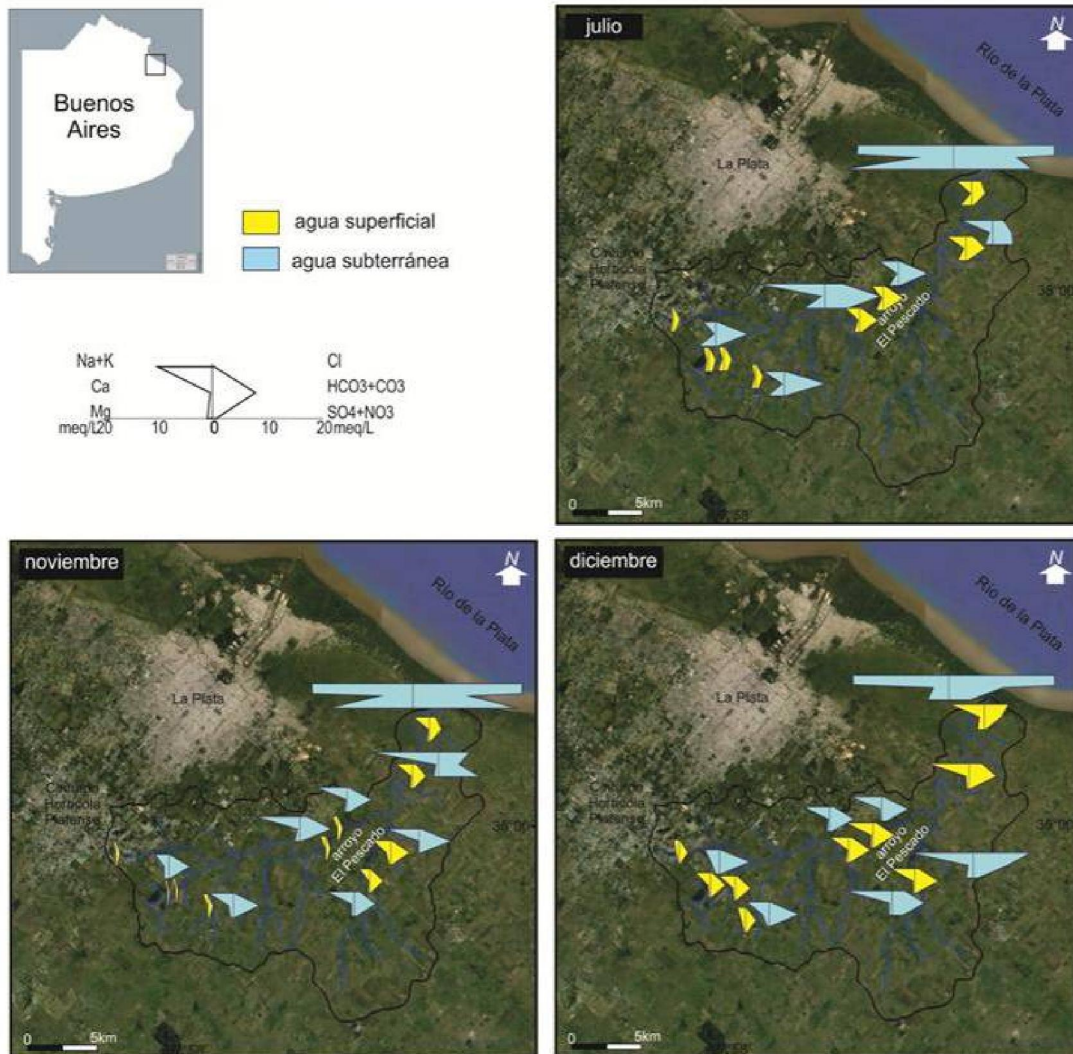


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Gráficos de Stiff ilustrando la concentración de iones mayoritarios (meq/L) para los distintos sitios en los tres muestreos estudiados.

Por último, en el muestreo de diciembre comienza a incrementarse el contenido salino en el agua superficial (aumentando el valor del CE desde 0,22 en la zona de cabecera hasta 1,32 mS/cm en la desembocadura de la cuenca) producto de que la reserva del suelo es menor, y por ende el escurrimiento superficial tiende a ser menor. A su vez, la evapotranspiración adquiere mayor relevancia en esta época del año. Al igual que en los muestreos anteriores estas características se evidencian en el agua superficial, no así en la subterránea cuya química es menos variable.

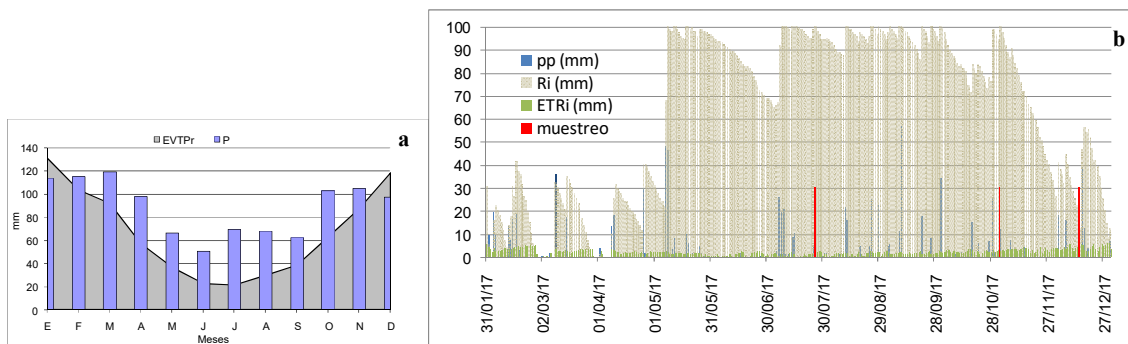


Figura 2. a) Balance hídrico anual para el periodo 1987-2016 (extraído de Delgado et al., 2018) y b) balance hídrico para el periodo estudiado.



Conclusiones

Los resultados obtenidos ponen en evidencia cómo las variaciones en los balances hídricos a corto plazo condicionan la química del agua superficial. Asimismo, existen indicios de que la impermeabilización del suelo ocasionada por la actividad hortícola también ejerce influencia sobre el escurrimiento superficial dentro del balance hídrico, reflejándose en la química del agua. Por su parte, la química del agua subterránea si bien varía espacialmente, no presenta variaciones importantes en relación al balance hídrico considerando el periodo muestreado, lo que indicaría que los cambios a corto plazo no tienen influencia de relevancia en la misma.

Bibliografía

- APHA**, 1998. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 20th ed. Washington, DC.
- Carol, E., Kruse, E., Laurecena, P., Rojo, A., Deluchi, M.**, 2012. Ionic exchange in groundwater hydrochemical evolution. Study case: the drainage basin of El Pescado creek (Buenos Aires province, Argentina). *Environmental Earth Sciences*. 65: 421-428.
- Delgado, M.I., Carol, E., Casco, M.A. Mac Donagh, M.E.**, 2018. The Peri-Urban Interface: Hydrological Effects of Anthropogenic Pressure. *Pollution Research*, 37: (May Suppl.): 83-91.
- Simler, R.**, 2009. Diagrammes: Logiciel d'hydrochimie multilangage en distribution libre. Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon. Versión 6.59.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R.**, 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publication in Climatology*, 10: 185-311.