

# ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EN AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO CALERA, TUCUMÁN

Mónica Rodríguez<sup>1</sup>, Ana Sfer<sup>2</sup>, Magdalena Rodriguez Areal<sup>1</sup>, Adriana Sales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Química Analítica. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. UNT. Ayacucho 471. S. M. de Tucumán. CP 4000. E-mail: [monanni@fbqf.unt.edu.ar](mailto:monanni@fbqf.unt.edu.ar).

<sup>2</sup>Departamento de Matemática. Facultad de Ciencias Exactas. UNT. Av. Independencia 1800. S. M. de Tucumán. CP 4000.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Calera se ubica en el noreste de la provincia de Tucumán, República Argentina. El río Calera y sus afluentes poseen bajo caudal medio anual por lo que el recurso subterráneo constituye una alternativa importante para el abastecimiento de agua de esta zona. En ella se encuentra un importante asentamiento humano distribuido en toda la cuenca cuya actividad económica principal es la agrícola-ganadera.

Debido a la gran heterogeneidad litológica de la región y al elevado número de datos de análisis químicos disponibles, resulta complicada la caracterización hidroquímica de la zona en estudio. Por esto se recurrió al análisis estadístico multivariado que ha sido exitosamente aplicado a un gran número de estudios hidroquímicos.

El Análisis de Componentes Principales (PCP) es una técnica multivariante exploratoria que permite reducir la dimensionalidad de los datos con la menor pérdida posible de información (1) simplificando la interpretación de sistemas de datos complejos. El PCP es una valiosa herramienta para establecer la hidroquímica de los ríos como lo demuestran numerosos estudios llevados a cabo (2,3) y para establecer la calidad del agua (4).

El objetivo del presente trabajo es aplicar el análisis de componentes principales a los datos de análisis químicos obtenidos con el fin de reducir el número de variables estudiadas e identificar aquellas perforaciones cuyas aguas sean más representativas de la zona de estudio. Esto permitirá estudiar los posibles equilibrios químicos entre los iones componentes del agua y las rocas por las que circula.

## METODOLOGÍA

### *Muestreo y acondicionamiento de las muestras*

Se tomaron muestras de agua de 16 (dieciséis) pozos correspondientes a acuíferos libres, 25 (veinticinco) pozos correspondientes a acuíferos semiconfinados y 3 (tres) muestras de agua superficial, teniendo en cuenta todas las precauciones para que no se produzca ninguna modificación de las mismas entre el momento de la toma de las muestras y su análisis.

Las muestras fueron recogidas en botellas plásticas de dos litros de capacidad previamente descontaminadas con HNO<sub>3</sub> (Merck,p.a.) al 20% y enjuagadas con agua destilada y desionizada (NANO pure, Barnsted).

Simultáneamente se trabajó con "muestras blanco", que contenían agua destilada, las que se preservaron y analizaron de idéntica forma que las muestras, como control de que ha sido adecuada la elección del recipiente y los procedimientos de limpieza realizados en los mismos.

### *Procedimientos*

Las determinaciones realizadas sobre las aguas estudiadas incluyeron los análisis químicos de las especies  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y la determinación de pH, Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales Disueltos (TDS) y Dureza Total. Se usaron para el análisis químico las técnicas normalizadas sugeridas en APHA, AWWA, WPCF (1992) (5). Para realizar la medición del pH de las muestras se usó la técnica de potenciometría directa usando un peachimetro Mettler Delta 320 con electrodo combinado de vidrio. La conductividad se midió con un conductímetro Tacussel CD 78. Los sólidos totales disueltos se obtuvieron en base a los valores de conductividad. La investigación de cloruros se realizó mediante el método de Mohr que consiste en una titulación por precipitación con nitrato de plata. La determinación de sulfatos se realizó por el método turbidimétrico con cloruro de bario. La determinación de carbonatos y bicarbonatos se realizó mediante una Volumetría de Neutralización usando ácido clorhídrico estandarizado como solución valorante y la técnica de sucesión de indicadores, fenolftaleína y verde de bromo cresol, sugerida por Warder. Las determinaciones de los constituyentes catiónicos, sodio y potasio, se llevaron a cabo por Fotometría de Llama. El contenido de calcio y magnesio se obtuvo a través de una titulación complexométrica usando EDTA y una combinación de indicadores, NET y murexida.

### *Análisis estadísticos*

El PCP se realizó con el programa estadístico Stata. Se trabajó con matriz de varianzas y covarianzas considerando las 44 muestras estudiadas y las variables correspondientes a los cationes y aniones mayoritarios:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{Cl}^-$ . Se realizó este análisis también dividiendo la zona según su geología obteniéndose resultados similares a los obtenidos al trabajar con toda la región en estudio.

## **RESULTADOS**

Al aplicar el PCP a los datos se obtuvieron los siguientes resultados.

Se determinó que el primer componente explica el 70,83% de la varianza acumulada, el segundo el 92,99% y el tercero el 98,52%. El gráfico de sedimentación mostró que a partir del tercer componente los autovalores toman prácticamente el mismo valor para el resto de los componentes. En base a lo expuesto, se seleccionaron tres componentes principales ya que se consideró satisfactorio el 98,52% de la varianza explicada.

También se observó que en el primer componente, el mayor peso lo da la variable  $\text{SO}_4^{2-}$  seguida de la variable  $\text{HCO}_3^-$ ; en el segundo componente la variable  $\text{HCO}_3^-$  tiene el mayor peso seguida de la variable  $\text{SO}_4^{2-}$  y en el tercer componente la variable de mayor peso es el  $\text{Na}^+$ .

Además se determinaron las perforaciones que mejor representan a la región con lo que se identificaron dos zonas: una al oeste de la cuenca donde quedaron seleccionadas perforaciones correspondientes a acuíferos freáticos y otra al este de la misma donde se seleccionaron perforaciones correspondientes a acuíferos semiconfinados.

## **CONCLUSIONES**

Se concluyó de acuerdo a lo analizado que las variables que mejor representan el sistema estudiado son:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{Na}^+$ . Estos parámetros concuerdan con la composición de las rocas que conforman las estructuras geológicas de la región ya

que en ella existen depósitos de calizas (aportan  $\text{HCO}_3^-$ ), de yeso (aportan  $\text{SO}_4^{2-}$ ) y de halita (NaCl) distribuidos irregularmente en toda la región.

Por otro lado las zonas este y oeste de la cuenca son las que presentan las mayores concentraciones en las variables seleccionadas, quedando entre ellas una zona central de transición.

## **REFERENCIAS**

- 1- Peña Daniel. (2002). Análisis de datos multivariantes. Editorial: Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.V.
- 2- Morales, M. M.; Martí, P.; Llopis, A.; Campos, L. & Sagrado, S. (1999). An environmental study by factor analysis of surface seawaters in the Gulf of Valencia (Western Mediterranean). *Analytica Chimica Acta* 394 (1), 109-117.
- 3- Helena, B.; Pardo, R.; Vega, M.; Barraro, E.; Fernández, J. M. & Fernández, L. (2000). Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. *Water Res.* 34(3), 807-816.
- 4- Praus, P. (2005). Water quality assessment using SVD-based principal component analysis of hydrological data. *Water SA* 31(4), 417-422.
- 5- APHA, AWWA, WPCF. (1992). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos. Madrid, España.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. José P. López, director del proyecto "Petrología y Geoquímica del basamento metamórfico y de intrusivos graníticos de cumbres Calchaquíes, Sierra de Aconquija y Sierra de Quilmes, Provincias de Tucumán y Catamarca. Interacción con el medioambiente" subsidiado por el CIUNT. Código: 26/G 427.