

QAG1402

MECANISMO NATURAL CONTROLANDO LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SALES DISUELTAS EN AGUAS DEL RÍO PÁNUCO: DATOS DE TAMAULIPAS

Guzmán Palomino Abraham, Ramírez Juárez Adrián, Betancourt Mar Juvencio Alberto

Mexican Institute Of Complex Systems, Calle Tlaxcala N°111 Col. Unidad Nacional,
Cd. Madero, Tamaulipas, México.

guzmanabraham151@gmail.com

RESUMEN

Existen tres mecanismos naturales que controlan la química de aguas superficiales: la precipitación atmosférica, el dominio de roca y la evaporación, que pueden visualizarse en la representación diagramática de (Gibbs,1970). Con base en resultados de seis años de análisis químicos en el río Pánuco proporcionados por la CONAGUA, en el presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por Gibbs, encontrándose que la hidroquímica del río Pánuco exhibe un dominio natural por meteorización de rocas.

Palabras clave: Río Pánuco, hidroquímica, meteorización, diagrama de Gibbs

ABSTRACT

There are three natural mechanisms that control the chemistry of surface waters: atmospheric precipitation, rock dominance and evaporation, which can be viewed in the diagrammatic representation of Gibbs (1970). Based on results of six years of chemical analysis in the Panuco River provided by the CNA, in this paper the methodology proposed by Gibbs was used, it was found that the hydrochemistry of the Panuco River exhibits a domain by weathering of rocks and these can be classified bicarbonated-type calcium and / or magnesium.

Keywords: Pánuco River, hydrochemistry, weathering, Gibbs diagram

INTRODUCCIÓN

El diagrama de Gibbs es una representación diagramática que ha servido como base para discutir los mecanismos que controlan la composición química de los cuerpos de agua en la superficie de la tierra: la precipitación atmosférica, el dominio de rocas y el proceso de evaporación a través de graficar la razón de $\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{++})$ o $\text{Cl}^- / (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$ contra el total de sales disueltas (TSD) en el agua de los mismos (GIBBS, 1970). La composición química de aguas salinamente baja es controlada por la cantidad de sales disueltas proporcionada por la precipitación atmosférica. El segundo mecanismo controlante de la química de las aguas superficiales es el dominado por la meteorización de las rocas, en el que como su nombre lo indica, la composición química del agua se encuentra en equilibrio parcial con los materiales en las cuencas y su posición en el diagrama depende del relieve, clima y tipo de material en cada región. El tercer principal mecanismo que controla la composición química de las aguas superficiales es causado por el proceso de evaporación¹; los cuerpos de agua dominados por este mecanismo se localizan en áreas muy cálidas y se observa que los ríos tienen cambios de composición química a medida que fluyen hacia los océanos. Este cambio desde la zona rica en calcio y salinidad media hacia la zona rica en sodio y de alta salinidad es debido a la evaporación, lo que incrementa la salinidad y la precipitación de CaCO_3 . Las varias aguas marinas se agrupan en este mimburo final alto en sodio. La idea de que estos tres mecanismos controlan la química de las aguas en el mundo es corroborada al considerar que los principales aniones y cationes de las aguas superficiales son el cloro, bicarbonato, calcio y sodio. Estos tres mecanismos son los tres principales factores que controlan la composición de sales disueltas en las aguas del mundo, además de la influencia de otros factores como el relieve, la vegetación y composición material de las cuencas (KILLHAM, 1990; MIRETZKY *et al.*, 2001; WANG *et al.*, 2010). Está claro que aún queda mucho por dilucidar en esta metodología para iluminar los procesos controlando la química de las aguas superficiales sin embargo, el uso de esta herramienta elucida información útil sobre la hidroquímica de los cuerpos de agua superficiales.

