



Artículo Original

Parámetros de calidad del agua y estado trófico de humedal artificial costero: caso de laguna “La Mansión” – Lima (Perú)

PARAMETERS OF WATER QUALITY AND TROPHIC STATUS OF COASTAL ARTIFICIAL WETLAND: CASE OF "LA MANSIÓN" LAGOON - LIMA (PERU)

STIVE FLORES-GÓMEZ^{§*}, JHONATAN SIU CESAR[§], ERICK TTIRA AURES[§], TOM CERNA BECERRA[§], ÁNTONY CASTRO[§]

Recibido: 15 junio de 2018 / Aceptado: 07 julio de 2018

[§]EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

Dado a la creciente importancia de los humedales artificiales por sus múltiples servicios ecosistémicos para el hombre y por ser considerados como refugio de aves costeras, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua y el estado trófico de la laguna "La Mansión", cuerpo de agua ubicado en la región Lima en Perú. Se efectuaron tres evaluaciones limnológicas durante el mes de mayo del 2018 donde se registraron variables meteorológicas como dirección e intensidad del viento, así como variables físicas (temperatura y conductividad) y químicas (pH y concentración de oxígeno disuelto) del agua, además se realizaron mediciones de la transparencia. Los parámetros mencionados se muestrearon en doce estaciones seleccionadas estratégicamente considerando el acceso y la pertinencia. Los principales resultados indican que la conductividad eléctrica varió de 300 a 410 uS/cm, el pH osciló de 7.70 a 10,8 y la concentración de oxígeno disuelto varió de 7,42 a 11.45 mg/L. Los parámetros fueron aceptables considerando los estándares de calidad del agua para riego de vegetales. La transparencia promedio en base a la totalidad de la información fue 0.81 m, que conforme a la OCDE, el estado trófico de la laguna es hipertrófico. Los resultados brindan información referencial valiosa para la conservación de este ecosistema acuático costero, siendo necesaria la conservación de su calidad para que mantenga su equilibrio y siga brindando sus servicios a la ciudadanía y a las aves que habitan en su entorno.

Palabras clave: humedal, eutrofización, aguas continentales, costa.

Abstract

Given the increasing importance of artificial wetlands for their multiple ecosystem services for humans and for being considered as a refuge for coastal birds, this study aimed to evaluate the quality of the water and the trophic state of the "La Mansión" lagoon, body of water located in the Lima region of Peru. Three limnological evaluations were carried out during the month of May 2018, where meteorological variables such as wind direction and intensity were recorded, as well as physical (temperature and conductivity) and chemical (pH and dissolved oxygen concentration) variables of the water. of transparency. The mentioned parameters were sampled in twelve stations selected strategically considering access and relevance. The main results indicate that the electrical conductivity varied from 300 to 410 uS / cm, the pH ranged from 7.70 to 10.8 and the concentration of dissolved oxygen ranged from 7.42 to 11.45 mg / L. The parameters were acceptable considering water quality standards for vegetable irrigation. The average transparency based on the totality of the information was 0.81 m, which according to the OECD, the trophic state of the lagoon is hypertrophic. The results provide valuable reference information for the conservation of this coastal aquatic ecosystem, being necessary the conservation of its quality so that it maintains its balance and continues offering its services to the citizens and to the birds that inhabit its environment.

Key words: wetland, eutrophication, inland waters, coast.

Correspondencia de autor: km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima. E-mail: dastive@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los humedales en la costa del Perú, entre ellos los artificiales, son considerados de importancia para el desarrollo de diversas actividades que realiza el hombre, puesto que cumplen funciones que son esenciales para el normal desenvolvimiento del paisaje, entre los cuales se resaltan los siguientes: reserva de agua dulce, acumulación de biomasa y formación de suelos orgánicos, presencia de especies amenazadas o en peligro de extinción, almacenamiento y/o de descarga de las aguas superficiales y subterráneas, mantenimiento de la calidad del agua, actividades educativas y recreativas al aire libre para la sociedad humana, hábitat para fauna y flora, en especial para las aves acuáticas (Jimenez y Godfrey, 2004).

“La Mansión” es una laguna artificial ubicada al interior de Universidad Peruana Unión, centro de educación superior ubicada en la ciudad de Lima. Un singular número de especies de aves de humedales han encontrado en la laguna un hábitat de refugio (Cruz *et al.*, 2016), siendo probable que al no existir hábitats naturales saludables hayan encontrado en la laguna condiciones adecuadas para subsistir.

