Estudio de pH de agua de lluvia de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos, año 2021

Rain pH study of the cities of Caaguazú and Juan Manuel Frutos, year 2021

Talavera Caballero, Néstor Omar[1]

Artículo original

Resumen

El siguiente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Santa Clara de Asís (USCA), con el objetivo de determinar el rango de pH (**Potencial de Hidrógeno**) de agua de lluvia en distintos puntos de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos para analizar si la misma está en el rango normal o ácida, considerando el nivel de contaminación en las ciudades aledañas y de la región del Brasil. Se inició la toma de muestras de agua lluvia en distintos barrios donde viven los estudiantes que cursan el segundo año de la carrera de Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Santa Clara de Asís (USCA) en forma aleatoria. Para la toma y manejo de las muestras se proporcionan a los estudiantes distintos frascos previamente examinados, libres de cualquier sustancia contaminante, se recolecta la muestra por lo menos dos veces (mañana y tarde). Las mismas son trasladadas en forma refrigerada hasta el laboratorio y se toma la medición después de un máximo de 48 horas, registrándose en una planilla. El periodo de recolección de las muestras fue realizado desde los meses de febrero a noviembre del año 2021. Como resultado de la investigación se pudo establecer el rango de pH de la lluvia en las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos entre 5,62 como mínimo y 5.86 como máximo, demostrando de esta manera que el agua de lluvia analizada en ese periodo de tiempo no registra acidez.

Palabras clave: Caaguazú, Juan Manuel Frutos, pH, lluvia, rango.

Abstract

The following research work was developed in the Laboratory of the Faculty of Health Sciences of the Santa Clara de Asís University (USCA), with the objective of determining the pH range (Hydrogen Potential) of rainwater at different points from the cities of Caaguazú and Juan Manuel Frutos to analyze if it is in the normal or acid range considering the level of contamination in the surrounding cities and in the Brazilian region. Sampling of rainwater began in different neighborhoods where the students who are in the second year of the Biochemistry career of the Faculty of Health Sciences of the Santa Clara de Asís University (USCA) live randomly. For the taking and handling of the samples, the students are provided with different bottles previously examined, free of any contaminating substance, the sample is collected after at least two times (morning and afternoon). They are transferred in refrigerated form to the laboratory and the measurement is taken after a maximum of 48 hours, registering in a form. The sample collection period was carried out from February to November of the year 2021. As a result of the investigation, it was possible to establish the pH range of the rain in the cities of Caaguazú and Juan Manuel Frutos Frutos between 5.62 as minimum and 5.86 as maximum, thus demonstrating that the rainwater analyzed in that period of time does not register acidity.

Key words: Caaguazú, Juan Manuel Frutos, pH, rain, range.

1. Docente de la Carrera de Bioquímica de la Universidad Santa Clara de Asís

Introducción

La industrialización ha llevado numerosas situaciones de cambios en el ecosistema, principalmente en la emisión de innumerables tipos de gases causantes de la "**Lluvia ácida"**, término muy amplio que se refiere a una mezcla de sedimentación húmeda y seca (materiales depositados) de la atmósfera que contienen cantidades más altas de las normales de ácidos nítrico y sulfúrico (1).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos evaluar el pH del agua de lluvia de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos, de esta forma determinar la presencia o ausencia del fenómeno de la lluvia ácida, establecer si existen diferencias significativas entre los valores del pH del agua de lluvia, en función de los distintos puntos de muestreo dentro de ambas ciudades. Las mismas cuentan con un sector productivo enfocado a la agronomía como cultivo de productos hortícolas, frutos, soja, mandioca entre otros, que pueden ser afectados si aumenta la acidez del agua de lluvia. Asimismo, ambas ciudades no cuentan con las instalaciones necesarias para atender el acelerado incremento de vehículos automotores de las últimas décadas, ni se cuenta con una regulación en cuanto al control de las emisiones contaminantes de los mismos.

Como antecedente de la investigación sobre la calidad del agua de lluvia se tiene monitoreada la ciudad de Culiacán, Sinaloa, en función del valor de pH. Los muestreos se realizaron en 4 puntos de la ciudad durante la temporada de lluvia del 2010. Se realizaron estudios estadísticos y comparativos de muestras de agua recogidas el problema de la lluvia ácida no se presentó en la ciudad, ya que no existieron valores de pH<5 en las muestras analizadas. Esto no debe ser motivo de relajamiento, ya que las condiciones podrían cambiar debido al crecimiento vehicular mencionado en este estudio. La ciudad de Culiacán pudo dividirse en dos en función de los valores de pH del agua de lluvia, la zona norte con un pH más alto y la zona sur con un pH más bajo, esto en base a la información obtenida de los cuatro puntos de muestreo (2).

En el departamento de Caaguazú no existen fuentes de información acerca de investigaciones de este tipo desarrolladas en la región del país.

