

Morfometría y comportamiento térmico de la presa Sanalona, Sinaloa, México*

RIGOBERTO BELTRAN-ALVAREZ

Escuela Ciencias del Mar
Apartado Postal 610
Mazatlán, Sinaloa, México

BELTRÁN-ALVAREZ, R., 1993. Morfometría y comportamiento térmico de la presa Sanalona, Sinaloa, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol.*, Méx., 38: 199-212.

RESUMEN: El presente artículo describe los principales parámetros morfométricos, así como el comportamiento térmico de la presa Sanalona, de noviembre de 1986 a diciembre de 1987.

Durante el estudio el embalse observó una amplia variación de su superficie inundada de 900 a 2,900 ha. Su profundidad media varió de 8.80 a 15.10 m, y su índice de ribera fue de 2.08 y 4.3, este último valor refleja la naturaleza dendrítica del vaso del embalse.

La distribución vertical de la temperatura permite establecer un periodo de mezcla y otro de estratificación. La primera se inicia en noviembre y termina en marzo, la segunda se inicia en abril para finalizar en octubre. Los valores de temperatura registrados durante el estudio ubican al embalse como tropical, monomítico-holomítico.

INTRODUCCIÓN

Existen desde hace muchos años estudios sobre el efecto de la morfometría en la ecología de los lagos y embalses. Naumann (1929) encuentra por primera vez la existencia de relaciones entre la forma de los lagos y su productividad. Estudios posteriores (Patalas y Zawisza, 1960; Brylinsky y Mann, 1973; Fee, 1980) confirman tales relaciones. Algunos autores (Rawson, 1952; Ryder, 1965, 1982; Henderson *et al.*, 1973; Henderson, 1974) encuentran que algunos parámetros morfométricos se relacionan con el rendimiento pesquero potencial de los lagos.

Las condiciones hidrológicas y en particular la estructura térmica y sus efectos ha sido descrita ampliamente. Bauxer *et al.* (1965) y Talling (1969) estudiaron la incidencia de la mezcla vertical en algunas propiedades químicas y biológicas en los lagos africanos.

* El presente artículo forma parte del informe final del proyecto titulado "Estudio para evaluar la influencia de una población de lirio acuático (*Eichornia crassipes*) sobre la pesquería en la presa Sanalona, Sin. México, llevado a cabo con el apoyo de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública (convenio No. C87-01-0303).

El régimen térmico del lago Lanao, Filipinas es descrito por Lewis (1973), menciona las implicaciones teóricas para lagos tropicales. El mismo autor estudia la mezcla y estratificación en el lago Valencia, Venezuela (Lewis, 1983). Para el mismo lago se reportan los datos de cinco años de registros de temperatura, mezcla y estabilidad (Lewis, 1984). Vera-Herrera *et al.* (1981) reportan datos de temperatura y oxígeno disuelto para la presa Vicente Guerrero, Guerrero, México.

Díaz Pardo, *et al.* (1986) estudian las condiciones limnológicas de la laguna Atezca, Hidalgo, México. Beltrán (1987b) publica los efectos de la estratificación y mezcla en un embalse tropical del sur de Sinaloa, México. Kling (1988) realiza un estudio comparativo de la transparencia, mezcla y estabilidad en 39 lagos de Cameroon, Africa. Beltrán (1989) estudia la morfometría, hidrología y rendimiento pesquero potencial de la presa Los Horcones, Sinaloa, México. Díaz Pardo *et al.* (1991), describen el ciclo limnológico de la presa Begonias, Guanajuato, México.

AREA DE ESTUDIO

La presa Sanalona se ubica en los altos del municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa, México. Aproximadamente a 38 km al este de la ciudad del mismo nombre. Las coordenadas geográficas que le corresponden son 24° 47' de latitud norte y 107° 10' longitud oeste (Fig. 1).

El embalse se construyó en 1940 por la hoy Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos sobre el cauce del río Tamazula. Este río nace en la Sierra Madre Occidental en el Valle de Tiopia y Sianori. Su corriente se fortalece por los aportes de los ríos Pilares y Rodeo, en el estado de Durango. Al entrar a Sinaloa se le suman los arroyos El Sabinal, Escatita, Veladero, Las Milpas y El Limón. La superficie de la cuenca de captación alcanza los 3,280 kilómetros cuadrados (SARH 1989).

El clima de la región es del tipo Aw₀ (w) (e), el cual corresponde al más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias durante el verano (García 1969). Los meses más lluviosos son julio, agosto, septiembre y octubre (Fig. 2).

La importancia de esta presa radica en que, actualmente, además de cumplir con los objetivos para los que fue construida, produce cantidades considerables de peces entre los que se encuentran la mojarra (*Oreochromis spp.*), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y lobina negra (*Micropterus salmoides*). La captura de estas especies la realizan aproximadamente 35 pescadores organizados en una sociedad cooperativa de producción pesquera.

De la vegetación que habita el embalse, el lirio acuático (*Eichornia crassipes*) es el más abundante, llegando a entorpecer las labores de captura durante ciertas épocas del año. Sin embargo, la raíz de esta planta alberga una gran variedad de microfauna que es aprovechada como fuente de alimento por el bagre de canal (Beltrán, 1987a).

MÉTODOS

El cálculo de los parámetros morfométricos del vaso del embalse se basó en la metodología recomendada por Welch (1948) y Lind (1979). Se utilizó un mapa topográfico construido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Las isobatas se expresaron en metros.

La temperatura del agua se registró a intervalos de dos metros de la superficie al fondo.

