

GEOQUIMICA DE AGUAS EN EL ALTIPLANO. UNA APROXIMACION

HUGO ALONSO C.

DEPTO. DE QUIMICA, UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE, ANTOFAGASTA.

RESUMEN

Las aguas del Altiplano y Precordillera presentan un amplio rango en su composición química que va desde la propia a fusión de nieves hasta salmueras. Los principales procesos que tienden a salinizarla son la evaporación, producto de un clima muy árido que puede conducir hasta depositación de sales (salares), el volcanismo Plioceno-Cuaternario a través de la interacción agua/roca volcánica y, en menor grado, la mezcla con fluidos magmáticos. La meteorización de rocas como fuente principal de sólidos se realiza a alta y baja temperatura, alteración meteórica e hidrotermal, respectivamente.

ABSTRACT

Waters from Altiplano and Precordillera present a huge range in their chemical composition, covering from melted snow to brines. The main processes which tend to increase water salinity are evaporation, as a consequence of this highly arid climate and which may contribute to salt deposits (salars), Pliocene-Quaternary volcanism through water-volcanic rocks interaction and, in a lower degree, the mixture with magmatic fluids. The weathering of rocks as principal source of solutes take place at high and low temperatures, meteoric and hydrothermal alteration, respectively.

INTRODUCCION

Hay dos acepciones que se utilizan en nuestro país para el término Altiplano. Una es geológica y otra ecológica.

En su acepción geológica el Altiplano es una extensa unidad morfoestructural que ocupa el NE de Chile, SE de Perú, NO de Argentina y mitad occidental de Bolivia conformando una gran cuenca de 200.000 km² y de 4.100 a 4.600 m de altura. Se encuentra flanqueado por dos cordilleras, denominadas en Bolivia como Cordillera Oriental y Cordillera Occidental, correspondiendo esta última a la Cordillera de los Andes en Chile. Las rocas son volcánicas, intrusivas y sedimentarias con edades desde el Paleozoico al Cuaternario. El material predominante son ignimbritas sobre las cuales se ha sobrepuesto aparatos volcánicos del Plioceno-Cuaternario, los que, junto a eventos tectónicos, originaron cuencas donde se implantan lagunas y salares. El volcanismo en el borde occidental ha sido muy intenso, presentando manifestaciones actuales como fumarolas, geysers y vertientes termales.

El concepto de Altiplano en una acepción ecológica corriente, se utiliza para referirse al área geográfica, particularmente precordillerana, donde ocurren formas de vida estable ligadas en distintas maneras a etnias indígenas. Para efectos de este trabajo se utilizará el término Altiplano en su acepción geológica y Precordillera para la ecológica.

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS Y SUS CAUSAS.

La composición química de las aguas del Altiplano y Precordillera es muy variada, en un rango de calidad que va desde la propia a fusión de nieves hasta salmueras, predominando un carácter salino que limita su aptitud de uso (Alonso y Vargas, 1985, 1988). A ello se agrega la presencia por sobre normas internacionales, de elementos contaminantes, como Arsénico en agua potable y Boro en riego (Alonso, 1992).

Dos agentes principales condicionan su carácter químico: clima árido y volcanismo.

Clima. Las precipitaciones ocurren desde Diciembre a Marzo con valores que en Bolivia van desde 150 a 500 mm, disminuyendo hacia el sur; y en el Altiplano de la II Región, de 200-250 mm anuales, disminuyendo hacia el oeste con el descenso de altura. La evapotranspiración potencial es mayor que la pluviometría, informándose en Bolivia valores entre 1.000 a 1.500 mm/año, lo que origina una alta evaporación. La temperatura en invierno desciende hasta -30°C y presenta variaciones diarias de hasta 35°C.

Volcanismo. El Norte de Chile entre los 17° 30' y 28° 30' S (Arica a Vallenar) tiene una superficie aproximada de 225.000 km² de la cual 35.000 km² son de rocas volcánicas cuaternarias (Fig.1). A ello se agrega la presencia de unos 420 centros volcánicos, varios de ellos en cierto grado de actividad. Manifestaciones de volcanismo reciente son las surgencias de aguas termales, geysers y fumarolas.

GEOQUIMICA DE AGUAS EN ZONAS VOLCANICAS.

En zonas, como el Altiplano, donde interactúan variados agentes y procesos salinizantes no ha sido fácil identificar la parte que corresponde al volcanismo en la composición química de aguas. Dado que la principal característica de un área volcánica es el flujo de calor, un criterio sería considerar su mayor temperatura respecto a un valor de fondo (2 a 5°C sobre la media anual).

