

03067
243

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS

PROFESIONALES Y DE POSGRADO



INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA
ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
CIENCIAS DEL MAR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS DEL MAR

(ESPECIALIDAD): OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)

PRESENTA:

RIGOBERTO BELTRAN ALVAREZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

RESUMEN -----	1
1.- INTRODUCCION -----	3
2.- ANTECEDENTES -----	5
3.- OBJETIVOS -----	7
4.- AREA DE ESTUDIO -----	7
5.- MATERIAL Y METODOS -----	9
6.- RESULTADOS -----	12
6.1.- MORFOMETRIA -----	12
6.2.- HIDROLOGIA -----	14
6.2.1.- Temperatura -----	14
6.2.2.- Oxígeno disuelto -----	16
6.2.3.- Dureza -----	17
6.2.4.- Alcalinidad -----	17
6.2.5.- Conductividad -----	19
6.2.6.- Productividad primaria -----	19
6.2.7.- Viento -----	20
6.3.- RENDIMIENTO PESQUERO -----	21
7.- DISCUSION -----	23
8.- CONCLUSIONES -----	38
9.- RECOMENDACIONES -----	39
10.- BIBLIOGRAFIA CITADA -----	40

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Presa Los Horcones, Sin., México, y abarcó de noviembre de 1982 a octubre de 1983, realizándose muestreos cada 15 días.

De acuerdo a la morfometría, en la parte más profunda el nivel del agua, varió de 8 a 12 m. a estas profundidades el -- área fue de 114 y 176 has., mientras que el volumen fue de $3.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ y $9.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ respectivamente. La profundidad media fue de 5.6 m. y el desarrollo de línea de costa de 3.4.

El embalse se clasifica como tropical de 2o. orden (Welch, 1952) debido a que su temperatura se mantiene por encima de -- los 4°C , monomítico por presentar un solo período de circulación y holomítico porque la circulación es total. Las aguas -- de la presa permanecen estratificadas durante 8 meses del año, el período de circulación que dura 4 meses, se inicia a fines de octubre y termina en febrero.

La capa oxigenada durante el período de estratificación -- coincide con la capa de mezcla y durante la época de circula-- ción llega a ser de 7 m. de espesor. La capa anóxica por otro lado fue de 5 m. durante noviembre de 1982 y de junio a octu-- bre en 1983 en la E-1. En la E-2 esta capa fue de 3 m. en los mismos meses de este último año.

Los valores de dureza y alcalinidad total ubican a las -- aguas de la presa como poca duras.

La productividad primaria neta varió de 58.0 a 230.0 -- $\text{mgC}/\text{m}^3\text{-hr}$ considerándose como un valor alto comparado con la-- gos de regiones templadas y tropicales.

El índice morfoedáfico fue de 44.6 y el rendimiento pesquero potencial calculado aplicando dicho índice fue de 10 870 Kg-año y de 20 983.3 Kg-año aplicando el criterio de Odum -- (1960).

El aprovechamiento óptimo de la presa se logrará mediante repoblaciones anuales con 800 peces/hectárea de la especie -- Sarotherodon aureus, con una talla que oscile de 4 a 5 cm., dichos organismos podrán capturarse (cosecharse) al cabo de un año utilizando 10 redes agalleras de 3.5 pulgadas de luz de malla, 80 m. de largo y 3.5 m. de caída, operadas por 10 personas que desarrollen la pesca como actividad complementaria para autoconsumo ó comercialización a baja escala.

I.- INTRODUCCION

En los últimos años la importancia de los cuerpos de - - agua continentales se ha acrecentado pues sirven como embalses que permiten incorporar al cultivo grandes extensiones de tierra, como controladores de avenidas, como generadores de energía eléctrica y debido a la introducción de diversas especies de peces como mojarras (Sarotherodon y Tilapia sp), bagre de canal (Ictalurus punctatus) y lobina negra (Micropterus salmoides) muchos de estos cuerpos de agua producen cantidades considerables de peces, los cuales son objetos de explotación a nivel comercial.

Según el inventario estatal de cuerpos de agua, Sinaloa cuenta con 53 embalses de los cuales 7 caen dentro del intervalo de 1 000 ó más Has., los cuales suman un total de 57 379 - Has., 15 dentro del rango de 101-1 000 Has., sumando 4 362 Has., 21 dentro del rango de 11-100 Has., con un total de 894 Has., y 10 cuyo rango es de 1-10 Has., sumando 75 Has., El total de área inundada en el estado es de 62 635 Has.

La mayoría de los embalses mencionados han sido objeto de repoblaciones con las especies mencionadas y en la actualidad son la base de un número considerable de pesquerías establecidas en dichos embalses. Basta mencionar la prosa Miguel Hidalgo, ubicada en el municipio de El Fuerte, Sin., cuya área inundada a nivel máximo ordinario es de 13 000 Has. cuenta con 3 cooperativas de producción pesquera las cuales reúnen a 121 pescadores quienes en el año de 1981 reportaron una producción de 348 963 Kg. de filete de pescado.

La cifra anterior da idea de la importancia que estos embalses están adquiriendo en la economía del estado y por lo -- tanto de la necesidad imperante de iniciar estudios limnológicos y pesqueros que permitan conocer la variación de las condiciones ambientales de dichos embalses y como éstas repercuten en la disponibilidad de las poblaciones de peces.

2.- ANTECEDENTES.

Los estudios de las aguas dulces de los cuales se tienen noticia, se remontan a las investigaciones en los lagos Suizos llevados a cabo por Forel en los años 1868-1909, a quien por sus estudios en el lago Génova fué llamado el padre de la limnología moderna, este autor clasifica por primera vez a los lagos por sus características térmicas. Posteriormente Whipple (1898-1927), amplía e introduce ligeras modificaciones a la clasificación hecha por Forel. Desde entonces a la fecha han sido muchos los estudios que se han realizado en todos los lagos del mundo.

En México los embalses más estudiados han sido el Lago de Chapala, Jalisco y Pátzcuaro, Michoacán, de este último las investigaciones se remontan al año de 1929 cuando Jaczewki y Walski (1931), realizan un estudio de la fauna dulceacuicola, seguidos por los trabajos de Osorio-Tafall (1941-1944), sobre el plancton de este lago. De los últimos trabajos que encontramos están el de Solorzano, 1961; Rosas, 1976; Herrera, 1979; Tellez y Motte, 1980 entre otros. De los lagos artificiales (embalses construidos por el hombre), loscuales son numerosos, los estudios son escasos pudiéndose señalar únicamente el de Cuevas, (1975) sobre productividad primaria y ciclo de nutrientes en la presa Yosocuta, Oax.; Cortés y Arredondo, (1976) reportan algunos aspectos limnológicos de la presa El Infiernillo, Mich.; Martínez, (1980) estudia el plancton de la presa Tepuxtepec, Mich.; Ortiz y Araceli (1980) realizan un estudio preliminar sobre plancton en las presas Adolfo López Mateos y

Sanalona, Sin.; Reyes, (1980) estudia la variación del plancton y factores físico-químicos en la presa Miguel Alemán, Oax., y finalmente Vera, et al, (1981) reportan la variación de la temperatura y oxígeno disuelto en la presa Vicente Guerrero, Gro.

En la presa "Los Horcones", los antecedentes son aún mas escasos, únicamente se sabe que Lazo, et al, (1981), introducen por primera vez 50 000 crías de Sarotherodon aureus, posteriormente Ochoa, et al, (1982) introducen además de cierta cantidad de crías de S. aureus, 4 000 crías de lobina negra (Microporus salmoides), así mismo reportan la variación de la temperatura y oxígeno disuelto de superficie, media agua y fondo. En el mismo año, la Secretaría de Pesca a través de la Dirección de Acuicultura en el estado realiza varias introducciones de S. aureus, no conociéndose con precisión el número de peces introducidos. Por otro lado no se cuenta con estudios que revelen el estado de las poblaciones de peces introducidos. Lo anterior es una práctica común en los embalses del estado, pues se realizan repoblaciones sin contar con estudios previos que revelen las condiciones hidrológicas y biológicas que permitan (1) escoger la o las especies acuáticas que mejor se adapten a las condiciones que prevalezcan, así como a su efecto combinado (2) determinar el número de crías que pueden ser introducidas sin correr el riesgo de sobrepoblación (aunque este riesgo se corre cuando se utiliza S. aureus), o de que el número de organismos introducidos no sean los suficientes y se esté "degradando" espacio hidrológico y (3) calcular mediante el --

uso de parámetros morfométricos y físico-químicos el rendimiento pesquero de estos embalses que permitan diseñar una estrategia adecuada para una explotación óptima de estos recursos.

Lo anterior fué un estímulo para realizar el presente estudio precisando los siguientes objetivos:

3.- OBJETIVOS.

- 1.- Caracterización morfométrica de la presa.
- 2.- Establecer la variación de algunos parámetros hidrológicos durante un ciclo anual.
- 3.- Calcular el rendimiento pesquero potencial de dicha presa.

4.- AREA DE ESTUDIO.

La presa "Los Horcones" se localiza al Noroeste del puerto de Mazatlán, Sin., a aproximadamente 20 Km., a los $23^{\circ}03'$ de latitud norte y $106^{\circ}24'$ de longitud oeste (fig. 1). Se ubica dentro de los terrenos de los Ejidos el Tecomate y Miravallés pertenecientes al municipio de Mazatlán, a una altura sobre el nivel del mar de 36 m. aproximadamente. El clima de la región es del tipo Awo(w)(e), el cual corresponde al más seco de los cálidos subhúmedos (García, 1973). La oscilación de la temperatura va de 17.7°C como las mínimas promedio anual hasta 31°C como la máxima promedio anual. La precipitación promedio anual es de 841 mm.

Su construcción se inició en el año de 1972 a cargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y terminada -

en el año de 1979, con el objetivo de incorporar al cultivo de riego 1 050 Has., y de esta manera beneficiar a 1 670 familias.

La capacidad máxima del vaso es de $14 \times 10^6 \text{ m}^3$ de agua la cual inunda un área de terreno de 223 Has. La cortina cuya longitud es de 720 m y una altura de 22 m está construida con un corazón de arcilla reforzada con grava, arena y roca. El terreno sobre el que fue construida está formado por suelo tipo conglomerado originado por roca sedimentaria y vulcanosedimentaria, cuya edad se remonta al periodo cuaternario de la era cenozoica (carta geológica correspondiente a Guadalajara, Jal). el cual sostenía una densa vegetación del tipo bosque tropical caducifolio (Pennigton y Sarukan, 1968; Rzedowski, 1978) que -- fue cubierto por el agua captada por el vaso. Dicho vaso es -- alimentado por dos arroyos, el "Palos Verdes" y "Los Horcones", los cuales se forman durante la época de lluvias siendo entonces cuando capta la mayor cantidad de agua, mientras que las -- pérdidas se deben a la evaporación y a la extracción de agua -- para riego.