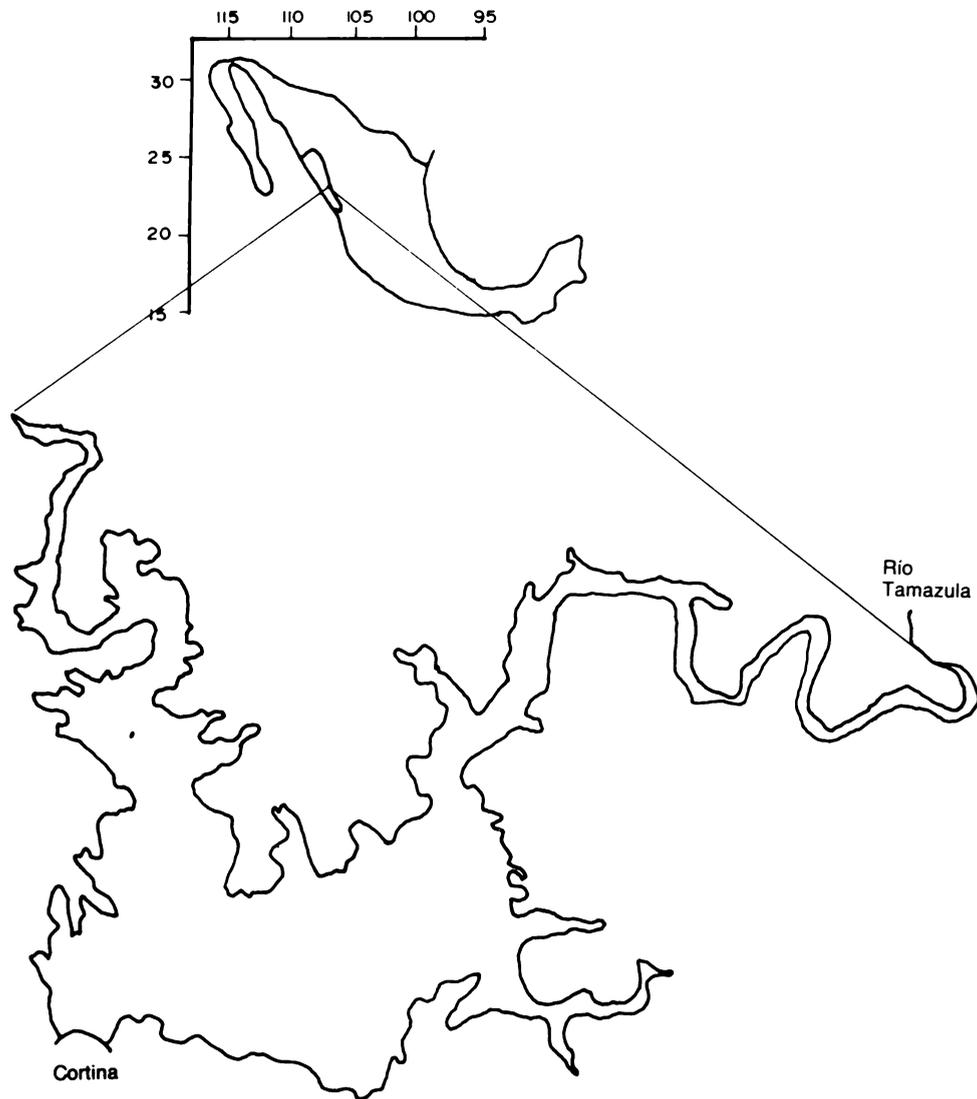


FIG. 1. Localización geográfica de la presa Sanalona. Estaciones de muestreo hidrológico.

Para su medición se utilizó un termómetro de mercurio Taylor con un rango de -5° a 40°C con una precisión de 0.2°C , acoplado al interior de una botella Van Dorn construida de acrílico transparente. El oxígeno disuelto se midió con el método Winckler modificado a la azida sódica (Lind, *op. cit.*). Los muestreos se realizaron cada mes en cinco estaciones de noviembre de 1986 a diciembre de 1987. Los datos de precipitación, evaporación y temperatura ambiental fueron proporcionados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