La cuenca del río Pánuco se encuentra situada geográficamente en los 19°01' y 23°05' latitud norte, y entre 97°50' y 101°21' longitud oeste. El río Pánuco es fuente principal de irrigación agrícola y suministro de agua municipal e industrial en Tampico-Madero y Altamira. El análisis de los principales cationes y aniones del agua de este río pueden revelar la naturaleza de la meteorización de roca, la evaporación o la precipitación y sobre una base ampliada de datos analíticos en futuras investigaciones las influencias antropogénicas sobre la calidad del agua podrían ser evaluadas a partir de las fluctuaciones del mecanismo natural que controla la composición química del río. El objetivo del presente trabajo es determinar el mecanismo natural que controla la composición de las sales disueltas en el río Pánuco por medio del diagrama de Gibbs.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de presente trabajo previamente fueron solicitados los resultados analíticos de la calidad del agua del río Pánuco, para los cuales, se nos proporcionó aquellos realizados en 1994 y consecutivamente del año 2001 al 2006 por el laboratorio regional Golfo Norte de la CNA en el sitio "El Alamo" con coordenadas geográficas: latitud 22.091389, longitud -98.193333 (Figura 1). Cabe señalar que para los datos obtenidos del año 2001 al 2006 no se realizaron los análisis del catión Na^+ por lo que se utilizó la concentración equivalente de $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. Utilizando los datos hidroquímicos anteriormente descritos del año al 2001-2006 se obtuvieron los gráficos de la relación en peso de $\text{Cl}^- / (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$ para el caso los aniones y para el caso de los cationes obtenidos se obtuvo un gráfico de la relación en peso de $\text{Na}^+ + \text{K}^+ / (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++})$, ambos contra el

total de sales disueltas. Para el caso de los datos del año de 1994 se utilizó la misma relación descrita anteriormente para los aniones y se utilizó la relación en peso de $\text{Na}^+/\text{Na}^++\text{Ca}^{++}$ para los cationes. Posteriormente se observaron y discutieron los diagramas obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mecanismos de primer orden que contraloran la composición química de las aguas superficiales del mundo pueden ser definidos como la precipitación atmosférica, la meteorización de roca y el proceso de evaporización-cristalización, (Figura 2). Una manera simple para juzgar dichos mecanismos controlantes es graficar el total de sales disueltas (TSD) contra la relación en peso de $\text{Na}^+/(\text{Na}^++\text{Ca}^{++})$ y $\text{Cl}^-/(\text{Cl}^-+\text{HCO}_3^-)$ para sus cationes y aniones respectivamente. Para el caso de este trabajo se incluyó la relación en peso $\text{Na}^++\text{K}^+/\text{Na}^++\text{K}^++\text{Ca}^{++}$ debido a la falta de la concentración del ion Na^+ en la información analítica recabada de la CNA, sin embargo es sabido que para aguas naturales con poca o mediana mineralización el contenido de los iones de Na^++K^+ pueden ser calculados mediante diferencia de aniones y cationes (SUÁREZ et al, 2005). En los diagramas obtenidos en este trabajo, las tasas bajas de $\text{Cl}^-/(\text{Cl}^-+\text{HCO}_3^-)$ y $\text{Na}^+/(\text{Na}^++\text{Ca}^{++})$ y la moderada concentración de sólidos totales disueltos (<1000 mg/L) en las aguas muestreadas en la estación “El Alamo” por la CONAGUA en los años 2001-2006 en el río Pánuco sugieren que es un típico río dominado por la meteorización de roca según la representación diagramática de Gibbs (Figura 2), debido a que se puede observar que a pesar de ser resultados seis años distintos, estos tienden a concentrarse en la parte central de los diagramas (Figura 3). El resultado anteriormente descrito puede corroborarse con el diagrama obtenido en el año 1994, en el cual a pesar de la distancia temporal, se vuelve a repetir la posición de los puntos en la parte central del diagrama de Gibbs, tanto aniónico como catiónico (Figura 4). Habiendo encontrado que la meteorización de roca es el principal mecanismo natural controlando la química de las sales disueltas en el agua del río Pánuco de acuerdo a los datos obtenidos a través del laboratorio regional Golfo Norte de la CNA, es posible obtener información más específica sobre los tipos de meteorización de roca y fuentes de solutos pueden ser investigados de manera cualitativa utilizando diagramas binarios (YUAN, 2005; ZHANG et al 2006). Es bien sabido que la meteorización de diferentes rocas como carbonatos, silicatos y evaporitas producen diferentes tipos de cationes y aniones disueltos, (ZHANG et al, 2010) por ejemplo Na^+ y K^+ son suministrados por la meteorización de evaporitas y silicatos, Ca^{2+} y Mg^{2+} son suministrados por la meteorización de carbonatos, silicatos y evaporitas, HCO_3^- por carbonatos y silicatos, SO_4^{2-} y Cl^- por evaporitas. El grafico de la suma de Na^+ y K^+ contra Cl^- (figura 4a) expresa la relación entre estos iones para formar evaporitas de Halita (NaCl) y Silvita (KCl) y se observa que para concentraciones mayores de 0.1 meq/L de Cl^- la mayoría de las muestras se ajustan a la línea que caracteriza la fuente pura de evaporitas. El grafico de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ contra SO_4^{2-} (figura 4c) exhibe que hay una importante fuente de Ca^{2+} y Mg^{2+} de carbonatos o silicatos debido a la proximidad de los datos a la línea que representa la relación entre estos iones. La mayoría de las muestras se dispersan alrededor de la línea de tendencia 1:1 que muestran que existe disolución de los iones a partir de evaporitas puras de sulfatos. El grafico de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ contra $\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$ indica que la influencia química de bicarbonatos y sulfatos sobre el río (figura 4d). Además, la intensa actividad agrícola puede a largo plazo aumentar la erosión del suelo y aumentar la cantidad de sales disueltas en el río.