5.- MATERIAL Y METODOS.

Para la obtención de los parámetros morfométricos se siguieron los criterios de Welch, (1948) y Lind, (1979), utilizando para ello un mapa topográfico del vaso de la presa realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - en el año de 1972 a una escala de 1:5000, a partir del mismo - se construyó la batimetría del embalse utilizando las cotas de nivel.

Los parámetros físico-químicos se determinaron inicialmente en cinco estaciones distribuidas en todo el embalse. Dichas estaciones fueron colocadas en la época en que el embalse capta la mayor cantidad de agua, al empezar a perderla, la profundidad disminuye emergiendo una gran cantidad de restos de vegetación que habían permanecido sumergidos imposibilitando el acceso a las estaciones 3, 4 y 5. Por otro lado, al procesar los datos obtenidos en los dos primeros meses de muestreo, se encontró que los parámetros físico-químicos medidos no exhibían diferencias que justificara los muestreos en todas las estaciones. Por tal motivo el análisis de los datos se basa en los muestreos realizados en las estaciones 1 y 2, las cuales se encuentran en los lugares más representativos del embalse - (fig. 2).

La temperatura y el oxígeno disuelto se registraron en toda la columna de agua a intervalos de un metro. Para la primera se utilizó un termómetro de mercurio marca Tylor con un rango de -2 a 40°C y una precisión de 0.2°C , acoplado en el interior de una botella Van-Dorn construida de plástico transparente

te de 3.0 litros de capacidad. Para la segunda se utilizó el método Winkler modificado para aguas dulces (Stricklan y Parsons (1972), los resultados se expresaron en ml/l.

La dureza, alcalinidad y conductividad se registraron en el agua superficial y a los 8 m. de profundidad por considerar que estos parámetros presentan poca variación con la profundidad. Para la primera se utilizó ericromo negro como indicador y etileno diamino tetracetato (EDTA) como solución titulante expresándose los resultados en mg/l de CaCO_3 . La alcalinidad se determinó utilizándose los indicadores fenolftaleína y naranja de metilo y ácido sulfúrico al 0.02 N como titulante, los resultados se expresaron en meq/l, la metodología para ambos parámetros es descrita con detalle por Lind, (1979) y Boyd, (1980). La conductividad se midió con un conductímetro marca YSI modelo 31 con un rango de 0 - 100 000 micro-mhos/cm. y una precisión de 0.1. La transparencia se midió con un disco de Secchi, el cual era introducido al agua por la parte sombreada por la lancha. La velocidad y dirección del viento se midieron con un anemómetro. La productividad primaria fue determinada utilizando el método de las botellas claras y oscuras (Gaarder y Gran, 1927). El tiempo de incubación se normalizó a 4 horas, iniciándose a las 10:00 hs. y terminándose a las 14:00 hs. El rendimiento pesquero potencial se estimó utilizando el índice morfoedáfico (IME); la fórmula Huet-Laglor, así mismo se consideró la transformación de 1% de la productividad primaria a producción de peces (Odum, 1960).

El IME se expresa como la razón entre la conductividad y la profundidad media del embalse.

La fórmula Huet-Lagler se denota como producción

$$(Kg/Ha) = \frac{Area}{10} \times B \times K, \text{ donde:}$$

Area Area del embalse

B Capacidad biogénica

K Coeficiente de productividad

Los muestreos se realizaron a bordo de una lancha de fibra de vidrio de 5m. de eslora.

La temperatura ambiental así como datos de precipitación fueron proporcionados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la cual cuenta con una estación meteorológica que se localiza al pie de la presa.

6.- RESULTADOS.

6.1.- MORFOMETRIA.

La batimetría de la presa se muestra en la fig. 3 y los parámetros morfométricos en la tabla 1. En ella se observa que el eje de largo máximo cuya orientación es NW-SE, presentó una longitud de 1 915 m. mientras que el ancho máximo fue de 1 420 m. La profundidad máxima (2m) alcanzada fue de 12 m. y a esta profundidad, el área de terreno inundado fue de 176 Has., con un volumen de $9.8 \times 10^6 \text{ m}^3$, lo que significa que alcanzó un po co más de la mitad de su capacidad. La profundidad mínima en la región mas profunda fue de 8 m. teniéndose un área de 114 Has. y un volumen de $3.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, de tal manera que a esta -- profundidad, el área fue de 62 Has. menor que a la profundidad de 12 m.

La línea de costa (Lc) fue de 16 100 m. y el desarrollo de línea de costa (DLC), el cual es un índice de la longitud del litoral en comparación con un lago hipotético del mismo -- contorno circular y de la misma área, fue de 3.4 muy similar -- al valor reportado para el lago de Cuitzeo de 3.3 (Cortés, -- et al, 1980) y menor al de la presa Vicente Guerrero, el cual es de 4.7 (Vera, et al, 1982). Un alto valor de desarrollo de línea de costa significa que la cantidad de costa es mayor en proporción al área, lo cual es importante para el desarrollo de comunidades de litoral (Wetzel, 1975).

Los valores tanto de desarrollo de volumen (1.17) y el de la relación entre la profundidad media y máxima (0.39), indica

que la forma del vaso del embalse es de tipo cónico (Hutchinson, 1957; Wetzel, 1975). Según Wetzel, depresiones con una relación $Z : Z_m$, mayor de 0.33 pertenecen a este tipo.

Un parámetro morfométrico de los embalses es el área de fondo en contacto con la capa fótica (capa iluminada) al cual Patalas y Zawisza (1960) denominan "fondo activo" lo definen como "la cantidad de fondo en contacto con el epilimnion".

En la presa "Los Horcones" la capa fótica presentó un espesor promedio de 3.42 m., dicha capa se estimó multiplicando el valor promedio de la transparencia (1.14) por 3 (Vollenwieder, 1974). Para comprobar si el valor es correcto se utilizó la expresión $I = I_0 e^{-az}$ que permite calcular la cantidad de luz que se tiene a una profundidad deseada, de dicha expresión tenemos:

I = Intensidad de luz a la profundidad deseada

I_0 = Intensidad de luz que llega a la superficie del agua.

a = coeficiente de extinción.

z = profundidad deseada.

En este caso I es la incógnita buscada, I_0 se toma como 100% y z será el espesor de la capa fótica (3.42 m.).

El coeficiente de extinción se calculó de la siguiente expresión:

$a = \frac{1.70}{Z}$ donde Z es la profundidad promedio leída con el disco de Secchi, que en este caso fue 1.14 m.

Sustituyendo los valores ya dados para calcular a , esta queda :

$$a = \frac{1.70}{1.14} = 1.49$$

Calculado el valor de a y sustituido en la expresión mencionada primeramente tenemos :

$$I = 100 e^{-1.49(3.42)} = 0.61\%$$

El resultado dice que a la profundidad de 3.42 m., la intensidad de luz es de 0.61% de la intensidad que llega a la superficie y de acuerdo con Vollenweider, (op cit) y Moos (1980) a una intensidad de 1.0% el proceso fotosintético se inhibe considerablemente por lo que se puede considerar el espesor promedio de la capa fótica fue de 3.42 m. De acuerdo a lo antes señalado el área de fondo activo (área de terreno inundado con una profundidad menor de 3.42 m.) fue de 56 Has., a la profundidad de 12 m. y de 75 Has. a los 8 m. (fig. 14).

6.2.- HIDROLOGIA.

6.2.1.- TEMPERATURA.

La temperatura del agua superficial varió de acuerdo a los cambios de la temperatura ambiental, estos cambios influyeron en la temperatura del agua profunda (fig. 4). La tabla 2 y 4 muestran los valores de la temperatura para cada mes de 0 a 8 m. de profundidad de la E-1 y de 0 a 6 m. en la E-2 respectivamente. Como se puede observar en dichas tablas la temperatura se comporta muy similar de noviembre a febrero (estación de invierno), pues la mayor diferencia en temperatura de los 0 a

los 8 m. en la E-1 fue en enero con un valor de 1.6°C , por -- otro lado no se observan diferencias de más de 1°C , de un me-- tro a otro de profundidad por lo que se puede decir que no hu-- bo estratificación térmica (no se presentó termoclina según de finición de Birge, 1904). Lo anterior indica que durante este tiempo la masa de agua observó mezcla completa (holomixia) -- (fig. 5 A, B, C, D y 6 A, B, C y D). Durante los meses de marzo a mayo, se presenta una diferencia de 1.2°C entre los 5 y 6 m. de profundidad, en abril la diferencia es de 1.0°C entre -- los 2 y 3 m. en la E-1 (fig. 5 F), mientras que en la E-2, en el mes de abril se presenta una diferencia de 1.4°C entre los 4 y 5 m. (fig. 6 F). En mayo sigue evidenciándose el proceso -- de estratificación, sin embargo es de junio hasta agosto (vora-- no), cuando el agua se encuentra completamente estratificada, según lo muestran los fuertes gradientes térmicos registrados en estos meses (fig. 5 H, I J y 6 H, I y J). Durante este tiem-- po se definen claramente las capas típicas de los lagos estra-- tificados: el epilimnion (capa superficial), el metalimnion -- (capa intermedia) y el hipolimnion (capa profunda). El espesor del epilimnion o capa de mezcla osciló entre los 3 y 4 m. con -- una temperatura promedio durante estos meses de 31.8°C , mien-- tras que el espesor del hipolimnion varió de 4 a 5 m. con una temperatura promedio de 26.2°C en la E-1. En la E-2, la capa -- de mezcla llegó a ser de 3 m. y el hipolimnion de 1 m. en ju-- nio y julio. En el mes de septiembre la temperatura de la co-- lonna de agua empieza a homogenizarse (fig. K, y 6 K) y en el mes de octubre el gradiente térmico prácticamente desaparece --

(fig. 5 L y 6 L), indicando el inicio del periodo de circulación mezclándose toda la masa de agua.

6.2.2.- OXIGENO DISUELTO.

Los valores mas altos de oxígeno disuelto se registraron en el agua superficial 6.8 ml/l, en el mes de febrero en la E-2 y de 5.8 ml/l en el mismo mes en la E-1, mientras que los mínimos fueron de 3.1 ml/l en noviembre en la E-1 y de 3.6 -- en el mismo mes en la E-2. El promedio durante el año fué de 4.8 ml/l en la E-1 y de 5.0 en la E-2 (tabla 3 y 5).

