

Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos, Sinaloa, México

Temperature and dissolved oxygen of the Picachos reservoir, Sinaloa, Mexico

Rigoberto Beltrán-Álvarez, Juan Pedro Ramírez-Lozano y Jesús Sánchez-Palacios

Laboratorio de Limnología y Pesquerías de agua dulce, FACIMAR, UAS. Paseo Claussen S/N, Col. Los Pinos, Mazatlán, Sinaloa, 82000. México
e-mail: rigober80@hotmail.com.

Beltrán-Álvarez R., J. P. Ramírez-Lozano y J. Sánchez-Palacios. 2012. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto en la presa Picachos, Sinaloa, México. *Hidrobiológica* 22(1): 94-98.

RESUMEN

La presa Picachos se localiza en la región sur de Sinaloa, México, se terminó de construir en 2009 sobre el cauce del río Presidio, a una altura de 75 msnm, e inició su llenado en julio del mismo año. Entre septiembre de 2009 y agosto de 2010 se registraron, con frecuencia mensual en tres sitios del embalse y en toda la columna de agua, datos de temperatura del agua y oxígeno disuelto. El embalse registró una mezcla completa entre los meses de diciembre a febrero, y una estratificación térmica el resto del año. La variación de la temperatura del agua indicó que este cuerpo de agua se comporta como un lago cálido monomíctico. La anoxia del hipolimnio coincidió con el periodo de estratificación térmica.

Palabras Claves: Temperatura, oxígeno, presa Picachos, lago monomíctico.

ABSTRACT

The Picachos reservoir was completed in 2009 impounding the Presidio river, in the southern part of the state of Sinaloa, Mexico, and is located at a height of 75 m above msnm. He began filling in July of the same year. A limnological study performed with monthly visits to the reservoir between September 2009 and August 2010 showed that it behaves like a warm monomictic lake, with complete mixing between December and February and thermal stratification during the rest of the year, and with an anoxic hypolimnion during thermal stratification.

Key words: Picachos, Reservoir, thermal stratification and oxygen, monomictic lake.

El agua embalsada mediante la construcción de presas tiene diversos usos tales como la generación de energía eléctrica, el riego de tierras agrícolas, suministro humano y prevención de

avenidas (Margalef, 1983), y según las aptitudes del nuevo embalse, también puede ser utilizado en actividades turísticas, pesqueras y acuícolas (Kalff, 2002); en cualquiera de los casos, y en particular para esta última actividad, se requiere conocer las características fisicoquímicas del agua, tales como la temperatura y el oxígeno disuelto.

La importancia de la temperatura y el oxígeno disuelto estriba en que son factores que influye en la mayoría de los procesos vitales de los organismos así como en variados factores abióticos del ecosistema (Betancourt *et al.*, 2009). Estas variables fisicoquímicas juegan un importante papel en la intensidad de los procesos fotosintéticos, remineralización de la materia orgánica y liberación de nutrientes y metales desde los sedimentos (Bostrom *et al.*, 1988; Harris, 1999). La condición de si las aguas contienen o carecen de oxígeno, determina la transformación de metales como el hierro y los compuestos de nitrógeno y fósforo (Bostrom *et al.*, 1982; Dodds, 2002; Chulgo *et al.*, 2006), por tales razones se debe conocer el comportamiento de la concentración de oxígeno en la columna de agua, ya que son una importante herramienta para recomendar el uso sustentable de este tipo de ambientes acuáticos (Santiago & Vignatti, 2009).

