

Calidad Fisicoquímica del Agua del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila

Physicochemical Quality of Water from Cuatro Cienegas, Coahuila Valley



Fuente: Creación propia.

Mario Alberto Pérez-Maldonado, David Alejandro Garza-Tavitas, Fernanda Lizeth Rebolledo-Ramírez, Lizeth Alejandra Paredes-Peña, Daniela Morales-Moreno, Marisol Cruz-Requena, Adriana Carolina Flores-Gallegos, Raúl Rodríguez-Herrera

Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. V. Carranza e Ing. José Cárdenas V. s/n. Col. República Ote, Saltillo, Coahuila, México, C.P. 25280.

Correspondencia para autor: Raúl Rodríguez Herrera
Universidad Autónoma de Coahuila
Correo electrónico: raul.rodriguez@uadec.edu.mx

Resumen

La región del valle de Cuatrociénegas se caracteriza por tener más de 700 pozas cuya profundidad varía entre 1 y 10 m y el diámetro de unos cuantos centímetros a 200 m, este valle es reconocido por ser hogar de muchas especies endémicas. Diversas actividades del ser humano o cambios como consecuencia del clima en esta región, ha traído como consecuencia la modificación en la calidad del agua. Para determinar la calidad del agua de esta región, se realizaron pruebas fisicoquímicas de 100 muestras de diversas pozas, canales, y ríos durante los meses de febrero a marzo del 2019. Las variables evaluadas fueron: color, pH, conductividad, nitratos, nitritos, fenoles, y cloruros. Los resultados mostraron que la calidad del agua es muy variable entre pozas en algunos casos se observaron altas concentraciones de cloruros, fenoles y turbidez, lo que podría indicar que el agua de estas pozas proviene de diferentes fuentes o bien, que existen algunas fuentes de contaminación externa.

Palabras clave: Pozas, Canales, Ríos, Análisis fisicoquímicos.

Abstract

The Cuatrociénegas valley region is characterized by having more than 700 ponds whose specific depth between 1 and 10 m and the diameter of a few centimeters to 200 m, this valley is recognized as being home to many endemic species. Various activities of the human being or changes as a result of the climate in this region, have resulted in changes in water quality. To determine the water quality of this region, physicochemical analysis of 100 samples from various pools, canals, and rivers where carried out. The variables evaluated were: color, pH, conductivity, nitrates, nitrites, phenols, and chlorides. The results that determine the quality of the water is very variable among ponds, in some cases high concentrations of chlorides, phenols and turbidity were observed, which could indicate the water of these pools from different sources or, that there are some sources of external contamination.

Key words: Ponds, canals, rivers, physicochemical analysis.

Introducción

El valle de Cuatro Ciénegas está situado en el estado de Coahuila a una altitud promedio de 735 metros y se encuentra encerrado entre cerros que están formados por rocas calizas, los cuales alcanzan una altura de 3000 metros (Souza y col., 2004). Este valle de 150 000 kilómetros cuadrados presenta un clima muy seco, semicálido, con pocas lluvias en verano y ocasionalmente algunas en invierno. Su principal característica es su gran diversidad de ambientes acuáticos, destacando los humedales tipo pantanos. Incluye también complejos sistemas de corrientes subterráneas, manantiales, canales, ríos, lagos y estanques temporales (Montiel-González y col., 2018).

A pesar de la escasa lluvia en el valle de Cuatrociénegas (alrededor de 200 milímetros al año), el agua se ha acumulado en abundancia, permitiendo de esta manera la afloración de centenares de pozas, alimentadas por manantiales que brotan de un manto subterráneo cuyas profundidades y diámetros varían de uno hasta más de 10 metros y de unos cuantos centímetros hasta más de 200 metros, respectivamente. La mayoría de estos cuerpos de agua fluyen a través de ciénegas, sin embargo, algunos grupos son estacionalmente efímeros y son los más comúnmente encontrados en el área central oriental del valle (Felstead y col. 2015).