La laguna mencionada, presenta aguas de color verde, indicador de que está en proceso de eutrofización. Las aves que habitan en el entorno de la laguna posiblemente contribuyen de manera desfavorable sobre la calidad del agua, conduciéndolo hacia el estado de eutrofización (incremento de nutrientes) y por ende la proliferación de microalgas y de una macrófita llamada *Eichhornia crassipes* (planta que fue introducida en la laguna con el fin de reducir la carga de nutrientes) (Cruz *et al.*, 2016; Owen *et al.*, n.d.).

La eutrofización es un proceso que consiste en forzar un sistema acuático desde el exterior, con la incorporación de materia orgánica rica en nutrientes (nitratos y fosfatos), que alteran temporalmente sus condiciones de equilibrio y alterando su composición biótica (Girão *et al.*, 2007; Sosnovsky y Quirós, 2006).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los principales parámetros de calidad del agua y el estado trófico de la laguna “La Mansión” a fin de proponer medidas que permitan conservación su calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna “La Mansión” (centroide S 11°59 12.2892” W 76 °50 21.3036”) se ubica en la carretera central km 19.5 Ñaña, Lurigancho – Lima (Figura 1). Es una laguna cuyo espejo de agua tiene área tiene 3050.16 m², su profundidad es de 4 m, tiene un volumen de 6405.336 m³ y un caudal de 0.12 m³/seg; es considerada como un refugio para aves costeras (Cruz *et al.*, 2016).

OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

El método mantiene cohesión y coherencia. Se registraron algunos parámetros físicos y químicos del agua tales como el pH, conductividad eléctrica (uS/cm), la temperatura del agua (°C) y la concentración de oxígeno disuelto (mg/L), considerando el nivel de superficie y utilizando un multiparámetro de marca HANNA.

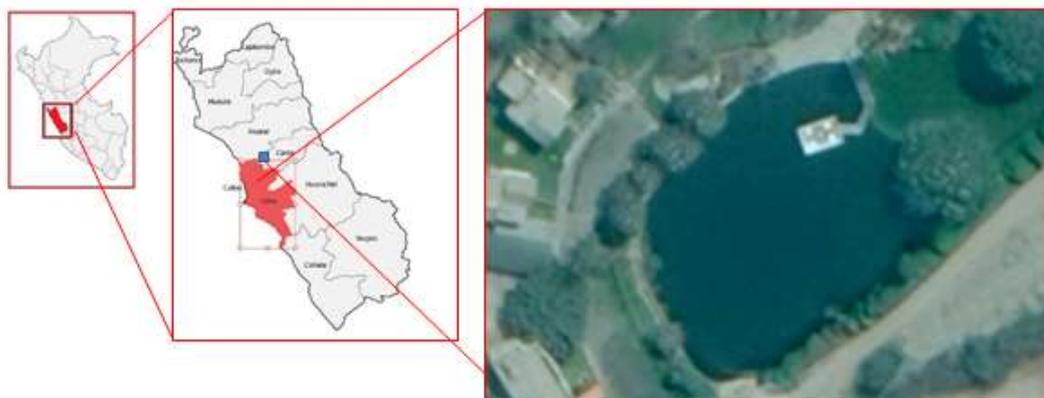


Figura 1. Ubicación de la laguna “La Mansión”

Se registró también la transparencia del agua, que es considerada como un buen indicador para conocer el estado trófico de un cuerpo de agua (lago, laguna, mar, humedal, etc.), tiene relación la penetración de la luz en el agua; este parámetro se ve afectado por las microalgas flotantes o la carga total de partículas suspendidas en la columna de agua (Hernández *et al.*, 2013; Preisendorfer, 1986). Adicionalmente se registraron datos meteorológicos como intensidad y dirección del viento; y se tomaron fotografías del entorno.

La transparencia fue determinada por aplicación del Disco Secchi, dado a su facilidad de uso y debido a que es ampliamente utilizado en este tipo de estudios relacionados al estado trófico (Preisendorfer, 1986; Utete y Tsamba, 2017).

Complementariamente se registraron datos meteorológicos como intensidad y dirección del viento en cada estación de muestreo.