La presa Picachos fue puesta en operación en julio de 2009, sobre la cuenca del río Presidio en el municipio de Mazatlán, Sinaloa, México, su cortina se ubica sobre las coordenadas geográficas 23° 28' 45" N y 106° 12' 19" O, a 75 msnm. A su nivel máximo ordinario, su capacidad de almacenamiento es de 327.7 millones de metros cúbicos, cubriendo una superficie de 2069.4 ha (Fig. 1), con una profundidad máxima de 50 m. Los registros de parámetros se realizaron con una frecuencia mensual en el periodo de septiembre del 2009 a agosto del 2010, en tres estaciones: (E-1), ubicada cerca de la cortina, (E-2), en la parte central del embalse

y (E-3), en la parte inicial de la presa, por donde penetra el río Presidio (Fig. 1). La temperatura (± 0.1 °C) y el oxígeno disuelto (± 0.1 mg/L) se midieron desde la superficie hasta el fondo, con intervalos de dos metros usando un equipo multiparamétrico Hanna Modelo H9828. En este artículo se analizan los datos de la estación E-1 porque al ubicarse en la zona más profunda, puede considerarse representativa de la dinámica hidrológica del embalse.

En la Figura 2A, Tabla 1 se presenta el comportamiento de la temperatura del agua durante el ciclo estudiado. En septiembre del 2009, los registros de temperatura tuvieron un intervalo de variación entre la superficie y fondo de: 30.3-25.8 °C, con un promedio de 27.2 ± 1.4 °C. El mes siguiente se comportó muy similar. En noviembre de 2009, toda la masa de agua registró una disminución de temperatura (intervalo de variación: 27.2-21.2 °C; promedio = 23.8 ± 2.0 °C), lo que indicó el inicio del proceso de enfriamiento como consecuencia de la disminución de la temperatura ambiental. Sin embargo, se apreciaron pequeños gradientes térmicos entre los niveles, que fueron suficientes para mantener el cuerpo de agua estratificado. Los promedios de temperatura en la columna de agua durante diciembre de 2009 (22.8 ± 0.79 °C), enero de 2010 (22.2 ± 0.44 °C) y febrero de 2010 (21.5 ± 1.15 °C), caracterizaron a estos meses como los más fríos del año. Aunque se observaron ligeros gradientes térmicos en la parte superficial, por debajo de los dos metros y hasta los 20 m de profundidad, la columna de agua se homogeneizó térmicamente. Para marzo de 2010, la temperatura ambiental empezó a elevarse, transfiriendo mayor calor a las capas superficiales del embalse (25.7 °C en superficie y 19.2 °C a los 40 m de profundidad). Entre los 6 y 8 m se hizo evidente un gradiente térmico de 1.2 °C y la diferencia de temperatura en la columna de agua fue de 6.5 °C; indicando que en marzo se inicia el proceso de estratificación térmica. En los siguientes meses la temperatura superficial se incrementó y las

diferencias entre superficie y fondo se hicieron cada vez mayores volviendo la estratificación térmica cada vez más estable. Lewis (2000) describe que en embalses tropicales, la entrada de agua fría proveniente de los ríos tributarios, puede modificar el patrón de estratificación del cuerpo de agua. De acuerdo a la evolución de la temperatura del agua durante el periodo estudiado, la Presa Picaños se comportó como un lago cálido monomítico (Lewis, 1982).

Los registros de oxígeno en la columna de agua se presentan en la Figura 2B y Tabla 2, observándose que en superficie alcanzó su máxima concentración de 11.9 mg/L en el mes de septiembre de 2009, en marzo, junio y julio del 2010 los registros indican valores de 8.1, 7.7 y 7.4 mg/L respectivamente. De enero a marzo son los meses considerados como los más fríos del año, en los cuales la capa oxigenada se extiende entre superficie y 6 m en enero y alcanza los 10 m en marzo, en tanto que correspondió a febrero ser el mes en el cual se registra la menor concentración de oxígeno tanto en superficie (1.1 mg/L) como en toda la columna de agua. Este comportamiento podría explicarse por el hecho de que la mezcla pone en suspensión materiales disueltos y suspendidos que utilizan este elemento para su oxidación (Wetzel, 2001). Lewis (1983), reporta la ocurrencia de este fenómeno en el lago Valencia en Venezuela. Los meses en los cuales el oxígeno superficial fue más bajo fueron abril (3.2 mg/L), mayo (3.1 mg/L) y agosto (3.2 mg/L). En noviembre de 2009, este gas registró concentraciones de 2.0 mg/L en la superficie, disminuyendo en los niveles inferiores para luego volver a elevarse y alcanzar su máximo valor de 1.2 mg/L a los 28 m. En agosto de 2010 dicho fenómeno se presentó de nuevo con la concentración de oxígeno en la superficie de 3.2 mg/L, apreciándose una tendencia a disminuir hacia el fondo, detectándose una capa oxigenada entre los 10 y 22 m. Este fenómeno es señalado por Margalef (1983), quien establece que las corrientes de los ríos al penetrar a los embalses, lo hacen a manera de