Una aproximación a los mecanismos químicos involucrados se ha hecho por dos vías. Una experimental, lixiviando rocas en

La salinización de aguas en estas cuencas es producto de dos mecanismos. Uno es el de incorporación de solutos como consecuencia de reacciones químicas de alteración de rocas. Otro, posterior, es el de su concentración por evaporación que puede llegar hasta la precipitación de sales. Para ambos procesos se ha propuesto diversos modelos físico-químicos cuyos resultados se comparan con observaciones de terreno (Garrels y Mackenzie, 1967; Hardie y Eugster, 1970; Al Droubi, 1976; Risacher y Fritz, 1991).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La composición química de las aguas del Altiplano y las que de allí drenan superficial y subterráneamente hacia la Precordillera, es producto de variadas causas. Sobre la composición original de las precipitaciones va sobreimponiéndose una serie de procesos que la enriquecen en solutos, tales como alteración meteórica e hidrotermal de rocas, posible mezcla con fluidos magmáticos, redisolución de antiguas evaporitas y concentración de sales por evaporación. No todos estos procesos ocurren forzosamente en un lugar o con igual intensidad.

Considerando las fluctuaciones del ciclo hidrológico, la información hidroquímica es válida sólo para las condiciones de la toma de muestra. El carácter químico más probable de una corriente o laguna es el resultado estadístico de un número adecuado de medidas, lo que obliga a un seguimiento suficiente en el tiempo y su relación con variables meteorológicas y eventualmente con manifestaciones de volcanismo eruptivo. El muestreo de sedimentos de drenaje e identificación de sales asociadas, debe ser incluido dentro de lo posible, ya que actúan como integradores de esas fluctuaciones.

REFERENCIAS.

- Al-Droubi, A., 1976. Géochimie des sels et des solutions concentrées par évaporation. Modèle thermodynamique de simulation. Application aux sols salés du Tchad. Mémoire Sc. Géologiques. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 176 p.
- Alonso, H., 1992. Arsenic enrichment in superficial Waters, II Región, Northern Chile. Int. Seminar Arsenic in the Environment and its Incidence on Health, Proceeding, pp. 101-108.
- Alonso, H., y Vargas, L., 1985. Hidroquímica de poblados del Salar de Atacama. VI Cong. Chileno Ing. Sanitaria y Ambiental. VI, pp. 39-55.
- Alonso, H., y Vargas, L., 1988. Hidrogeoquímica de lagunas del Altiplano, Segunda Región. V. Cong. Geológico Chileno, V. 2, pp. D35-D43.
- Cusicanqui, H., Mahon, W., y Ellis, A., 1975. The geochemistry of the El Tatio Geothermal Field, Northern Chile. Proceeding UN Symposium on Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, CA.
- Ellis, A. y Mahon, W., 1964. Natural hydrothermal system and experimental hot-water/rock interactions. Geochim. Cosmochim. Acta, V. 28, pp. 1323-1357.
- Ewers, G.R., 1977. Experimental water-rock interactions and their significance to natural hydrothermal systems in New Zealand. Geochim. Cosmochim Acta, V. 41, pp. 143-150.
- Garrels, R., y Mackenzie, F., 1967. Origin of the chemical compositions of some spring and lakes. Equilibrium Concepts in Natural Water System. Am. Chem. Soc., pp. 222-242.
- Giggenbach, W., 1978. The isotopic composition of waters from the El Tatio geothermal field, Northern Chile. Geochim Cosmochim Acta, V. 42, pp. 979-988.
- Hardie, L. A y Eugster R. H., 1970. The evolution of closed-basin brines. Mineral Soc. Amer. Spec. Publ., V. 3, pp. 273-240.
- Mahon, W. y Cusicanqui, H., 1980. Geochemistry of the Puchuldiza and Tuja hot spring, Chile. New Zealand J. of Science, V. 23, pp. 149-159.
- Risacher F., y Fritz B., 1991. Geochemistry of Bolivian salars, Lipez, southern Altiplano: Origin of solutes and brine evolution. Geochim. Cosmochim Acta., V. 55, pp. 687-705.
- Seyfried, W. E. y Bischoff, 1979. Low temperature basalt alteration by seawater: an experimental study at 70°C y 150°C Geochim. Cosmochim Acta, V. 43, pp. 1937-1947.