MUESTREO DE PARÁMETROS

Para la evaluación de los parámetros físicos y químicos se efectuó en 12 estaciones de muestreo, los cuales se ubicaron en diferentes partes de la laguna. Al respecto en la tabla 1 se muestran las coordenadas geográficas de cada estación.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo georreferenciadas

Estación	Latitud (S)	Longitud (W)
E1	11°59'11.19"	76°50'19.59"
E2	11°59'11.93"	76°50'20.29"
E3	11°59'11.59"	76°50'21.26"
E4	11°59'11.26"	76°50'21.23"
E5	11°59'11.37"	76°50'20.92"
E6	11°59'11.67"	76°50'21.88"
E7	11°59'12.18"	76°50'22.18"
E8	11°59'12.69"	76°50'22.03"
E9	11°59'13.00"	76°50'21.52"
E10	11°59'11.67"	76°50'20.95"
E11	11°59'12.72"	76°50'21.21"
E12	11°59'12.21"	76°50'20.59"

ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó el software Microsoft Excel 2010 para tabular la información obtenida en campo, para el procesamiento y para la determinación de las estadísticas descriptivas (mínimo, máximo, promedio y desviación estándar). Para el análisis de diagrama de cajas se utilizó el Software R (v3.3.1) y para el análisis de interpolación de datos se utilizó el Software Golden Surfer (v.11).

La determinación del estado trófico de la laguna se efectuó en base a los índices de la OCDE (Tabla 2).

Tabla 2. Índices de estado trófico de la OCDE

Categorías tróficas	Clorofila "a" (ug/L)	Profundidad Secchi (metros)	Fósforo (ug/L)
Ultraoligotrófico	< 1	> 12	<4
Oligotrófico	1-2,5	6 a 12	4 a 10
Mesotrófico	2,5 a 7,9	3 a 6	10 a 35
Eutrófico	8 a 25	1,5 a 3	35 a 100
Hipertrófico	> 25	< 1,5	>100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE LA TRANSPARENCIA DEL AGUA

En la primera evaluación de la laguna la transparencia varió de 40 a 125 cm de profundidad y el promedio fue $74,4 \pm 24,7$ cm. En la segunda evaluación la transparencia osciló de 75 a 130 cm y el promedio fue $95,8 \pm 17,7$ cm, y en la tercera evaluación varió de 62 a 73 cm, con promedio en $73,0 \pm 8,5$ cm (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la transparencia (cm) determinadas para la laguna "La Mansión", mayo 2018

Eval./Parámetro	N	Mín.	Máx.	Prom.	Desv. Est.
Evaluación 1	12	40	125	74.4	24.7
Evaluación 2	12	75	130	95.8	17.7
Evaluación 3	12	62	90	73.0	8.5
Total	36	40	130	81.1	20.6

En base al análisis de transparencia empleado al diagrama de cajas se observó que la mayoría de los datos se concentró en tercer cuartil siendo más notorio en la primera y segunda evaluación (Figura 2-izquierda). Los niveles de transparencia fueron más elevados en el noreste de la laguna y se apreciaron aguas más turbias (menor transparencia) en la zona noroeste (Figura 2-derecha).

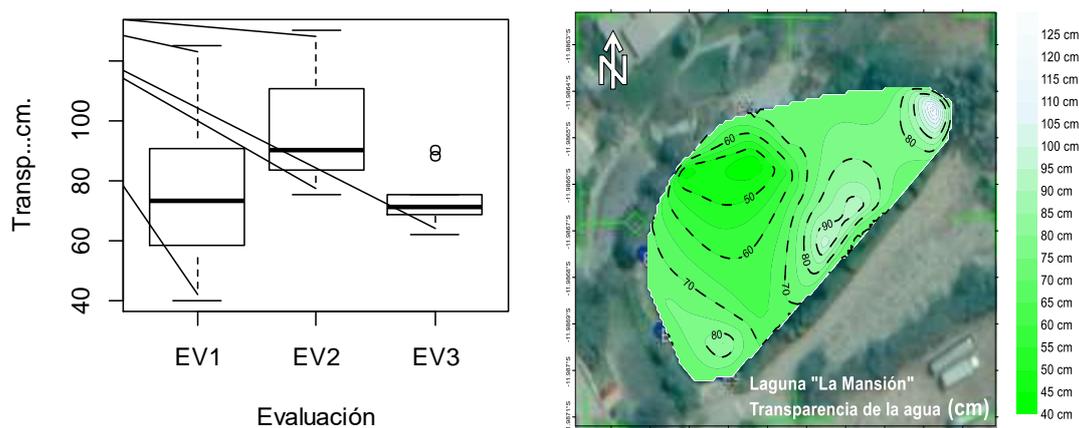


Figura 2. Análisis gráfico de diagrama de cajas determinado para la transparencia de la laguna “La Mansión” (izquierda) y análisis espacial de la distribución horizontal de la transparencia de la laguna “La Mansión” correspondiente a la primera evaluación (derecha)

En la segunda evaluación, la transparencia fue mucho mayor en el sector noreste por la falta de fitoplancton en el área con un nivel de transparencia de 70 cm y en el sector suroeste fue un poco más clara con 80 cm (Figura 3-izquierda). Mientras que, en la tercera evaluación la transparencia tanto en el noreste como en el noroeste fue similares porque se notó que los niveles de fitoplancton fueron muy bajos (Figura 3-derecha).

