

EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA REGIÓN DE ACATLÁN, HIDALGO

Misael Cruz Sánchez, Anallely Ávila Ortiz y Pablo Salinas Téllez

Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Ciudad Universitaria, carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, C.P. 42184, Col. Carboneras, Mineral de la Reforma, Hgo. e-mail: izaskm@yahoo.es

Introducción

Acatlán es un municipio del Estado de Hidalgo que se localiza a 20°09' latitud norte y 98°26' longitud oeste, se encuentra a una altura de 2120 msnm y cuenta con una superficie de 174.70 km² representando el 0.83% de la superficie total del estado (figura 1). El clima que predomina es semiseco templado cubriendo un 79.04% de la superficie del municipio. La temperatura media anual, oscila entre los 14 °C y su precipitación promedio es de 600 mm. Esta área se encuentra dentro de las Provincias Geológicas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental. La geología que conforma el área esta constituida superficialmente por rocas ígneas extrusivas y depósitos sedimentarios continentales de acumulación reciente. Los afloramientos de basaltos están representados por derrames masivos con estructura compacta y vesicular, asociados en el subsuelo con depósitos de tezontle, arenas y cenizas volcánicas finas. La unidad formada por depósitos sedimentarios ocupa la mayor parte de la superficie; los sedimentos consisten en gravas, arenas y arcillas medianamente consolidadas cubiertas por una capa de suelo agrícola. La parte suroeste del municipio esta delimitada por la Sierra de Las Navajas que es un domo riolítico, que ha propiciado la formación de obsidiana dispersa en una matriz de toba que va desde los 3180 msnm hasta 2650 msnm (Ortega Gutiérrez et al, 1992). Acatlán presenta cuerpos superficiales de agua relativamente pequeños que abastecen al municipio y a una tercera parte de Tulancingo, uno de los municipios más grandes y poblados del Estado de Hidalgo. El agua de esta zona se ha utilizado para consumo humano, industrial (textil y productos lácteos) y para irrigar zonas agrícolas, sin embargo, a pesar de su importancia, se desconocen sus

propiedades fisicoquímicas, las cuales pueden estar siendo modificadas debido a la continua y progresiva incorporación de aguas residuales.

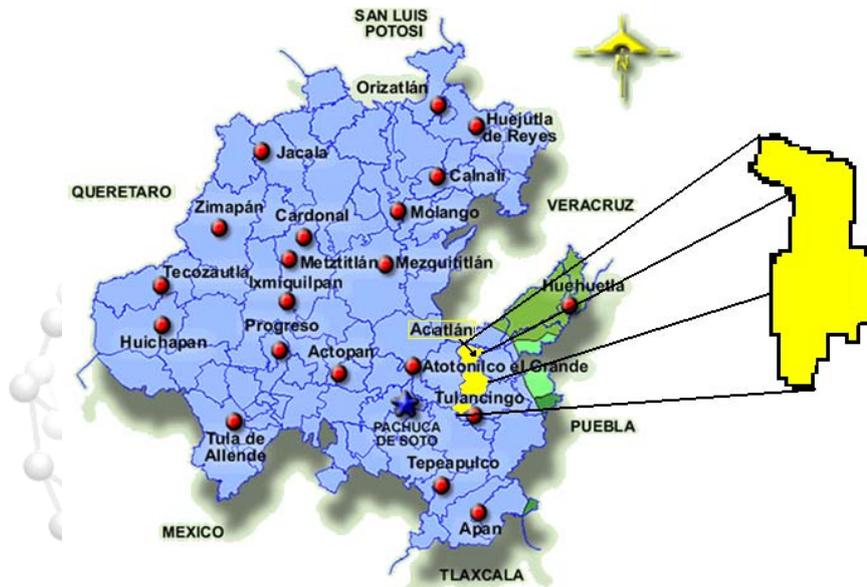


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Acatlán, Hidalgo (modificada de www.inegi.gov.mx)

Objetivo

Evaluar las características fisicoquímicas de aguas superficiales en la subcuenca hidrológica de Acatlán y establecer recomendaciones respecto de su calidad.

