

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA DE LLUVIA COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN SITIOS ESTRATÉGICOS DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO

Aguilar Gutierrez Ana Luisa (1) y Arias Hernández Luz Adriana (2)

¹ [Licenciatura en Ingeniería Hidráulica, Universidad de Guanajuato] | [anahidra@outlook.com.mx]

² [Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [arhadriana@ugto.mx]

Resumen

La calidad del agua de lluvia se ha convertido en un asunto de interés, ya que las emisiones de origen antropogénico se han incrementado, originando zonas urbanas con alto nivel de polución en el aire, contaminando la atmósfera con elementos como el dióxido de nitrógeno entre otros. Se determinó la variación de parámetros físicos del agua de lluvia tales como pH, conductividad y sólidos disueltos, en tres sitios estratégicos de la Ciudad de Guanajuato. Las muestras de agua de lluvia se recolectaron en cada evento de lluvia, en cada uno de ellos se analizaron los parámetros antes mencionados. Los resultados de pH se encuentran en un rango entre 6.2 a 7 considerando que no hay presencia de lluvia ácida. En la conductividad los mayores valores se presentan para las muestras correspondientes en la comunidad de La Poza, observándose el mismo efecto en el análisis de los sólidos disueltos totales.

Abstract

The quality of rainwater has become a problem of interest that emissions of anthropogenic origin have increased, originating urban areas with high level of pollution in the air, contaminating the atmosphere with elements such as Nitrogen dioxide among others. The variation of physical parameters of the rainwater, such as pH, conductivity and dissolved solids, was determined in three strategic sites of the City of Guanajuato. The rainwater samples were collected in each rain event and each of them the parameters mentioned above were visualized. The pH results ranged from 6.2 to 7, that there is no presence of acid rain. In conductivity, the highest values are presented for the corresponding samples in the rural site of La Poza, observing the same effect in the analysis of total dissolved solids.

Palabras Clave

Gestión del agua, contaminación atmosférica, lluvia ácida, degradación ambiental, emisión

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo se enfrenta a un problema de escasez de agua, directamente relacionada con el manejo inadecuado de este recurso, es por ello que se hace de suma importancia el que exista una buena planeación de gestión del agua y la necesidad de una nueva visión para ampliar la política del agua que incorpore principios de sostenibilidad y equidad. [1]. El aprovechamiento y gestión integral del agua de lluvia son fundamentales ante dos retos actuales, el aumento de la población y el cambio climático. Este incremento es más significativo en zonas urbanas, lo que está suponiendo un aumento en el consumo de servicios básicos como el agua. Mientras que los efectos del cambio climático están produciendo estaciones impredecibles, fenómenos más intensos como las sequías e inundaciones, sobrepasando en algunas zonas del territorio nacional las cifras máximas de precipitación pluvial que se tienen registro, situación que se está convirtiendo en una constatación. La calidad del agua de lluvia se ha convertido en un asunto de interés para muchos y a su vez desafiante [2], ya que las emisiones de origen antropogénico se han incrementado, originando zonas urbanas con alto nivel de contaminación en el aire, contaminando la atmósfera con elementos como el dióxido de nitrógeno y dióxido de carbono entre otros. [3-4]. La química del agua presente en la atmósfera es el resultado de una compleja interacción entre la dinámica de las nubes y los procesos microfísicos. [5]. Juega un papel importante puesto que su composición ayuda a entender la contribución de los contaminantes emitidos a la atmósfera. Por eso la lluvia nos muestra todo lo que está presente en la atmósfera, de forma natural se ha reportado que el agua de lluvia presenta un pH natural de 5.6. [5]. La lluvia ácida, deposición húmeda o precipitación ácida se forma a partir de la reacción química de sus precursores dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO) con la humedad atmosférica. Los ácidos sulfúrico y nítrico que se forman se depositan en construcciones y monumentos, vegetación, suelo y cuerpos de agua a través de gases o partículas (deposición seca) o de lluvia, nieve o niebla (deposición húmeda). [6]. La contaminación atmosférica tiene efectos a nivel local, regional y global. Uno de los efectos más conocidos y documentados, desde hace tiempo, son los problemas de calidad del aire. Aunado a esto también se presentan efectos a nivel regional, como la afectación de vegetación, suelo y cuerpos de agua debido a la lluvia ácida, incluso, a nivel mundial, como el cambio climático. [6]. En lo que se refiere a la gestión de calidad del aire, ha destacado información sobre la identificación de los principales generadores de emisiones, del volumen y composición de éstas, así como la concentración de los contaminantes en la atmósfera. En la imagen 1 se muestran emisiones comprendidas entre el 2004 al 2012 registradas por el Instituto de Ecología de Guanajuato (RECT), donde la mayor incidencia de emisiones es por bióxido de carbono y por bióxido de nitrógeno. [7].