Analizando la concentración de oxígeno disuelto en toda la columna de agua, se observa que durante los meses de noviembre a febrero se encontró en toda ella (fig. 5 y 6 A, B, C y D), este hecho junto con la distribución de la temperatura indica el periodo de mezcla. Durante los meses siguientes (marzo a octubre) no se registró oxígeno disuelto en las aguas del fondo y el espesor de la capa oxigenada (capa de agua donde la concentración de oxígeno es mayor de 1 mg/l, Swingle, 1969), - varía de un mes con otro, observándose que en la E-1 es mayor en febrero ya que se registra a los 7 m. (fig. 5 D), mientras que en la E-2, el agua se encuentra oxigenada hasta los 6 m. - La capa anóxica (con una concentración menor de 1 mg/l), fue mayor durante los meses de noviembre, junio, julio, agosto y - septiembre siendo el valor de 5 m. (fig. 5 A, H, I, J y K). En los meses de marzo y abril, la capa anóxica fue de 5 m. en la E-1 (fig. 5 E, F), ésta misma capa fue de 3 m. en los meses de abril, junio, julio y agosto, llegando a 4 m. en octubre en la E-2 (fig. 6 F, H, J y L).

La variación diurna realizada en el mes de octubre de -- 1983, muestra concentraciones máximas de oxígeno disuelto en -- el agua de superficie de 3.7 ml/l y un mínimo de 1.2 ml/l, y -- un promedio de 3.0. A los 2 m. de profundidad, el valor más al -- to fue de 2.2, y el menor de 0, observándose un promedio de -- 1.5 ml/l. A partir de los 3 m. de profundidad, el agua present -- ó condiciones anóxicas (tabla 6).

6.2.3.- DUREZA.

El valor de la dureza del agua superficial en la E-1 fue mayor en el mes de julio registrándose un valor de 149.7 mg/l de CaCO_3 y el valor más bajo fue de 103 mg/l CaCO_3 registrados en el mes de septiembre (tabla 7 A, fig. 8 A), el promedio registrado durante el año fue de 134.6 mg/l CaCO_3 . Para el agua de fondo, el valor más alto que se registró fue de 145.2 mg/l de CaCO_3 presentándose en el mes de octubre y el más bajo fue de 80 mg/l CaCO_3 registrado en agosto, el promedio durante el año fue de 110.7 mg/l.

En la E-2, el valor más alto en el agua superficial se -- presentó en el mes de julio siendo de 153.3 mg/l CaCO_3 , el va -- lor menor fue de 102.9 mg/l en el mes de septiembre. El prome -- dio anual fue de 120 mg/l. Los valores del agua de fondo, va -- riaron de 140.7 registrado en junio a 70 mg/l en el mes de -- agosto. El promedio anual fue de 120.2 mg/l CaCO_3 (fig. 10).

6.2.4.- ALCALINIDAD.

La alcalinidad se debe principalmente a la presencia de -- iones bicarbonatos (HCO_3^-) y se expresa como "alcalinidad por -- naranja de metilo" (A₁), iones carbonatos (CO_3^-), expresándose

como "alcalinidad por femolftaleína" (Af) y la suma de ambas, dá la alcalinidad total (At). Otros iones considerados son los oxidrilos, boratos y silicatos, sin embargo en este estudio no se consideraron por ser poco abundantes en la mayoría de las aguas dulces (Wetzel, 1975; Moos, 1980).

En el agua superficial en la E-1 se registró alcalinidad por carbonato, los valores variaron de 1.0 meq/l, registrada en junio a 0.13 meq/l en julio y septiembre (tabla 8). La alcalinidad por bicarbonatos varió de 1.7 a 2.3 meq/l registrados en agosto y abril respectivamente. La alcalinidad total fue mayor en abril con un valor de 3.1 y 2.2 en agosto. El promedio anual fue de 2.56 meq/l. En agua de fondo de la misma estación no se registró la presencia de carbonatos de tal manera que los valores de alcalinidad por bicarbonatos y alcalinidad total fue el mismo. El valor mas alto se registró en junio siendo de 2.6 meq/l y el menor fue de 1.6 en agosto. El promedio durante el año fue de 1.9 meq/l (fig. 8 B).

En la E-2 la alcalinidad por carbonatos se registró únicamente en el agua superficial, presentándose el valor más alto en el mes de junio siendo de 0.31 meq/l y de 0.23 en febrero. La alcalinidad por bicarbonatos fue más alto en abril con un valor de 2.3 y el más bajo en febrero siendo de 1.5 meq/l, mientras que la alcalinidad total varió de 2.4 a 1.6 meq/l los mismos meses. Al igual que en la E-1, el agua de fondo de la E-2 se registró únicamente alcalinidad por bicarbonatos, los valores variaron de 2.5 a 1.0 meq/l, en abril y agosto respectivamente (fig. 10 B).

6.2.5.- CONDUCTIVIDAD.

Otra manera de medir los iones disueltos más abundantes - en el agua es la conductividad y ésta varía en relación directa con la concentración de los iones disueltos. Los valores registrados en el agua superficial variaron de 215 a 280 micro -- mhos/cm. el valor más bajo se registró en septiembre y el más alto en mayo. Para el agua de fondo se tiene un rango de 230 a 280 micromhos/cm, el valor más bajo fue en diciembre, enero y mayo y el más alto en el mes de octubre. El valor promedio para el embalse fue de 247.4 (tabla 7 C, fig. 8 C).

6.2.6.- PRODUCTIVIDAD PRIMARIA.

La productividad primaria fue determinada utilizando el método de botellas claras y oscuras (Gaarder y Gran, 1927). - El método se basa en comparar los cambios en la concentración de oxígeno disuelto que ocurren debido a los procesos de fotosíntesis y respiración. Los detalles así como las limitaciones del método son analizados por Vollenweider, (1974); Lind, - - (1979) y Boyd, (1980). Dicho método ha sido utilizado con buenos resultados. Lewis, (1974) determinó la productividad primaria del lago Lanao, Filipinas con el método de carbono 14 , y - el que se empleó en este estudio y no encontró diferencias significativas.

El tiempo de incubación de las botellas se normalizó a 4 horas pues en este tiempo las diferencias en la concentración de oxígeno era marcada. Otros investigadores recomiendan un -- tiempo de incubación entre 3 y 4 horas en lagos de productivi-

dad media (Lewis, op cit; Wetzel, 1963 y 1966) de 2 horas en lagos de alta productividad (Boyd, op cit) y hasta de 24 horas en lagos de baja productividad (oligotróficos).

Para expresar los valores en unidades de $\text{mgC/m}^3\text{-hr}$, se utilizó la unidad como coeficiente fotosintético (PQ), ya utilizado por Sreenivasan, (1962) y por Hepler, (1962).

Los resultados se muestran en la fig. 9 B, en la cual se observa que la productividad primaria bruta presentó su valor más alto en el mes de noviembre siendo de $359.4 \text{ mgC/m}^3\text{-hr}$, mientras que el mínimo fue en enero con un valor de 76.6. El valor promedio anual fue de $176.1 \text{ mgC/m}^3\text{-hr}$. La productividad primaria neta registró su valor más alto en septiembre siendo de $230.0 \text{ mgC/m}^3\text{-hr}$ y el más bajo de $58 \text{ mgC/m}^3\text{-hr}$ en enero. El promedio anual fue de 136.6.

6.2.7.- VIENTO

La velocidad y dirección del viento fue muy variable durante el año, la primera registró un valor mínimo en el mes de septiembre y el máximo en junio los valores fueron de 2.4 y 7.5 m/seg. con un promedio de 4.18. La segunda presentó mayor variación, ya que en cuestión de horas cambiaba de dirección, quizá el efecto de la topografía del terreno hacía que se comportara de esa manera. La dirección que predominó fue del suroeste ya que la frecuencia con que se presentó fue de 58.3%, mientras que del sureste la frecuencia fue de 25% y de 16.6% del noroeste (tabla 7 D).

6.3.- RENDIMIENTO PESQUERO POTENCIAL

Ryder, (1965) sostiene que el rendimiento pesquero de un lago depende finalmente de la concentración de sales en el agua (medidos como sólidos disueltos totales) y la morfometría del mismo (en particular utiliza la profundidad media) y propone el índice morfométrico (IME) para hacer estimaciones del rendimiento pesquero potencial, dicho índice se expresa como la razón entre la concentración de sólidos disueltos totales (SDT) y la profundidad media (\bar{Z}) ; $IME = \frac{SDT}{\bar{Z}}$. Debido a que existe una relación directa entre los SDT y la conductividad del agua, ésta última se utiliza en lugar de la primera, la relación cambia entonces a $IME = \frac{\text{conductividad}}{\bar{Z}}$. Sin embargo el valor de IME por sí solo no dice nada a menos que se tengan medidas de IME de embalses de los cuales se cuente con estadísticas de captura y establecer la variación de una variable en función de la otra. En México no se cuenta con información detallada al respecto, sin embargo es posible utilizar la regresión hecha por Henderson y Kudhongonia (1973) para 31 lagos africanos y que, según Henderson (1974) las condiciones de éstos lagos son similares a las aguas de los embalses mexicanos.

Sustituyendo los valores de conductividad y la profundidad media de la presa "Los Horcones" tenemos ;

$IME = \frac{250}{5.6} = 44.6$; Schlesinger y Rogie (1982) consideran que un valor de $IME = 40$ refleja condiciones óptimas del cuerpo de agua.

Relacionando el valor de IME calculado con la regresión ya mencionada (fig. 13) obtenemos un rendimiento pesquero po-

tencial de 62 Kg/ha-año, multiplicando por el área del embalse (176.6 Ha) se obtiene un rendimiento pesquero potencial de --
10 870 Kg-año.

Otra manera de calcular la capacidad productiva de un embalse, es mediante la utilización de la fórmula propuesta por Lagler y Huet (Huet, 1973), la cual se expresa como :

$$\text{Producción (Kg/Ha)} = \frac{\text{AREA}}{10} \times B \times K, \text{ donde:}$$

Area Area del cuerpo de agua

B Capacidad biogénica

K Coeficiente de productividad

La capacidad biogénica (B) indica la cantidad de alimento disponible para los peces. Debido a que gran parte de la producción de la presa depende de la productividad primaria, la estimación del valor de B se basó en el valor promedio anual para la misma que fue de 3.6 gC/m²-día, la cual se considera como una productividad alta, por lo que se le asignó el valor de 4 de la escala propuesta por Lagler y Huet.