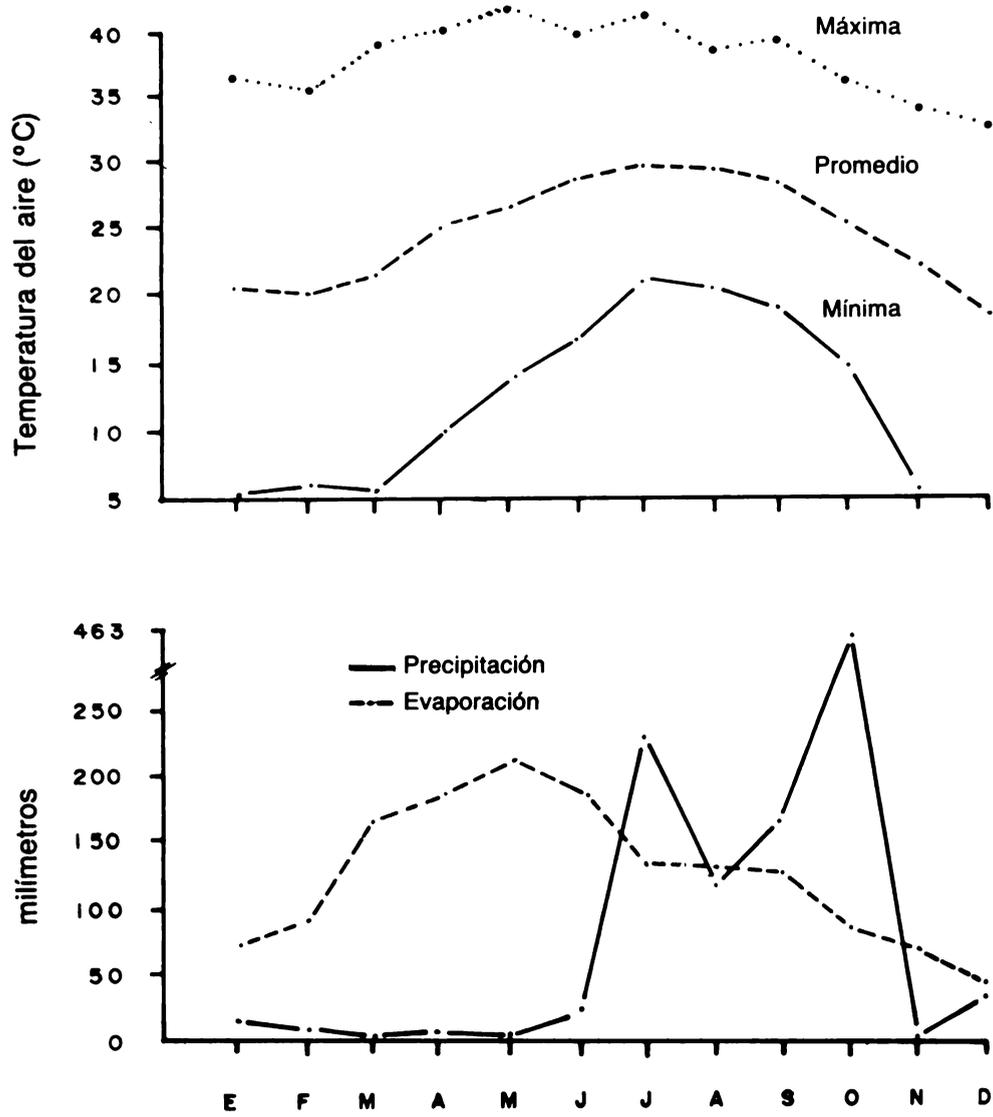


FIG. 2. Parámetros meteorológicos que influyen en el comportamiento hidrológico de la presa Sanalona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfometría

Los principales parámetros morfométricos del vaso de la presa Sanalona se presentan en la tabla 1, y en la figura 3 el mapa batimétrico. Entre los parámetros morfométricos calculados está la profundidad máxima, la cual varió de 40 m en el mes de febrero a 20 m en diciembre de 1987. La variación del nivel del agua cambio la morfometría del embalse. Así, el área disminuyó de 2,900 a 900 ha, lo que significa que 2,000 ha quedaron secas representando el 68% del área total. La figura 4, muestra la variación del área con respecto a la profundidad, en ella se observa que la parte del vaso que cuenta con una profundidad menor de 10 m es de aproximadamente 1,250 ha. De esta figura es posible conocer el área a una profundidad deseada.

La superficie de terreno que se seca al bajar el nivel del agua juega un importante papel ecológico, ya que durante el tiempo que queda expuesto al aire es cubierto por una vegetación muy diversa. Al subir el nivel durante la época de lluvias, la vegetación queda sumergida sirviendo como fuente de alimentos a organismos herbívoros que habitan el embalse. Kimsey (1958), señala que estas áreas facilitan el reciclado de los nutrientes al interior del sistema favoreciendo su productividad. Otro de los efectos positivos de este fenómeno es su influencia en el control del lirio acuático, pues al bajar el nivel del agua, estas plantas quedan en la parte seca donde permanecen durante varios días desecándose. Este estado es aprovechado por los pescadores quienes las incineran, eliminando así la posibilidad de que puedan recuperarse al subir el nivel. Tal acción llega a funcionar como control natural de esta planta acuática.

Entre los efectos negativos de la disminución del volumen de agua de la presa Sanalona, está la reducción de las zonas de anidación de peces como *Oreochromis spp.*, una de las especies más abundantes y que sustentan la pesquería en este embalse. Sánchez (1982), señala que la variación del nivel del agua de la presa Vicente Guerrero, Guerrero, llega a afectar la estructura poblacional de la lobina negra (*Micropterus salmoides*).

TABLA 1. Principales parámetros morfométricos del vaso de la presa Sanalona, Sinaloa.

Parámetros	Profundidad	Profundidad
	máxima 40 m	máxima 20 m
Longitud máxima (SW-NE)	16 500 m	5 560 m
Anchura máxima (SE-NW)	11 900 m	2 400 m
Area superficial (Ao)	2 900 ha	900 ha
Volumen total (Vo)	$440 \times 10^6 \text{ m}^3$	$80 \times 10^6 \text{ m}^3$
Profundidad media (Z)	15.1 m	8.8 m
Profundidad media estimada (Ze)	16 m	8.0 m
Línea de costa (Lc)	261 000 m	22 000 m
Indice de ribera (Ir)	4.3	2.08
Desarrollo de volumen (Dv)	1.37	1.33
Relación profundidad media/ profundidad máxima	0.379	0.445



FIG. 3. Mapa batimétrico del vaso de la presa Sanalona. (Isobatas en m.)