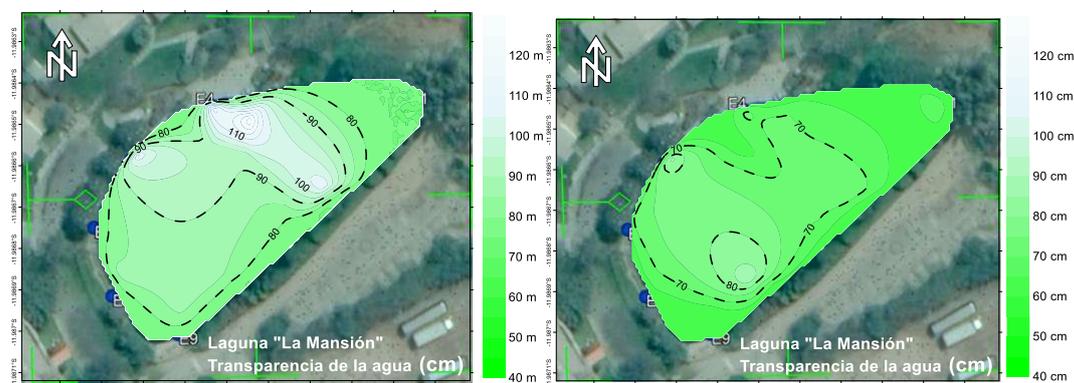


Figura 3. Análisis espacial de la distribución horizontal de la transparencia de la laguna “La Mansión” correspondiente a la segunda evaluación (izquierda). Análisis espacial de la distribución horizontal de la transparencia de la laguna “La Mansión” correspondiente a la tercera evaluación (derecha)

EVALUACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA

En la primera evaluación, la conductividad eléctrica de la laguna el valor mínimo fue 300 uS/cm y el máximo 410 uS/cm, se determinó con promedio un valor de 325,8 uS/cm. En la segunda evaluación, la conductividad eléctrica de la laguna el valor mínimo fue 340 uS/cm y el máximo 390 uS/cm (Tabla 4).

El valor promedio de conductividad eléctrica de este estudio fue de 340 uS/cm. El valor máximo de conductividad aceptable según el ECA del agua para riego de vegetales es 2500 uS/cm; por lo tanto, los valores registrados en la laguna son aceptables

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la conductividad eléct. determinada para la laguna “La Mansión”, mayo 2018

Eval/Parámetro	N	Mín.	Máx.	Prom.	DE
Evaluación 1	12	300	410	325,8	29,6
Evaluación 2	12	340	390	355,8	13,7
Evaluación 3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Total general	24	300	410	340,8	27,3

S/D: sin datos

El valor promedio de conductividad eléctrica del agua encontrado en este estudio fue de 340 uS/cm notoriamente menor al reportado por Cruz *et al.* (2016) que cuyo valor determinado fue 496 uS/cm, lo que revela que hubo una disminución de sales disueltas en el agua.

En base al análisis del gráfico empleando el diagrama de cajas (Figura 4) muestra que los valores fueron se agruparon principalmente en el tercer cuartil (datos aproximados de 315 uS/cm a 330 uS/cm). En la segunda evaluación los valores más frecuentes se encuentran en el segundo cuartil (345 uS/cm a 360uS/cm).

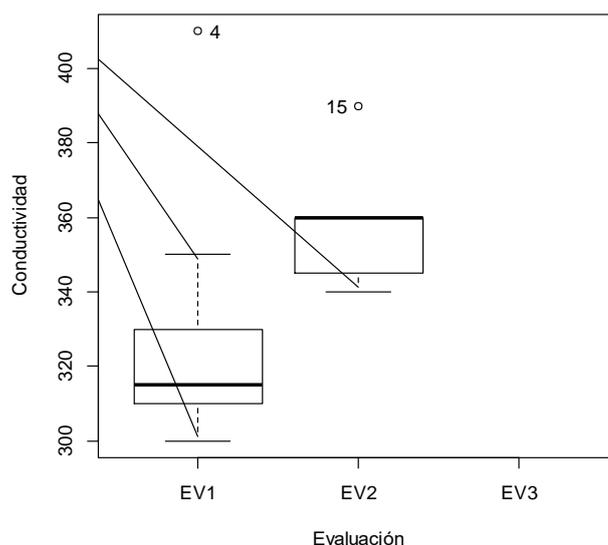


Figura 4. Análisis gráfico de diagrama de cajas determinado para la conductividad eléctrica de la laguna “La Mansión”.