El coeficiente de productividad (K) toma en cuenta dos parámetros físico-químicos como son la temperatura y el pH del agua, así como la edad del pez y si éste es de agua caliente o fría. Así a cada variable considerada, se le asigna un valor determinado llamado coeficiente de productividad secundario de nominados K₁, K₂, K₃ y K₄ respectivamente (tabla 9).

K₁, toma un valor de 3.5 dado que la zona de estudio se encuentra próxima a la isotorma de los 24°C (carta climática - 13-Q-1).

El pH, de las aguas de la presa los horcones oscila entre

7.2 - 8.0 (Lazo, 1980), por lo que se le considera poco alcalina, correspondiéndole a este parámetro (K_2) un valor de 1.5.

La especie de pez más abundante y por lo tanto de más importancia desde el punto de vista de su explotación es S. aureus, pez de agua caliente, por lo que el valor de K_3 será de 2.0.

Finalmente el embalse es repoblado con peces cuya edad es menor de 6 meses, por lo que el valor de K_4 es de 1.

Sustituyendo los valores ya dados en la ecuación, esta toma la siguiente forma:

$$\text{Producción (Kg/ha)} \quad \frac{176}{10} \times 4 \times (3.5 \times 1.5 \times 2 \times 1)$$

$$17.6 \times 4 \times 10.5 \quad 739.2$$

La producción del embalse será:

$$176 \times 739.2 = 130,064 \text{ Kg-año}$$

Por otro lado, Odum, (1960) señala que en un embalse en el que se transforme de 1 a 2% de la productividad primaria a producción de peces, se obtendría una producción pesquera alta. Considerando que el embalse objeto de estudio produce 3.6 gC/m²-día, lo que equivale a 2 098 335.4 KgC-año, estimándose una transformación a carne de pescado de 1%, esta será de 20 983.3 Kg-año, lo que equivale a un rendimiento de 119.2 Kg/Ha.

7.- DISCUSION

La importancia ecológica del "fondo activo" ha sido señalada por algunos autores, por ejemplo, Fee, (1970), señala que la productividad primaria por unidad de volumen de epilimnion se relaciona de una manera lineal a la relación del área de su

dimento en el epilimnion y el volumen del epilimnion. Patalas, (1980), le infiere una modificación a lo expresado por Fee y - señala que la producción por unidad de volumen es directamente proporcional a la relación $A_0 : A_D$ e inversamente proporcional a la profundidad media.

La producción pesquera de los embalses está relacionada - directa e indirectamente con la cantidad de "fondo activo" directamente porque cuando más grande es el área del "fondo activo", los peces con hábitos alimenticios y reproductivos de - - aguas someras (como lo son algunas especies de Tilapia y Sarotherodon), dispondrán de amplios espacios para la búsqueda de alimento, reproducirse y protegerse. Indirectamente porque esta región del embalse influye considerablemente en la productividad primaria global, ya que esta región presenta condiciones de luz y continuo reciclado de nutrientes (Patalas, 1980).

ESTRATIFICACION

Como se vió en resultados de noviembre a febrero las aguas de la presa presentaron oxígeno disuelto en toda la columna, - aunque las concentraciones sean bajas (0.4 ml/l) en las aguas profundas. En los meses restantes (marzo a septiembre), la columna de agua se estratifica quedando separada la capa superficial de aproximadamente 3 y 4 m. de la profunda que llega a - ser de 5m. Al quedar aislada y sin mezcla las reservas de oxígeno disuelto de la capa de agua profunda se agotan debido a - procesos de oxidación de materia orgánica y respiración de organismos. Durante ese tiempo el agua llega a acumular gases ta

les como sulfuros, amonio y CO_2 , los cuales se producen en condiciones anóxicas y se acumulan debido a la barrera de densidad provocada por el cambio de temperatura. En el mes de octubre la estratificación prácticamente desaparece iniciándose el proceso de circulación completa de la columna de agua (overtura), mezclándose la capa profunda sin oxígeno y con otros gases, con la superficial, trayendo como consecuencia un abatimiento en la concentración del oxígeno disuelto en toda la columna de agua. Este fenómeno tiene fuertes implicaciones biológicas, pues puede ser responsable de mortandades masivas de organismos y en particular peces de importancia económica, lo cual ya a ocurrido con Tilapia rendalli en el río Namporque, -- Zambia (Tait, 1965) y lago Chilwa, Malaw, (Morgan, 1972). Sin poder asegurar, es posible que las mortandades masivas de Sarotherodon aureus registrada en la presa Josefa Ortiz de Domínguez, ubicada en el municipio de El Fuerte, Sinaloa en el año de 1981, en la presa "Los Horcones", municipio de Mazatlán, y "Las Figueras", en el Rosario, Sinaloa en 1982 se relaciona --- con fenómenos de este tipo, pues está demostrado que aunque estas especies toleran bajas concentraciones de oxígeno (hasta -- de 0.1 mg/l, Magid y Babiker, 1975), el efecto combinado de bajas concentraciones de oxígeno y la presencia de amonio ionizado (NH_4^+) y sulfuros pudieron haber causado las mortandades masivas.

La estratificación en los lagos comienza cuando se presentan cambios de más de un grado centígrado de temperatura de un metro a otro de profundidad (definición de termoclina, Birge,

1904), este cambio de temperatura causa un cambio en densidad en lagos templados. En lagos tropicales, el mismo cambio de densidad se alcanza con cambios de menos de un grado centígrado de temperatura por cada metro de profundidad (moos, 1960; - Vallentine, op cit), ese valor de temperatura es alrededor de 0.7°C (Vera, et al 1981).

Las aguas de la presa "Los Horcones" comienzan a estratificarse en el mes de marzo, pues entre los 5 y 6 m., de profundidad se presenta un cambio de 1.1°C de temperatura, lo que significa que empieza a presentarse la resistencia térmica - (oposición a la mezcla), interrumpiendo la circulación de toda la columna de agua, pues después de los 5.5 m, se presentan condiciones anóxicas (fig. 11B). En el mes de mayo el termoclino se localiza a la misma profundidad y la diferencia en temperatura ahora es de 1.6°C . En el mes de junio el cambio de temperatura se presenta a los 4 m, haciéndose mas pronunciado el gradiente térmico. En estos meses (junio, julio y agosto) se definen de manera clara las 3 capas cuya formación es común en los lagos templados y tropicales; el epilimnion (capa de agua superficial) hipolimnion (capa de agua profunda) y el metalimnion (capa de agua intermedia) (fig. 11 C).

El espesor del epilimnion o capa de mezcla definida por Lewis, (1983) como "la máxima profundidad de mezcla debido al viento en las 24 horas previas" que según el mismo autor se identifica empíricamente por el espesor de la capa de superficie de temperatura homogénea, fue de 3 a 4 m, y estuvo determinada por el gradiente térmico, el área superficial, la veloci-

dad, dirección, así como el tiempo que dura influyendo el viento sobre el agua superficial, además del espacio recorrido sobre el. La velocidad promedio del viento durante el tiempo que duró el estudio fue de 4.18 m/seg. y siendo el SW la dirección predominante (tabla 7, E), lo que significa que pegaba de mangra perpendicular al eje de largo máximo (fig. 12), por lo que la distancia recorrida sobre la superficie del agua era corta. Por otro lado la topografía de la cuenca de captación y la presencia de vegetación sumergida en toda la ribera del embalse disminuyen la influencia del viento sobre la superficie del agua.

CIRCULACION

En la presa "Los Horcones" la mezcla completa se presenta a fines de octubre a febrero. (fig. 7 A). Lo anterior se evidencia por la homogenización térmica de la columna de agua, pues no se presentan diferencias de más de un grado centígrado de temperatura de un metro a otro de profundidad, lo que significa que la resistencia térmica no existe o es mínima, por lo que la velocidad del viento (de 2.5 a 3.8 m/seg. registrado en estos meses) es suficiente para provocar y mantener la mezcla completa (fig. 12). La velocidad del viento necesaria para mezclar las aguas del lago Lanao, Filipinas (120 m. de profundidad máxima), cuando presentaba homogenización térmica, fue de 6 m/seg. (Lewis, 1973).

La mezcla tiene implicaciones de tipo físico, químico y biológico. En cuanto a las primeras podemos señalar que el gra

diente de temperatura de la superficie al fondo es mínima. Dentro de las implicaciones de tipo químico está el hecho de la redistribución de sólidos disueltos que como en el caso de la temperatura, los parámetros tales como la dureza, alcalinidad y conductividad cuya variación está gobernada por los sólidos disueltos se homogenizan en toda la masa de agua (caso típico de atelomixis, Lewis, op cit). Así mismo tenemos que los nutrientes que se encuentran en la capa de agua profunda son llevados a la superficie donde son utilizados por los organismos fotosintetizadores.

Otro fenómeno que se presenta iniciada la mezcla, es la disminución en las concentraciones del oxígeno disuelto (cuadro 6), pues el valor máximo medido cuando la mezcla se ha iniciado está por debajo del promedio observado durante el estudio. Fenómeno similar reporta Lewis, (op cit) para el lago Lanao, Filipinas y SARH, (1976) para el lago Toquesquitengo, México.

En el agua superficial se registró alcalinidad por carbonatos y bicarbonatos, mientras que el agua de fondo (8 m.) únicamente se registró alcalinidad por bicarbonatos. Los valores de agua de fondo fueron mayores que los de superficie durante los meses de febrero a julio y en los meses restantes la situación se invierte teniendo que en agosto se registra el valor más bajo.

El hecho de que en agua de superficie se registre alcalinidad por carbonatos se debe a que los procesos de fotosíntesis convierten los bicarbonatos a carbonatos, lo cual se refleja

ja en una disminución en la alcalinidad por bicarbonatos, éste mismo fenómeno es provocado por la salida de CO_2 a la atmósfera debido al calentamiento del agua de superficie.

En cuanto a la alcalinidad del agua de fondo (8 m.) los valores se mantienen por arriba de los del agua superficial de febrero a junio, lo cual se debe a la presencia de CO_2 en el agua profunda debido a que como ya se mencionó a la descomposición de materia orgánica en ambiente anóxico ya que la columna de agua permanece estratificada durante este tiempo, siendo por tanto los valores de alcalinidad por bicarbonatos, altos. De julio a octubre los valores disminuyen notablemente lo cual se debe a la entrada de agua al embalse producto de las lluvias que se presentan en estos meses, lo que provoca una dilución de los iones presentes en el agua del embalse.

