

NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL EMBALSE SIXTO DURAN BALLÉN MEDIANTE ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO (IET o TSI)

Espinel Pino Verónica¹, Espinel Pino Erika¹, Noles Aguilar Patricio¹, Zambrano Intriago Yesenia¹.

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 10 de Agosto N°. 82 y Granda Centeno, Calceta, Manabí.

Contacto: verie27@hotmail.es

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en conocer el estado trófico del embalse Sixto Duran Ballén en el cantón Bolívar; el estudio fue de tipo no experimental, se realizaron muestreos mensuales midiendo parámetros in situ y en laboratorio tanto físicos como químicos; se aplicó la metodología de análisis del IET de Carlson para aguas templadas el cual fue adaptado por Toledo para aguas tropicales. Se realizaron mediciones de Ph con una promedio general de las mediciones mensuales de 9,5; Temperatura de 29,4 °C, CE de 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$, OD de 6,5 Mg/l , Profundidad de 0,5 m, PT de 635 μl y Clorofila *a* 41,7 μl en 5 puntos; 3 corresponden a las desembocaduras de los ríos representativos como son Río Grande, Río Barro, Río y Caña Grande, y los otros 2 puntos dentro del embalse. Los muestreos se realizaron durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2015. Con los datos obtenidos de Profundidad, Fósforo y Clorofila *a* se calculó el índice de estado trófico del embalse mediante la metodología modificada por Toledo, (1982) donde se obtuvo un promedio general del IET de 82 lo que indica que el embalse presenta un *estado eutrófico* ya que la clasificación de Toledo considera que si este valor es superior a 55 el embalse en estudio presenta este estado, lo cual sugiere que las especies acuáticas presente en el embalse, se pueden ver afectadas por el exceso

de nutrientes y consecuentemente la proliferación de algas anóxicas que hacen que se agote el oxígeno por la respiración y descomposición de éstas, provocando así la muerte por asfixia de los organismos.

PALABRAS CLAVES

Anóxicas, Clorofila *a*, Profundidad Secchi, Fósforo.

ABSTRACT

This research focuses in the trophic status Sixto Duran Ballen reservoir in the canton Bolivar; the study was not experimental, monthly samplings were performed in situ measuring parameters and physical and chemical laboratory; analysis methodology Carlson EIT for warm water which was adapted by Toledo for tropical waters applied; measurements of pH, temperature, EC, DO, Depth, PT, Chlorophyll *a* 5 strategic points were made; 3 correspond to the mouths of representative rivers such as Rio Grande, Rio Barro, Reed Rio Grande and the other 2 points within the reservoir, the samples were taken during the months of October, November and December 2015. The data obtained Depth, Phosphorus and Chlorophyll index trophic status of the reservoir was calculated using the methodology modified by Toledo, 1982 which resulted in an eutrophic state for the reservoir, the results were also compared with the OECD classification, 1982 in which it indicates a hypertrophied state for transparency and phosphorus and chlorophyll *a* eutrophic for the parameter; It is indicating that aquatic species that develop there may be affected by excess nutrients and consequently the proliferation of anoxic algae that cause the oxygen is depleted by respiration and decomposition of these thus causing the death by asphyxiation of organisms .

KEYWORDS

Anoxic, chlorophyll a, Secchi depth, phosphorus.

INTRODUCCIÓN

El proceso de eutrofización es consecuencia de un incremento de nutrientes (nitratos y fosfatos principalmente) que estimula el crecimiento de fitoplancton, el cual posee un periodo de vida relativamente corto, las plantas que mueren y el aporte de materia orgánica producen mayor cantidad de materia en descomposición sobre la que actúan las bacterias aeróbicas haciendo que disminuya la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (Abella y Martínez, 2012).