Se interpolaron los datos de la conductividad del agua superficial correspondientes a la primera evaluación y se observó que el lado norte de la laguna tuvo mayor conductividad eléctrica con un aproximado de 375 uS/cm a 390 uS/cm, respecto a las demás áreas de la laguna. En las áreas suroeste y centro oeste se registraron menores valores de conductividad eléctrica, donde los valores variaron de 310 – 320 uS/cm (Figura 5).



Figura 5. Análisis espacial de la distribución horizontal de la conductividad eléctrica del agua de la laguna “La Mansión” correspondiente a la primera evaluación

Según la Figura 6, en la segunda evaluación, el agua en la zona noroeste de la laguna tuvo mayor conductividad eléctrica (con valores aproximados de 350 uS/cm a 375 uS/cm), y el lado sureste tuvo menores valores (310 uS/cm a 315 uS/cm).

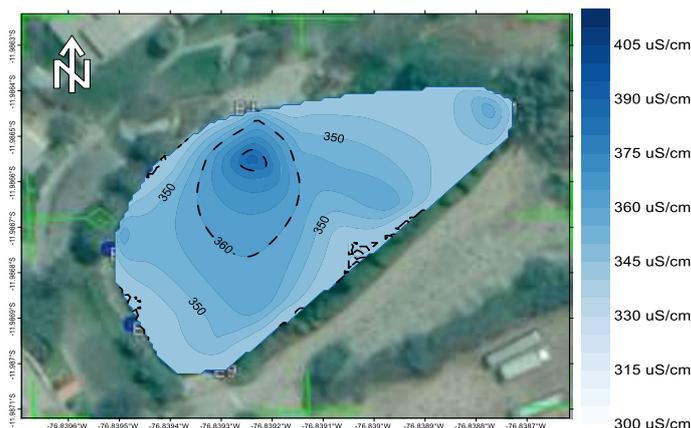


Figura 6. Análisis espacial de la distribución horizontal de la conductividad eléctrica del agua de la laguna “La Mansión” correspondiente a la segunda evaluación

EVALUACIÓN DEL PH DEL AGUA

En la primera evaluación de la laguna se observó un pH mínimo de 7.80 y un máximo de 9.00 que en promedio determinado del conjunto fue 8.72 ± 0.35 . Mientras que en la segunda evaluación se observó un pH mínimo de 7.70 y un máximo de 8.40 que en promedio determinado del conjunto fue 8.08 ± 0.27 . Finalmente en la tercera evaluación de la laguna se observó un pH mínimo de 8.65 y un máximo de 10.80 que en promedio determinado del conjunto fue 9.82 ± 0.60 (Tabla 5).

El rango aceptable de valores de pH para aguas de riego, según los Estándares de Calidad Ambiental establecido para el agua, es de 6.5 a 9.0 de pH. Al respecto, el valor promedio general de pH (8.22) de la laguna se encuentra dentro de lo aceptable.

Tabla 5. Estadísticas descriptivas del pH superficial determinadas para la laguna de "la mansión", mayo 2018

Eval/Parámetro	N	Mín.	Máx.	Prom.	Desv. Est.
Evaluación 1	12	7.80	9.00	8.72	0.35
Evaluación 2	12	7.70	8.40	8.08	0.27
Evaluación 3	12	8.65	10.80	9.82	0.60
Total	36	7.70	10.80	8.88	0.84

El valor mínimo del rango aceptable de pH para aguas de riego es de 6.5 y el valor máximo del rango aceptable es de 8.5. El valor promedio de pH de la laguna en este estudio (8,88) fue mayor al reportado por Cruz et al. (2016). Esta diferencia posiblemente se debe a la menor presencia de residuos urbanos, domésticos e industriales en el cuerpo.

Owen et al. (n.d.) determinó un rango de valores de pH que oscilo de 6,5 a 7,5, apreciándose que dichos valores fueron menores en contraste al valor promedio (8,88) determinado en este estudio. Lo que pone en evidencia que las aguas de la laguna fueron más alcalinas; por ende fueron aguas con mayor presencia de iones de hidrogeno que permiten un mayor equilibrio del ecosistema acuático (López y Madroño, 2015).