Metodología

Delimitación del área de estudio

Tomando en cuenta las características topográficas de la región, se delimitó una subcuenca en el municipio de Acatlán, considerando las zonas de mayor elevación que a su vez marcan los límites con otros municipios, tal como la Sierra de las Navajas, Cerro Acocul, Napateco, Hupalcalco y Loma Chica, cuya elevación oscila entre 3180 y 2300

msnm. La subcuenca tiene una superficie de 260, 000, 000 m² y un volumen estimado de captación de agua de 82, 940, 000 m³ anuales calculado en base a la precipitación promedio de 320 mm anuales establecida por las cuatro estaciones meteorológicas cercanas a la región. Una vez delimitada la subcuenca se evaluaron diez cuerpos de agua superficial, seleccionando para este trabajo los cinco sitios más relevantes: dos pozos (Alcholoya y Benito Juárez), dos manantiales (Almoloya y San Dionisio) y una laguna (Zupitlán), siendo representativos no solo por su ubicación geográfica, sino porque constituyen los principales cuerpos de agua que abastecen al municipio de Acatlán (fig. 2).

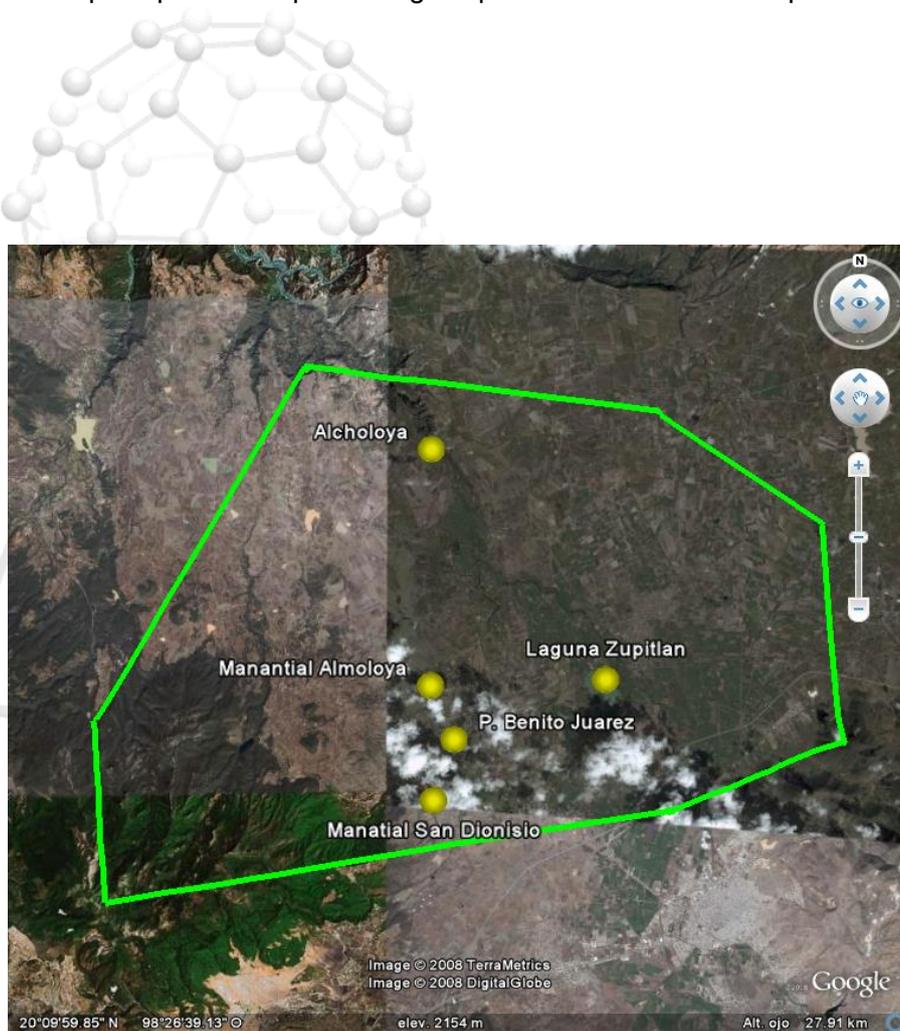


Figura 2. Imagen satelital indicando la ubicación de los principales cuerpos de agua superficial (focos amarillos) en la subcuenca de Acatlán, Hgo. (polígono verde), perspectiva a 17.4Km de altura (Google Earth, 2008).