Una de las mejores formas de caracterizar un sistema acuático es la determinación de su estado trófico o estado de alimentación, el cual determinara su productividad; la eutrofización determina el proceso que presentan algunos sistemas acuáticos debido al aumento de los nutrientes Nitrógeno y Fósforo principalmente; aunque ambos nutrientes son determinantes en la medición de eutrofización la clasificación de estado trófico se basa en el nutriente limitante que en la mayoría de los casos es el Fósforo (Moreno *et al.*, 2010).

Los lagos y embalses proveen el agua para el consumo humano y permiten realizar una serie de funciones ambientales sumamente valiosas; Sin embargo, estos sistemas están expuestos a la degradación ambiental, siendo la eutrofización uno de los problemas más comunes que producen impactos ecológicos, sanitarios y económicos, significativamente negativos a escala local y regional (Bonancea, *et al.*, 2012).

En la provincia de Manabí se observa que existen descargas de aguas sin ningún tipo de proceso de descontaminación previo, y contaminada a veces por desechos químicos

procedentes de la agricultura en afluentes de abastecimiento primarios para la población, por lo que esta situación puede conllevar a la aceleración del estado trófico del cauce.

El embalse Sixto Duran Ballén también presenta problemas de contaminación afectando el cauce del río Carrizal donde se desarrollan diversidad de especies y también a la población que hace uso de sus aguas; ya que esto implica un deterioro en la calidad de la misma y acorta la vida útil del embalse (Buitrón, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se lo realizo en el embalse Sixto Duran Ballén ubicado en el cantón Bolívar provincia de Manabí; Esta es una de las obras hídricas más importante para la provincia de Manabí, que permite llevar agua directamente a un amplio sector poblacional; este embalse fue construido con varios objetivos como son el almacenamiento de agua, regulación del caudal del río Carrizal y abastecimiento de agua; sin embargo, su uso en la actualidad se concentra en almacenamiento hídrico mayormente destinado a riego y actividades de pesca.

Muestreo. El muestreo se lo realizo durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2015; se georreferenciaron 5 puntos de muestreo, 3 de estos correspondientes a las desembocaduras de los principales ríos que alimentan al embalse como son río Grande, río Caña Grande y los otros 2 en la parte central y final del embalse y por tanto se realizaron 3 jornadas de muestreo mensuales en cada punto.

Cuadro 3. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Coordenadas Geográficas		Referencia
PM01	X 0603680	Y 9900434	Desembocadura al embalse río Grande
PM02	X 0604954	Y 9900976	Desembocadura al embalse río Caña Grande
PM03	X 0604888	Y 9902122	Desembocadura al embalse rio Barro
PM04	X 0603674	Y 9902002	Punto en el centro del embalse

Los puntos establecidos se representaron cartográficamente mediante la herramienta Arc gis, para lo cual se utilizó una imagen satelital del área de estudio y se ubicaron las coordenadas geográficas correspondientes a cada uno de los puntos de muestreo.

