

## Comportamiento de algunas variables físicas y químicas durante un ciclo nictemeral en un pequeño embalse tropical

---

Some Physical and Chemical Variables' Behavior during  
a Nictemeral Cycle in a Small Tropical Reservoir

Ángela Patricia Alba-Maldonado, Érika Patricia Sánchez-Betancourt,  
Angélica Yohana Cardozo-Vargas, Diana Marcela Jiménez-Hernández,  
Luz Nidia Gil-Padilla \*

### Resumen

En el embalse La Chapa, sistema acuático localizado a 1650 msnm, en el municipio de Santana (Boyacá), se realizaron mediciones en el eje vertical de temperatura, pH, conductividad eléctrica y saturación de oxígeno, durante un ciclo nictemeral. Este sistema presenta una leve estratificación térmica diurna y mezcla nocturna, permitiendo, por tanto, asumir que el sistema presenta un comportamiento polimíctico cálido. No se evidenció un cambio en el comportamiento del pH durante el ciclo, manteniendo una alta capacidad búfer en el sistema. De igual forma, la conductividad eléctrica no presentó cambios importantes, obteniendo valores entre los 151,4 y 159,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los cambios en el ciclo día-noche se asocian a procesos de producción y consumo de oxígeno, lo cual se hizo evidente con los valores de saturación del oxígeno, que aumentan desde las 6 a.m., con un 90%,

---

\* Estudiantes Escuela de Biología, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.  
Unidad de Ecología en Sistemas Acuáticos- UDESA.  
e-mail primer autor: angelapatricia\_alba@yahoo.com



hasta las 2 p.m., con 102,2%, y se redujeron gradualmente a partir de las 6 p.m., registrándose el valor mínimo a las 2 a.m., con 90% de saturación.

### **Palabras clave**

Embalse La Chapa, Ciclo nictemeral, Variables físicas y químicas.

### **Abstract**

In the reservoir La Chapa, an aquatic system located about 1650 meters above sea level, in the town of Santana (Boyacá), in the vertical axis of temperature, on the pH, the electric conductivity and the oxygen saturation, during a nictemeral cycle, there were measurements carried out. This aquatic system presents a slight day light thermal stratification and nightly mixture, making it possible to classify it as warm polymictic. A change in the pH behavior during the cycle, by which the system keeps a high buffer capacity, was not found evidence. In the same manner the electric conductivity didn't present important changes, obtaining values between the 159,6 and 151,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The changes in the day-night cycle are associated to the oxygen production and consumption processes, which were evident in the values of oxygen saturation, that increased from 6 a.m. with a 90%, up to 2 p.m. with 102,2%, and decreased gradually starting from 6 p.m., registering the minimum value at 2 a.m. with 90% saturation.

### **Key words**

Reservoir La Chapa, Nictemeral Cycle, Physical and Chemical Variables.

## 1. Introducción

Las variables físicas y químicas se consideran indicadoras de la calidad del agua, de las condiciones tróficas y ecológicas, y, en consecuencia, son de gran interés para el estudio de las aguas dulces (Rodríguez y Donato, 1991). Las variables limnológicas más importantes por tener en cuenta son el oxígeno disuelto y la temperatura. La importancia del oxígeno en los cuerpos de agua está relacionada con el proceso de fotosíntesis, respiración y descomposición de materia orgánica, que, a la vez, tiene relación con el fotoperiodo, la intensidad lumínica y la temperatura. Por otro lado, el dióxido de carbono es otro gas importante para la fotosíntesis y la respiración, además, por su alta capacidad de reaccionar con el agua tiene implicaciones en la composición química de esta, principalmente en la variación del pH (Esteves, 1988).

En este trabajo se evaluaron los cambios de las variables físicas y químicas, tales como la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto, del embalse La Chapa en el eje vertical, durante un ciclo nictemeral, con una periodicidad de cuatro horas entre cada muestreo. Dado el pequeño volumen del embalse, es posible evaluar con mayor facilidad los cambios de las condiciones ambientales físicas y químicas del sistema.

## 2. Materiales y métodos

### *Área de estudio*

El embalse La Chapa se encuentra localizado en el municipio de Santana, en el departamento de Boyacá, entre las coordenadas 16°15'16" latitud norte y 72°26'02" longitud este, a 1650 msnm y con una temperatura media de 18 °C. La precipitación media mensual es de 198,96 mm, con un régimen de tendencia bimodal; presenta dos picos máximos bien definidos durante el año, en los meses de mayo y octubre; los meses de menor precipitación son diciembre-enero y agosto (IGAC, 1975 en: Pelayo, 2005).