En el análisis sobre los datos de pH de la primera evaluación empleando al diagrama de cajas se observó que los valores se agruparon principalmente dentro del tercer cuartil (rango: 8.6-8,0), en el caso de la segunda evaluación, se agruparon dentro del segundo cuartil (rango: 7.6-8.3) y finalmente los datos de la tercera evaluación se agruparon dentro del tercer cuartil (rango: 8.6-10.8) (Figura 7).

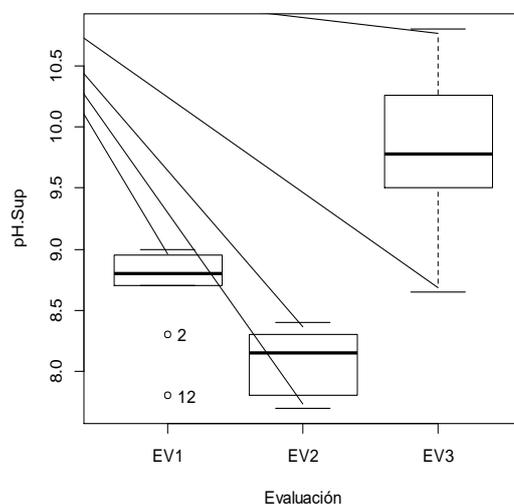


Figura 7. Análisis gráfico de diagrama de cajas determinado para la conductividad eléctrica de la laguna "La Mansión"

Se observó que en el noroeste de la laguna los valores de pH fueron mayores (8.7 – 8.9) a los observados en otros sectores, lo que puede estar influenciado por los vientos que tuvieron dirección de sur a norte. Mientras que en el sureste se observaron los valores más bajos (7.85-8.3) (Figura 8).

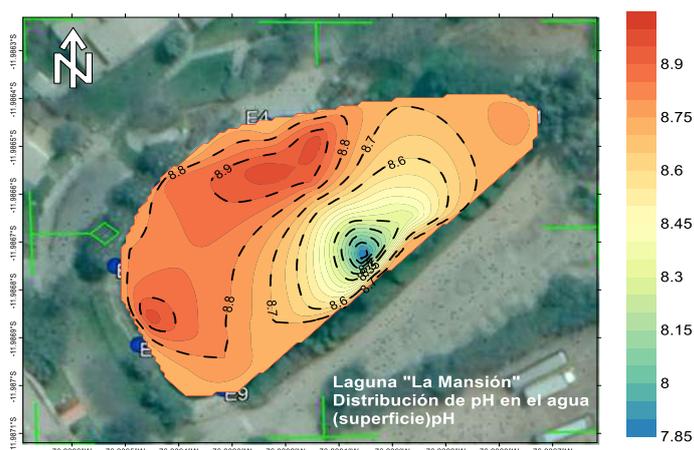


Figura 8. Análisis espacial de la distribución horizontal del pH del agua de la laguna “La Mansión” correspondiente a la primera evaluación.

En la segunda evaluación de la laguna de la mansión se observó que los mayores valores de pH se encontraron en el área oeste. Mientras que los valores que se observó en el área de sureste oeste se encontraron menores valores de pH (Figura 9).

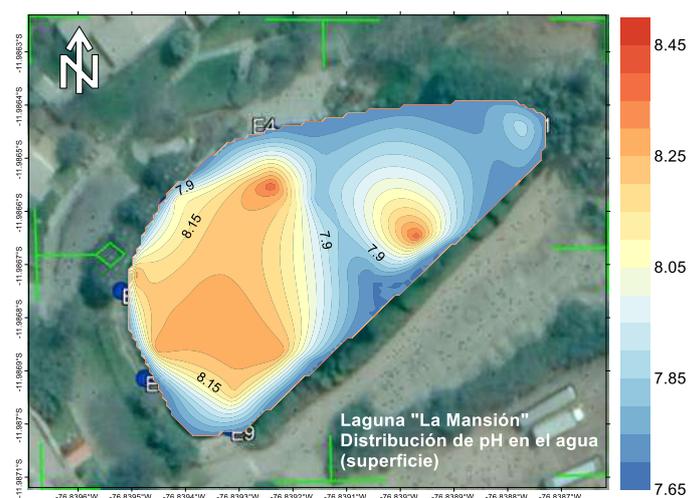


Figura 9. Análisis espacial del pH del agua de la laguna “La Mansión” correspondiente a la segunda evaluación

En la tercera evaluación del análisis espacial se observó que hay mayores valores de pH en el área noreste. Mientras que en el área suroeste se observó que hubo menores valores de pH (Figura 10).