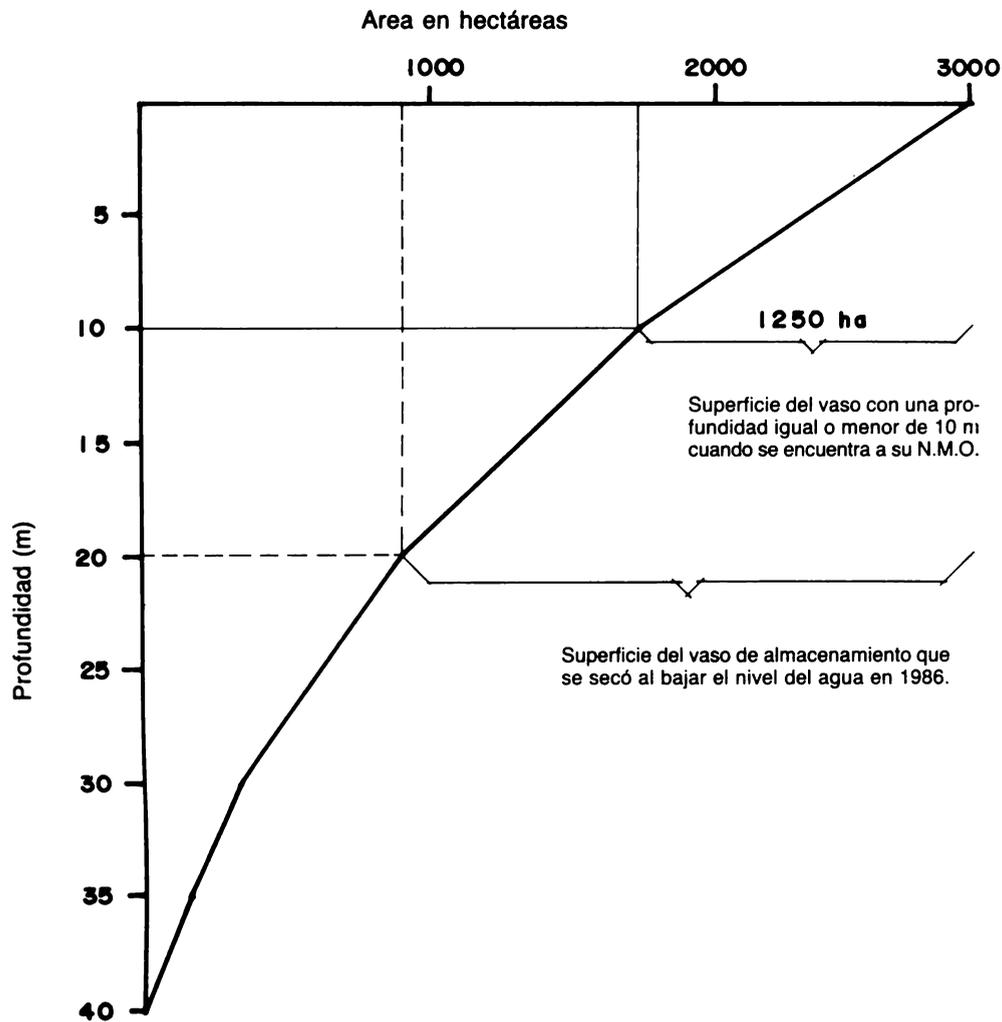


FIG 4. Variación del área con respecto a la profundidad del vaso de la presa Sanalona.

Otro de los parámetros morfométricos que sufren alteración es la profundidad media la cual varía de 15.1 a 8.8 m. Estos valores dan idea de la magnitud de la variación en el nivel del embalse durante el año. Por otro lado, la línea de costa o perímetro del vaso, varió de 261 a 22.2 km, con un índice de ribera de 4.3 y 2.08. Cortés *et al.* (1980), reportan que en el lago de Cuitzeo, Michoacán, este índice tiene un valor de 3.3. Para la presa Vicente Guerrero, Gro., se registra un valor de 4.7 (Vera-Herrera, *et al.*, 1981). Cuando aumenta el nivel de la columna de agua se inundan las partes más bajas adquiriendo una forma dendrítica (más irregular), consecuentemente, el valor del índice de ribera es mayor. Cuanto más grande es el valor de este índice, la región ribereña (región donde la profundidad es igual o menor que la profundidad media) es más amplia, lo que viene a aumentar las zonas de alimentación, reproducción y refugio de las especies que lo habitan.

Debido a que los embalses son construidos donde las características topográficas del terreno permiten almacenar la mayor cantidad de agua ocupando la menor área, éstos generalmente ocupan los cañones excavados por los ríos, de tal manera que la forma del vaso se asemeja a un cono invertido. El parámetro morfométrico que da idea del grado de conicidad es el desarrollo del volumen (Wetzel, 1983). Los valores encontrados para la presa Sanalona fueron de 1.379 a 40 m y de 1.330 a 20 m de profundidad, sugieren que el vaso es tipo cónico siendo más evidente cuando el nivel de agua disminuye, ya que se confinan en la parte más profunda (cañón) del terreno inundado.

Los embalses con una configuración cónica alta poseen una extensión grande de fondo activo definido por Patalas y Zawisza (1960), como "la parte del fondo del embalse en contacto con la parte inferior del epilimnio". En la presa Sanalona la superficie de esta región es de aproximadamente 1,250 ha, cuando el vaso alcanza su nivel máximo (Fig. 4).

Temperatura

La temperatura del agua del embalse estudiado presentó variaciones, tanto en espacio como en tiempo. Las temperaturas más bajas se registraron en invierno y las más altas en verano.

En noviembre de 1986, la temperatura del agua considerada superficial fue de 28.0°C y de 27.0°C a los dos metros de profundidad, estableciéndose un ligero gradiente térmico que no impide que la influencia del viento sobre la superficie del agua inicie la mezcla completa (Fig. 5).

Durante enero y febrero de 1987, la temperatura en la parte superficial disminuyó hasta 20.6 y 20.3°C respectivamente, mientras que a los 25 m de profundidad se registraron valores de 20.2 y 20.0°C (Fig. 5). La diferencia entre estos niveles es de 0.4 y 0.3°C respectivamente. Este comportamiento de la temperatura es una clara muestra de que la columna de agua prácticamente se ha homogeneizado sin que exista oposición a la mezcla completa iniciada en el mes de noviembre.

La circulación o mezcla total de la columna de agua registrada en la presa Sanalona de noviembre de 1986 hasta mediados de marzo de 1987, facilita la transferencia del oxígeno disuelto de la capa superficial hacia la región profunda, lo que permitió medir poco menos de 4.0 ml/l a los 20 metros de profundidad en enero y marzo. Esto se muestra en la figura 7A, la cual se construyó con los datos promedio de temperatura y oxígeno de los meses mencionados.

