

Calidad microbiológica de la laguna “La Encantada”, Santa María - 2018

Microbiological quality of the “La Encantada” lagoon, Santa María – 2018

Alexandra Jherina Pineda Lazaro¹, Anthony Apolinario Cortez Lázaro¹, Fiorella Valentina Argüelles Saenz¹, Angel David Hernández Amasifuen¹, Andy Paolo Santa Cruz Ventura¹, José Luis Romero Bozzetta¹, Yulexis Mayra del Carmen Romero Canales²

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la Calidad microbiológica de la laguna La Encantada empleando la técnica de tubos múltiples y determinar si se encuentra en las condiciones óptimas para funcionar como aguas con fines de recreación. **Material y Métodos:** Las muestras se colectaron en cuatro puntos de muestreo, se determinó el pH, temperatura, velocidad promedio de viento y humedad relativa, se determinó el número más probable de coliformes totales y fecales, además se realizó pruebas de confirmación para coliformes fecales y E. coli. **Resultados:** En todos los puntos de muestreo presentaron bacterias coliformes con promedio de 325 NMP/ 100mL, específicamente el punto cuatro de muestreo es el de mayor presencia de coliformes totales con 500 NMP/ 100 mL. La presencia de E. coli se detectó en todas las muestras analizadas con un promedio de 87,5 NMP/ 100mL. **Conclusiones:** Según los Estándares de Calidad Ambiental la laguna La Encantada no está apta para funcionar como aguas con fines de recreación.

Palabras clave: Coliformes, E. coli, laguna, la encantada, NMP.

ABSTRACT

Objective: Evaluation of the microbiological quality of the lagoon La Encantada using the technique of multiple tubes and determine if it is in the optimal conditions to function as waters for recreational purposes. **Material and Methods:** Samples were collected in four sampling points, pH, temperature, average wind speed and relative humidity were determined, the most probable number of total and fecal coliforms was determined, and confirmation tests for coliforms were carried out fecal and E. coli. **Results:** Coliform bacteria with an average of 325 NMP / 100 ml have been found at all sampling points, specifically the sampling point is the presence of total coliforms with 500 NMP / 100 ml. The presence of E. coli was detected in all samples analyzed with an average of 87,5 NMP / 100 ml. **Conclusions:** According to the Environmental Quality Standards, the La Encantada lagoon is not well designed to function as recreational waters.

Keywords: Coliforms, E. coli, lagoon, la encantada, NMP.

INTRODUCCION

La laguna La Encantada es un humedal con diversidad en su flora y fauna, además de presentar mitos y leyendas relacionada a sus atrayentes aguas. Está bicada en el distrito de Santa María provincia de Huaura, al este de la ciudad de Huacho, a una distancia aproximada de 6 kilómetros. Con coordenadas de latitud 11° 07' 59,2" y longitud 77° 33' 17,5" W, con altitud de 135 msnm (Mendoza et al., 2012).

En el humedal prospera la vida silvestre, debido a que este lugar presenta una gran variedad de componentes bióticos y abióticos que favorecen en los atributos de escala de ecosistema, lo que además ha permitido que se emplearan las aguas con fines de crianza de peces. Presentando así una gran diversidad biológica, dentro de ellas se tienen en consideración los recursos forestales que brindan en medida protección con las fuertes corrientes de vientos presentes en el lugar, por lo tanto cada vez se va tomando mayor valoración e importancia a la laguna La Encantada (Dugan, 1992).

Tiene una extensión de 33 hectáreas con una profundidad de 1,5 metros, es refugio de una inmensa variedad de fauna silvestre como las conocidas garzas, patos silvestres y esporádicamente flamencos. Se encuentra ubicada en la zona denominada Pampa de ánima alta y Pampa colorada (nombre original de la laguna). Alrededor existen plantas de junco y totora, ideal para realizar caminatas alrededor de la laguna, observación de aves y bañarse en sus aguas. Presenta distribuida en la zona Oeste, bancas de madera con sombrillas hechas de carrizo y caña. Hacia el lado sur, un puente comunica con un promontorio (especie de islote), se realizan paseos en bote (Espinoza, 2018).