El embalse La Chapa es un depósito de agua artificial, con un área de 7351,2 m<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 5 m. Presenta una tasa de renovación hidráulica de aproximadamente siete a diez días; tiene una entrada por drenaje que recoge las aguas superficiales de escorrentía de las laderas adyacentes, y en épocas de lluvias es abastecido por la quebrada el Mohán, que nace en la parte más alta del municipio, al suroriente, en la vereda San Pedro (Alcaldía de Santana, 2002 en: Pelayo, 2005).

### *Metodología*

Debido al pequeño tamaño que presenta el sistema, se estableció un único punto de muestreo, ubicado en el centro de la zona limnética del embalse, el cual corresponde al sector de mayor profundidad.



Se realizaron seis tomas de datos para las variables físicas y químicas con periodicidad de cuatro horas entre cada una de ellas, considerando para las mediciones de oxígeno y temperatura intervalos de 50 cm en el eje vertical, mediante el uso de una sonda YSI modelo 55.

Los valores de pH y conductividad eléctrica se tomaron a tres profundidades: superficie, 1DS (1,4 m) y 3DS (4 m.), esto con el fin de abarcar la zona fótica. La conductividad se midió por medio del conductímetro Schott CG858 y para el pH se usó un pH-metro Orion modelo 210.

### **3. Resultados y discusión**

#### ***Temperatura***

Con base en los perfiles de temperatura (figura 1) se puede establecer que en el embalse La Chapa, posiblemente, se presenta una leve estratificación térmica diurna, dado que las diferencias en los valores de temperatura de superficie a fondo oscilan entre 1,4 °C a las 6 a.m., 2,3 °C a las 10 a.m. y 3,2 °C a las 2 p.m. Estas diferencias originan contrastes en la densidad (Cole, 1988), generando esta condición. En la noche este comportamiento no se mantiene; así, a las 6 p.m. se presenta una diferencia de 2,6 °C, disminuyendo a las 10 p.m. con 1,7 °C y 1,6 °C a las 2 a.m.; debido a este cambio en la temperatura, se presume que se presentan mezclas a estas horas. Según Cole (1988), estas variaciones en el ciclo día-noche permiten asumir que el sistema presenta un comportamiento polimíctico cálido.

La estratificación en el día se atribuye al calor aportado por la radiación solar, contrario a la noche, cuando hay transferencia de calor hacia la atmósfera; este proceso se hace más evidente dado el pequeño volumen del embalse (Esteves).

#### ***pH***

El comportamiento del pH (figura 2) está asociado al metabolismo del ecosistema (procesos de producción y respiración) (Esteves). De esta forma, en las capas superficiales, principalmente a las 2 p.m., los procesos fotosintéticos son mayores que los de respiración, causando una disminución de CO<sub>2</sub> (Roldán, 1992; Payne, 1986) y, por tanto, elevando el pH del medio a 8,08. Contrario a lo esperado, en la noche no se hizo evidente una drástica reducción del pH, presentando su valor mínimo a las 2 a.m., con 7,15, que se asocia al efecto de la precipitación que se dio a esta hora, conduciendo a un incremento del CO<sub>2</sub> por inyección de la atmósfera al sistema (Esteves).

Con la profundidad, el pH presenta una disminución. Esto es indicador de procesos activos de descomposición y respiración al liberar CO<sub>2</sub> y formar ácido carbónico, reduciendo el pH del medio (Esteves).

Estadísticamente, el pH no presentó una variación significativa (C.V. de 2,43). De esta forma se puede establecer que a lo largo del ciclo, el ion predominante es el bicarbonato (Esteves), sustancia taponadora que mantiene las concentraciones de CO<sub>2</sub> estables (Margalef, 1983).

### ***Conductividad eléctrica***

De acuerdo con los valores de conductividad (figura 2), se puede establecer que este sistema, según Payne (1988), corresponde a lagos de Clase I, con valores menores a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , donde dominan los iones de sodio y bicarbonato. Igualmente, los lagos de esta clase presentan pH entre 6,5 y 8,7, coincidiendo con lo obtenido para el embalse.

Respecto al ciclo nictemeral, no se evidenció cambio en los valores de esta variable, que oscilaban entre 159,6 y 151,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (C.V. de 0,75). Estos valores concuerdan con los reportados por Pinilla *et al.* (1998) para lagos artificiales en la microcuenca de la quebrada La Playa (Caldas, Boyacá), cuyos valores se encuentran entre 105,7 y 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Según Esteves (1988), el comportamiento de la conductividad eléctrica a lo largo de un eje vertical en un sistema acuático tiende a aumentar con la profundidad, debido a los procesos de descomposición y respiración. Sin embargo, el embalse no presenta esta tendencia; esto puede deberse a la entrada de iones provenientes del arrastre de sedimentos y lavado de la cuenca (Ward, 1992) a la quebrada el Mohán, que ingresa de manera superficial al embalse.