Mediciones de oxígeno disuelto realizadas a las 22:00 horas en diciembre de 1986, revelaron concentraciones de 2.4 ml/l en superficie, manteniéndose uniforme hasta los diez metros (Fig. 6). Esta cantidad es 4.7 ml/l menor a la registrada el mes anterior. En este sentido, Beltrán (1989), reporta haber medido concentraciones de 1.2 ml/l en la parte superficial de la presa Los Horcones, en las primeras horas del día 22 de octubre de 1989. Esto se debe, en gran parte, a que la mezcla del agua pone en circulación materia orgánica disuelta. Se sabe, que este fenómeno provoca bajas tensiones de oxígeno lo cual llega a producir, junto con otros factores, mortandad masiva de peces, así fue observado por Tait (1965); Morgan (1972); Rojas Galaviz (1974); Beltrán (1989) y Ochumba (1990).

En marzo, la temperatura en superficie es de 22.0°C bajando hasta 20.2°C a los seis metros, la que hace evidente la presencia de un gradiente térmico característico del inicio de primavera, época en la cual la temperatura del aire empieza a elevarse y se manifiesta

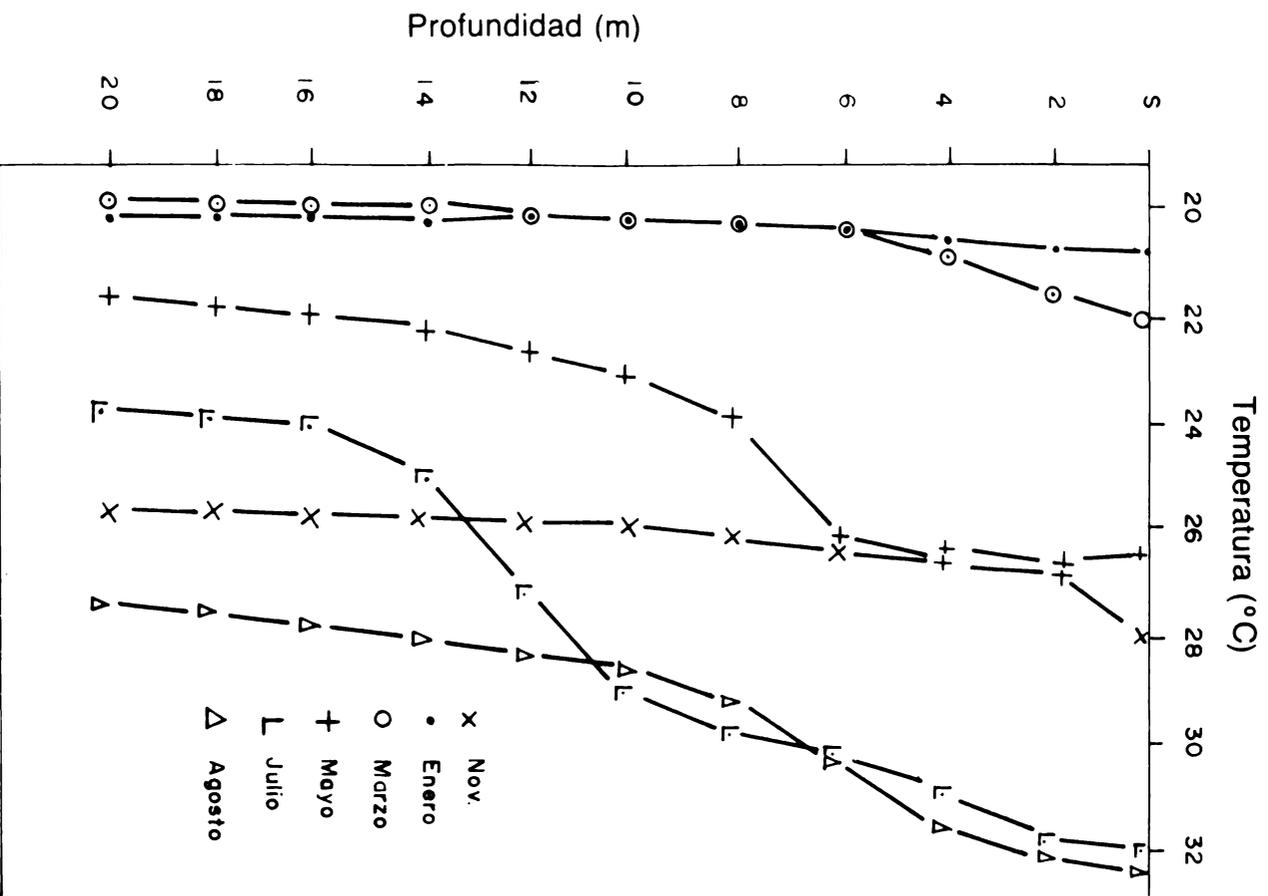


Fig. 5. Comportamiento vertical de la temperatura del agua en la presa Sanalona. Sinaloa, México.