El origen de la laguna se remonta a aproximadamente 35 años, formando poco a poco en un gran depósito de agua derivado de la irrigación Santa Rosa, mediante filtraciones de

aguas, lo cual ha permitido dar lugar a terrenos de cultivos en las zonas aledañas. Actualmente la laguna es suministrada por aguas provenientes del subsuelo, avenamiento de campos de cultivos cercanos y manantiales nacientes de las zonas altas. La profundidad promedio de la laguna oscila entre 3,8 y 8 metros (m), existe la variación debido a las estaciones en que el volumen del agua incrementa o decrece, teniendo de esta manera una variabilidad desde 1,1 m hasta 15 m. Además se debe considerar que en las épocas de mayor volumen de agua puede superar los 2,1 x 10⁶ metros cúbicos (m³), pero teniendo promedio anual de volumen de agua de 1,2 x 10⁶ m³ (Castro, Ortiz y Bertochi, 1990).

De acuerdo a los estándares de calidad ambiental del Perú, la laguna La Encantada pertenece a la categoría cuatro (Conservación del ambiente acuático) y a la subcategoría E1 (Ley N° 28611, 2017).

Actualmente la situación de esta laguna, es que ha llegado a tal punto de contaminación que según los pobladores de los alrededores que se solventan económicamente de la producción de la laguna, han manifestado la muerte masiva de peces que han varado en las orillas, además de presentar un olor fétido en todo el lugar, tal circunstancia no vendría ser algo repentino sino que este problema se viene dando consecutivamente, alegando que se daría por un probable envenenamiento por contaminación del agua (Papa, 2018).

De tal manera el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad microbiológica de la laguna La Encantada y reportar si la laguna está en condiciones óptimas para funcionar como aguas con fines de recreación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis microbiológico se realizó a inicios y quincena del mes de noviembre, donde las muestras, se colectaron en 4 puntos de muestreo ubicadas en la laguna "La encantada" (Fig. 1 y 2) y se determinó algunas características abióticas como: pH, temperatura, velocidad promedio de viento y humedad relativa (Tabla 1).

Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos estériles de 100 mL de capacidad y se trasladaron al laboratorio multifuncional de la Facultad de Ciencia de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión para los respectivos análisis



Figura 1 Ubicación de los puntos de muestreo de la Laguna Encantada. Fuente: Google maps

Tabla 1.

Características climatológicas de las zonas de muestreo

Nº de Muestreo	Localización	pH	Temperatura	Velocidad promedio de viento	Humedad
1	11° 07' 59,3" S 77° 33' 04,6" W	7,43	22° C	5,2	76
2	11° 07' 59,2" S 77° 33' 17,5" W	7,44	22° C	6,8	78,7
3	11° 08' 7,5" S 77° 33' 22" W	7,39	21° C	6,3	79,6
4	11° 08' 11,9" S 77° 33' 19,7" W	7,35	20° C	5,5	76,9

En la evaluación de la calidad microbiológica se empleó la técnica de tubos múltiples con el número más probable (NMP) de "Standard Methods for the Examination of water and wastewater"; la cual permite estimar la densidad microbiana presente, de tal manera por cada punto de muestreo se determinó los coliformes totales (APHA, 2005).

Determinación de coliformes totales y fecales

Para la prueba presuntiva se utilizaron 15 tubos de ensayo con tubos Durham conteniendo caldo lauril triptosa por cada punto de muestreo, estos tubos fueron divididos en tres series de cinco donde se les adicionó los volúmenes de 10, 1 y 0,1 mL de cada punto de muestreo, luego se incubaron a 37 °C por 48 horas. Los tubos que presentaron turbidez con producción de gas se tomaron por positivos.

Prueba confirmatoria para coliformes fecales y E. coli

Para esta prueba se tuvo en cuenta cada tubo positivo de la prueba presuntiva. Siendo resembrados en caldo verde billis brillante los tubos positivos e incubados a 37° C por 48 horas y para determinar la presencia de organismos coliformes termotolerantes se incubó otra serie de tubos a 44° C durante 48 horas.