Debido a la presencia de estas fuentes emisoras de contaminantes en la ciudad, es urgente y necesario iniciar la medición de las concentraciones de los principales indicadores de la calidad atmosférica y dar así evidencia sobre la situación de la contaminación del aire que afecta a dichas ciudades. Es importante mencionar que las ciudades involucradas en la investigación, no cuentan con estaciones de monitoreo atmosférico, lo cual dificulta la obtención de datos sobre la calidad del aire de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos.

La concentración molar de cualquier ácido en una disolución acuosa es por lo común muy pequeña. En consecuencia, y por comodidad, la concentración de ácido se expresa habitualmente en términos del pH, que es el logaritmo negativo de base 10 de [H+] esto es pH=-log[H+] (3).

Los precursores químicos de la formación de la lluvia ácida provienen de fuentes naturales, como los volcanes y la vegetación en descomposición, y de fuentes artificiales, principalmente las emisiones de dióxido de azufre (SO2) y óxido de nitrógeno (NOx) que provienen de la combustión de combustible fósil (4).

La lluvia ácida ocurre cuando esos gases reaccionan en la atmósfera con el agua, el oxígeno y otras sustancias químicas para formar distintos compuestos ácidos (2). La lluvia más ácida debido a la presencia de ácidos más fuertes que el CO2 (ac) es llamada lluvia ácida. El termino lluvia ácida se aplica a cualquier forma de precipitación: niebla, nieve, nevisca, rocío que conducen a la deposición de ácido acuosos sobre la superficie de la tierra (5).

Las consecuencias de la lluvia ácida son negativas, ya que producen acidificación de los suelos y altera el pH de las plantas, produciéndose daños en bosques y plantas y limitando el crecimiento y la germinación de las mismas (6).

Los efectos en el suelo por lluvia ácida dependen de la cantidad total de lluvia en el área y de las características de este recurso. La lluvia ácida puede provocar la pérdida de los compuestos alcalinos calcio y magnesio, nutrientes importantes para la biota, lo cual origina el empobrecimiento por la disminución de la fertilidad y productividad (7).

Cuando el dióxido de sulfuro y los óxidos de nitrógeno se liberan de las plantas eléctricas y otras fuentes, los vientos predominantes soplan estos compuestos a lo largo de las fronteras de los países, cayendo la lluvia en forma ácida

(8). La atmósfera natural, no contaminada, contiene compuestos azufrados en alguna proporción. Provienen de la descomposición bacteriana de la materia orgánica, de los gases volcánicos y de otras fuentes (9).

Como técnica, en la realización de este proyecto, se utiliza, el pH metro, instrumento que arroja resultados precisos para las mediciones de pH del agua de lluvia (10), las cuales se estudiaron mediante toma de muestra por parte de los alumnos de la carrera de segundo año de bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Santa Clara de Asís (USCA).

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se desarrolla con 11 alumnos de la carrera de Bioquímica de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Santa Clara de Asís (USCA) el trabajo consiste en tomar muestras de agua de lluvia en frascos de 100 mililitros en distintos puntos de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos del departamento de Caaguazú con la ayuda de los alumnos de la carrera mencionada. Se tomaron muestras de agua lluvia de los meses de febrero a noviembre que son llevadas por los alumnos hasta el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud.

En total, así como lo establece la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil y la Dirección de Meteorología e Hidrología en las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos se registraron 91 días de precipitaciones durante el año 2021 asentados por la Estación meteorológica de Coronel Oviedo. Se analizaron 645 muestras comprendidas entre los meses de febrero a noviembre que corresponde a la etapa escolar.



Figura 1. pH metro digital en calibración.

El equipo empleado tiene un rango de medición de pH= 2 a pH=16 con T=-10°C a T=100°C una resolución de 0.01 pH y 0.1 °C con una exactitud de pH+-0,01 y calibración con entrada directa (incremento, asimetría) compensación de temperatura en forma automática.

Resultados y métodos

La toma de muestras de agua de lluvia comenzó a partir de los primeros días del mes de febrero de 2021, donde se registraron las primeras precipitaciones hasta la última semana de noviembre del mismo año; se inspeccionaron en distintos puntos de las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos del Departamento de Caaguazú.

Según lo analizado entre los valores de pH tomados durante ese rango del año 2021 que el pH del agua de lluvia presenta una acidez normal en las muestras analizadas, entre 5,62 como mínimo y 5.86 como máximo, siendo esta conclusión solamente posible realizarlo durante los diez meses de muestreo.