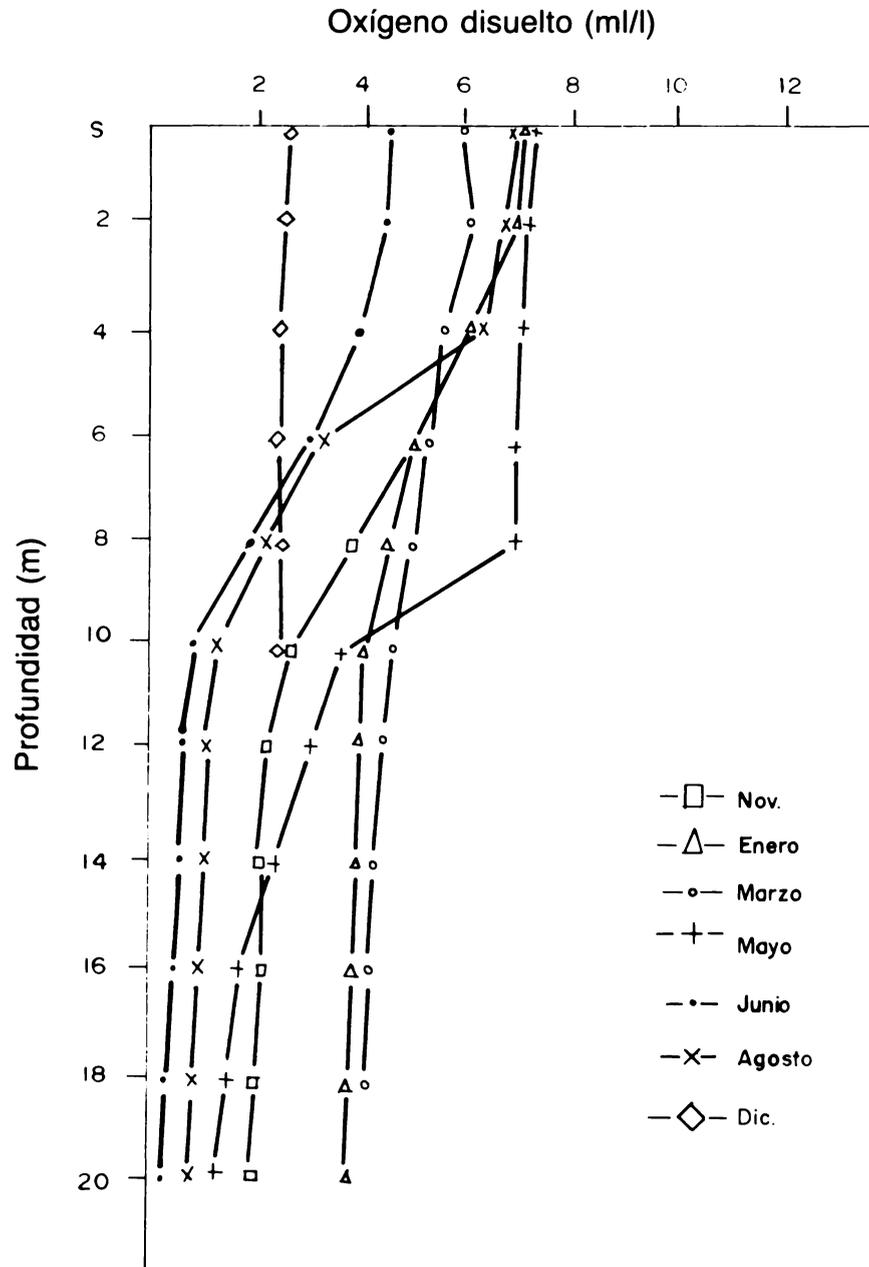


FIG. 6. Comportamiento vertical del oxígeno disuelto en la presa Sanalona. Sinaloa, México.

en la parte superficial del agua en la presa Sanalona. Estos gradientes son débiles y desaparecen cuando el viento produce corrientes convectivas en el reservorio.

Para abril, la temperatura del agua continúa elevándose de tal manera que en mayo se registran 26.6°C en la parte superficial manteniéndose hasta los cuatro metros, después de los cuales se detecta una fuerte disminución de aproximadamente 3.6°C entre los cuatro y ocho metros. Por debajo de esta profundidad la temperatura continúa disminuyendo hasta los 21.6°C; valor que se registró a los 20 metros (Fig. 5).

La diferencia en la temperatura que se establece entre los cuatro y ocho metros en mayo, genera una diferencia de densidad entre esta parte de la columna de agua y la parte superficial que impide que el viento siga mezclando todo el cuerpo de agua, por lo que la estratificación térmica se ha establecido. Se hace notoria la presencia del epilimnio de superficie hasta los seis metros, el metalimnio de los seis a los ocho metros y el hipolimnio de los ocho hasta el fondo. A este respecto Díaz-Pardo *et al.* (1991), reportan que en la presa Begonias, Guanajuato, la estratificación de la temperatura inicia en abril, lo cual coincide con lo observado en la presa Sanalona.

Al principio del verano, la temperatura del agua se incrementa, pues en junio alcanza los 27.8°C manteniéndose homogénea hasta los ocho metros. La parte inferior del epilimnio se localiza a dos metros más profunda que en el mes anterior. Lo mismo sucede con el metalimnio que ahora se localiza entre los ocho y diez metros.

Julio y agosto se revelan como los meses más calientes al registrarse temperaturas de 32.0°C en superficie, disminuye ligeramente hasta los ocho metros en el primero y hasta los diez en el segundo. El epilimnio es más extenso, lo mismo ocurre con el metalimnio, el cual se extiende hasta los 15 metros (Fig. 5).

En la presa Sanalona la estratificación térmica que se inicia en el mes de marzo para finalizar en octubre, establece un periodo de estancamiento de la masa de agua (Fig. 7B), la cual permanece dividida en capas con un epilimnio cuyas características térmicas y concentraciones de oxígeno la hacen habitable todo el año para los peces; en cambio la capa profunda o hipolimnio presenta una temperatura más fría. Ambas capas no se mezclan durante este periodo y en consecuencia no hay transferencia de oxígeno de la parte superficial a la profunda, donde la remineralización de la materia orgánica y respiración de los organismos agotan las reservas de este gas aportado por la mezcla del invierno. Lo anterior parece ser típico de los embalses tropicales, pues un comportamiento similar reportan: Lewis (1973), para el Lago Lanao, Filipinas; Lewis (1983), para el Lago Valencia, Venezuela y Vaux *et al.* (1988), para la presa El Cajón en Honduras.