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó en los meses de Marzo y Junio de 2008. Las muestras de agua se colocaron en botellas de polietileno de 2 L, antes de la toma de muestra se enjuagaron con la misma agua de los sitios de muestreo.

En el caso de los pozos se dejó pasar un lapso de 3 minutos para la extracción de la muestra. Los envases se etiquetaron con un número de registro, fecha, hora, temperatura, pH (papel indicador) y coordenadas geográficas. Posteriormente se colocaron en una hielera y en el transcurso de 24 horas se llevaron al laboratorio, tiempo en que se empezaron a realizar las primeras pruebas (NOM 014-SSA1-1993).

Análisis fisicoquímicos

Las muestras de agua fueron filtradas empleando una bomba de vacío, matraz Kitazato y embudo Bushner adaptado con papel filtro Whatman No. 42. El agua filtrada se separó en tres fracciones: una se aciduló con HNO_3 (0.5N) hasta pH 3, otra se aciduló con H_2SO_4 (0.5N) hasta pH 2 y la tercera fracción se conservó con su pH natural. La fracción de agua acidulada con HNO_3 se utilizó para la realización de análisis multielemental por espectroscopia de emisión atómica en plasma acoplado inductivamente (AES-ICP). La fracción de agua acidulada con H_2SO_4 fue empleada para cuantificar nitrógeno amoniacal ($\text{N}-\text{NH}_3$) por espectrofotometría de absorción de radiación visible mediante su complejación con reactivo de Nessler y análisis a 410 nm (Welcher, 1995). La fracción de agua que no se aciduló se empleó para determinar conductividad eléctrica (método ASTM D 1125-91), sólidos totales disueltos (evaporación de agua a 110°C en capsulas de porcelana), cloruros (método ASTM D 1125-91), fosfatos por espectrofotometría de absorción de radiación visible mediante su complejación con molibdato de amonio y análisis a 640 nm, sulfatos por precipitación con BaCl_2 (Eaton, et al., 1995), carbonatos y bicarbonatos (método ASTM 1067-92) así como la dureza total (método ASTM D 1126-92).

Los elementos analizados se agruparon en dos categorías: cationes mayores (elementos metálicos cuyas concentraciones son mayores a 2 ppm) y cationes menores (elementos metálicos con una concentración inferior a 2 ppm), en el primer grupo se encuentran Ca, Mg, Na, K, Si y Pb, en tanto que el segundo grupo lo constituyen: Al, Fe, Cd, Co, Cu, Zn, Ag y NH₃. Se estableció una tercera categoría formada solo por aniones: SO₄²⁻, PO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻ y Cl⁻.

Resultados y discusión

Los valores de pH, conductividad, sólidos totales disueltos (STD) y dureza total en los distintos cuerpos de agua para las muestras tomadas en los meses de Marzo y Junio (denotados como primer y segundo, respectivamente) varían en los dos muestreos (tabla 1). La laguna de Zupitlán presenta la mayor alcalinidad y dureza variando ligeramente en ambos muestreos, en tanto que para el resto de las muestras los valores no son constantes, incluso, la dureza disminuye sustancialmente en el segundo muestreo debido posiblemente a una recarga de los cuerpos de agua con la consecuente dilución de las sales disueltas.

Tabla 1. Parámetros físicoquímicos de los cinco puntos de muestreo en la región de Acatlán, Hgo.

