



Estudio de la calidad del agua de la Vereda El Carmen en la reserva natural de la sociedad civil Lagunas Encantadas

Jessica Lorena Cifuentes López ^a

Lina María Aguirre Otálvaro ^b

Resumen

La calidad del agua es vital para la salud de las personas, puesto que, además de las sustancias químicas y físicas presentes en el agua que contribuyen a su afectación y alteración, ésta es vehículo de microorganismos que pueden ser patógenos al ser humano. En temporada de invierno, debido al incremento del flujo hídrico ocasionado por la precipitación, estos factores se pueden ver alterados por el contacto con el agua lluvia que muchas veces contienen alta carga de ácidos y por la escorrentía superficial que transporta sedimentos y materia orgánica presente en el suelo. Por ello, con base en los protocolos de muestreo establecidos por el IDEAM, se realizó el análisis y caracterización del estado de la calidad del agua en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas y en la Vereda El Carmen, localizadas en el páramo de La Rusia y así calcular el índice de riesgo en salud al que se encuentran expuestos los habitantes de la zona.

Palabras clave: calidad del agua; parámetros microbiológicos; índice de calidad de agua; conservación de ecosistemas.

Abstract

The quality of water is of great importance for people's health: in addition to the chemical and physical substances present in water that contribute to its affectation and prevalence, the water is a vehicle for microorganisms that can be pathogenic to humans. In the winter season, due to the increase in water flow caused by precipitation, these factors can be altered by contact with rainwater, which often contains a high acid load, and by surface runoff that transports sediments and organic matter present in the soil. For this reason, based on the test protocols demonstrated by IDEAM, the study carried out the analysis and characterization of the water quality in the Lagunas Encantadas Civil Society Nature Reserve and in the Vereda El Carmen, located in the páramo de La Russia, in order to

a Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad Antonio Nariño. Sede Duitama, Colombia. jcifuentes58@uan.edu.co @uan.edu.co

b Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad Antonio Nariño. Sede Duitama, Colombia. laguirre06@uan.edu.co

determine the risk index to which the inhabitants of the area are exposed.

Keywords: water quality; physical parameters; chemical parameters; microbiological parameters; water quality index.

Introducción

El agua sin duda es fundamental para el desarrollo de las sociedades humanas [1], pues se obtienen beneficios gracias a los servicios ambientales de los ríos, lagos, océanos o acuíferos subterráneos, aunque también el ser humano influye directa o indirectamente sobre esos ecosistemas y su biota [2]. Por otro lado, podemos definir la calidad del agua como un grupo de condiciones que esta debe tener para garantizar el equilibrio de un ecosistema, la cual se define a partir de características físicas, químicas, biológicas y ecológicas [3].

En Colombia existe desde el 2001 el Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP). Gracias al Decreto 1575 de 2007 del Ministerio de Vivienda y Protección Social, se obliga a reportar los datos de monitoreo de la calidad del agua en ese Sistema [4]. Del mismo modo, la Ley 715 de 2001 determina los recursos que se transfieren a departamentos, distritos y municipios por parte de la Nación para financiar la potabilización de agua y también el saneamiento básico, además de las responsabilidades de vigilancia y control de afectaciones a la salud humana [4]. Igualmente, la “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico” [5], busca mejorar la calidad de agua y reducir su contaminación mediante el ordenamiento y la reglamentación de usos del recurso, además de la evaluación y vigilancia de su calidad [3].

El monitoreo periódico es una de las acciones clave en la gestión del agua, pues permite detectar tempranamente cambios en su calidad; del mismo modo son indispensables no solo las mediciones, sino la disponibilidad de acceso a la información recolectada. Igualmente, comunicar los resultados de calidad favorece a que la información se emplee en la toma de decisiones a nivel comunitario y/o gubernamental [6].

Dentro de este contexto se encuentra la Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas (Figura 1), ubicada en el municipio de Duitama (Boyacá), con una extensión de 188 hectáreas entre los 3500 y 3800 msnm donde busca proteger un ecosistema de páramo con una alta población de frailejones asociados a musgos, líquenes y herbáceas en buen estado de conservación. En el lugar hay varios nacimientos de agua, zonas pantanosas y humedales, además la Reserva hace parte de la cuenca del río Fonce y de la subcuenca del río La Rusia; en el sector también están los ríos Surba, Negro y Chonteles [7].