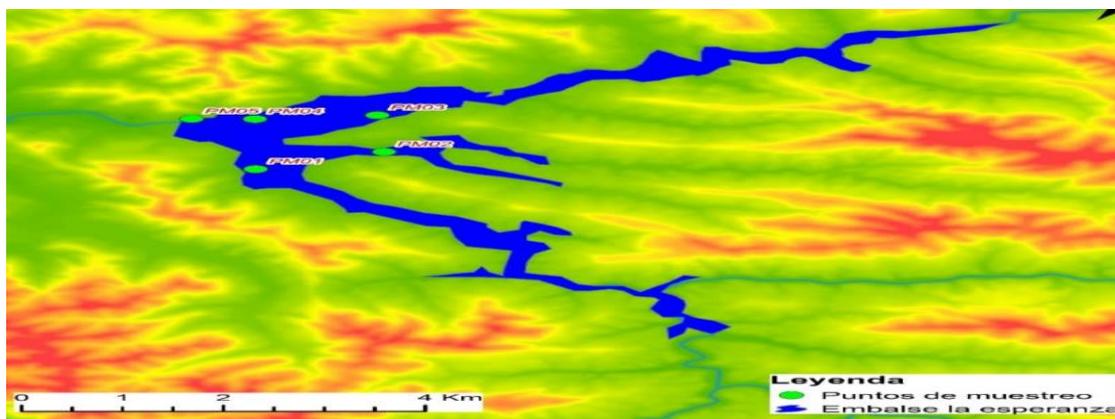


Imagen 1. Representación cartográfica de los puntos de muestreo

Se determinaron in situ los parámetros de; temperatura del agua (T), pH, oxígeno disuelto (OD), conductividad y transparencia y se realizó la recogida de muestras para el posterior análisis en laboratorio de los parámetros fósforo y clorofila *a*. Para el cálculo del índice de estado trófico se utilizó la metodología propuesta por Carlson 1979 para estado trófico en embalses de zona templada- modificado por Toledo *et al.*, 1985 (Cuadro 1) la cual ha sido adaptada para la determinación del nivel trófico en embalses de zonas tropicales basándose en los valores límites de los parámetros de fosforo total (PT), Clorofila *a*, Sec. La transparencia o profundidad se la determinó mediante la utilización de Disco Secchi, donde se sumergió el disco en forma vertical, con el fin de que la luz reflejada sobre la superficie del embalse no interfiera sobre la medición de la misma; a una distancia suficiente para que no se vea el mismo, luego se regresó el disco

a la superficie y se registró la profundidad medida en el momento que se observó nuevamente el disco (Granizo, 2011).

Fase de laboratorio: La determinación de PT se la realizó mediante el espectrofotómetro NOVA 60 basado en el método de análisis para Fosfatos, La determinación de Clorofila (*a*) se la realizó por espectrofotometría de masa; midiendo varias longitudes de onda basado en la Ecuación de Jeffrey & Humphrey (1975)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se clasificó el estado trófico Según Toledo *et al.*, 1985 en base a los resultados obtenidos en los promedios totales de cada mes por cada punto de acuerdo a la clasificación y los índices de acuerdo a nivel trófico propuesta por la metodología antes mencionada, detallándose los promedios de los parámetros físicos como son pH, conductividad, Oxígeno disuelto, temperatura; medidos *in situ* en cada una de las jornadas de trabajo correspondientes a los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre de 2015.

Cuadro 4. Promedio general de pH, Conductividad, Oxígeno disuelto, temperatura.

Meses	pH	Conductividad	Oxígeno disuelto	Temperatura
		$\mu\text{S/cm}$	mg/l	$^{\circ}\text{C}$
Octubre	9,4	207,2	6,99	30,42
Noviembre	9,3	204,4	7,878	28,14
Diciembre	9,7	194,4	4,734	29,54

En el cuadro 5 se muestran los promedios de los valores obtenidos en los parámetros de Clorofila, PT, Transparencia, durante los 3 meses de monitoreo en cada punto.

Cuadro 5. Promedios de las mediciones de Transparencia, PT y Clorofila *a*

MESES	Transparencia	Fosforo total	Clorofila <i>a</i>
	m	μl	μl
Octubre	0,54	548	44
Noviembre	0,43	672	42
Diciembre	0,45	685	39

Los valores del cuadro 6 corresponden al índice de estado trófico promediado para cada punto durante los monitoreos respectivos; además se muestra la clasificación trófica para cada valor de acuerdo a metodología de índices de estado trófico de Carlson, 1985.