CONCLUSIONES

Durante el periodo de estudio, el vaso de almacenamiento de la presa Sanalona sufrió grandes variaciones en su superficie inundada.

El comportamiento de la temperatura permitió establecer un periodo de mezcla total que se inicia en noviembre y termina en marzo seguido por un estancamiento que empieza en abril para finalizar en octubre.

Las variaciones de la temperatura observadas durante el periodo de estudio, permiten clasificar a la presa Sanalona como un embalse tropical, ya que la temperatura nunca baja de los 4.0°C; monomítico por presentar un periodo de circulación anual, y holomítico por ser esta circulación completa, según la clasificación de Hutchinson (1975).

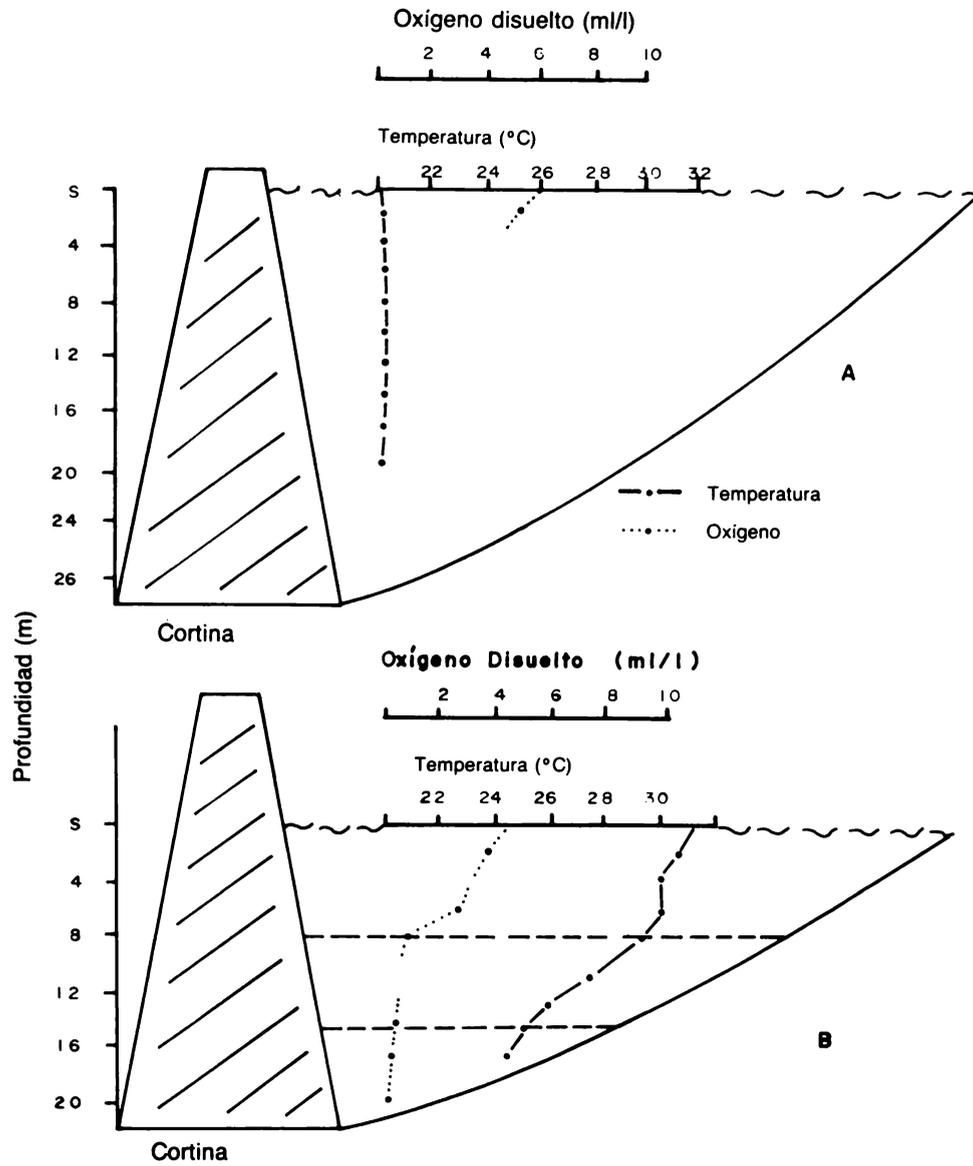


FIG. 7. Modelo conceptual de circulación (A) y estratificación térmica (B) en la presa Sanalona. Sinaloa, México.

RECONOCIMIENTOS

A la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública por haber otorgado la ayuda económica (convenio No. C87-01-0303). A la Coordinación General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Sinaloa; asimismo, a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Sanalona", quienes siempre estuvieron dispuestos a colaborar en el desarrollo del presente estudio, finalmente a todas las personas que de una manera u otra, hicieron posible el desarrollo del mismo.

SUMMARY

This paper described the principal morphometric parameter and the thermic behavior of the Sanalona reservoir from November 1986 to December 1987.

During the study the reservoir observed an extensive variation of their inundate surface about 900 to 2,900 ha. Its medium depth changed from 8.8 to 15.1 m and its line of cost development was 2.08-4.3. This last value reflects the dendritic nature of the reservoir vassel.

The vertical distribution of the temperature permits to stablish the mixing and stratification periods. The first period begins in November and finishes in March; the second take place from April to October. The values of temperature registered during the study classified the reservoirs as tropical monomictic-holomictic.