La dureza total, alcalinidad total y la conductividad se encuentran fuertemente relacionadas, algunos investigadores consideran aguas duras a las que presentan alta alcalinidad. La variación de estos parámetros en la presa "Los Hornos", permiten diferenciar una época de concentración (época en que estos valores son altos) y una dilución (disminución de estos valores). La primera se presenta en la época de secas y la segunda en la de lluvias. Debido a las diferencias en extensión, este fenómeno no es tan marcado como lo reportan Arredondo y García (1982) para un estanque temporal. Los valores de la dureza permiten clasificar el agua como poco dura (Stougestad y Fishman, 1970) y moderadamente dura según la clasificación de Sawyer y McCarty, (1967). De acuerdo a Moyle, (1946), las ---

aguas duras son más productivas que las aguas blandas. La importancia de la alcalinidad y dureza de las aguas estriba en que existe una alta relación entre éstas y la sobrevivencia de los organismos (Prosser y Brow, 1968), Ryder, (1965) encontró que existe una alta relación entre la cantidad de sólidos disueltos totales divididos entre la profundidad media de un cuerpo de agua con la producción posquera Ryder, et al, (1974) asumen que niveles de aproximadamente de 10 000 mg/l de sólidos disueltos totales reducen la producción de peces debido a estres osmóticos. Lo anterior permite señalar que las aguas de la presa "Los Horcones" presenta valores de dureza y alcalinidad que varían en rangos aceptables para la sobrevivencia y producción de peces.

La productividad primaria presenta los valores más altos durante los meses de agosto a febrero, meses en los cuales se presenta la mezcla completa de la columna de agua, por lo que es evidente que los nutrientes del agua profunda son llevados a la capa superficial (capa fótica) donde son utilizados. Durante los meses de marzo a julio, la productividad primaria disminuye aún cuando la disponibilidad de luz es alta, esto es debido a que, durante este tiempo, la columna de agua se estratifica, cesando la mezcla y con ello la reposición de nutrientes al agua superficial. Lo anterior es un fenómeno característico de los lagos templados y tropicales. Brylinsky y Man, (1973), señalan que la productividad primaria se correlaciona con el régimen de mezcla de los lagos y a la vez el régimen de mezcla se relaciona con la morfometría. Por otro lado Richar-

son, (1975), señala que para regiones templadas la estratificación del verano disminuye la concentración de nutrientes del epilimnion precisamente al tiempo en que la temperatura y la energía solar son óptimas para la producción.

Durante los meses de julio, agosto y septiembre aún cuando no desaparece la estratificación térmica del agua se observa que la productividad primaria aumenta, lo cual se debe a que en estos meses se presentan las primeras lluvias que llevan a la formación de escurrimientos que acarrean materia orgánica (nutrientes) al embalse (fig. 11).

La productividad primaria neta ($3.26 \text{ gC/m}^2\text{-día}$) en el embalse objeto de estudio, se puede considerar como alto comparada con otros embalses como el Lago Tanganika, Lago Africano cuya productividad primaria es de $0.8 \text{ gC/m}^2\text{-día}$ (Hecky, *et al* (1981); Fee, *et al* (1981), Lago Lanao, Filipinas con una productividad primaria neta es de $1.7 \text{ gC/m}^2\text{-día}$ y una productividad primaria bruta de $2.6 \text{ gC/m}^2\text{-día}$ (Lewis, 1974), Lago Clear, E.U. cuya productividad primaria es de $0.44 \text{ gC/m}^2\text{-día}$ (Goldman y Wetzel, 1963) y un rango de 0.210 a $1.6 \text{ gC/m}^2\text{-día}$ para 13 lagos del noroeste de Indiana, E.U. (Wetzel, 1966). La alta productividad primaria quizá se deba a la descomposición de los restos de vegetación que quedó sumergida al embalsarse el agua, ya que la presa objeto de estudio es de reciente construcción pues empieza a retener agua en el año de 1979; es decir apenas 3 años antes de iniciarse este estudio. Por otro lado, al bajar el nivel del agua queda al descubierto extensas áreas de tierra antes inundada donde se desarrolla todo tipo de vegeta-

ción que al quedar sumergida rápidamente se descompone.

La transparencia varió en forma inversa a la productividad primaria por un lago y a la época de lluvias por el otro, ya que de agosto a febrero, época cuando la productividad es alta la transparencia es baja y de marzo a julio cuando la productividad es baja, la transparencia es alta. Durante los meses de agosto, septiembre y octubre se combinan la alta productividad primaria y el acarreo de materiales hacia el embalse por los escurrimientos formados durante la época de lluvias -- provocan que la transparencia disminuya.

En México, la mayoría de los grandes embalses han sido objeto de repoblaciones con diferentes especies de peces que actualmente son explotadas a nivel comercial.

De acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas así como morfométricas, éstos poseen una capacidad máxima teórica para producir peces a lo cual se le conoce como rendimiento pesquero potencial.

Las estadísticas de la captura registrada, permiten conocer los rendimientos pesqueros obtenidos y se lo conoce como rendimiento pesquero real. Esta estadística permite saber si la producción del embalse esta por encima o por debajo del rendimiento pesquero potencial. En el primero de los casos, el embalse (y las especies que son explotadas) estan siendo sobreexplotadas, lo cual se manifiesta en baja producción, disminución en las tallas de captura, etc. En el segundo de los casos el embalse (y las especies) no están siendo aprovechadas a su máximo, pudiéndose recomendar la realización de nuevas accio--

nes tales como nuevas repoblaciones, aumento del esfuerzo pesquero o bien llevar a cabo prácticas de piscicultura.

La producción pesquera de un cuerpo de agua ha sido relacionada con una gran variedad de parámetros físicos, químicos, biológicos y morfométricos, Smith y Swingle, 1938; Swingle y Smith 1938, demuestran que la producción de la mojarra de agallas azules se relaciona directamente con la concentración de materia orgánica Goodyear, et al., (1972) encuentran una relación directa entre la producción fitoplanctónica y la producción de Gambusia affinis, Almazan, (1977) demuestra que existe alta relación entre las diferentes maneras de medir la densidad fitoplanctónica y la producción de Tilapia aureus, Young y Heinbuch (1982), encuentra una relación positiva entre la producción de peces y el área superficial, Hecky, et al. (1981) encuentran relación entre la productividad primaria y la producción de peces en el lago Tanganica.

El IME ha sido utilizado por muchos investigadores en diferentes lagos por ejemplo, Jenkins (1969), Jenkins y Morais (1971) en lagos de Estados Unidos; Henderson y Wolcome (1974), Tows y Griffith, (1979) en lagos Africanos; Cortés (1976) y García (1976) en algunos lagos mexicanos.

Los métodos utilizados para estimarse el rendimiento pesquero potencial en el embalse estudiado dan valores muy diferentes, ^{62.15} 65 Kg/Ha. utilizando el IME, 739.2 Kg/Ha ^{ha} con la fórmula de Lagler - Huot y siguiendo el criterio de Odum el rendimiento calculado es de 119.2 Kg/Ha ^{ha}. Según Cortés (comunicación personal) los valores estimados de rendimiento pesquero poten-

cial utilizando el JME, presentaban una variación de aproximadamente 250 Kg. por encima y por debajo del rendimiento real. Sin embargo tomando en cuenta que según la variación de los parámetros físicos-químicos medidos, el agua muestra una excelente calidad para el desarrollo de los peces y por otro lado, -- los altos valores de productividad primaria encontrados en el embalse, permiten sugerir que la producción pesquera potencial podría ser mayor del valor estimado mediante el JME aproximándose a la cantidad estimada mediante el criterio utilizado por Odum, (op cit) esto es entre 10 870 y 20 983 Kg-año.

El otro aspecto que se considera es lo referente a las poblaciones que se deben de realizar en este embalse.

Partiendo de que el área total es de 176 Has., lo que -- equivale a 1 760 000 m², considerando que 2 peces por cada 25 m², o sea 800 peces/ha. se desarrollan óptimamente, el número de peces que se tendrían que introducir será de 140 800 por -- año, suponiendo una mortalidad natural y por depredación del 50% (ya que se supone que el 50% de una población es potencialmente explotable, Henderson, et al, op cit) el número de organismos que quedan sería de 70 400, los cuales alcanzan un promedio de 250 g. en un año y considerando que todos son capturados la producción será de 17 600 Kg. o si la captura se inicia a los 2 años, la producción andará cerca de 35 200 Kg.

Sería de esperarse que si 140 800 organismos alcanzan la edad de un año, estos se reproducirán 1 a 2 veces durante este tiempo; tomando en cuenta que la fecundidad de esta especie -- (S. aureus) es de 64-625 huevos para hembras cuya talla oscila

de 12.8 a 13.9 cm. (Mc Bay, 1961); de 250-500 huevos para hembras cuyo peso varía de 250 a 450 g. (Volarde, et al, 1979), - de 392-1 258 huevos para organismos de talla de 11 a 20.9 cm. de longitud (Babiker e Ibrahim, 1979) y finalmente Salvadores, 1980, señala alrededor de 392 a 2 219 huevos para organismo cu yo peso total varió de 273 a 476.7 g. Por muy baja que fuera - la sobrevivencia, los organismos producidos bastaría para asegurar un stock pescable al siguiente año, sin embargo esto no es así, ya que las buenas capturas están antecodidas por repoblaciones realizadas, y cuando esto no sucede la captura es -- muy baja e inconstante. Este fenómeno puede deberse a la alta predación sobre los organismos introducidos y sobre su proge-- nie tanto por la lobina negra (M. salmoide) como por el patobuzo (Anhinga spp), este último habita durante todo el año en es ta presa. Al revisarse estómagos de algunos de estos organis-- mos se han encontrado ejemplares de S. aureus, hasta de 12 cm. de longitud (observación personal). Por otro lado Swingle, - - 1960 citado por (Dominic y Phatton, 1979) señala que M. salmoi de, es un buen controlador de la población de Sarotherodon ya que llega a depredar el 70% de la población juvenil.

Basados en la cifra estimada como la producción más proba-- ble de obtener en la presa "Los Horcones", y que el arte de -- pesca utilizado es una red agallera o chinchorro ya probada -- con las siguientes características: 80 m. de longitud, cons--- truida de paño de hilo número 0.35, 3.5 m. de caída y una luz de malla de 3.5 pulgadas, este arte de pesca captura organis-- mos de talla y peso promedio de 25 cm. y 250 g. respectivamen-

te (Beltrán, A. y Ortega Salas, 1983). Por otro lado dicho arte de pesca puede capturar un promedio de 20 Kg/12 hr. Bastarán 10 redes agalleras, las cuales operadas simultáneamente -- capturarán 200 Kg/12 hr., por lo que alrededor de 100 días la captura será de 20 000 Kg., por lo tanto bastará este tiempo -- para capturar casi "todo" el pescado que haya en el embalse.