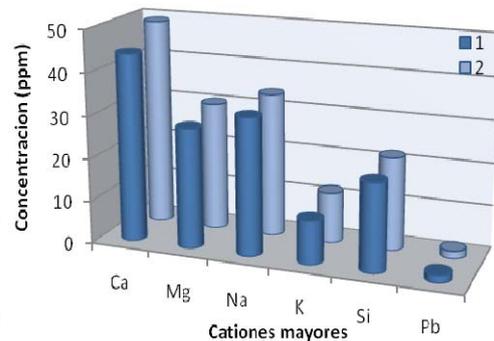
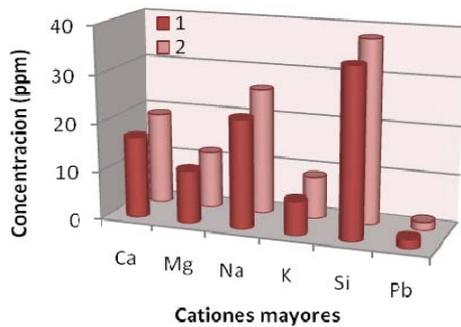
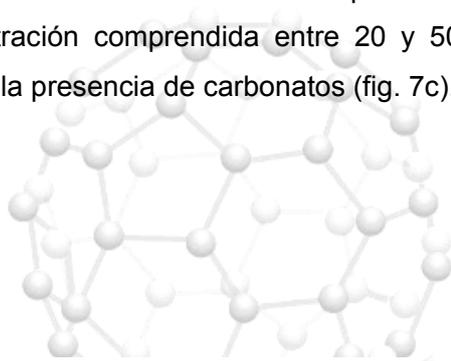
	pH		Conductividad (µS/cm)		STD		Dureza (CaCO ₃)	
	Primer	Segundo	Primer	Segundo	Primer	Segundo	Primer	Segundo
Pozo Alcholoya	6.48	6.92	268	254	215	205	390.5	139.5
Pozo Benito Juárez	6.56	7.20	632	611	400	440	298	262.2
Manantial Almoloya	7.06	6.98	115	109	95	85	341	152
Manantial San Dionisio	6.55	7.29	70	69	55	87.5	270	72

Laguna Zupitlán	8.62	8.54	174	172	130	125	326.5	372.4
-----------------	------	------	-----	-----	-----	-----	-------	-------

En los pozos de Alcholya y Benito Juárez los cationes mayores reflejan un comportamiento bastante singular: en el pozo de Alcholya silicio presenta la mayor concentración (>30 ppm), seguida de Na y Ca con concentraciones del orden de 20 ppm, en tanto que en el pozo Benito Juárez se observa un dominio de Ca (≈ 40 ppm), seguido de Na y Mg. En ambos pozos se detectó Pb en concentraciones del orden de 1.9 ppm (fig. 3a y 4a). Estos pozos presentan una composición química muy similar en lo que corresponde a cationes menores y aniones, destacando la presencia de Cd, Co, Cu, Ag y N-NH₃ (fig. 3b y 4b) en concentraciones comprendidas entre 0.2 a 0.6 ppm (mg/L) con Zn en muy bajas concentraciones (< 1ppm), el anión HCO₃⁻ prevalece en ambos pozos con concentraciones del orden de 200 ppm. Las concentraciones de Cl⁻ y SO₄²⁻ son mucho mayores en el pozo Benito Juárez (fig. 3c y 4c)

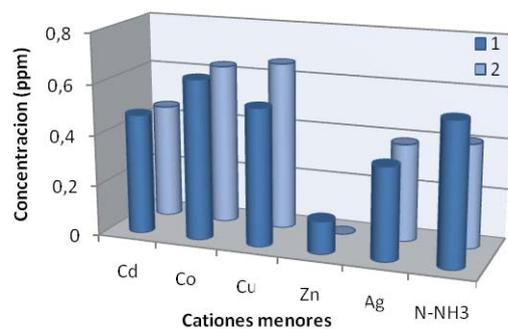
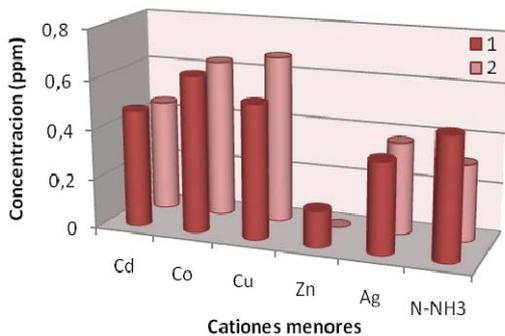
En el manantial de Almolya los cationes mayores se encuentran dominados por Si con una concentración del orden de 20 ppm, seguido de Ca, Na y Mg, mientras que en el manantial San Dionisio se aprecia el mismo dominio de silicio seguido de Na y Ca, en ambos casos se observa la presencia de Pb en concentraciones del orden de 1.90 ppm (fig. 5a y 6a). Respecto a los cationes menores, el manantial de Almolya presenta un dominio de Al, seguida de Cu, Co, Cd, Ag y N-NH₃ en concentraciones que varían desde 0.4 ppm hasta 0.6 ppm. Por otra parte, en el manantial San Dionisio, los cationes menores dominantes son Mg y Al, mientras que Cd, Co, Cu, Ag y N-NH₃ presentan un comportamiento similar al manantial de Almolya (fig. 5b y 6b), las concentraciones de Fe y Zn son inferiores a 0.2 ppm en ambos manantiales. Los aniones dominantes son HCO₃⁻ (con concentraciones entre 60 y 80 ppm) y Cl⁻ (concentración entre 10 y 20 ppm), en el manantial san Dionisio se observa la presencia de PO₄²⁻ con una concentración del orden de 2.60 ppm (fig. 5c y 6c).