### ***Saturación de oxígeno***

Las capas superficiales del embalse correspondientes a la zona fótica presentan valores altos de saturación de oxígeno (figura 1), con tendencia a aumentar desde las 6 a.m. con un 90% de saturación hasta 102,2% a las 2 p.m.; este comportamiento estaría asociado al metabolismo del ecosistema, presumiendo que hacia esta hora se presenta incremento de la tasa fotosintética (Payne, 1986). Contrario a las 6 p.m., cuando comienza una reducción de este valor, hasta llegar al 90% de saturación registrado a las 2 a.m. Cabe destacar que a las 10 p.m. se registró un leve aumento en la saturación de oxígeno, que se puede asociar, principalmente, con la reducción de la temperatura, lo cual favorece una mayor solubilidad del O<sub>2</sub> en el agua (Esteves).

Respecto al comportamiento en el eje vertical, se presenta una reducción de saturación de oxígeno hacia los 2,5 m, correspondiente al 50% de la profundidad del sistema. Esto se puede asociar a la acumulación de materia orgánica en el fondo del embalse, lo cual genera una alta demanda de O<sub>2</sub> en esta zona (Margalef, 1995; Esteves, 1988). El comportamiento del oxígeno en el embalse se asocia a una curva de tipo clinogrado



negativo. Correspondiendo a una estratificación química que es independiente al comportamiento térmico (Esteves).

La variación de los parámetros físicos y químicos estudiados en el embalse La Chapa no revela cambios drásticos en el comportamiento de estos; las mayores fluctuaciones fueron registradas para la saturación de oxígeno, con un C.V. de 4,39, y la temperatura, con 4,29. En cuanto al pH y la conductividad, el C.V. fue de 2,43 y 0,75, respectivamente, estableciendo con esto una posible estabilidad física y química durante el ciclo nictemeral. Lo anterior sumado a un pH alcalino, valores elevados en la saturación de oxígeno y la presencia de oxiclina, probablemente, indica una condición mesotrófica para el sistema.

### Agradecimientos

Las autoras expresan sus agradecimientos a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por el apoyo logístico para el desarrollo de este trabajo. De igual manera a la Unidad de Ecología en Sistemas Acuáticos (UDESA), por el préstamo de equipos y material bibliográfico. Al profesor Nelson Aranguren, por la asesoría en la fase de campo y su colaboración en la revisión del documento final. Y a los estudiantes de la electiva "Sistemas acuáticos: estructura y función", que participaron en el trabajo de campo.

### Bibliografía

- COLE, G. (1988): *Manual de limnología*. Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- ESTEVES, F. (1988): *Fundamentos de limnología*. Río de Janeiro, Brasil: Editorial Interciencia,
- MARGALEF, R. (1983): *Limnología*. Barcelona: Editorial Omega.
- \_\_\_\_\_ (1995): *Ecología*. Octava reimpresión. Barcelona: Editorial Omega.
- PAYNE, A. (1986): *The Ecology of Tropical Lake and Rivers*. Londres: Jhon Weley & Sons.
- PELAYO, P. (2005): *Cambios temporales a pequeña escala de la comunidad del fitoplancton en el Embalse La Chapa (Santana, Boyacá)*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología.
- PINILLA, G.; Anzola, R.; Fernández, N. y Páramo, R. (1998): "Ecología de pequeños lagos artificiales en la microcuenca de la quebrada La Playa (Caldas, Boyacá)". *Geotrópica*, 3: 5-20.
- RODRÍGUEZ, C. y Donato, J. (1991): "Caracterización física y química del embalse de Chuza (Parque Nacional Natural Chingaza). *Cuadernos Divulgativos*, 16: 1-16.
- ROLDÁN, G. (1992): *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- URREGO, A. y J. Ramírez (2000): "Cambios diurnos de variables físicas y químicas en la zona de Ritral del río Medellín, Colombia". *Caldasia*, 22 (1): 127-141.
- WARD, J. (1992): "River Ecosystems". *Encyclopedia of Earth System Science*, 4: 1-12.