REFERENCIAS

- BAUXER, R.M.; M.V. PROSER; J.F. TALLING and R.B. WOOD, 1965. Stratification in tropical lakes at moderate altitudes (1 500-2 000). *Limnol. Oceanogr.* **10**: 510-520.
- BELTRÁN, A.R., 1987a. Informe final para evaluar los efectos de una población de lirio acuático (*Eichornia crassipes*) sobre la pesquería de la presa Sanalona. UAS-SEP.
- _____, 1987b. Presa las Higueras. Estratificación y mezcla en un embalse tropical del sur de Sinaloa, México. *Rev. Cienc. del Mar, U.A.S.* **9**: 26-31.
- _____, 1989. Morfometría, hidrología y rendimiento pesquero potencial de la presa Los Horcones, Sin. México. Tesis de maestría. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. México.
- BRYLINSKY, M. and K.H. MANN, 1973. An analysis of factors governing the productivity in lakes and reservoirs. *Limnol. Oceanogr.* **18**(1): 1-14.
- CORTÉS, A.R.; R.O. MENDIVIL; C. GUEVARA y J.G. CALDERÓN, 1980. Algunos aspectos fisico-químicos y consideraciones sobre la pesquería del lago de Cuitzeo, Mich. (estudio trimestral 1976-1977). Memor. 2o. Simposio latinoamericano de Acuac. **111**: 171-180.
- DÍAZ-PARDO, E.; C. GUERRA y G. VÁZQUEZ, 1986. Estudio bioecológico de la laguna de Atezca, Hgo. México. I: Análisis Limnológico. *An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx.* **30**: 171-189.
- DÍAZ-PARDO, E.; C. GUERRA-MAGAÑA y E. LÓPEZ-LÓPEZ, 1991. Ciclo limnológico en la presa Be-gonias, Guanajuato, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx.* **34**: 65-79.
- FEE, E.J., 1980. Important factors for estimating annual phytoplankton production in the experimental lakes area. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 513-522.
- GARCÍA, E., 1969. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen (para adaptarlo a las condicines de la República Mexicana), UNAM, México.

- HENDERSON, H.F., 1974. Programa de evaluación de recursos para apoyar el desarrollo pesquero en las aguas continentales de México. Prog. de Inv. y Fom. Pesq. México/PNUD. FAO.
- HENDERSON, H.F.; R.A. RYDER and R. KUDHONGONIA, 1973. Assessing fishery potential of lakes and reservoirs. Presented at the technical conference on fishery management and development, Vancouver, 19-23, Feb.
- HUTCHINSON, E., 1975. A treatise on limnology. Vol. I part I. Geography and physics of lakes.
- KIMSEY, J.B., 1958. Fisheries problems in impounded water of California and the lower Colorado river. *Trans. Amer. Fishery Soc.* **87**: 319-332.
- KLING, W.G., 1988. Comparative transparency depth of mixing and stability of stratification in lakes of Cameroon, West Africa. *Limnol. Oceanogr.* **33** (1): 27-40.
- LEWIS, M.W., 1973. The thermal regime of lake Lanao (Philippine) and its theoretical implication for tropical lakes. *Limnol. Oceanogr.* **18**(2): 200-217.
- _____, 1983. Temperature, heat and mixing in lake Valencia, Venezuela. *Limnol. Oceanogr.* **28**(2): 273-286.
- _____, 1984. A five year record of temperate, mixing and stability for tropical lake (Lake Valencia, Venezuela). *Arch. Hydrobiol.* **99**(3): 340-346.
- LIND, T. O., 1979. Handbook on common methods in limnology. C.U. Mosby Company.
- MORGAN, P.R., 1972. Causes of mortality in the endemic tilapia of the lake Chilwa (Malawi). *Hidrobiología*, **40**: 101-119.
- NAUMAN, E., 1929. Limnologische terminologie. Urban y Schwarzenberg, Berling.
- OCHUMBA, P.B., 1990. Massive fish kills within the Nyanza gulf of lake Victoria, Kenya. *Hydrobiol.* **208**: 93-99.
- PATALAS, K. and L. ZAWISZA, 1960. Limnological research in the fisheries management of lake Poland. *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., Verh.* **16**: 1161-1171.
- RAWSON, D.S., 1952. Mean depth and the fish production of large lakes. *Ecology*, **33** (4): 513-521.
- ROJAS-GALAVIZ, F., 1974. Informe final de la 4a. etapa del estudio limnológico y de piscicultura en el vaso de almacenamiento Yosocuta, Gro. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM.
- RYDER, R.A., 1965. A method for estimating the potential fish production of north temperate lakes. *Trans. Americ. Fishery Society*, **94**: 214-228.
- _____, 1982. Morphoedaphic index. Use, abuse and fundamental concepts. *Trans. Americ. Fishery Society*, **111**: 154-164.
- SÁNCHEZ, H.C., 1982. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del robalo *Microp-terus salmoides* LACEPEDE, en la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas, México. Tesis de licenciatura. FCB. UANL.
- S.A.R.H., 1989. Carta hidrográfica. Regiones hidrológicas 10 y 11 México.
- TAIT, C.C., 1965. Miss mortality. *Zambia Fisheries Research Bull.* **3**: 28-30.
- TALLING, J.F., 1969. The incidence of vertical mixing and some biological and chemical consequence in tropical African lakes. *Verh. Inter. Verhein Limnol.* **17**: 998-1012.
- VAUX, D.P.; E. VARGAS; A. DÍAZ and F. FLORES, 1988. El Cajón Reservoir: Developing management strategies for tropical impoundment. *Lake and reservoir management* **4**(2): 199-211.
- VERA-HERRERA, F.R.; ROJAS-GALAVIZ y J.L. ARROYO, 1981. Estudio hidrobiológico de la presa Vicente Guerrero, Gro. Morfometría, temperatura del agua y oxígeno disuelto. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM. **8**(1): 159-174.
- WELCH, P., 1948. Limnological methods. Philadelphia, Blasciston, C. 380 pp.
- WETZEL, P., 1983. Limnología Ed. Saunders Company.

Recibido para su publicación en julio de 1992.