El valle de Cuatrociénegas cuenta con diversos recursos hídricos a lo largo de su extensión, tales como pozos, ciénegas, pozas, lagos, ríos, pantanos, y canales. Se ha documentado que esta agua contiene una alta concentración de minerales y pocos nutrientes, lo que impide que proliferen algas y a su vez las aguas tengan aspecto cristalino (Johannesson y col., 2004). Sin embargo, las diversas actividades del ser humano o el ambiente, han afectado su calidad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad fisicoquímica del agua de diferentes fuentes como pozas, ríos y canales del valle de Cuatrociénegas.

Materiales y métodos

Muestreo

Los sitios de recolección de las muestras se visualizan en la Figura 1. Para llevar a cabo dicha recolección, se utilizaron recipientes de plástico de 1 litro de capacidad los cuales se enjuagaron al menos 3 veces con la misma agua del lugar del muestreo y posterior a este enjuague se tomó la muestra correspondiente (Severiche-Sierra y col., 2013). Las muestras se identificaron y se colocaron en hieleras a una temperatura de 4 °C, para posteriormente ser transportadas al laboratorio para su análisis.

Análisis de la calidad del agua

Los sitios en donde se llevaron a cabo los muestreos y el número total de muestras de cada uno de estos se observa en la figura 1. Así mismo, se determinó la calidad fisicoquímica del agua en 3 muestras control diferentes: agua destilada, agua embotellada y agua potable. Los análisis se realizaron de acuerdo a las NOM's siguientes: color verdadero (NMX-AA-045-SCFI-2001), cloruros (NMX-11-073-SCFI-2001), nitritos (NMX-AA-099-SCFI-2006), nitratos (NMX-AA-079-SCFI-2001) y sólidos disueltos totales (NMX-AA-034-SCFI-2015). Así mismo, en las muestras se determinó pH, conductividad y fenoles totales (Everette y col., 2010). Por otra parte, se determinó la calidad fisicoquímica del agua en 3 muestras control: agua destilada, agua embotellada y agua potable.

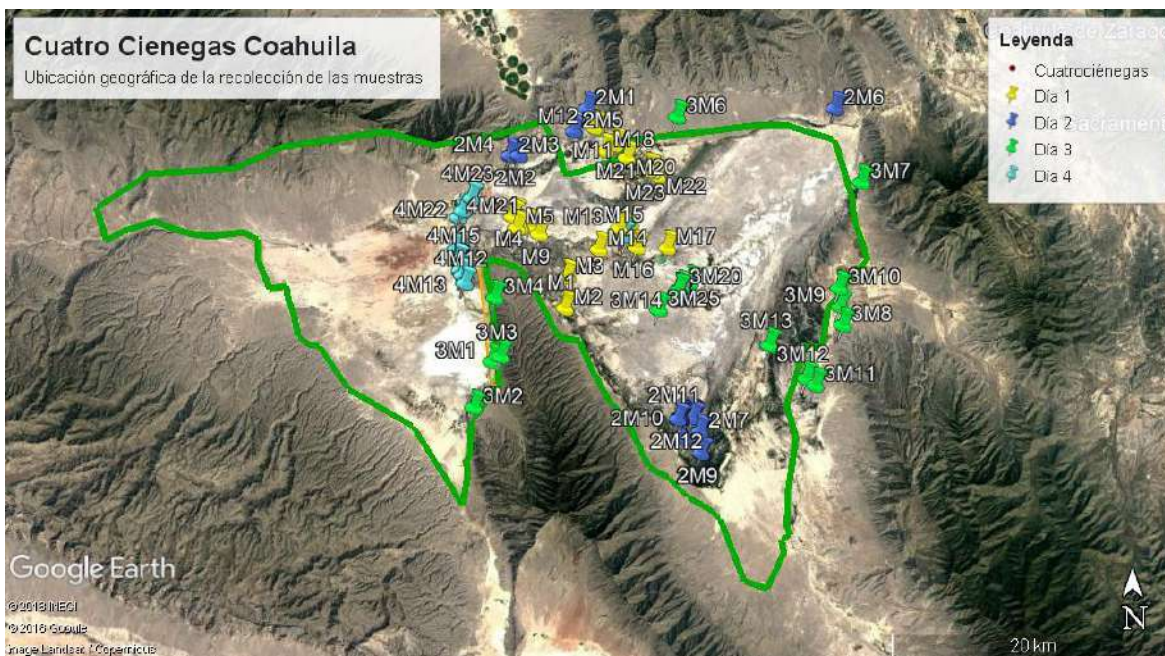






Figura 1. Ubicación geográfica de la recolección de las muestras en el valle de Cuatrociénegas. Muestreo 1: 23 muestras (), Muestreo 2: 25 muestras (), Muestreo 3: 26 muestras (), Muestreo 4: 23 muestras ().