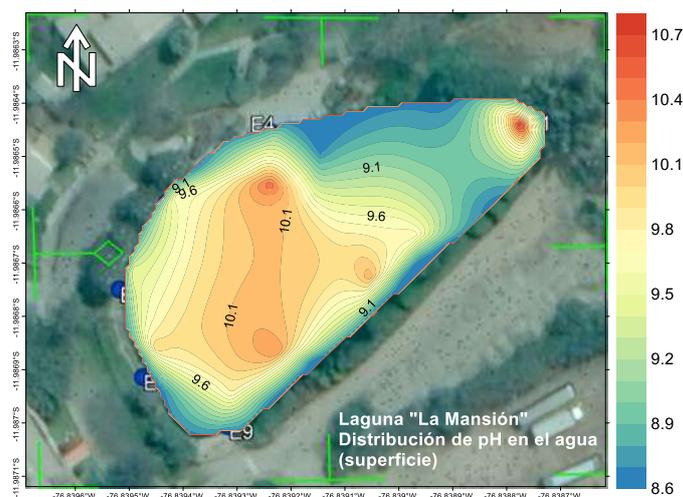


Figura 10. Análisis espacial de la distribución horizontal del pH del agua de la laguna “La Mansión” correspondiente a la tercera evaluación

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA

En la primera evaluación, la concentración del oxígeno disuelto a nivel de superficie varió de 9,2 a 11,7 mg/L y se determinó un promedio de $7,58 \pm 0,09$ mg/L. En la segunda evaluación el valor mínimo de oxígeno disuelto fue 10,05 mg/L y el máximo 11,45 mg/L, mientras que el valor promedio fue 10,82 mg/L. Los valores observados se encuentran dentro del margen considerado como aceptable puesto que superan el valor mínimo establecido por el ECA del agua (Tabla 6).

Tabla 6. Estadísticas descriptivas de la concentración de oxígeno disuelto (mg/L) superficial de la laguna “La Mansión”

Eval/Parámetro	N	Mín.	Máx.	Prom.	DE
Evaluación 1	12	7.42	7.69	7.58	0.09
Evaluación 2	12	10.05	11.45	10.82	0.44
Evaluación 3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Total	24	7.42	11.45	9.19	1.75

S/D: sin datos

En el análisis de concentración de oxígeno disuelto en el agua efectuados en base a los datos de la primera evaluación, empleando al diagrama de cajas (Figura 11), se observó que los valores se agruparon principalmente dentro del segundo (rango: 7.4-7.5 mg/L) y tercer cuartil (rango: 7.5-7.6 mg/L). Mientras que en la segunda evaluación se observó que los valores se agruparon principalmente dentro del segundo (rango: 10.6-10.9 mg/L) y tercer cuartil (rango: 10.9-11.2 mg/L)

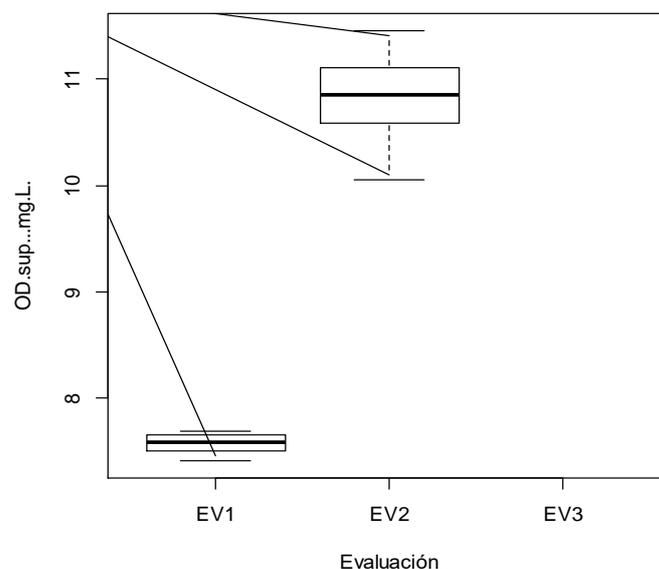


Figura 11. Análisis gráfico de diagrama de cajas determinado para la concentración de oxígeno disuelto en el agua de la laguna “La Mansión”

En la primera evaluación del análisis espacial se observó que el oeste encontramos menor concentración de oxígeno en el agua a nivel superficial, mientras que en el lado este encontramos mayor concentración de oxígeno a nivel superficial en el agua (Figura 12).