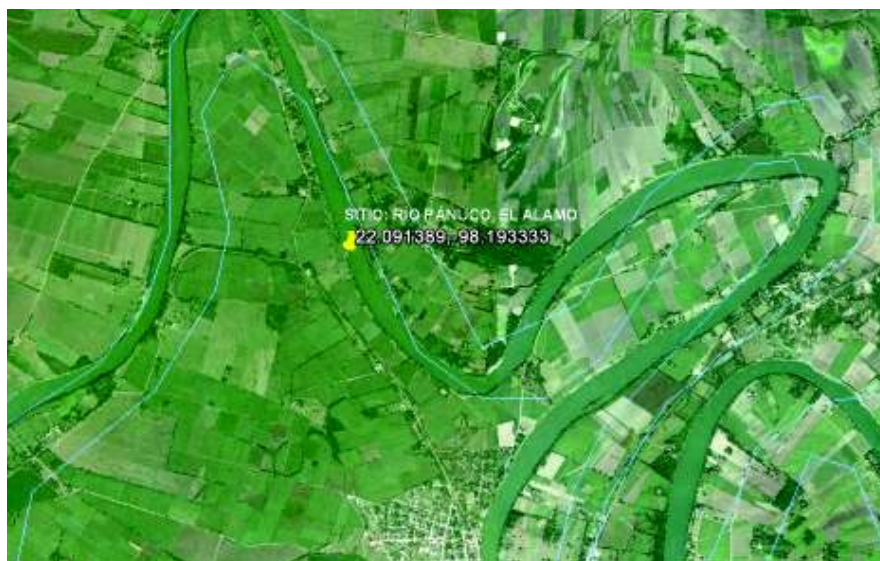


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de muestreo de los datos recabados en el río Pánuco. Fuente: Google Earth