Cuadro 6. Valores del IET para los meses de muestreo en cada punto

Clasificación para cada punto en los diferentes meses por Toledo <i>et al.</i> , 1985						
Puntos	Valores Octubre	IET	Valores Noviembre	IET	Valores Diciembre	IET
PM01	81	Eutrófico	83	Eutrófico	83	Eutrófico
PM02	81	Eutrófico	83	Eutrófico	83	Eutrófico
PM03	80	Eutrófico	84	Eutrófico	83	Eutrófico
PM04	81	Eutrófico	83	Eutrófico	81	Eutrófico

En las mediciones mensuales de los diferentes parámetros físicos no se mostró mayor variabilidad; sin embargo se notó que el pH del agua en todas las mediciones era superior a 9 lo cual indica un potencial de hidrógeno alcalino. Investigaciones indican que los valores de pH comunes para aguas naturales oscilan entre 6,5 y 9. Según Nalms (2008) cuando existe un mayor crecimiento de algas y plantas por causa de aumentos en la temperatura o por el exceso de nutrientes, los niveles de pH pueden aumentar, esto también depende de la capacidad de amortiguación del embalse.

La temperatura medida en los tres periodos de muestreo fue constante; los valores variaban entre 25 y 30 grados, este parámetro tiene mucha significancia en cuanto a la eutrofización que se pueda dar en un embalse, es el factor que más influencia tiene en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos acuáticos (Reyes, 2008). La temperatura ejerce una influencia importante sobre la actividad biológica, contribuyendo también a la proliferación de algas que al descomponerse podrían reducir el oxígeno y así afectar a la vida acuática (Niñerota *et al.*, 2003).

La conductividad eléctrica no presentó mayor variabilidad durante los meses de Octubre y Noviembre la cual oscilaba entre 200- 208 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras que en el mes de Diciembre osciló entre 194-195 $\mu\text{S}/\text{cm}$, este parámetro calcula la cantidad de sales

totales disueltos (TDS), o la cantidad total de iones disueltos en el agua. Además al existir elevadas temperaturas que provocan la evaporación del agua de la superficie de un embalse se concentran los sólidos disueltos en el agua restante por lo que tiene una Conductividad Eléctrica (CE) superior (Aranda, 2004).

El OD en el agua es determinante para el desarrollo de las diversas especies, un proceso físico que afecta a las concentraciones de OD es la relación entre la temperatura del agua y la saturación de gas. El agua fría puede contener más de cualquier gas, en este caso el oxígeno, que el agua más caliente, lo cual indica que a mayor temperatura, menor oxígeno en la superficie del embalse (Nalms, 2008); en las mediciones realizadas en el embalse La Esperanza tuvieron una mayor variación en el muestreo del mes de Diciembre siendo la cantidad de OD menor que en los muestreos anteriores; esto se debió a que la temperatura en este mes fue de 29°C es decir menor a la de los otros dos meses anteriores.

El valor de la transparencia, medida con el disco de Secchi, sirve como una estima de la extinción de la luz en el agua; es una manera rápida que nos sirve para saber cuándo, cómo y hasta qué punto debemos tratar el cuerpo de agua para que cumpla con la especificación requerida. Las mediciones realizadas muestran que la transparencia del agua del embalse solo se aprecia de manera muy superficial lo cual indica que existe estratificación en las zonas más profundas del embalse; es decir que hay demasiada materia orgánica en el fondo del lago. Todo esto debido a la abundancia de nutrientes que hace que haya un crecimiento desmesurado de fitoplancton lo que conlleva a que exista agua turbia y que las plantas acuáticas queden sumergidas en la oscuridad (Reyes, 2008).

Los parámetros como el fósforo y la clorofila en relación con la profundidad, relacionados entre sí son indicadores del estado trófico, en referencia al fósforo los

valores del mismo en las diferentes mediciones son ligeramente elevadas (los mismos que van desde 587,1 u/l hasta 652,3 u/l) esto se debe a que la mayoría de los habitantes de la zona se dedican a la agricultura y ganadería, por lixiviación o escorrentía se arrastran residuos hasta las aguas del embalse y de esta manera influyen en el aumento de este nutriente, los valores de clorofila *a* son en su mayoría constantes en todos los muestreos (éstos van desde 39 u/l hasta 46 u/l) , notándose así que existe proliferación de las aguas del embalse y consecuentemente provocando eutrofización del agua.