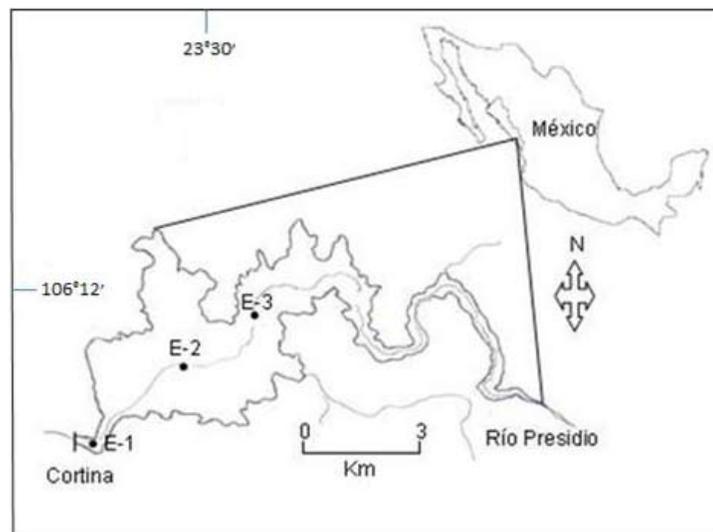


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Tabla 1. Valores mensuales puntuales de temperatura (°C) de septiembre (S) de 2009 a agosto (A) de 2010 en la estación 1 en la presa Picachos.

Prof. (m)	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
0	30.3	30.8	27.2	24.3	23.5	23.6	25.7	25.5	27.6	29.8	29.9	27.2
2	29.4	30.1	26.3	23.4	22.8	22.1	24	22.9	24.3	28.7	29.4	27
4	28.8	29.7	26.2	23.4	22.7	22	23.8	22.5	22.7	24.9	28.8	26.8
6	28.8	29.6	26.2	23.4	22.7	22	23.7	22.3	22.5	22.6	28.3	26.5
8	28	28.9	26.1	23.4	22.2	22	22.5	22.3	22.3	22.5	27.2	26.2
10	27.5	28.1	25.5	23.4	22.1	22	22.3	22.2	22.7	22.4	24.9	26
12	27.4	27.8	24.8	23.4	22.1	22	22.2	22	22.1	22.2	22.9	25.6
14	26.9	27.5	24	23.4	22	22	22.1	21.9	22	22	22.4	25.4
16	26.5	27.2	23.7	23.3	22	22	22	21.7	21.8	21.6	22.2	25
18	26.3	27.2	23.1	23.3	22	22	21.9	21.4	21.5	21.1	21.6	24.6
20	26.2	27	22.6	22.6	22	21.9	21.8	20.9	21	20.8	21.1	23.9
22	26.1	27	22.2	22.4	22	21.7	21.5	20.6	20.9	20.6	20.8	22.8
24	26.1	26.9	21.9	22.2	22	21.1	21.1	20.3	20.5	20.3	20.5	21.8
26	26.1	26.9	21.7	22	22	20.7	20.5	20	19.9	20.3	20.5	20.4
28	25.9	26.8	21.4	21.8	22	20.2	20	19.6	19.9	20.3	20.5	20.6
30	25.9	26.7	21.3	21.7	21.9	19.6	19.6	20.3	20.5	20.3	20.5	21.8
40	25.8	26.7	21.2	21.6	21.7	18.6	19.2	19.6	19.9	19.8	19.8	20.4

Tabla 2. Valores mensuales puntuales de oxígeno disuelto (mg/L) de septiembre (S) de 2009 a agosto (A) de 2010 en la estación 1 en la presa Picachos.