Materiales y metodología

Inicialmente se tuvo en cuenta el registro fotográfico cedido por habitantes de la vereda El Carmen localizada en el páramo de La Rusia (Figura 2), el cual evidenciaba las condiciones del agua en temporada de invierno: a simple vista presentó un grado de coloración a partir del cual se puede deducir que el agua que reciben en sus hogares incumple con los parámetros normativos.

De acuerdo a la Resolución 2115 de 2007, para medir los parámetros que determinan el IRCA, se tomaron nueve muestras de agua de la vereda El Carmen en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas. El muestreo realizado según el IDEAM consistió en varias muestras tomadas en puntos específicos durante

un corto espacio de tiempo, que representa un momento puntual en el tiempo y en el espacio del lugar de muestreo. Este muestreo determina cuantitativamente variables fisicoquímicas y microbiológicas que puedan verse alterados por contaminación, variaciones en la concentración

o degradación por interactuar con el medio ambiente, con los receptáculos de captación o por mezclarse con otras muestras, inclusive de la misma fuente [10]. En la Figura 3 se relacionan los nueve puntos establecidos para llevar a cabo el muestreo de agua.



Fig. 1. Reserva natural de la sociedad civil Lagunas Encantadas.



Fig. 2. Registro fotográfico de muestras tomadas por los habitantes del Páramo, en la vereda El Carmen en la Reserva Natural.



Fig. 3. Puntos georeferenciados de la toma de muestras.

En total se realizaron análisis de ocho parámetros físico químicos a nivel de laboratorio; se determinaron *in situ* parámetros como conductividad, sólidos disueltos totales, temperatura y pH con el uso del conductivímetro. También se analizaron: oxígeno disuelto con el uso de un oxímetro, turbiedad con un turbidímetro, dureza total por titulación con EDTA y acidez por titulación con hidróxido de sodio.

Adicionalmente se analizaron microbiológicamente seis puntos de muestreo en la vereda El Carmen:

1) grifo de la cocina del colegio;

- 2) grifo de un hogar en el páramo;
- 3) laguna Pato;
- 4) punto de captación;
- 5) laguna Negra; y
- 6) estructura de captación de agua.

Se sembraron en los siguientes medios de cultivo: Agar Nutritivo, Agar Eosina Azul de Metileno (EMB), Agar Bilis Esculina, Agar MacConkey y Agar *Salmonella-Shigella*. En la Figura 4 se puede ver el proceso de muestreo y medición *in situ* en la Reserva Natural.



Fig. 4. Toma de muestras y medición de parámetros en la Reserva Natural.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos se relacionan en la Figura 5.

En términos generales, las muestras presentan poca variación de temperatura (entre 16 y 18 °C); los valores de pH variaron de ácido a neutro (5,76 - 7,36), el oxígeno disuelto tuvo variaciones entre 6,5 y 75,3 mg O₂/L, siendo el de menor valor el de la estructura de captación. La conductividad eléctrica osciló entre 9,7 y 124,4 µs/cm, siendo el mayor dato el del grifo de la cocina; igualmente el mayor valor de sólidos disueltos totales (68,9 mg/L) se obtuvo en la estructura de captación y la mayor turbidez de la laguna Patos (26 NTU); finalmente, para todas las muestras, la acidez va-

rió entre 5 y 25 mg/L de CaCO₃ y la dureza total se estableció en 1,25 mg/L de CaCO₃ para todas las muestras.

En relación a los cultivos microbiológicos realizados, en la Figura 6 se pueden observar algunas fotografías de los mismos. Se evidenció crecimiento de microorganismos en todos los medios empleados para cada una de las muestras. En los medios para detectar microorganismos entéricos se evidenció el crecimiento de enterobacterias, posiblemente *Escherichia sp.* (Agar Mac Conkey, Agar EMB) y/o *Enterococcus sp.* (Agar Bilis Esculina), lo cual podría demostrar la presencia de microorganismos patógenos en las muestras, quizás derivados de alguna contaminación por heces de animales.