## ANEXOS

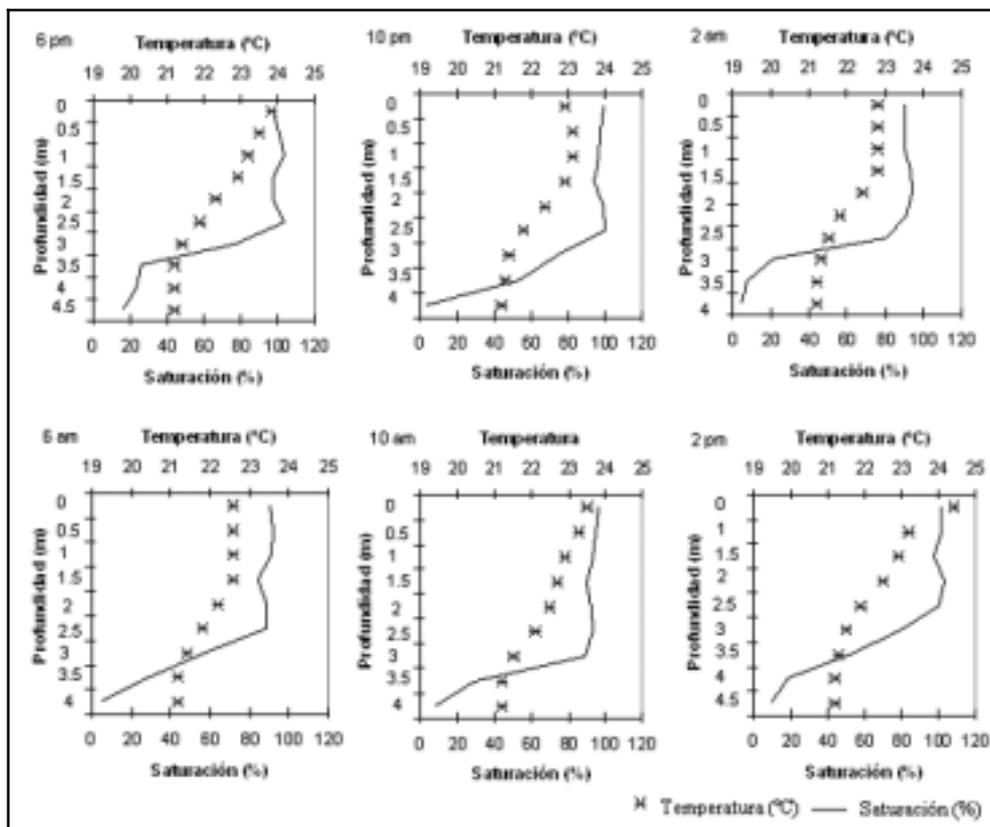


Figura 1. Perfiles de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y saturación de oxígeno (%) durante el ciclo nictemeral del Embalse la Chapa. Profiles of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and saturation of oxygenate (%) during the nictemeral cycle of the Reservoir La Chapa.

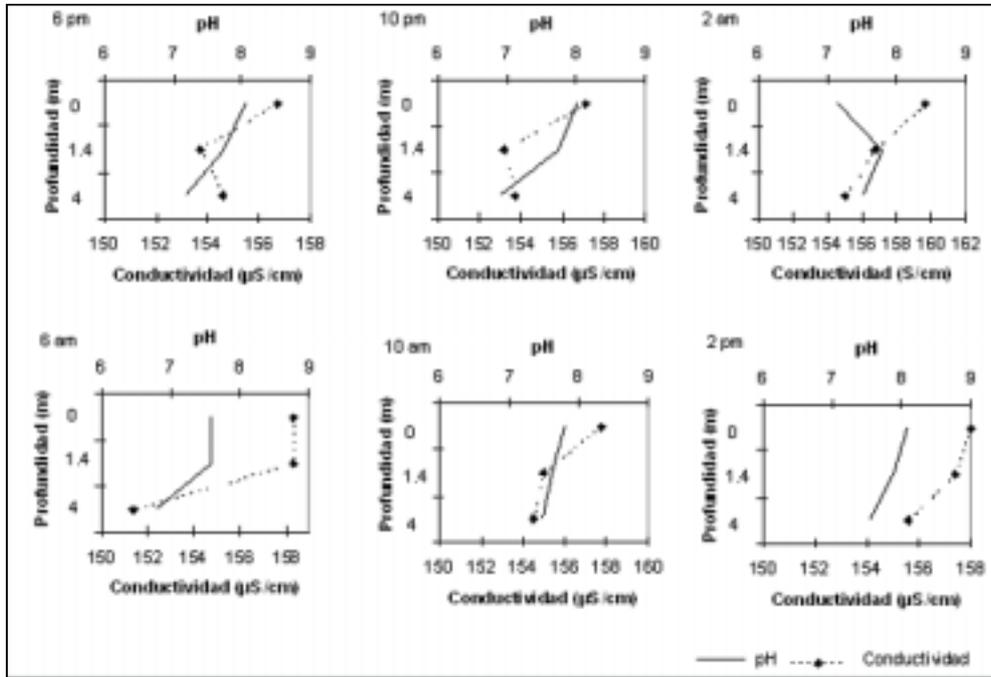


Figura 2. Perfiles de pH y conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) durante el ciclo nictemeral del Embalse la Chapa. *Profiles of pH and electric conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) during the nictemeral cycle of the Reservoir La Chapa.*