Prof. (m)	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
0	11.9	4.1	2	1.5	5.9	1.1	8.1	3.2	3.1	7.7	7.4	3.2
2	11.5	4.1	1.5	2	4.9	0.8	8	3.2	3	7.8	7.4	3.1
4	0.8	2.6	1	1.9	3.7	0.7	7.6	3.3	2.9	7.4	7.3	0.6
6	1.1	0.5	0.7	2.4	3.2	0.7	5.8	2.7	2.8	7.2	2.8	0.8
8	0.8	0.4	0.2	2	1.8	0.7	0.8	1.2	2.8	3.7	0.7	1.2
10	2.5	0.2	0	1.9	1.1	0.7	0.7	0.8	1	0	0.2	5.3
12	2.7	0.2	0	1.9	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	0	0.2	5.8
14	3.4	0.5	0	1.8	0.6	0.5	0.2	0.5	0.4	0	0	6.2
16	2.5	0.4	0	1.7	0.5	0.5	0.2	0.4	0.3	0	0	6.3
18	1.6	0.4	0	1.6	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0	0	6.7
20	1.7	0.3	0.4	1.2	0.2	0.7	0.3	0.4	0.3	0	0	6.3
22	1.9	0.3	0.4	0.9	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0	0	6
24	2.5	0.3	0.9	0.8	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0	0	1
26	2.6	0.3	1.1	0.8	0.2	0.1	0.3	0.4	0.2	0	0	0.8
28	3.2	0.3	1.2	0.6	0.2	0	0.3	0.3	0.2	0	0	0.8
30	2.6	0.3	1.1	0.5	0.2	0	0.3	0.3	0.2	0	0	0.8
32	2.6	0.3	1	0.5	0.2	0	0	0.3	0.2	0	0	0.8
34	2.6	0.3	0.9	0.5	0.2	0	0	0.3	0.2	0	0	0.7
36	2.6	0.3	0.5	0.5	0.2	0	0	0.3	0.2	0	0	0.7
38	2.6	0.3	0.6	0.5	0.2	0	0	0.3	0.2	0	0	0.7
40	2.5	0.3	0.7	0.5	0.2	0	0	0.3	0.2	0	0	0.6

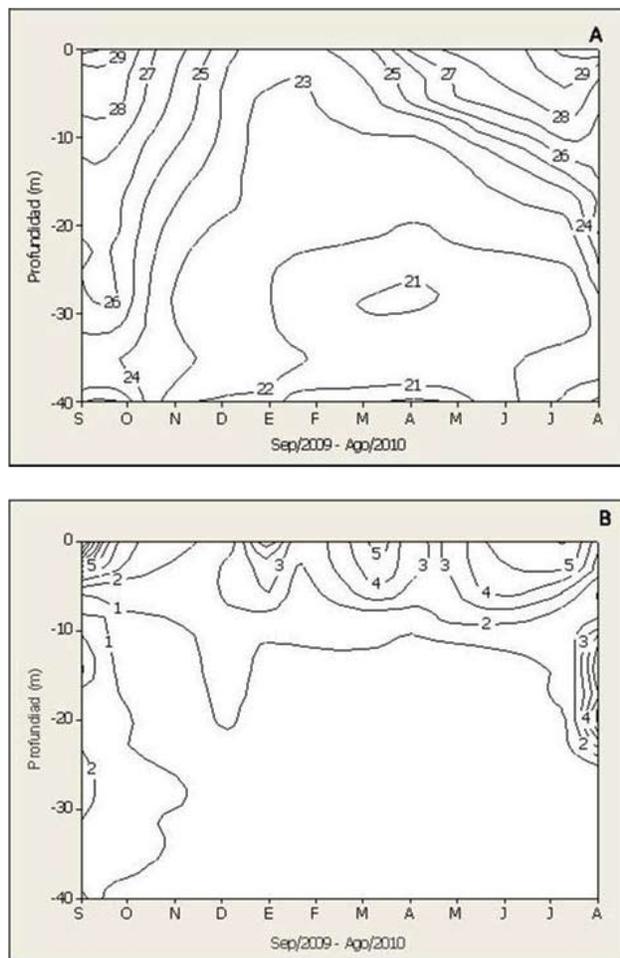


Figura 2A-B. Comportamiento de la temperatura (A) y oxígeno disuelto (B).