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de medias y componentes principales usando InfoGen ($p < 0.05$), software (2011 v).

Resultados y discusión

pH

La Tabla 1 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las 100 muestras de aguas de ríos, pozas y canales del valle de Cuatrociénegas, dividido en 4 muestreos diferentes. El pH de las muestras recolectadas en el Valle de Cuatrociénegas varío entre 7.6 y 8.2, que se clasifica como ligeramente alcalino. En comparación con los valores de pH de las muestras control, las cuales estuvieron cercanas a la neutralidad 7.13, 7.38 y 6.53 para agua

potable, destilada y comercial, respectivamente, solamente las muestras correspondientes al muestreo número 4 estuvieron por encima de pH 7, observándose un pH por encima de 8. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 8.5 (Rubio Arias y col., 2014), por lo que el pH obtenido de las muestras de agua de Cuatrociénegas están en un rango óptimo. El pH del agua se debe principalmente al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. La disolución de CO₂ en el agua, y la disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua. Asimismo, la respiración de los organismos heterótrofos en el agua produce dióxido de carbono modificando el pH del medio acuático (Álvarez y col., 2006). El pH de un medio acuoso natural se debe a la presencia del anhídrido carbónico disuelto, procedente de la atmósfera, y, fundamentalmente, del que se encuentra en la zona de infiltración de la tierra producido por la respiración de los organismos vivos, así como de la respiración y fotosíntesis de los organismos acuáticos (Rodríguez Zamora, 2009). Por otra parte, los distintos tipos de suelos que hay en la región como xerosol, litosol, solonchak y vertisol, cada uno de ellos conformado por diferentes tipos de materia como carbonatos, arcilla o sales, provoca que existan diferencias en los valores de pH obtenidos en los diferentes puntos de muestreo realizado (Álvarez y col., 2006).

Conductividad Eléctrica

Los resultados indicaron que las muestras recolectadas en el muestreo 4 presentaron una mayor conductividad en comparación con aquellas recolectadas en los otros muestreos. Por otro lado, los valores de conductividad obtenidos de las muestras control fueron menores en comparación con las muestras de agua de Cuatrociénegas, indicando de esta manera que el agua de este valle es rica en diferentes minerales mismos que son los que le dan esta propiedad de conductividad (Tabla 1). La conductividad del agua está relacionada con la concentración de sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica (Solís-Castro y col., 2017).

Turbidez

Los resultados de turbidez observados en las muestras recolectadas indican valores por encima de los índices recomendados para este parámetro a diferencia de las muestras control, las cuales presentaron valores de 0, indicativo de que están libres de agentes que pudieran interferir con su turbidez. Se considera que una turbidez por encima de las 5 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) no es apta para consumo humano (Marcó y col., 2004). Los grupos de muestras que presentaron un valor de turbidez mayor a 5 fueron los grupos 2 y 3, mientras que los grupos 1 y 4 presentaron valores normales (Tabla 1). La turbidez en el agua es un

parámetro importante puesto que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, lo cual, en valores altos, podría ser un indicio de contaminación.

Color

Los datos obtenidos del análisis de color de las muestras se describen en la Tabla 1. En dicha tabla se aprecia que algunas de las muestras presentan un valor por encima de lo aceptable, diferente de los resultados obtenidos de las muestras de agua control, las cuales estuvieron en un rango de 2.5 pt/Co, cifras aceptables de acuerdo a la NOM. La Organización Mundial de la Salud menciona que la apariencia del agua con un color inferior a 5 unidades colorimétricas o 20 Unidades Platino-Cobalto es aceptable para consumo humano. Por otra parte, la principal problemática asociada al aumento en la cantidad de sólidos disueltos en aguas es que estos ocasionan turbiedad provocando una reducción de la cantidad de luz solar que pasa a través del agua, impidiendo la actividad fotosintética de los organismos acuáticos, lo que conlleva a la descomposición del cuerpo de agua, imposibilitando el uso de esta misma para otro tipo de servicio (Pérez-Osorio y col. 2016).