El índice de estado trófico ha sido constante durante los 3 meses con una variabilidad no tan significativa de 1 a 3 en promedio por meses y puntos de muestreo; sin embargo los resultados indican que el embalse se encuentra en un estado eutrófico con altas concentraciones de fósforo y fitoplancton los cual afecta la vida acuática que se desarrolla en este ecosistema; Este estado se caracteriza por altas concentraciones de nutrientes que dan como resultado el crecimiento de algas, agua turbia, y los bajos niveles de oxígeno disuelto (EPA, 2012).

CONCLUSIONES

Las concentraciones de los diferentes parámetros medidos durante las 3 jornadas de muestreo fueron constantes y no registraron mayor variación, sin embargo en todas las mediciones se obtuvo un pH alcalino, y en el mes de Diciembre existió una disminución en los valores del oxígeno disuelto; este fenómeno puede estar dado por aumentos de temperatura que contribuyen a la proliferación de plantas y algas lo cual aumenta el potencial de hidrogeno y disminuyen el oxígeno en el agua.

Los valores del índice de estado trófico tanto para fósforo, clorofila y transparencia son elevados; lo cual indica que existen altas concentraciones de fósforo, poca transparencia, altos contenidos de clorofila *a*; debido a época seca en donde los

pobladores cercanos al Embalse hacen mayor uso de pesticidas y fertilizantes aplicados a los suelos y el riego agrícola de los cultivos; esto hace que exista una mayor aportación principalmente de fósforo al embalse. Presentando un estado eutrófico según la clasificación trófica de Toledo, 1985.

LITERATURA CITADA

- Abella, J y Martínez, M. 2012. Contribución de un afluente tributario a la eutrofización del lago de tota .Revista Colombiana de Química. vol. 41, núm. 2, pp. 243-261, Colombia
- Aranda, N. 2004. Eutrofización y calidad del agua de una zona costera tropical. ES. En Línea. Consultado 10 de Enero 2015. Formato html. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1427/TESISNANCY.pdf;jsessionid=34D4A59D18597F6EE54C79686BCDB40F.tdx1?sequence=1>
- Bonanseña, M; Ledesma C; Rodríguez, C; Sánchez, A. 2012. Concentración de clorofila-a y límite de zona fótica en el embalse Río Tercero. ARG. (En línea). Formato PDF. Consultado 13. Jul 2015. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a06.pdf>
- Buitrón, R. 2012. Realidad ambiental de la provincia. Formato html. Consultado 13 de Julio de 2015 En línea. Disponible en: <https://romoced.wordpress.com/>
- EPA (Environmental Protection Agency).2012. USA. En Línea. Consultado 21 de Julio de 2015. Formato html. Disponible en:Great Lakes Monitoring<http://epa.gov/greatlakes/glindicators/water/trophicb.html>
- Granizo, F. 2011. EL ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DE LIMONCOCHA. EC. En Línea. Consultado 27 de mayo de 2015 . Formato PDF. Disponible en:<http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/455/1/Tesis%20Definitiva%20Final%20FG.pdf>
- Moreno, D; Quintero, J; López A. 2010. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. (En línea). Formato PDF. Consultado 20. Jul 2015. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>
- Nalms (Sociedad de Gestión del Lago de América del Norte). 2008. USA. En Línea. Consultado 10 de Enero 2015 . Formato html. Disponible en: www.waterontheweb.org/under/waterquality/html

Niñerota, D; Pomares, J; Dolz, J.2003. Alteración que presenta la temperatura del agua por la existencia de embalses. ES. En Línea. Consultado 10 de Enero 2015 .
Formato PDF. Disponible en:
http://eias.entalca.cl/isi/coordinadores/rafael_val/alteracion_que_presenta_la_temperatura_del_agua_por_la_existencia_de_embalses.pdf

Pena, L; Ferreira, C; Almeida, M. 2004. (En línea). Formato PDF. BR. Consultado 21.
Jul 2015. Disponible
en:<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/tocan.pdf>