La laguna de Zupitlán presenta un dominio de Si en los cationes mayores (concentración del orden de 20 ppm) seguido de Na, Ca y K, tendencia observada en los demás cuerpos de agua (excepto el pozo Benito Juárez), nuevamente se observa la presencia de Pb (≈ 1.90 ppm), como se aprecia en la figura 7a. Respecto de los cationes menores, destaca una mayor concentración de Al, N-NH₃ y Cu en el segundo muestreo (fig. 7b), las concentraciones de Cd, Co, Cu y Ag se encuentran entre 0.2 ppm y 0.6 ppm y también se observa la misma tendencia respecto del resto de los sitios analizados. Los aniones se encuentran dominados por HCO₃⁻ (concentración entre 50-100 ppm) y CO₃²⁻ (concentración comprendida entre 20 y 50 ppm), siendo este el único sitio donde se observa la presencia de carbonatos (fig. 7c).



(a)

(a)



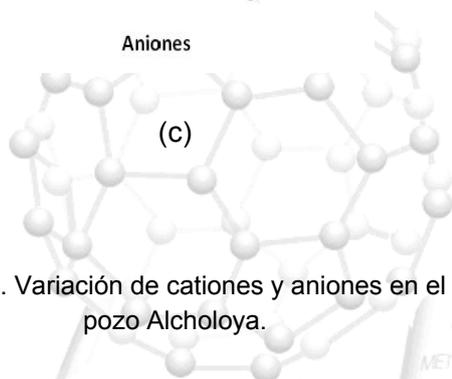
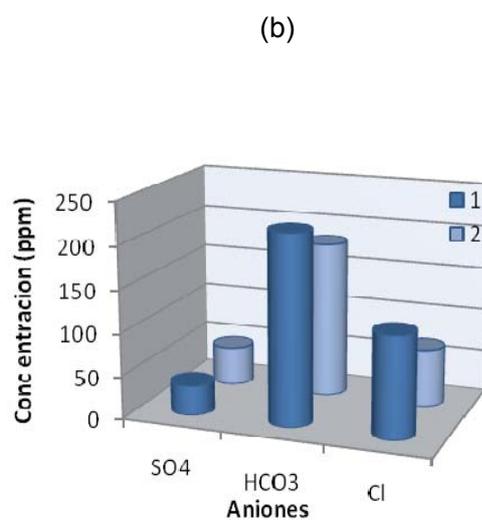
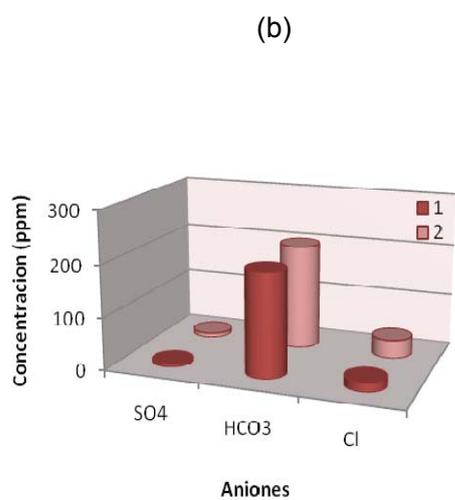
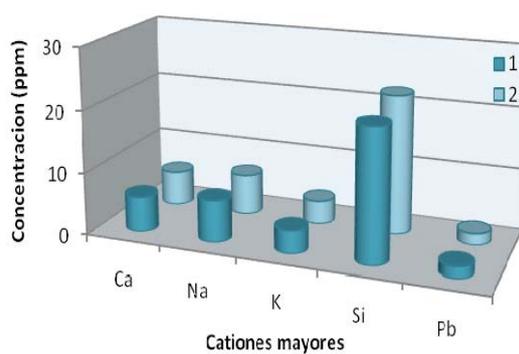
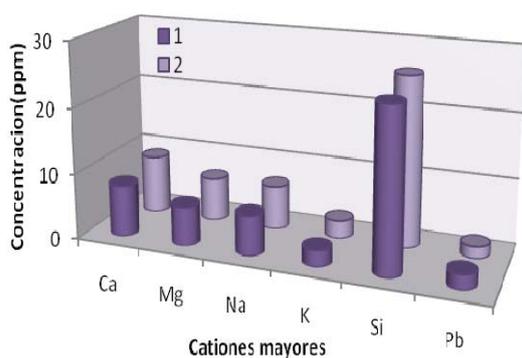