Lo anterior permite señalar que embalses pequeños (moneros de 300 Has.), una estrategia a seguir para hacer un mejor manejo acuacultural de los mismos y buscar obtener un rendimiento pesquero máximo, sería que cada año (en un período de -- no más de dos meses) se introduzcan las crías de acuerdo a la capacidad del sistema (140 800 para el embalse estudiado) con una talla que oscile de 3 a 5 cm. y transcurrido un año, tiempo al cual el pez alcanza un promedio de 19 a 21 cm. y 250 g. de peso, se proceda a una captura intensiva para cosechar la -- mayor cantidad de peces. O bien la cosecha puede iniciarse a -- los dos años, en este tiempo los peces habrán alcanzado un peso que oscila entre los 400 y 600 g. aunque se habrá reducido la población pescable y además se tendrá que utilizar redes -- agalleras construidas de paño de luz de malla mayor, digamos -- de 4 a 4.5 pulgadas. En el primero de los casos, los pescadores tendrán ocupación año con año, mientras que en el segundo dejarán un año sin pescar o la captura será muy baja.

Considerando que el producto tiene mayor demanda y mejor precio en el mercado en la presentación de filete, cuando mas grande será éste, el beneficio para los pescadores es mayor, -- por lo que la segunda opción es la mas adecuada.

Finalmente el número de personas que pueden dedicarse a la explotación de los recursos que ofrece el embalse dependerá de que éstas sean de tiempo completo o la desarrollen como una actividad complementaria, Henderson (op cit) señala que el número de personas que pueden vivir de la explotación de un embalse es de 3 por Km² (100 Has.), tocándoles en términos de áreas, 33 Has. por persona. Según este criterio, bastaría 5.25 personas para explotar de tiempo completo la presa "Los Hornos". El número de personas calculado utilizando el criterio de Henderson es válido para esta presa. Dicho número puede aumentarse a 10 personas considerando que la actividad pesquera en este embalse es complementaria para autoconsumo o comercialización a muy baja escala.

CONCLUSIONES

1.- Desde el punto de vista morfométrico, la presa presenta un desarrollo de línea de costa de 3.4, el cual se considera alto.

2.- Se clasifica como lago tropical por presentar una temperatura mayor de 4°C , monomítico por presentar un solo período de circulación y holomítico debido a que la circulación es total.

3.- Las aguas de la presa permanecen estratificadas durante 7 meses del año. El período de mezcla empieza a fines del mes de octubre y termina en febrero.

4.- La mezcla de la masa de agua modifica algunas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

5.- De acuerdo a las variaciones de la dureza y alcalinidad total, el agua de la presa se clasifica como poco dura.

6.- En base a los valores de productividad primaria se clasifica como productivo, comparado con lagos de otras partes del mundo.

7.- El índice morfoedáfico para las aguas de la presa fue de 44.6 y el rendimiento pesquero potencial calculado de 10 870 Kg-año. Pudiendo obtener hasta 20 900 Kg-año.

8.- En base a lo anterior, se estima que la presa puede dar ocupación como actividad complementaria a 10 personas utilizando 10 redes agalleras de 80 m. de largo, 3.5 - 4.0 palgas de luz de malla y de 3.5 m. de caída.

RECOMENDACIONES

- 1.- Seguir midiendo los parámetros físicos-químicos que tienen que ver con la producción pesquera en la presa, para ampliar el marco de referencia.
- 2.- Estudiar la relación entre el "fondo activo" de la presa y la producción pesquera, ya que se presume una estrecha relación entre ambos.
- 3.- Realizar repoblaciones cada año para asegurar un stock pescable al siguiente año.
- 4.- Hacer estudios biológicos-pesqueros que contemplen estudios de crecimiento, mortalidad, hábitos alimenticios, etc.
- 5.- Buscar la manera de llevar los registros de la captura para conocer la producción pesquera real, así como de esfuerzo aplicado.
- 6.- Cuidar que el rendimiento real y potencial calculado se mantengan en equilibrio para evitar problemas y mal uso de estos recursos, hidrológico y pesquero.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALMAZAN, G. 1977. Evaluation of the Secchi disk as an index of plancton density in fish ponds. P.A.D. Dis. Auburn Univ. Auburn, Ala. 57 pp.
- ARREDONDO, J. L. y Garcia, C. J., 1982. Conducta físico-química y el rendimiento pesquero de un estanque temporal tropical utilizado para piscicultura extensiva - en el estado de Morelos, Méx. Rev. Lat. de Acuac. Méx. D. F. 12:1-28.
- BOYD, E. C., 1980. Water Quality in Warm water fish ponds. - - Agricultural Experiment Station Auburn, University.
- BABIKER, M.M. and Ibrahim, 1979. Studies on the biology of reproduction in the Cichlid Tilapia nilótica (L): gonadal maturation and fecundity, J. Fish Biol. 14: 437-448.
- BELTRAN, A. R. y Ortega-Salas, A. 1983. Segundo reporte de actividades del programa de piscicultura en los embalses del sur de Sinaloa. Marzo/Nov. U.A.S.
- BRYLINSKY, M. and Mann, K. H., 1973. An analysis of factors governing productivity in lakes and reservoir. Limnol. Oceanogr. 18(1):1-14.
- CORTES, R., 1976. Estimate of pisciculture potential production of Aguascalientes state (México), according to morphoedaphic index and consideration for pisciculture development.
- CORTES y Arredondo, F., 1976. Contribución al estudio limnobiológico de la presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero. FIDEPA. Méx. Serie téc, No. 2

- CORTES, R., Mendivil, G., Cuevas, A, García, J. 1980. Algunos aspectos físico-químicos y consideraciones sobre - la pesca en el lago de Cuitzeo, Mich. (estudio tri-mestral 1976-1977). Mem. 2o. Simp. Lat. Acuic. Méx. 3:1717-1752.
- CUEVAS, G. C., 1975. Variaciones en la producción primaria y - el ciclo de los nutrientes de la presa Yosocuta -- (Oaxaca, México). Tesis profesional.
- DOMINIC, B.J. and Phatton, J., 1979. Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic -- Pathobiology, Univ. of Starling, Starling, Aco- -- tland.
- DOWNING, K.M. and Merkens, J.C., 1955. The influence of oxigen concentration on the toxicity of un ioniced amonia torainbow trout (Salmo gairdneri). Ann. Appl. - - Biol., 43(2):243-246.
- FEE, E. J., 1980. Important factors for estimating annual phytoplankton production in the experimental lakes -- área. Canad. J. Fish. Aquat. Sci., 37:513-522.
- GARCIA, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación - climatológica de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM, México, 249 p.
- GARCIA, M. E., 1976. Relaciones de algunos parámetros hidro- morfométricos con el rendimiento pesquero en cuerpos de agua continentales. FIDEFA, Serie Tec. No. 3.
- GARDERT and Grant, H., 1927. Investigation of the production - of plancton in the Oslo fjord. J. Cons. Perm. Int. Explor. MÉR. 42:1-48.

- GOODYEAR, C.F., Boyd, E. and Beyer, R.J., 1972. Relationship - between primary productivity and mosquito fish (Gambusia affinis) production in large microcosm. Limnol. Oceanogr. 17 (3) 445-450.
- GOLDMAN, CH. and Wetzel, R., 1963. A study of the primary productivity of Clear Lake, Lake Country California. Ecol 44 :283-294.
- HECKY, R. E., Fee, E.J., Kling, H. J. and Ruff, J.W., 1981. Relationship between primary production and fish -- production in lake Tanganica. Trans. of the Amer. Fish. Soc. 110 336-345.
- HENDERSON, H.F., Ryder, R.A., and Kudhongonia, 1973. Assessing fishery potential of lakes and reservoir. Presented at the technical conference on fishery management and development, Vancouver, 19-23, feb.
- HENDERSON, H.F., 1974. Programa de evaluación de recursos para apoyar el desarrollo pesquero en las aguas continentales de México. Prog. de Invest. y Fom. Pesq. México/PNUD/FAO.
- HENDERSON, H.F., and Welcome, R.C., 1974. The relationship of Yield to morphoedaphic index and numbers of fishermen in Africa inland fisheries. Food and Agricultural Organization of the United Nations CIFA (Comité for inland fisheries of Africa). Occasional Paper I. Roma.
- HERRERA, B.E., 1979. Características y manejo del lago de Patzcuaro, Michoacán. Tesis profesional.
- HEPRIER, B., 1962. Primary production in fishpond and its - application to fertilization experiment. Limnol. Oceanogr. 7 331-336.

- HUTCHINSON, E. 1957. A treatise on limnology. Wiley-Interscience Publication. Tomo 1.
- HUET, M. 1973. Tratado de Piscicultura. Mundi-Prensa. Madrid.
- JACZEWSKY, T. and Wolsky, T., 1931. Report on a zoological - - trip to México, in summer 1929. Sprawzd Panzt. - Mus. Zool. Zar. 1929, Varsovia, 27-33.
- JENKINS, R.M. 1968. The influence of some environmental factor on standing crop and harvest on fish in U.S. reservoirs pag. 298-321. in reservoir fisheries resources symposium. Southern Division, American -- Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- JENKINS, R.M. and Morais, C., 1971. Reservoirs sport fishin -- effort and harvest in relation to environmental - variables. American Fisheries Society, Special Publication 8 :371-384.
- LAZO, D. R., Arreola, C. A. y Calderón, V., 1980. Fomento de - la piscicultura en beneficio de la comunidad "El Tecamate", Sin. Méx. Mem. de Serv. Soc. UAS.
- LEWIS, W. M., 1973. The termal regime of lake Lanao (Philippines) and its theoretical implication for tropical - lakes. Limnol. Oceanogr. 8(2) :200-223.
- LEWIS, W. M. 1974. Primary production in the plancton community of tropical lakes. Ecol. Monogr. 44(4) 377-407.
- LEWIS, W. M. 1953. Temperature, heat and mixing in lake Valencia, Venezuela. Limnol. Oceanogr. 28(2) :273-286.
- LUND, T. G. 1979. Handbook of common methods in limnology. The C.U. Mosby Company. 2a. Ed.
- MAGID, A. and Babiker, M. 1975. Oxygen consumption and respiratory benhanviur in tree Nile fishes. Hidrobiologia, 46 :359-367.