Para la confirmación de *Escherichia coli* se resembraron los tubos positivos de la prueba presuntiva en caldo *E. coli* (EC), los cuales fueron incubados a 44° C por 48 horas, de tal manera para convalidar la presencia de *E. coli*, se resembró de cada tubo positivo de caldo EC a placas de Petri con agar eosina azul de metileno (EMB), las cuales fueron incubadas a 35° C por 24 horas y luego a las colonias que crecieron se les realizó pruebas bioquímicas y coloración gram.

RESULTADOS

Todos los puntos de muestreo presentaron bacterias coliformes totales (Fig. 2) con 325 NMP/ 100mL en promedio (Tabla 2), pero siendo el punto 4 de muestreo el de mayor presencia de coliformes totales con 500 NMP/ 100 mL teniendo en consideración que este punto fue el más próximo a las orillas de la laguna por ende la zona con mayor proximidad a contaminación de los visitantes.

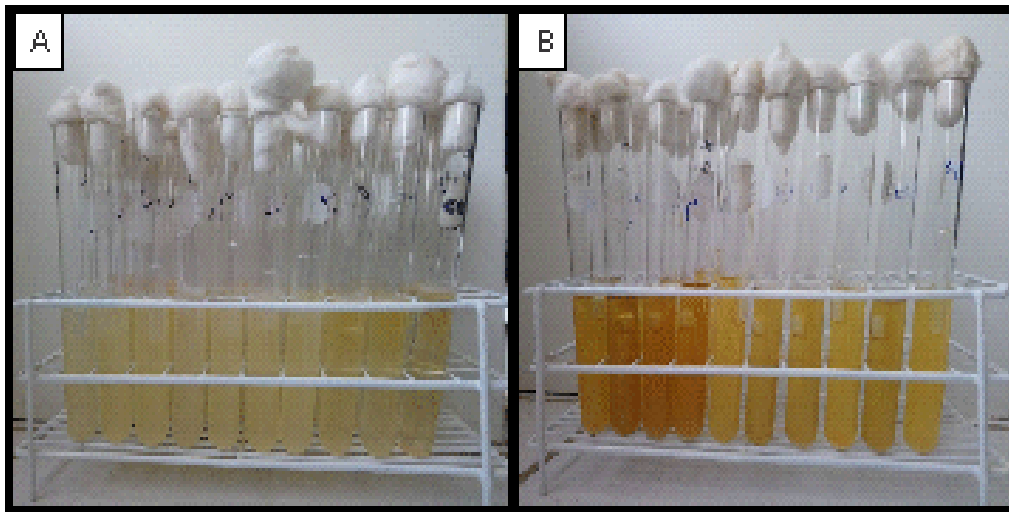


Figura 2. (A) Observación de los tubos con caldo Lauri triptosa y las diferentes diluciones, donde se observa los tubos positivos con turbidez y producción de gas. (B) Observación de los tubos positivos de caldo verde billis brillante.

Tabla 2.

Promedio de la presencia de Coliformes en la Laguna Encantada

N° de Muestreo	Coliformes Totales NMP/ 100mL	Coliformes Fecales NMP/ 100mL	Coliformes Termotolerantes NMP/ 100mL	<i>Escherichia coli</i> NMP/ 100mL
1	280	280	220	90
2	170	140	110	50
3	350	280	220	70
4	500	350	300	140
Promedio	325	262.5	212.5	87.5

Las pruebas bioquímicas confirmaron la presencia de *E. coli* (Fig.3) pero además también hubo crecimiento de *Enterobacter sp.* y *Proteus sp.*