cuña que se identifica por registrar una temperatura y concentración de oxígeno diferente al agua subyacente. Umaña (2006) reportó un efecto similar en el embalse el Arenal en Costa Rica. Sin embargo, lo anterior no se había observado en otros embalses de la región, como las presas El Salto y Gustavo Díaz Ordaz, en el estado de Sinaloa, México, lo que quizás se deba a que las características morfométricas de estos embalses difieren a los de la presa Picachos (Beltrán *et al.*, 1995; Beltrán *et al.*, 2006).

AGRADECIMIENTOS

A los revisores anónimos y de manera especial al M. en C. José Luis García Calderón, al Dr. Domenico Voltolina y a la editora Ma. Esther ??? del Castillo por las correcciones realizadas al manuscrito.

REFERENCIAS

BELTRÁN, A. R., G. A. M. ARROYO & P. J. SÁNCHEZ. 1995. Estudio limnológico de la presa El Salto, Sin. México. I. Comportamiento hidrológico.

Anales de la Escuela Nacional de Ciencias biológicas, México 41: 211-223.

BELTRÁN-A. R., J. SÁNCHEZ-PALACIOS & J. P. RAMÍREZ-LOZANO. 2006. Morfometría y características físicas y químicas del agua del embalse Gustavo Díaz Ordaz, Sinaloa, México. *Ciencias del Mar* 18: 41-46.

BETANCOURT, C., R. SUAREZ & L. TOLEDO. 2009. Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y química en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética* 28 (1): 23-34.

BOSTROM, B., M. JANSSON & C. FORSBERG. 1982. Phosphorus release from lake sediment. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 18: 5-59.

BOSTROM, B., J. A. ANDERSEN, S. FLESCHER & M. JANSSON. 1988. Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. *Hydrobiologia* 179: 229-244.

CHULGOO, K., Y. NISHIMURA & T. NAGATA. 2006. Role of dissolved organic matter in hypolimnetic mineralization of carbon and nitrogen in large, monomictic lake. *Limnology and Oceanography* 5 (1): 70-78.

DODDS, K. W. 2002. *Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Application*. Academic Press, 569 p.

GONZÁLEZ, E., CARRILLO V. & C. PEÑA-HERRERA. 2004. Características físicas y químicas del embalse Agua Fría (Parque nacional Macarao, estado de Miranda, Venezuela). *Acta Científica Venezolana* 55: 225-236.

HARRIS, G. P. 1999. Comparison of the biogeochemistry of lakes and estuaries: ecosystem processes, functional groups, hysteresis effects and interaction between macro- and microbiology. *Journal of Marine Freshwaters Research* 50: 791-811.

KALFF, J. 2002. *Limnology. Inland Water System*. Prentice Hall. 592 p.

LEWIS, W. 1982. Causes for the high frequency of nitrogen limitation in tropical lakes. *Verhandlungen der Internationalen Verein Limnologie* 28: 210-213.

LEWIS, W. 2000. Basis for the protection and management of tropical lakes. *Lakes and Reservoirs. Research and Management* 5: 35-48.

MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ed. OMEGA, España. 1010 p.

SANTIAGO, E. & A. VIGNATTI. 2009. Determinación del estado trófico y de la capacidad de carga del embalse Casa de Piedra. *BioScribia* 2 (1): 41-51. M m

UMAÑA, V. G. 2006. Ciclo anual de estratificación y circulación en el embalse Arenal, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 54 (Suppl. 1): 257-263.

WETZEL, G. R. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press, 1016 p.

Recibido: 27 de mayo de 2011.

Aceptado: 21 de septiembre de 2011.