En la tabla 1 se presenta el resumen de los resultados que se comentan a continuación:

Tabla 1. Cantidad de muestras analizadas y pH promedio mensual

Resultados de análisis de pH de lluvia entre los meses de febrero-noviembre 2021		
Meses	**N° de muestras analizadas**	**PH promedio**
Febrero	54	5,78
Marzo	94	5,82
Abril	61	5,80
Mayo	73	5,76
Junio	64	5,68
Julio	45	5,69
Agosto	11	5,65
Septiembre	71	5,79
Octubre	88	5,74
Noviembre	84	5,76
Total	**645**	**5,747**

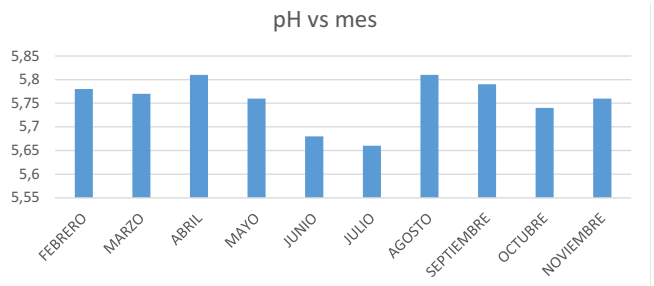


Figura 2. pH promedio mensual entre los meses de febrero a noviembre de 2021

Análisis del pH

Realizando la interpretación de los valores promedios de pH analizados durante el periodo de febrero a noviembre de 2021, el rango más alto de pH se observó en el mes de marzo con un valor de 5,82 (temporada de mayor cantidad de precipitaciones) y el más bajo fue de 5.65 (menor cantidad de lluvia), de acuerdo con la teoría, corresponde a una lluvia no ácida.

Los valores de pH determinados en las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos muestran valores muy próximos entre sí en todos los meses.

Discusión

Los resultados obtenidos a partir del análisis de las muestras, brinda la información necesaria para afirmar que en las ciudades de Caaguazú y Juan Manuel Frutos no se ha detectado lluvia ácida durante los meses de febrero a noviembre de 2021.

Así como en el caso del antecedente de la investigación sobre la calidad del agua de lluvia monitoreada la ciudad de Culiacán, Sinaloa, en función del valor de pH. Los muestreos que se realizaron en cuatro puntos de la ciudad durante la temporada de lluvia del 2010. que se realizaron estudios estadísticos y comparativos de muestras de agua recogidas el problema de la lluvia ácida no se presentó en la ciudad, ya que no existieron valores de pH<5 en las muestras analizadas, por lo tanto, tampoco se comprobó la existencia de la lluvia ácida.

Si bien la problemática no arrojó resultados positivos, no significa que estas ciudades queden exentan de este fenómeno. Se recalca que la población sigue en aumento y con ello el crecimiento de las industrias y el parque automotor, importantísimos precursores de la lluvia ácida.

Además, uno es consciente que para afirmar efectivamente la existencia de lluvia ácida se debe realizar una serie más prolongada, densa y sistemática de mediciones; es decir una mayor cantidad de lugares de muestreo, armar una base de datos que permita elaborar estudios estadísticos, relacionando además el volumen, intensidad y dimensiones del viento en el momento de la precipitación.

Aplicabilidad social

Existe un compromiso de parte del autor de informar los resultados de esta investigación, especialmente a la Dirección de Extensión Agraria (DEAG) la ciudad de Caaguazú y las mismas puedan remitir los resultados de investigación en los centros que consideren necesarios.

Tomar conciencia es el primer paso

En muchos países la legislación exige que el inicio de una nueva actividad productiva sea acompañado de un estudio de evaluación de impacto ambiental que prediga cuáles serán las posibles consecuencias de dicha actividad sobre el entorno. Pero también debemos ser conscientes de las presiones económicas, políticas y sociales que pueden afectar la eficacia de dichas evaluaciones.

Se desea vivir en un ambiente sano, de manera y se debe colaborar para que así sea. Las normativas deben ser cumplidas no solo por las industrias, o el parque automotor, sino también por nosotros mismos.

Referencias

1. Stellman J. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Volumen 1. Buenos Aires. Chantal Dufresne. 2012.

2. Díaz-Ibarra MA. Monitoreo del pH del agua de lluvia para la ciudad de Culiacán, Sinaloa. RLRN [Internet]. 1 de enero de 2014 [citado 25 de enero de 2023];10(1):23-1. Disponible en: https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/229

3. Lluvia acida.https://www.meteorologia.gov.py/wpcontent/uploads/2022/09/Anuario-2021_final_-1.pdf.

4. Brown T, LeMay H, Bursten E. Química Central. Novena Edición. México. Pearson Educación. 2004.

5. Aldabe S, Aramendía P, Lacreu L. Química 1. Fundamentos. Buenos Aires. Colihue.1999.

6. Chang R. Química. Undécima edición. México. McGraw-Hill. 2011.

7. Pino A. Química Verde. Santa Fe. Ediciones UNL. 2020.

8. Stellman J. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Volumen 1. Buenos Aires. Chantal Dufresne. 2012.

9. Reducción de la Lluvia Ácida. Environmental Protection Agency, United States, http://www.epa.gov/acidrain/spanish/reducing/index.html, 25 de enero de 2010.