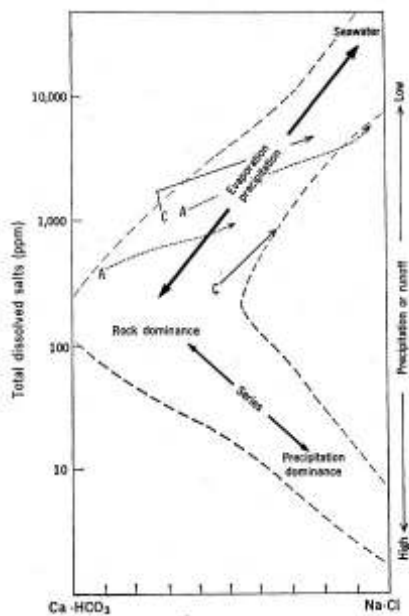


Figura 2. Representación diagramática de los procesos controlando la composición química de las aguas superficiales según (Gibbs, 1970)

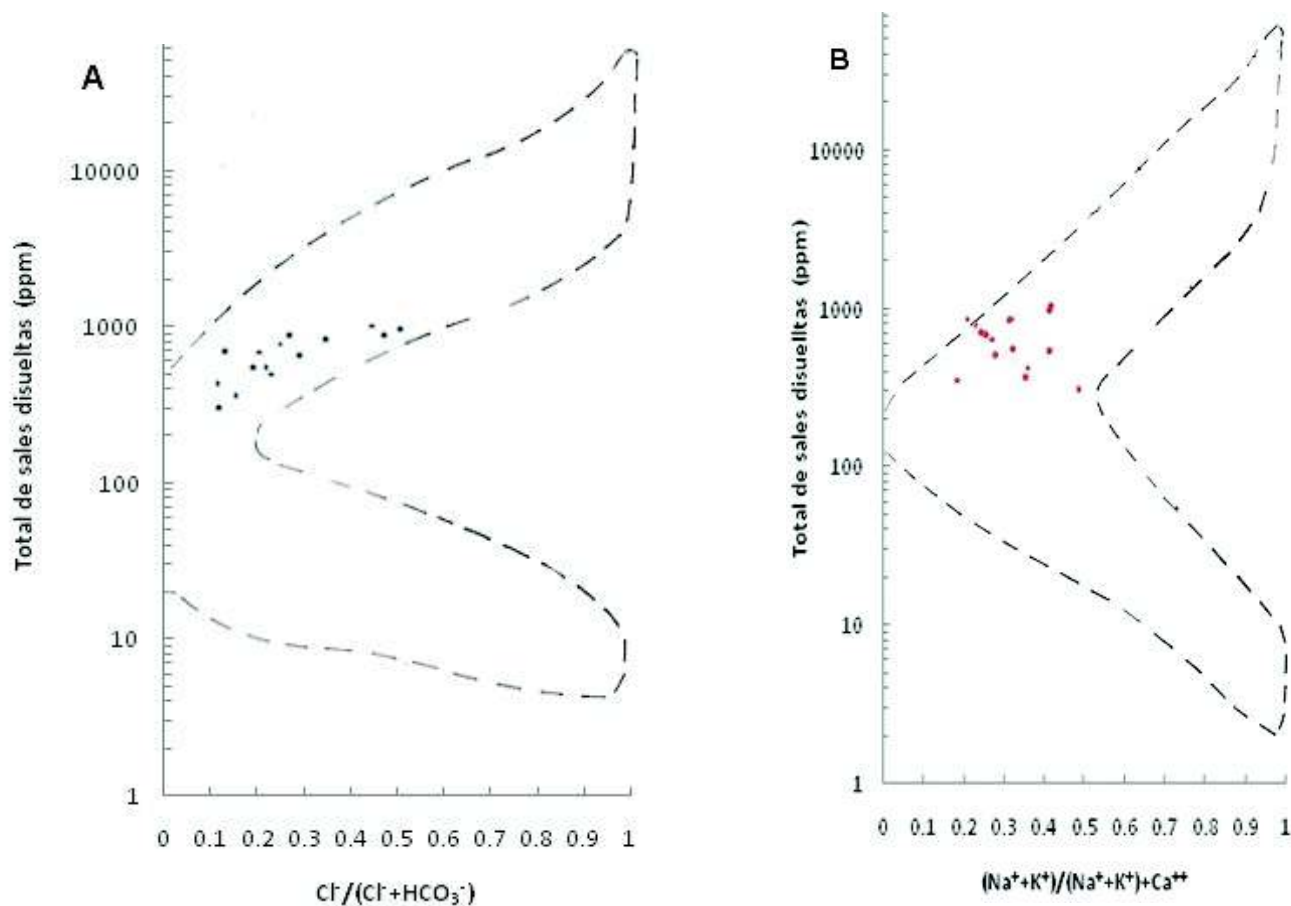


Figura 3. Diagrama de Gibbs para el río Pánuco. A) Variación de $Cl/(Cl+HCO_3^-)$ contra el total de sólidos disueltos para los datos analizados en el río Pánuco en los años 2001-2006, B) Variación de $Na^+K^+/Na^+K^++Ca^{++}$ contra el total de sólidos disueltos para los datos analizados en el río Pánuco en los años 2001-2006