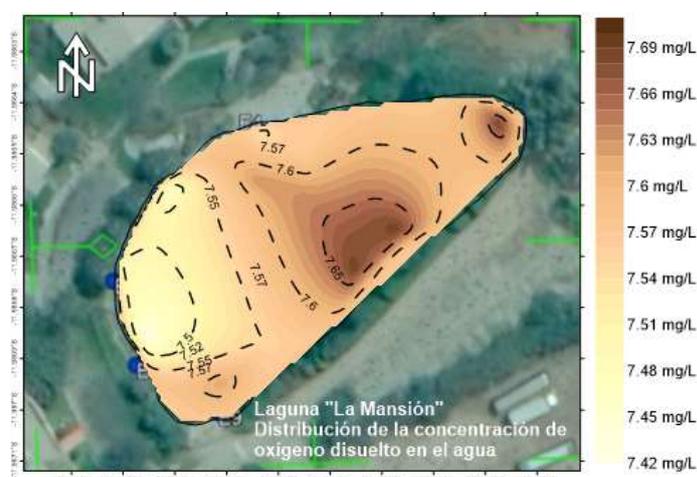


Figura 12. Análisis espacial de la concentración del oxígeno disuelto a nivel de superficie de la laguna “La Mansión” correspondiente a la primera evaluación

En la primera evaluación del análisis espacial se observó que el oeste encontramos menor concentración de oxígeno en el agua a nivel superficial, mientras que en el lado este encontramos mayor concentración de oxígeno a nivel superficial en el agua (Figura 13).



Figura 13. Análisis espacial de la concentración del oxígeno disuelto a nivel de superficie de la laguna “La Mansión” correspondiente a la segunda evaluación

EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA

Según el criterio OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo) se determinó que la laguna “La Mansión” se encuentra en un estado de hipertrófico puesto que la transparencia promedio en base a las tres evaluaciones efectuadas tuvo un valor de 0,81 m por ello el color característico (verde) del agua.

CONCLUSIONES

En base a los resultados de nuestro trabajo podemos concluir que la laguna de “La Mansión” posee aguas adecuadas para el riego de vegetales. El estado trófico de la laguna fue hipertrófico.

RECOMENDACIONES

Es necesaria la conservación de la calidad del agua de la laguna para que mantenga su equilibrio y siga brindando sus servicios a la ciudadanía y a las aves que habitan en su entorno.

Continuar con el monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua de la laguna, que sirvan para conocer constantemente el estado de conservación de la laguna.

Agradecimientos

Al Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Universidad Peruana Unión por otorgar facilidades logísticas para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Cruz, M., Carbo, N., Gonzales, J. L. L., Tito, G. M., Depaz, K., Torres, S., ... Quispe, W. (2016). Tratamiento De Las Aguas De La Laguna “Mansión” Mediante La Especie *Eichhorniacrassipes*, Para El Riego De Áreas Verdes En La Universidad Peruana Unión. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*.
<https://doi.org/10.9790/2380-0908025365>
- Girão, E. G., Andrade, E. M. de, Rosa, M. de F., Araújo, L. de F. P. de, & Meireles, A. C. M. (2007). Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. *Revista Ciência Agronômicas*, 38(1), 17–24. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000400011>
- Hernández, E., Aguirre, N., Palacio, J., Ramírez, J. J., Duque, S. R., Guisande, C., Mogollón, M. (2013). Evaluación comparativa de algunas características limnológicas de seis ambientes leníticos de Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, (69), 216–228.
- Jimenez, R., & Godfrey, C. (2004). *Humedales de la Costa Peruana. Chemistry & ...*. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract>
- López, M. L., & Madroño, S. (2015). Estado trófico de un lago tropical de alta montaña: Caso Laguna de la Cocha. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina.*, 25(2), 21–42.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1430>
- Machado, M. T. de S., & Baptista, G. M. de M. (2016). Sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento da qualidade da água do Lago Paranoá (DF). *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 21(2), 357–365. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016141970>
- Owen, M., Mendoza, E., Alejandra, M., Medrano, R., Estephany, G., Díaz, R., & Tolentino, G. T. (n.d.). Identificación de cianobacterias de la laguna “ La Mansión ” en una universidad privada confesional Identification of cyanobacteria of the lagoon “La Mansión” in a private denominational university.
- Preisendorfer, W. (1986). Secchi disk science: Visual optics of natural waters], 3(September).
- Sosnovsky, A., & Quirós, R. (2006). El estado trófico de pequeñas lagunas pampeanas, su relación con la hidrología y el uso de la tierra. *Ecología Austral Diciembre*, 16, 115–124.
- Utete, B., & Tsamba, J. (2017). Trophic state categorisation and assessment of water quality in Manjirenji Dam, Zimbabwe, a shallow reservoir with designated multi-purpose water uses. *Water SA*, 43(2), 192–199. <https://doi.org/10.4314/wsa.v43i2.03>