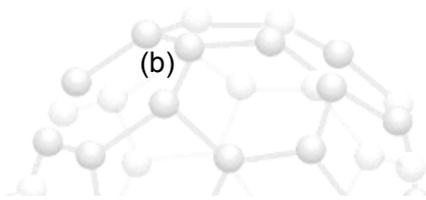
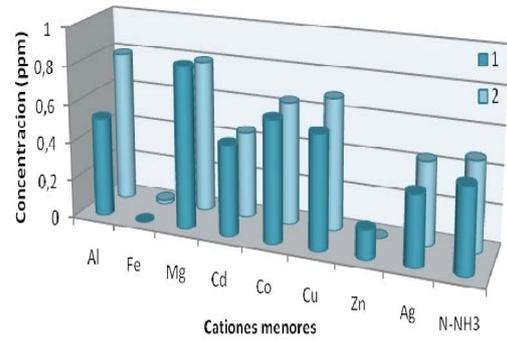
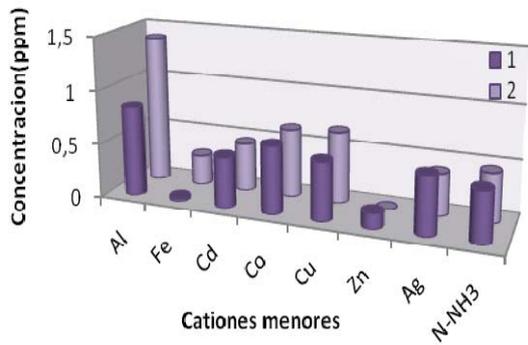
Figura 3. Variación de cationes y aniones en el pozo Alcholoa.

Figura 4. Variación de cationes y aniones en el pozo Benito Juárez.

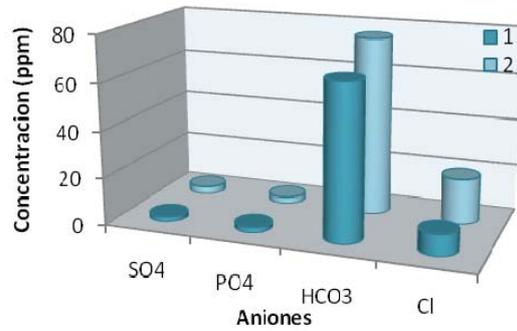
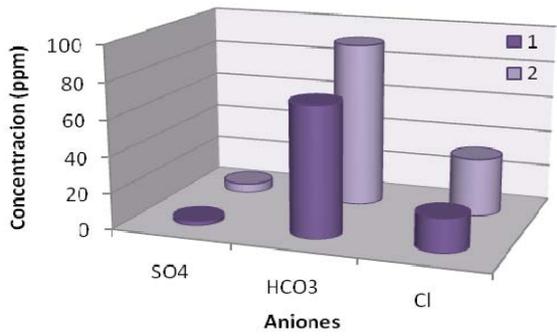


Docencia e Investigación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
 Casa abierta al tiempo
 Azcapotzalco
 Área de Química



(b)

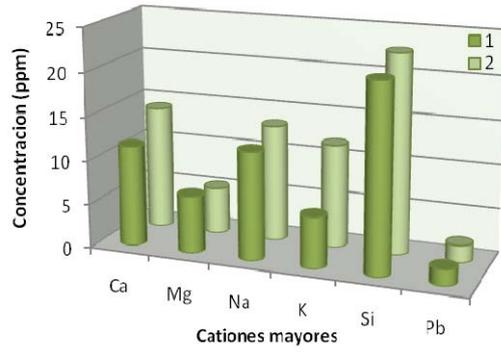


(c)