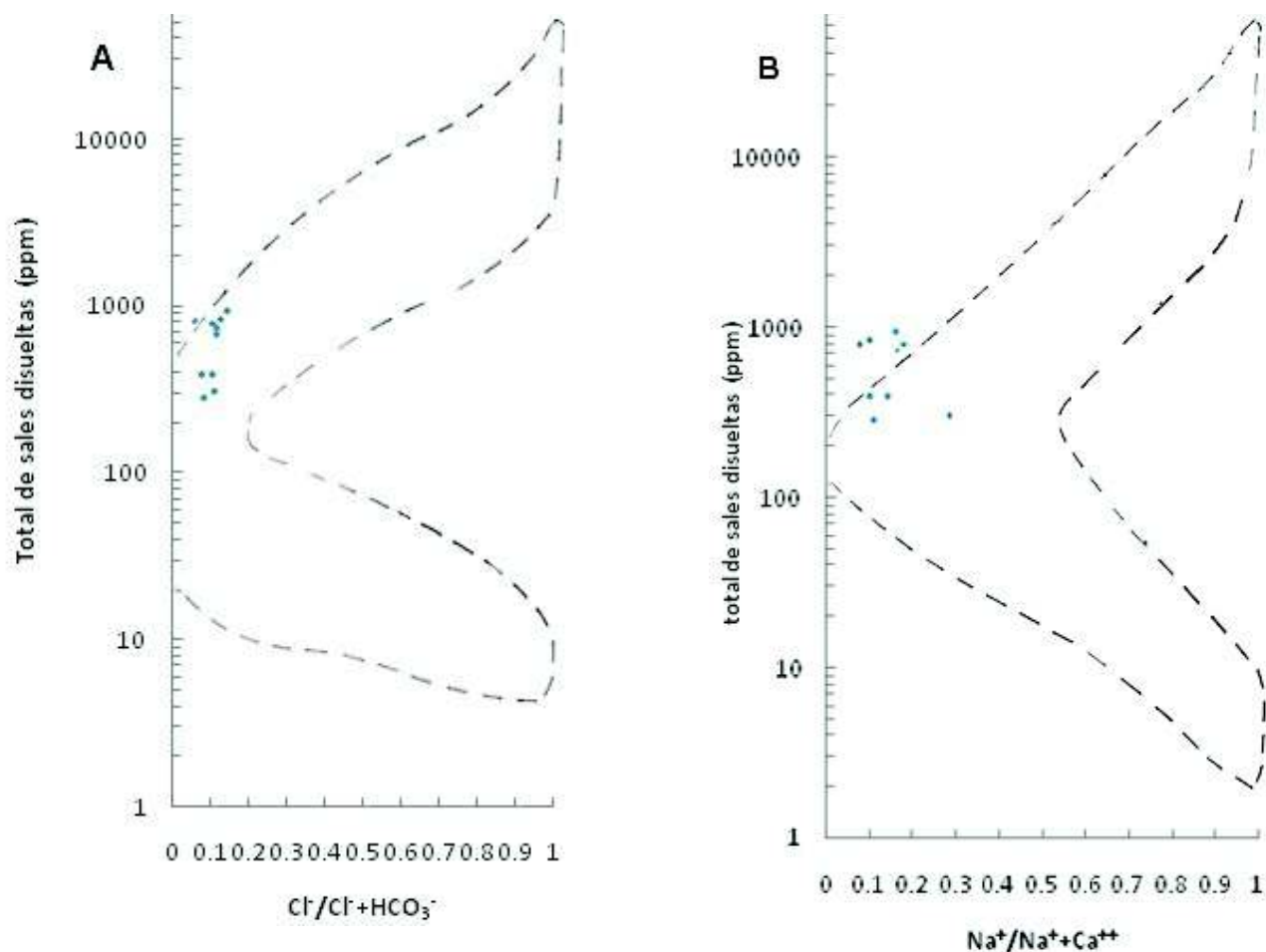


Figura 4. Diagramas de Gibbs para el río Pánuco con datos de 1994. A) Variación de $Cl^-/Cl^-+HCO_3^-$ contra el total de sólidos disueltos para los datos analizados en el río Pánuco en año 1994, B) Variación de Na^+/Na^++Ca^{++} contra el total de sólidos disueltos para los datos analizados en el río Pánuco en el año 1994