Sólidos disueltos en agua

Otro de los parámetros importantes que determinan la calidad del agua son los sólidos disueltos en agua. Los resultados observados en este estudio indican que dentro del muestreo 3 y 4 presentan cifras que se encuentran por encima de los límites permisibles para sólidos disueltos (1000 mg/l), mientras que las muestras control, agua comercial, agua potable y agua destilada presentaron números que se colocan dentro de lo establecido por la NOM (Tabla 1).

Nitritos y Nitratos

Uno de los indicadores de la calidad del agua son los niveles de nitritos y nitratos, los cuales están relacionados con el ciclo del nitrógeno del suelo y de las plantas superiores. Así mismo, los nitritos se forman durante la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal u otros compuestos orgánicos nitrogenados y se utilizan como indicador fecal en aguas naturales (Cabrera-Molina y col., 2003). Los límites permitidos de estos compuestos de acuerdo a la norma son de 10 mg/l y de acuerdo a los datos obtenidos en este estudio, ninguna de las muestras de agua analizadas está por encima de esta cantidad.

Cloruros

En la Tabla 1 se señalan con un asterisco las muestras de agua que presentaron cantidades de cloruros por encima del límite permisible en agua potable y para consumo humano, el cual es de 250 mg/l, de acuerdo a la norma mexicana y, por lo contrario, las muestras control se encuentran dentro de los límites permisibles. Los cloruros son unos de los iones inorgánicos

que se encuentran en mayor cantidad en aguas residuales, naturales y residuales tratadas, y su presencia es necesaria en aguas potables. Este ion es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales u otras enfermedades, sin embargo, se requiere establecer límites permisibles en agua (Pérez-López, 2016).

Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos se encuentran presentes en las aguas superficiales debido a la contaminación ambiental, y a los procesos naturales de descomposición de la materia orgánica. De manera general, estos compuestos no se encuentran de manera común en el agua, excepto cuando estas corrientes de agua pasan por zonas de tuberías de aguas ricas en materias húmicas. Las cantidades detectadas de estos compuestos en algunas muestras de agua, están por encima de lo indicado por la norma (Tabla 1), por lo que se debe poner atención en estos compuestos, ya que estas muestras de agua no son aptas para consumo humano.

Tabla 1. Análisis fisicoquímico de las muestras de agua de diferentes fuentes del Valle de Cuatrociénegas.

Parámetro	Muestreo				Controles		
	1	2	3	4	Agua potable	Agua destilada	Agua embotellada
pH	7.60 ± 0.42	7.71 ± 0.55	7.77 ± 0.37	8.20 ± 0.22	7.13 ± 0	7.38 ± 0	6.53 ± 0
Conductividad (mV)	-66.78 ± 22.22	-67.56 ± 29.35	-66.50 ± 19.61	-97.00 ± 12.80	-38 ± 0	-52 ± 0	-3 ± 0
Turbidez (UNT)	0.62 ± 1.08	8.63 ± 26.12	15.13 ± 65.65	2.60 ± 1.96	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Color Unidades Pt/Co	5.11 ± 2.99	8.10 ± 5.82	7.22 ± 5.82	11.18 ± 6.61	2.5 ± 0	2.5 ± 0	2.5 ± 0
Sólidos disueltos en agua (mg/l)	111.39 ± 69.72	149.88 ± 1527.64	932.92 ± 2051.02	494.91 ± 754.36	91 ± 0	76 ± 0	14 ± 0
Nitritos (mg N- NO ₂ /L)	0.09 ± 0.00	0.11 ± 0.06	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.03	0.108 ± 0	0.115 ± 0	0.091 ± 0
Nitratos (mg N-NO ₃ /L)	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Cloruros (mg Cl ⁻ /l)	73.67 ± 28.11	607.37 ± 2305.81	1180.96* ± 4098.16	1091.23* ± 1535.14	8 ± 0	9 ± 0	55.48 ± 0
Fenoles hidrolizados (mg/l)	4.88 ± 4.24	5.58 ± 1.71	8.94 ± 5.51	10.93 ± 3.99	11.34 ± 0	9.62 ± 0	8.07 ± 0