Justificación

La composición del agua de lluvia es un indicativo de la calidad atmosférica y puede dar una guía en la procedencia de los elementos que la componen [8]. Esto debido a que juega un papel importante en el barrido de los componentes solubles de la atmósfera y nos ayuda a entender la contribución relativa de las diversas fuentes de contaminantes atmosféricos [9].

Hipótesis

Se espera una variación de los parámetros en el agua de lluvia en los sitios con condiciones geográficas diferentes propuestos para la toma de muestras.

OBJETIVO GENERAL

Determinación de parámetros físicos del agua de lluvia como indicador de la contaminación atmosférica en sitios estratégicos de la Ciudad de Guanajuato.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinación de los sitios de toma de muestra.
- Analizar la influencia de las emisiones de origen antropogénico en la calidad del agua de lluvia en los sitios de estudios.
- Determinación de parámetros físicos del agua de lluvia en los sitios de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales empleados fueron los siguientes: Frascos de 500 ml para el muestreo, guantes de nitrilo, agua destilada, sustancia buffer. Para la determinación de los parámetros se realizó mediante un medidor portátil marca Hanna.

A continuación se describe la metodología empleada mediante los pasos siguientes:

- * Determinación de los sitios para la de toma de muestras de agua de lluvia.
- * Recolección de muestras en los sitios determinados por evento de lluvia.
- * Limpieza de los captadores una vez tomada la muestra.
- * Análisis de los parámetros: pH, Conductividad y sólidos disueltos.
- * Visita al CIATEC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron 3 sitios de toma de muestra de agua de lluvia, los cuales se presentan en el mapa de la Imagen 1, donde se puede observar cómo están situados dentro de la Ciudad de Guanajuato, de estos sitios se analizó su pH, conductividad y sólidos disueltos y de ambos se presentan 3 tomas de muestras más representativas durante (junio y julio), por cada evento de lluvia presenciado.

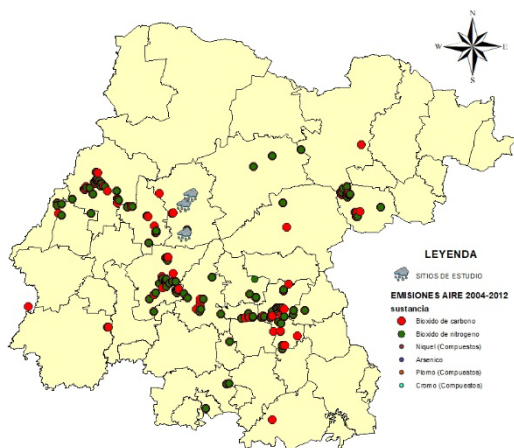


IMAGEN 1. Localización de sitios de estudio
(elaboración propia).

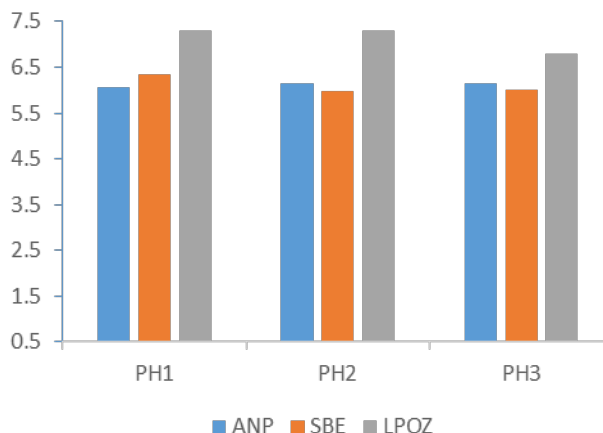


IMAGEN 2: Análisis de pH de los sitios de estudio.

De acuerdo a lo que se muestra en la Imagen 1, el primer sitio corresponde al Área Natural Protegida de Las Palomas (ANP), el segundo sitio corresponde al centro de Guanajuato ubicado en Sede Belén (SBE) y finalmente el tercer sitio corresponde a la Comunidad de La Poza (LPOZ), cada sitio con características geográficas diferentes, en los cuales se espera que el sitio con menos afectación de origen antropogénico sea el ANP, como lo han reportado algunos autores [10].