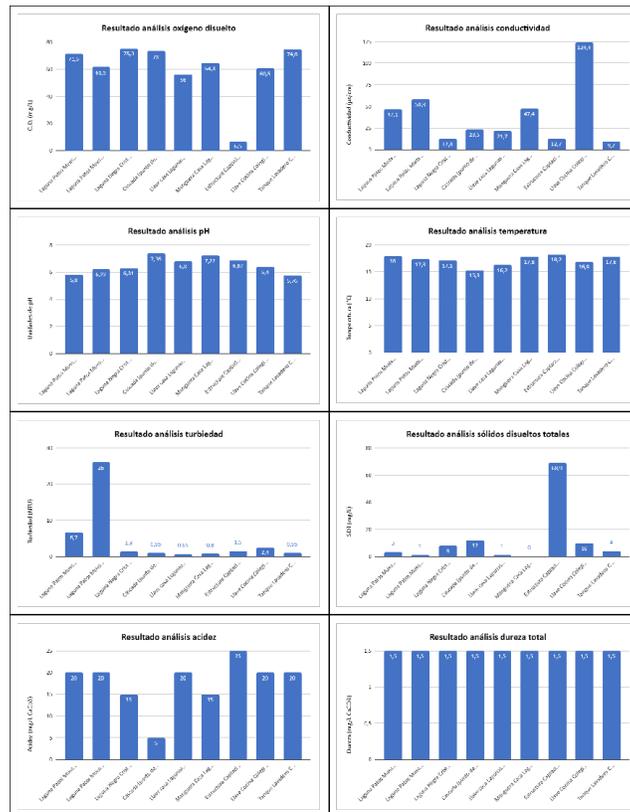


Figura 5. Resultados de los ocho análisis físico-químicos en los puntos de muestreo.

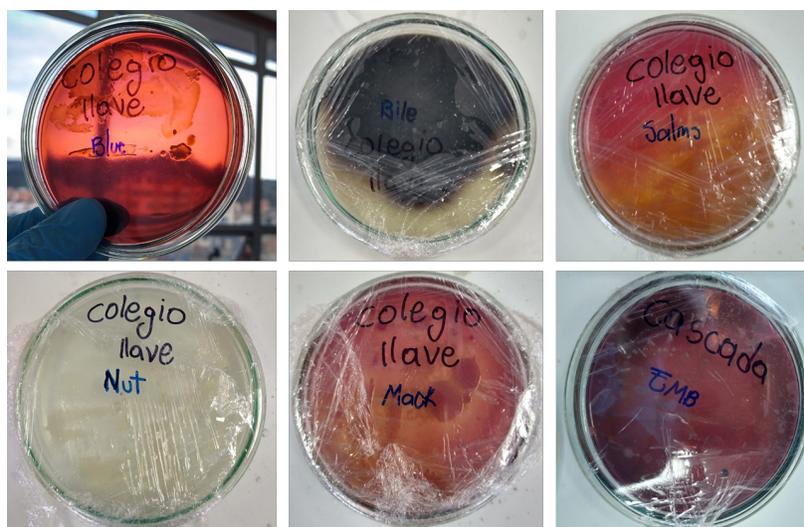


Fig. 6. Cultivos sembrados en los medios empleados. *Nota.* Medios de izquierda a derecha: Agar EMB; Agar Bilis Esculina; Agar Salmonella-Shigella; Agar Nutritivo; Agar Mac Conkey; Agar EMB.

Teniendo en cuenta que las muestras de agua se tomaron en temporada de invierno, debido al incremento de la precipitación y a su vez el incremento de escorrentía superficial, además de los animales que habitan o transitan por la Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas, lo que posiblemente incide en los resultados de los cultivos realizados; estos indican que el agua no cumple con los criterios para consumo humano y en consecuencia debe haber un tratamiento de desinfección, para eliminar agentes patógenos que pueden causar afectaciones a la salud de la población.

Una vez obtenidos todos los resultados de laboratorio, se calculó el índice IRCA de las muestras tomadas en seis puntos de muestreo: laguna Patos, laguna Negra Cristalina, punto de captación, grifo de casa en el páramo, estructu-

ra de captación en la vereda El Carmen y grifo de cocina del Colegio de la vereda El Carmen. Los cálculos del IRCA se realizaron de acuerdo a los puntajes de riesgo contemplados en la Resolución 2115 de 2007, tomando como parámetros para el cálculo coliformes totales, color aparente, dureza total, turbiedad y pH. La clasificación del nivel de riesgo en salud según el cálculo del IRCA se presenta en la Figura 7.

El cálculo del IRCA evidencia que, del total de muestras analizadas, dos están en estado de riesgo inabordable sanitariamente (98,4); destaca el hecho de que una de las muestras corresponde al agua que llega a la cocina de la escuela en la vereda, lo cual puede ser un riesgo para la comunidad estudiantil. Por otro lado, las restantes cuatro muestras se encuentran en estado de riesgo alto (>70).