Analisis de componentes principales

En este analisis estadistico se detectó que las muestras 81, 85 y 87 se alejaron del resto de acuerdo a los parametros fisicos evaluados en el agua. Estas muestras son las codificadas 4m5, 4m9 y 4m11, se apreció además que tenian grandes cantidades de solidos solubles, pH alto y altas concentraciones de cloruros, lo que probablemente las diferencia del resto de las muestras (Figura 2).

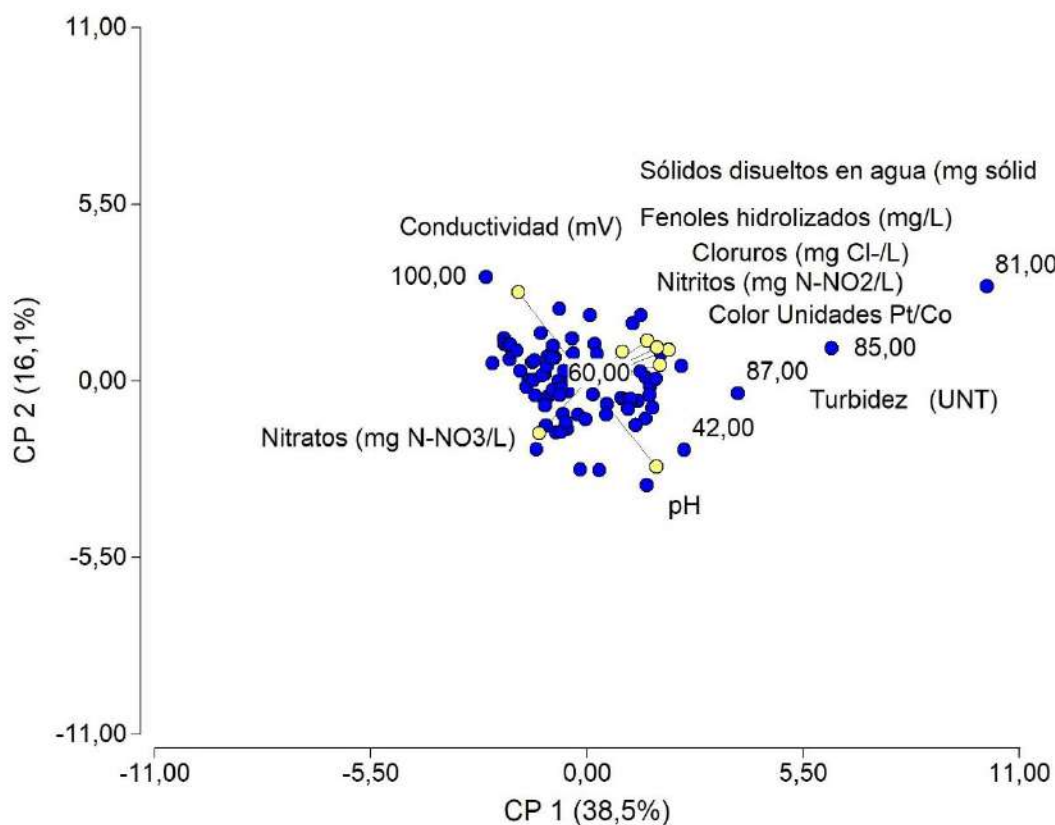


Figura 2. Analisis de componentes principales de las características fisicoquímicas de muestras de agua recolectadas en el Valle de Cuatro Ciénegas Coahuila.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La evaluación de la calidad de agua de diversas fuentes del valle de Cuatrociénegas como ríos, pozas y /o canales mostró que existen diferencias significativas en su calidad, algunas de las muestras presentaron altas concentraciones de cloruros, fenoles y turbidez, de acuerdo con las NOM, lo que podría indicar que las fuentes de esta agua provienen de diferentes fuentes o bien, que existe alguna fuente de contaminación externa. Las muestras que presentaron valores por encima de los límites permisibles se encontraron en los muestreos 3 y 4, los cuales pertenecen a las zonas poniente y oriente de la ciudad y de las cuales algunas de estas pertenecen a canales.