- MC Bay, L. G. 1961 The Biology of *Tilapia nilótica* (Linnaeus).--
Proc 15th. Ann. Conf. S.E. Assoc. Game and fish co
mmissiones, Oct. 22-25 :208-218.
- MARTINEZ, B.A. 1980. Estudio nictemeral fitoplanctónico en la
presa Tepuxtepec, Mich. Enero-Julio de 1975. 2o. -
Simp. Lat. de Acuac. 3:1839-1873.
- MORGAN, F. R. 1972. Causes of mortality in the endemic *Tilapia*
of the lake Chilwa (Malawi). *Hidrobiología* 40 :101-
119.
- MOOS, B. 1980. Ecology of Fresh Waters. Blackwell Scientific -
Publication, 331 p.
- ODUM, F. E. 1960. The role of tidal marsh in stuarine produc-
tion. N.Y. state conservationist information. Lead
flot L. 60 p.
- OCHOA, B. Lara, B. y Rodríguez, O. 1982. Servicio Social Unid*í*
ciplinario de la comunidad "El Tecomate", Sindica-
tura de Siquero, Mazatlán, Sin. Méx. UAS.
- OSORIO-Tafal, E. F. 1941. Materiales para el estudio del fito-
plancton de Pátzcuaro (México) 1. Generalidades y
fitoplancton. An Esc. Nal. Ciec. Biol. 2(2-3) 331-
384, 6 láminas.
- ORTIZ, R. J. y Aracolli, 1980. Estudio fitoplanctonico prolimi
nar en las presas Adolfo López Mateos y Sanaloma,
Sin. Méx. Agosto de 1979. Mem. del 2o. Simp. lat.
de Acuac. 3:1877-1909.
- PATAIAS, K. 1960. The method of classification of primary pro-
ductivity of lake by point system. *Roz. Nauk. - -*
RoIn. Ser. B. Zootech. 77 :299-326.
- FENNINGTON, D. T. y Sarukhan, J. 1968. Manual para la identifi
cación de campo de los principales árboles de Méxi

co. Inst. Nal. de Inv. Forestales, Sec. de Agric. y Gan. Méx. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- FROSSER, T. D. y Brown, A. F. 1968. Fisiología Comparada. Ed. Interamericana, 728 p.
- RICHARSON, L.J. 1975. Morphometry and lacustrine productivity. *Limnol. Oceanog.* 20 (4) :661-662.
- ROSAS, M.M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del lago - de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. del Simp. sobre pesquerías de aguas continentales. Inst. Nal. de Pesca, Tuxtla Gutiérrez Chiapas, Méx. 2:299-366.
- RYDER, R. A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north temperate lakes. *Transaction - of the American Fisheries Society* 94 :214-128.
- RYDER, R. A. Keor, S. R. Loftos, K. H. and Regier, H. A. 1974. The morphoedaphic index of fish Yield estimator re viuw and evaluation. *Journal of the Research Board Canada.* 31 :663-688.
- RZEDOWKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA., México.
- RUSSEL-HUNTER, D. W. 1973. Productividad Acuática. Ed. Acribia.
- SCHLESINGER, A. D. and Regie, A. H. 1982. Climatic and morphoedaphic index of fish yield from natural lakes - - *Transaction of the American fisheries Society* 111 : 141-150.
- SAWYER, C. and McCarty, 1967. *Chimistry for Sanitary Engineer.* McGraw-Hill Book Co., New York. 518 p.
- SOLORZANO, F.A. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro. *Secre*

- taría de Industria y Comercio. Direc. Gral. de Pesca e Ind. Conex México, 70 p.
- SREENIVASAN, A. 1962. The limnology, primary production and fish production in a tropical pond. *Limnol. Oceanog.* 7:201-206.
- STRICKLAN, J.D.H. and R. R. Parsons, 1972. Practical handbook of Sea water Analysis. 2a. Ed. Bull. Fish Res. Bd. Canadá, 167 310 pp.
- TAIT, C. C. 1965. Mass mortalities. Zambia Fisheries Research - Bull., 3:28-30.
- TELLEZ, R.C. y Motte, G. 1980. Estudio planctonológico preliminar del lago de Pátzcuaro, Mich., México. Mayo de 1976. Mem. del 2o. Simp. Int. Acuac. 3:1799-1836.
- VALLENTINE, R.J. 1978. Introducción a la limnología. Los lagos y el hombre. Ed. Omega, S. A. 169 p.
- VELARDE, M. Ocampo, D. 1978. Estudio biológico de la Tilapia nilótica en el embalse Laguna Verde, Sin. Méx.
- VERA, H. F., Rojas, G. F. y Guzmán, A.M. 1981. Hidrología de la presa Vicente Guerrero, Gro. Morfometría, oxígeno disuelto y temperatura. An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México. 8(1):159-174.
- VOLLENWEIDER, A. R. 1974. A manual methods for measuring primary production in Aquatic Environmental. 2o. Ed. -- Blackwell-Scientific, 225 p.
- WELCH, P. 1948. Limnological Methods. Mc. Graw-Hill, New. York, 381 p.
- WETZEL, R. 1966. Productivity and nutrient relationships in marl lakes of northern Indiana. Verh. Interat. Verein. Limnol. 16:321-332.

WETZEL, R. 1975. Limnology. Saunder Company, 743 p.

WHIPPLE, G. C. 1898. Clasification of lakes according to temperature Amer. Nat., 32:25-33.

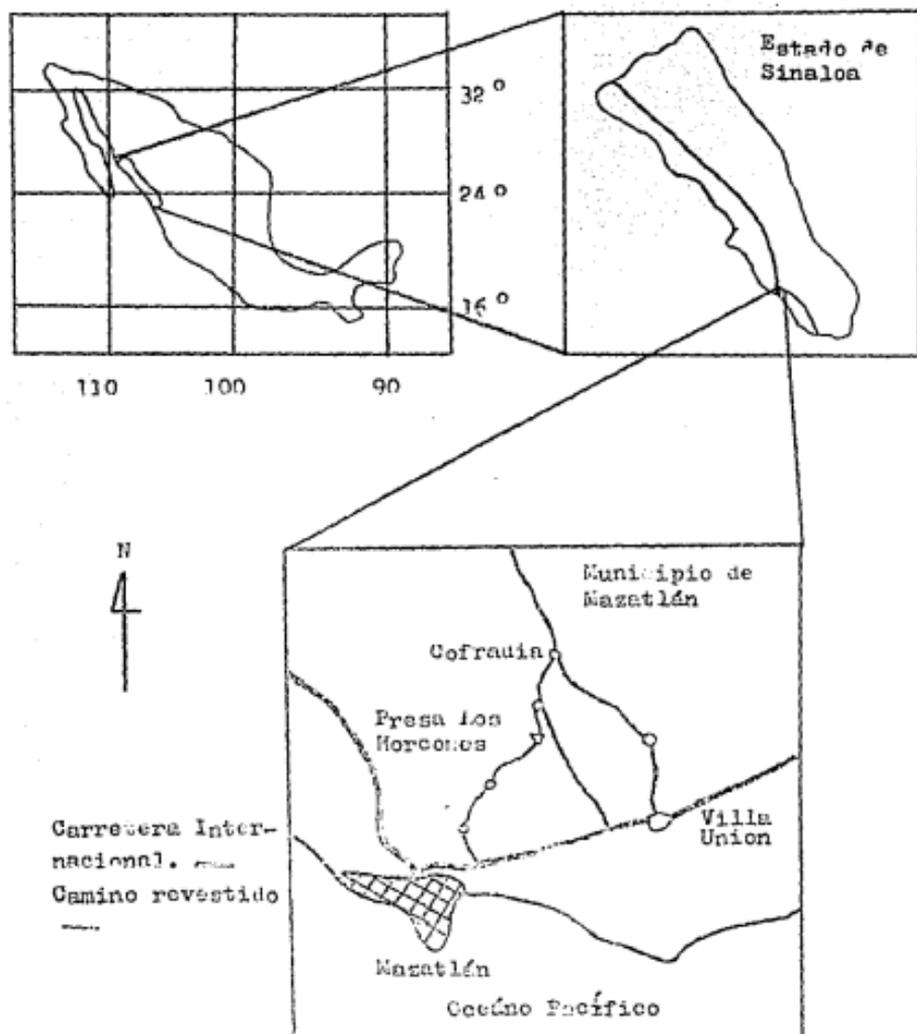


Fig.1. Localización y toponimia del área de estudio

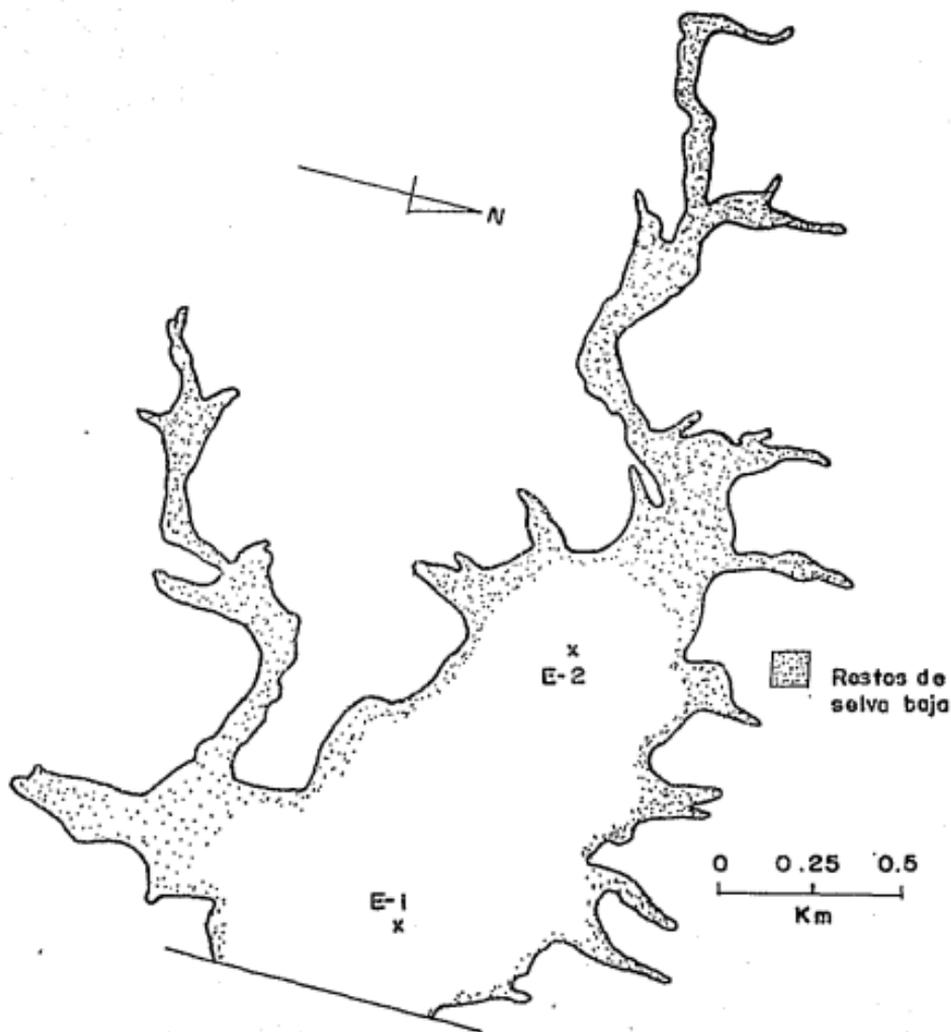


Fig. 2. Mapa de la presa Los Horcones
x Estaciones de muestreo.