Con respecto a los resultados de pH, se observa que el pH tanto en el sitio SBE como en el ANP los valores de pH son cercanos a 6 en las 3 tomas realizadas, a diferencia de los valores de pH en la comunidad donde los valores determinados son aproximadamente a 7. Se ha reportado que valores mayores a 6 pueden deberse a la capacidad amortiguadora de partículas alcalinas o NH_3 entre otros [5]. Los valores mencionados anteriormente son cercanos al pH natural del agua de lluvia, el cual es ligeramente ácido (5.6), Gadammar menciona que la disminución de este pH se debe a la presencia de óxidos de carbón, nitrógeno o sulfuro entre otros elementos presentes en la atmósfera. De acuerdo a esto se puede determinar que el agua captada en los sitios seleccionados en la Ciudad de Guanajuato, no se refiere a lluvia ácida así como los reportan algunos autores, tal es el caso de Chughtai et al quienes reportan rangos de pH entre 6.2 y 7.9 [11].

Se presentan también los resultados del estudio de la conductividad (CE) para cada uno de los sitios de estudio los cuales se muestran en la Imagen 3. Como puede observarse en la primera toma la conductividad en el ANP y SBE son muy similares (5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aprox) sin embargo la conductividad de la comunidad LPOZ es mayor con respecto a los otros sitios con valores aproximadamente de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, llegando a un valor máximo en la tercera toma de 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el indicativo de aumento de conductividad se relaciona por efecto de sales presentes en el sitio. Chughtai et al mencionan que el aumento de conductividad es clave para determinar la calidad del agua de lluvia y que su aumento se relaciona con el incremento en la concentración de iones, tales como cloruros, sulfatos nitratos, fosfatos entre otros, reportando valores de conductividad entre 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y máximos de 210 [11]. De igual forma Lü et al [13] reportan pH de valor 6.8 relacionados con un correspondiente valor de la conductividad de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ debidos a emisiones originadas por actividades agrícolas, lo cual explicaría el incremento de los valores encontrados en la comunidad con respecto a los otros sitios de estudio.

Finalmente se muestra el estudio del análisis de Sólidos disueltos totales (SDT) los cuales se presentan en la Imagen 4. Al analizar los resultados se observa que en la primer toma los valores de sólidos disueltos son de aproximadamente 3 ppm para el ANP y para la SBE, aumentando ligeramente en las tomas 2 y 3, sin embargo a diferencia de éstos, en la comunidad LPOZ los valores son cercanos a 10 ppm en las primeras dos tomas, pero presenta un ligero aumento en la última toma alcanzando valores de aproximadamente 20 ppm. Gaddamwar hace referencia a que el aumento en los valores de sólidos disueltos se debe al incremento de partículas suspendidas, reportando valores de SDT en un rango de 3 a 32 ppm [12].

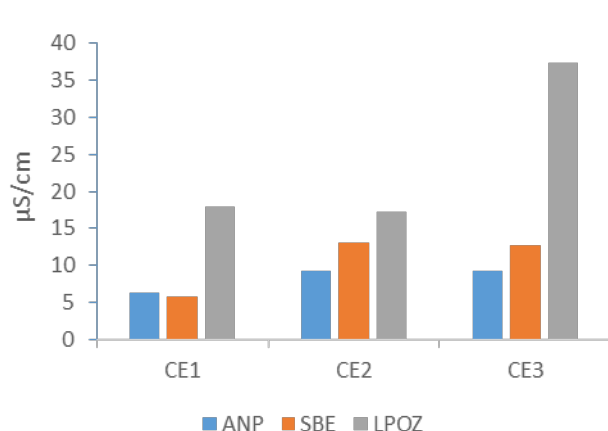


IMAGEN 3. Análisis de Conductividad Eléctrica (CE) de los sitios de estudio.

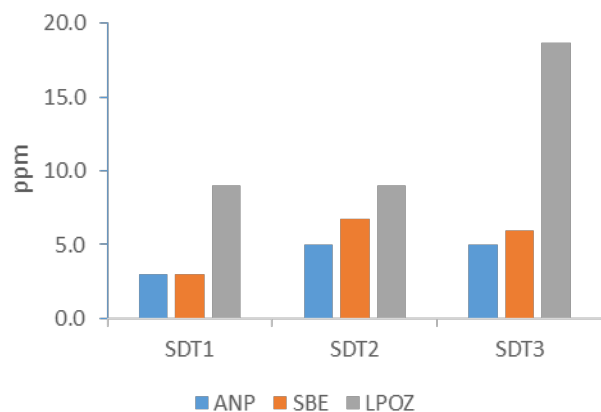


IMAGEN 4: Análisis de Sólidos Disueltos Totales (SDT) de los sitios de estudio.