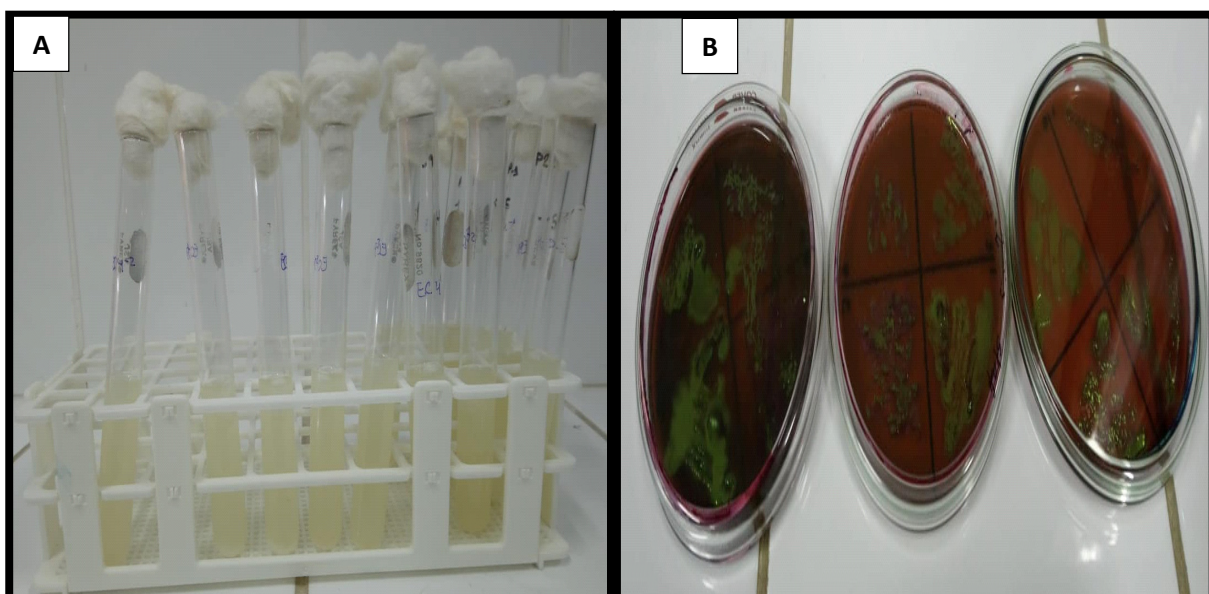


Figura 3. (A) Observación de tubos positivos en caldo EC, ya que presentaron turbidez. (B) Observación de placas con presencia de *E. coli* en medio EMB, con colonias características de color verde metálico

DISCUSIÓN

El estudio se realizó a finales de la estación de primavera, para establecer la condición de calidad microbiológica antes de la estación de verano, de la cual pueden diferir ya que durante el verano son los meses en la que existe una mayor afluencia de turistas y por ende presentará una mayor contaminación fecal en el agua (Pérez et al., 2006).

El hecho de que todas las muestras hayan tenido un nivel de contaminación por coliformes totales con un promedio de 325 NMP/ 100mL y que exista una mayor concentración con un aproximado de 500 NMP/ 100mL, en la zona de muestreo N°4 que es la más cercana a la orilla, esta presencia se debería a que en la laguna existe flora cerca de la orilla, como el gramolote que se utiliza como forraje para la alimentación del ganado, el junco y la totora que son utilizados por los campesinos para la confección de artesanías, además de la existencia de muchas especies de animales, por ende el ganado, los propios animales de la zona, hasta los propios campesinos van contaminando con coliformes por sus distintas actividades que realizan muy cerca de las orillas de la laguna (Ministerio de Educación, 2010).

Además dentro de estos coliformes totales, en las muestras se expresa la presencia de coliformes fecales con un promedio de 262,5 NMP/ 100mL, donde también la zona de muestreo N°4 tiene la mayor concentración de éstas, con un aproximado de 350 NMP/ 100mL, esta contaminación al menos en su mayoría, correspondería según el biólogo Marino Morikawa; a que gran parte de la laguna se encuentra en concesión en la crianza de peces (Tilapia), por una empresa privada y que estos peces aumentaban la materia fecal en la laguna (Castillo, 2015). Pero también se explica por la presencia del ganado cuando pastorea, la existencia de fauna como las aves; la gallareta, garza azul florida, garza blanca, gaviota peruana, lechuza de los arenales, polla de agua, totorero, tupillín y entre otros patos silvestres, que mayormente se encuentran en las orillas de la laguna y suelen emanar materia fecal (Ministerio de Educación, 2010).