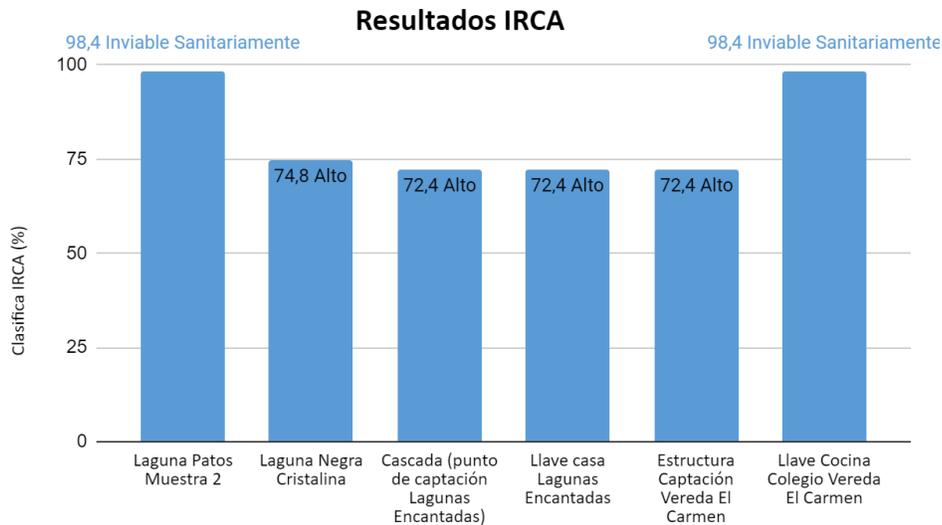


Fig. 7. Resultados del nivel de riesgo en salud.

Conclusiones

Para determinar el IRCA de una manera integral se debe contar con los resultados del análisis a nivel de laboratorio de 22 parámetros en total y, teniendo en cuenta que al realizar los análisis de laboratorio no se contaba con la cantidad de equipos suficientes para ello, posiblemente los resultados podrían presentar variaciones. Sin embargo los resultados dan un indicio de la calidad del agua que tienen para consumo los habitantes de la Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas en el municipio de Duitama (Boyacá), por lo que se deben establecer acciones de sensibilización en la comunidad para la desinfección del agua, además de evitar el paso de animales domésticos en las inmediaciones de los lugares de captación y recorrido del agua en la Reserva Natural.

Declaraciones

- **Autoría:** los autores declaran la originalidad de los resultados presentados y su contribución específica dentro del artículo.
- **Conflicto de intereses:** los autores declaran no tener ningún conflicto de interés para la publicación del artículo.

Referencias

- [1] C. Vargas, G. Ricardo, R. Vargas & J.J. Casas. *Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano*, 2022. Disponible: https://cidta.usal.es/riesgos/CD2/AGUA_DESASTRES/doc14581.pdf
- [2] A. Aguilar Ibarra (coord.). *Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, 2010. Disponible: <https://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAguaImpr.pdf>

- [3] MADS. Gestión Integral del Recurso Hídrico -Calidad. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019. Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/calidad/>
- [4] MVCT. Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018. Disponible: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-2018.pdf>
- [5] MADS. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Social, 2010. Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico/>
- [6] T.P. Burt, N.J.K. Howden & F. Worrall. On the importance of very long-term water quality records, Wiley Interdiscip. Rev. Water, vol. 1, no. 1, pp. 41-48, 2014, doi:10.1002/WAT2.1001.
- [7] Corpoboyacá. Reserva Natural de la Sociedad Civil Lagunas Encantadas. Sirap Zona 48, 2020. Disponible: <https://www.corpoboyaca.gov.co/sirap-n/zona-48/>
- [8] INS. Índice de Riesgo de Calidad del Agua. Instituto Nacional de Salud, 2020. Disponible: <https://www.ins.gov.co/Comunicaciones/Infografias/INFOGRAFÍA SIVICAP.pdf>
- [9] MADS. Resolución 2115 de 2007. Disponible: https://laboratoriodeanalisis.lasalle.edu.co/wcm/connect/LIAC/d951c109-a227-44a3-8a42-1d1f87db2b43/Resolución_2115-2007.pdf?MOD=AJPERES&CVID=1MooSFe
- [10] IDEAM. *Instructivo de toma y preservación de muestras sedimentos y agua superficial para la red de monitoreo de calidad del IDEAM*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2020.