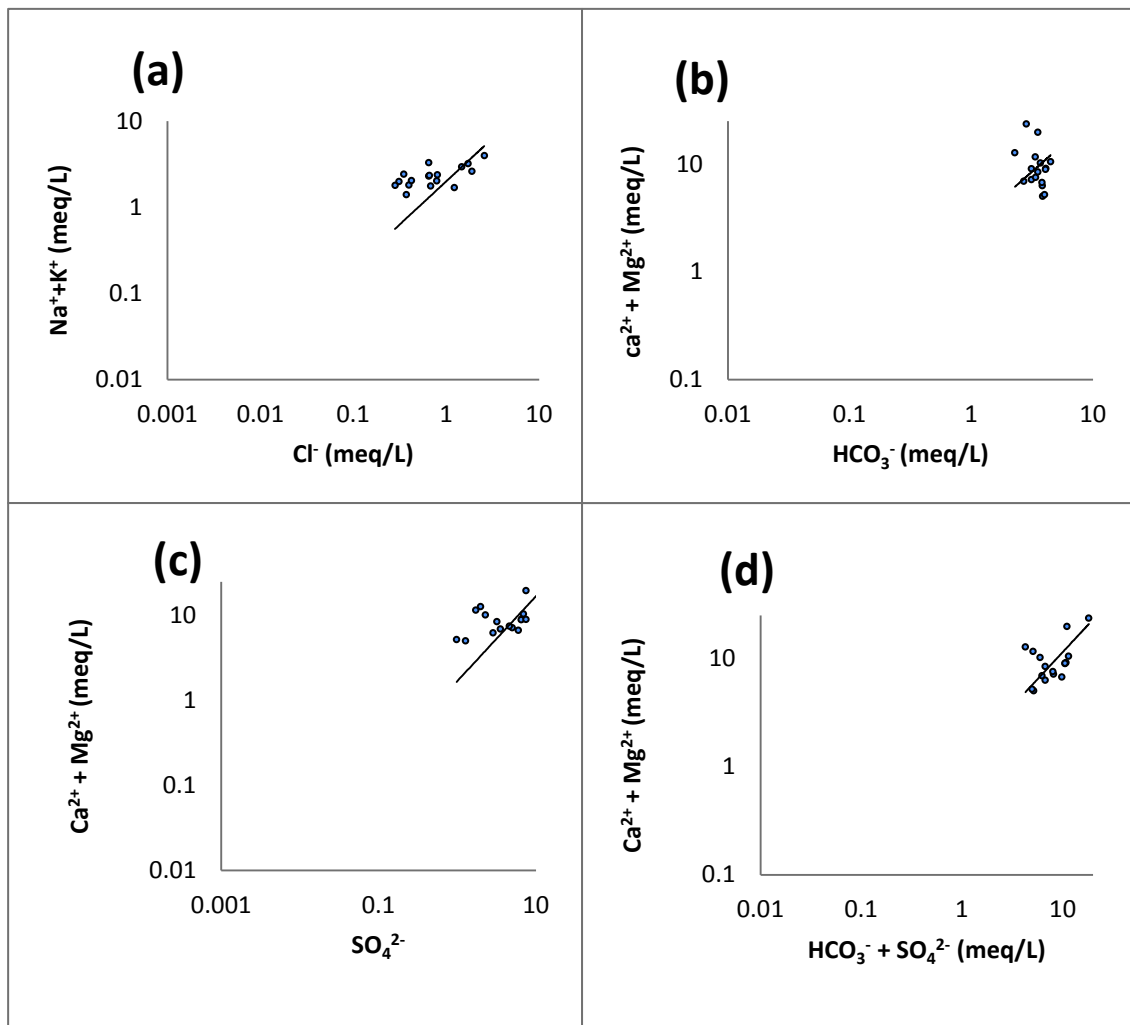


Figura 5. Gráficos binarios: a) $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ contra Cl^- , b) $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ contra HCO_3^- , c) $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ contra SO_4^{2-} y d) $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ contra $(\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$

CONCLUSIONES

Con base en las evidencias y análisis de resultados obtenidos a través de los diagramas de Gibbs aplicados en este trabajo se encontró que de acuerdo a los análisis recabados a través del laboratorio regional Golfo Norte de la CNA en la estación “El Álamo”, el mecanismo natural dominante en el agua de este río es por meteorización de roca y la composición de sus sales puede estar influenciada mayormente por fuentes de evaporitas bicarbonatadas y sulfatadas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Geo Estratos S.A. de C.V., por los recursos suministrados para el desarrollo de este trabajo, al laboratorio regional Norte de la CNA por los datos analíticos brindados y al laboratorio SAS por el apoyo brindado.

REFERENCIAS

Gibbs, R.J.,(1970). Mechanisms Controlling World Water Chemistry. American Association for the Advancement of Science, 170, 1088-1090.