Se sabe que la laguna La Encantada es una zona de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, donde se desarrollan las actividades de paseos en bote y también como balneario, entonces se denomina como aguas destinadas para la recreación, con ello el análisis microbiológico realizado comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), nos dio como resultado, tomando en cuenta que el límite permitido de esta subcategoría en Coliformes termotolerantes para un contacto primario es de 200 NMP/ 100mL, se considera a la Laguna La Encantada como inaceptable, ya que el promedio de la concentración de Coliformes termotolerantes en las muestras es de 212,5 NMP/ 100mL y excede al límite. En cuanto para un contacto secundario el límite es de 1000 NMP/ 100mL, entonces se le considera a la laguna como aceptable ya que el promedio de la concentración de Coliformes termotolerantes en las muestras no excede este límite. Según esta determinación la laguna La Encanta estaría apta para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares (Ley N° 28611).

Pero si se tiene en cuenta el límite permitido de esta subcategoría en la presencia de *Escherichia coli*, según el ECA, la laguna La Encantada se le considera como inaceptable, ya que este límite determina la ausencia de este microorganismo tanto para un contacto primario como secundario y la concentración promedio en las muestras es de 87.5 5 NMP/ 100mL, excediendo al límite (Ley N° 28611).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los estándares de calidad ambiental del Perú, la laguna La Encantada pertenece a la categoría cuatro (Conservación del ambiente acuático) y a la subcategoría E1, en el cual el límite permitido de Coliformes termotolerantes es de 1000 NMP/ 100mL, entonces a la laguna se le considera como aceptable, ya que la concentración de estos microorganismos en las muestras tiene un promedio de 212.5 NMP/ 100mL y no excede el límite establecido.

AGRADECIMIENTO

Se agradece de manera muy especial a la Lic. Moraima Yaniré, Romero Canales, en la asesoría y revisión del presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.
- Castillo, H. (2015). Laguna "Encantada" contaminada. Obtenido de Primera Plana el 22 de Febrero del 2019. Recuperado de: <http://primeraplanahuacho.blogspot.com/2015/03/04032015-laguna-encantada-contaminada.html>
- Castro, G., Ortiz, E. & Bertochi, I. (1990). Importancia biológica y conservación de la Laguna El Paraíso, Lima. Boletín de Lima (71): 47-55.
- Dugan, P. (1992). Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. Suiza: IUCN.
- Espinoza, A. (2018). La laguna La Encantada. Obtenido de Recursos turísticos del Ministerio de Comercio Interior y Turismo el 21 de Febrero del 2019. Recuperado de: http://ficha.sigmincetur.mincetur.gob.pe/index.aspx?cod_Ficha=3451
- Ley N° 28611, (2017)Diario Oficial del bicentenario el peruano, Lima, Perú.
- Ministerio de Educación. (2010). Guía de trabajo de Campo de la laguna La Encantada. Biodiversidad y Ecosistema.
- Mendoza, L., Servan, A., Espinoza, B., Zúñiga, V., Castillo, D., Guerra, C., & Gómez, C. (2012). Estudio preliminar de la flora vascular y comunidades vegetales de la laguna La Encantada (Santa María, Lima, Perú). XIV CONABOT 2012. Congreso llevado a cabo en Trujillo, Perú.
- Papa, J. (2018). Están matando la laguna la encantada de Santa María. Obtenido de La Jornada: Organismo Informativo el 12 de Febrero del 2019. Recuperado de: <http://lajornada-huacho.blogspot.com/2018/06/estan-matando-la-laguna-la-encantada-de.html>
- Pérez, J.; Zamora, A., Falabella, A., Isla, F. & Escalante, A. (2006). Situación Sanitaria de la Zona Balnearia de la ciudad de Mar del Plata. 1er. Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento integral del agua, Argentina.