CONCLUSIONES

- Los valores de pH obtenidos no son representativos de lluvia ácida en los lugares de estudio realizados.

- Los valores de CE y SDT más altos corresponden a la comunidad de La Poza con respecto a los otros sitios.
- Es importante el conocimiento de emisiones de la región para determinar las posibles afectaciones a la calidad del agua de lluvia y complementar el estudio de otros parámetros fisicoquímicos.
- Es importante considerar por evento de lluvia factores como velocidad del viento y cantidad de lluvia (mm) entre otros factores.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado, al CIATEC por el apoyo al ingreso a sus instalaciones, en especial a la Dra. María Maldonado Santoyo, así como a la División de Ingenierías y a los responsables del Área Natural Protegida de las “Palomas”, por su apoyo en la instalación de captadores y acceso al área Ing. Érika Delgado y Juan Cano Mares. A la Dra. Azucena Pérez Vega por la aportación de datos de fuentes de emisiones. Un especial agradecimiento a la Dra. Luz Adriana Arias Hernández por el apoyo directo como mi asesora de investigación, quien ha sido un ejemplo a seguir. Finalmente agradezco el apoyo de mi familia, que son mi sostén y mi motivación.

REFERENCIAS

- [1] Gleick H. P. (1998). Water in crisis: Paths to sustainable water use. *Ecological Society America*, 8(3), 559 - 905.
- [2] Gwenzi W., Dunjana N., Pisa C., Tauro T. & Nyamadzawo. G. (2015). Water quality and public risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: review and perspectives. *Sustainability of Water Quality an Ecology*, 6, 107 - 118.
- [3] Vialle C., Busset G., Tanfin L., Montrejeud- Vignoles M., Huau M. C. & Sablyrolles C. (2015). Environmental analysis of a domestic rainwater harvesting system: A case study in France. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 178 – 184.
- [4] Xu Z., Wu Y., Liu W-J, Liang C-S, Ji J., Zhao T. & Zhang X. (2015). Chemical composition of rainwater and the acid neutralizing effect at Beijing and Chizhou city, China. *Atmospheric Research*, 164 – 165, 278 – 285.
- [5] Vásquez Morera, T.; Alfaro Solís, R.; Sibaja Brenes, J. P.; Esquivel Hernández, G. & Valdés González, J. (2012). Composición química del agua de lluvia y de niebla recolectada en la Reserva Biológica de Monte Verde. *Uniciencia*, 26, 51 - 63.
- [6] Contreras Vigil, A. M., García Santiago G. & Icaza Hernández B. (2013). Calidad del Aire: una práctica de vida. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable.
- [7] Instituto de Ecología de Guanajuato. (2012) Registro de Emisiones y transferencia de Contaminantes. Recuperado de [http://ecología.guanajuato.gob.mx/sitio/información-sobre-tramites/98/Registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-\(RECT\)-de-Guanajuato](http://ecología.guanajuato.gob.mx/sitio/información-sobre-tramites/98/Registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-(RECT)-de-Guanajuato).
- [8] Al-Khashman O. A., (2009) Chemical characteristics of rainwater collected at a western site of Jordan, *Atmospheric Research*, 91 (1), 53–61.
- [9] Zong-Jie, Song L-L, Jing-zhu M. & Li Y-G. (2017). The characteristics changes of pH and and EC of atmospheric precipitation and analysis on the source of acid rain in the source área of the Yangtze River from 2010 to 2015. *Atmospheric Environment*, 156, 61 – 69.
- [10] Wu Q., Han G., Tao F. & Tang Y. (2012) Chemical composition of rainwater in karstic agricultural área, southwest China: The impact of urbanization. *Atmospheric Research*, 111, 71 – 78.
- [11] Chughtai, M., Mustafa, S. and Mumtaz, M. (2014) Study of Physicochemical Parameters of Rainwater: A Case Study of Karachi, Pakistan. *American Journal of Analytical Chemistry*, 5, 235-242.
- [12] Gaddamwar G. A. (2011). Analytical study of rain water for the determination of polluted or nopolluted zone. *International Journal of Environmental Science*, 1(6), 1317 – 1322.
- [13] Lü, P. Han, G. & Wu, Q. (2017). Chemical characteristics of rain in karst rural áreas, Guizhou Province, Southwest China. *Acta Geochim*, 36(3), 572 – 576.