Killham, P. (1990) Mechanisms controlling the chemical composition of lakes and rivers: Data from Africa. Limnol. Oceanogr., 35, 80-83.

Miretzky, P. *et al.* (2001). Geochemical Mechanism Controlling Pampasic Ponds Hydrochemistry: Salado River Drainage Basin, Argentina. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 6, 29-39.

Suárez *et al.* (2005). Representación de las propiedades de las aguas mineromedicinales de la Sierra del Rosario. Revista CENIC. Ciencias Químicas. V 36, Número Especial, 9 pp., 2005. ISSN 0258-6002.

Wang, J., *et al.* (2010). Comparisons between the chemical compositions of lake water, inflowing river water, and lake sediment in Nam Co, central Tibetan Plateau, China and their controlling mechanisms. Journal of Great Lakes Research, 36, 587-595.

Yuan, (2005). Dominant processes controlling water chemistry of the Pecos River in American southwest. Geophysical research letters, 32

Zhang, S.R., *et al.*, (2006). Water chemistry of the Zhujiang (Pearl River): Natural processes and anthropogenic influences. Journal geophysical research, vol 112, f01011 doi,10.1029/2006JF000493.

Zhang, L., Song, X., *et al.* (2010). Major element chemistry of the Huai River basin. China. Appl.Geochem., 26, 293-300.