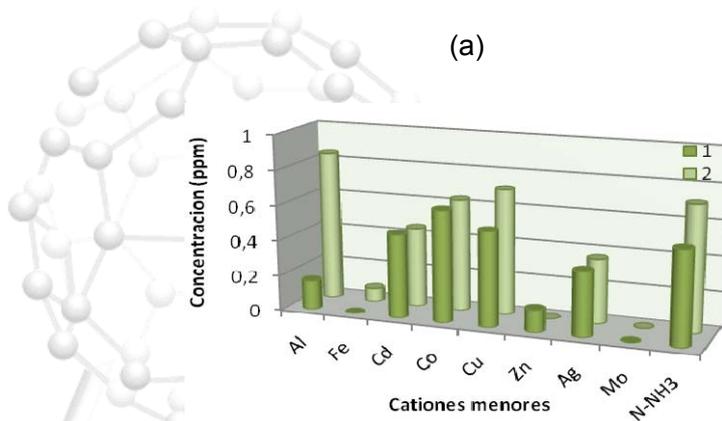
(c)

Figura 5. Variación de cationes y aniones en el manantial Almoloya

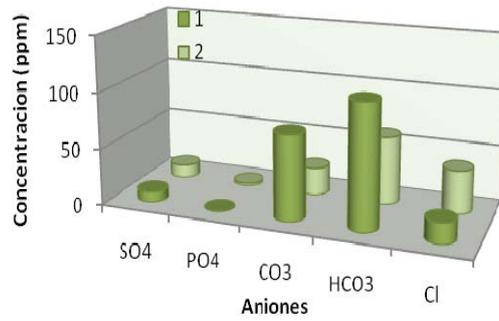
Figura 6. Variación de cationes y aniones en el manantial San Dionisio.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Variación de cationes y aniones en la laguna Zupitlán.

Conclusiones

La composición química de aguas superficiales en la subcuenca de la región de Acatlán refleja una dependencia con su entorno geológico, presentándose un dominio de elementos como Si, Na, K, Ca y Mg, los cuales también son abundantes en las rocas de la región; el movimiento masivo de flujos de agua tiende a disolver las rocas enriqueciéndola con estos elementos. La presencia de metales como Cu, Co, Zn, Pb, Cd y Ag, podría tener un origen geológico, aunque se debe tomar particular atención a Pb, Cd y N-NH₃, cuyas concentraciones superan los límites permisibles de las normas de calidad en agua para consumo humano, siendo de 0.025 ppm para Pb, 0.20 ppm para Cd y 0.40 ppm para N-NH₃ (NOM-127-SSA-1994). Las continuas descargas de aguas residuales en los cuerpos de agua podrían estar modificando sus propiedades naturales. Posiblemente la variación de pH y la dureza de las aguas de la región podría promover la precipitación de otros elementos que no han sido detectados en los análisis tales como: Ni, Mn, Mo, Cr, Ba, As, Hg y Se. Por ello se recomienda la realización de análisis químicos de los sedimentos en los sitios antes mencionados.

Bibliografía

- American Society for testing and Materials. Annual book of Standards 1994. Determinación de Alcalinidad del agua. Método ASTM D 1067-92.
- American Society for testing and Materials. Annual book of Standards 1994. Determinación de Cloruros en agua. Método ASTM D 1125-91.
- American Society for testing and Materials. Annual book of Standards 1994. Determinación de dureza en agua. Método ASTM D 1126-92 .
- Eaton, A. D., Cleceri, L. S. and A. E. Greenberg, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC, USA, 1995.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de Tulancingo". Estado de Hidalgo. Gerencia de aguas subterráneas, 2002.
- NOM 014-SSA1-1993. Procedimientos sanitarios para el muestreo en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Ortega-Gutiérrez, F., Mitre-Salazar, L. M., Roldán-Quintana J., Aranda-Gómez, J. J., Morán-Zenteno, D., Alaniz-Álvarez, S. A y A.F. Nieto-Samaniego, 1992, Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2'000,000: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología y SEMIP Consejo de Recursos Minerales.

Welcher, F.J., Standard methods of chemistry analytical, 6th edition, Vol. 2, Part B, Ed. Krieger, 1995.