Bibliografía

- Álvarez, A., Rubiños Panta, J.E., Gavi Reyes, F., Alarcón Cabañero, J.J., Hernández-Acosta, E., Ramírez-Ayala, C., Mejía Saenz, E., Pedrero Salcedo, F., Nicolas Nicolas, E. & Salazar Sosa, E. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y predicción. *Revista Internacional de Botánica Experimental*. 75:71-83.
- Cabrera-Molina, E., Hernández Garciadiego, L., Gómez Ruíz, H. & Cañizares Macías, M.P. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. *Revista de la Sociedad Química de México*. 47:88-92.
- Everette, J.D., Bryant, Q.M., Green, A.M., Abbey, Y.A., Wangila, G.W. & Walker, R. (2010). Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58:8139-8144.
- Felstead, N.J., Leng, M.J., Metcalfe, S.E. & Gonzalez, S. (2015). Understanding the hydrogeology and Surface flow in the Cuatrociénegas basin (NE) using stable isotopes. *Journal of Arid Environments*. 121:15-23.
- Johannesson, K.H., Cortés, A. & Kilroy, K.C. (2004). Reconnaissance isotopic and hydrochemical study of Cuatro Ciénegas groundwater, Coahuila, México. *Journal of South American Earth Sciences*. 17:171-180.
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C. & García, M.C. (2004). La turbidez como indicador de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. *Higiene y Sanidad Ambiental*. 4:72-82.
- Montiel-González, C., Bautista, F., Delgado, C. & García-Oliva, F. (2018) The Climate of Cuatro Ciénegas Basin: Drivers and Temporal Patterns. In: Souza V., Olmedo-Álvarez G., Eguiarte L. (eds) Cuatro Ciénegas Ecology, Natural History and Microbiology. Cuatro Ciénegas Basin: An Endangered Hyperdiverse Oasis. Springer, Cham. Pp 35-42.
- Norma Oficial Mexicana NMX-11-073-SCFI-2001. Análisis de agua – Determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA073-1981).
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015. Análisis de agua – Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela NMX-AA-034-SCFI-2001).

Norma Oficial Mexicana NMX-AA-045-SCFI-2001. Análisis de agua – Determinación de color platino cobalto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas (cancela a la NMX-AA-045-1981).

Norma Oficial Mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001. Análisis de aguas – Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-079-1986).

Norma Oficial Mexicana NMX-AA-099-SCFI-2006. Análisis de agua – Determinación de nitrógeno de nitritos en aguas naturales y residuales – Métodos de prueba (cancela a la NMX-AA-099-1987).

Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 29:3-14.

Pérez-Osorio, G., Arriola-Morales, J., García-Lucero, T., Saldaña-Blanco, M.L. & Mendoza-Hernández, J.C. (2016). Evaluación de la calidad del agua de cuatro Jagüeyes del parque estatal “Flor del bosque”, Puebla, México. *Ra Ximhai*. 12:153-168.

Rodríguez Zamora, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del acueducto, (ASADAS), década distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008. *Revista Pensamiento Actual*. 9:12-13.

Rubio-Arias, H.O., Ortiz-Delgado, R.C., Quintana Martínez, R.M., Saucedo Terán, R.A., Ochoa Rivero., J.M. & Rey Burciaga, N.I. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la Boquilla en Chihuahua, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1:139-150.

Severiche-Sierra, C.A., Castillo-Bertel, R. & Acevedo Barrios, L. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. & Mora-Alvarado, D. (2018) La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 31:35-46.

Souza, V., Escalante, A., Espinoza, L. & Valera, A. (2004). Cuatro Ciénegas, un laboratorio natural de astrobiología. *Ciencias*. 75:4-12.