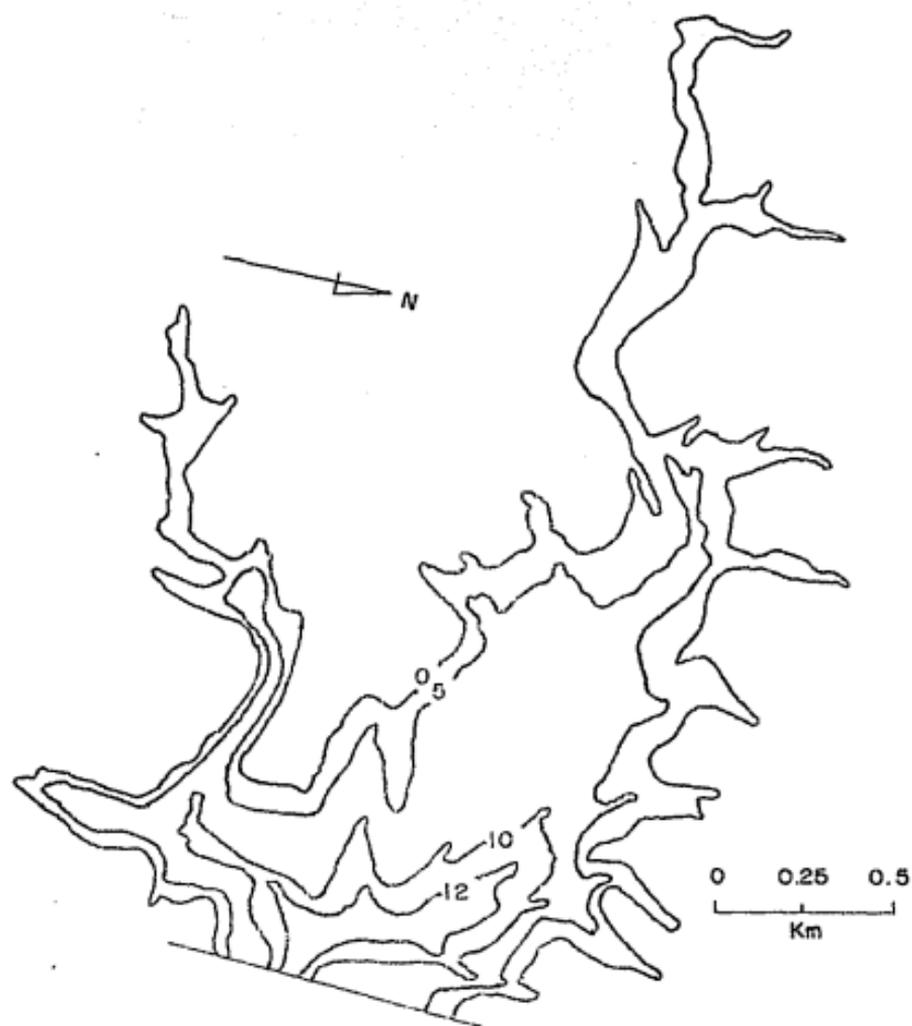


Fig.5. Batimetría de la presa Les Horcones
marzo de 1963
(Isobatas en metros)

TABLA 1. PRINCIPALES PARAMETROS MORFOMETRICOS
DE LA PRESA LOS HORCONES, SIN. MEX.

Eje de largo máximo (NW-SE)	1 950.0 m
Eje de ancho máximo (NE-SW)	1 420.0 m
Area superficial (A_0)	176.0 Has
Volumen (V)	$9.8 \times 10^6 \text{ m}^3$
Desarrollo de volumen ($Z \cdot Z_m$)	1.17
Profundidad máxima (Z_m)	12.0 m
Profundidad media ($\bar{Z} = \frac{V}{A_0}$)	5.5 m
Profundidad media estimada ($Z_m \times 0.4$)	4.8 m
Profundidad relativa ($Z_r = \frac{Z_m}{A_0}$)	3.4×10^{-4}
Relación prof. media ; prof. máxima	0.458
Relación prof. máxima ; área	6.8×10^{-6}
Línea de costa (L_c)	16 100 m
Desarrollo de línea de costa ($DLG = \frac{L_c}{2 \sqrt{\pi A_0}}$)	3.4

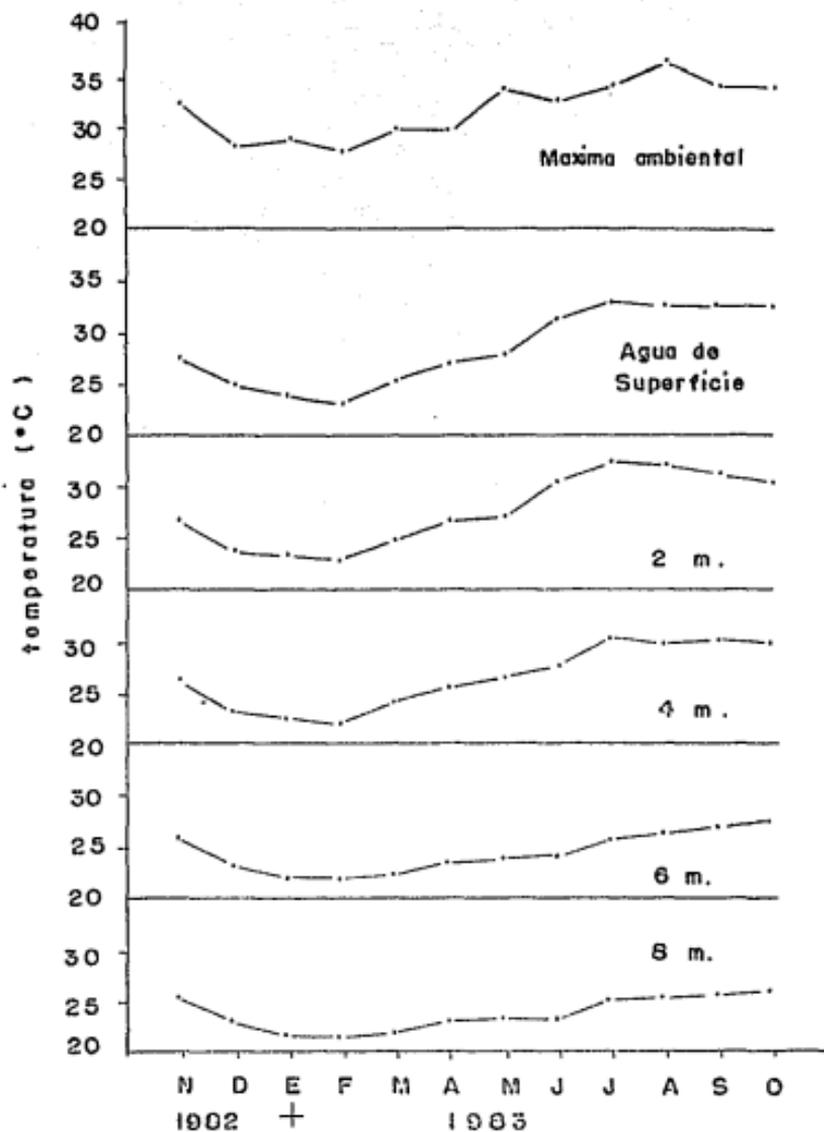


Fig. 4. Variación mensual de la temperatura máxima ambiental y del agua a distintas profundidades en la E-1.

TABLA 2. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL
 AGUA (°C), en la E-1.

PROF (m)	1982						1983					
	M E S E S											
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
8	27.4	24.9	23.9	23.2	25.5	27.2	28.0	31.4	33.1	32.9	33.0	32.6
1	26.9	24.0	23.8	23.2	24.9	27	27.6	31.2	33.0	32.7	32.6	31.1
2	26.7	23.5	23.4	22.8	24.8	26.9	27.0	30.9	32.5	32.3	31.5	30.7
3	26.2	23.3	22.7	22.4	24.2	25.9	26.8	29.1	31.9	31.6	31.3	30.6
4	26.2	23.2	22.5	22.2	24.0	25.5	26.4	27.7	30.5	30.0	30.3	29.8
5	26.0	23.2	22.2	21.8	23.5	24.3	25.8	25.6	27.4	27.8	28.9	29.3
6	25.8	23.2	22.0	21.8	22.4	23.6	24.2	24.1	25.9	26.4	27.4	27.5
7	25.5	23.2	22.0	21.6	22.1	23.1	23.6	23.5	25.2	25.7	26.5	26.8
8	25.5	23.1	21.9	21.6	22.0	23.1	23.4	23.3	25.2	25.6	25.8	26.1

TABLA 4. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA (oC), EN LA E-2.

	1982			1983									
PROF (m)	M E S E S												
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	
5	26.6	24.0	23.6	24.0	25.0	26.8	28.0	31.2	32.8	32.7	32.7	30.7	
1	26.2	23.8	23.4	23.2	24.8	26.7	27.8	31.2	32.6	32.5	32.2	30.4	
2	26.0	23.4	22.8	22.6	24.4	25.7	27.2	30.8	32.3	32.0	31.7	30.4	
3	25.8	23.0	22.4	22.4	24.2	25.8	26.6	29.8	31.9	31.6	31.0	29.6	
4	25.6	23.0	22.2	21.8	23.6	25.4	26.0	28.7	30.3	29.3	30.5	29.1	
5	25.6	23.0	22.0	21.8	23.0	24.0	25.5	25.7	27.3	28.2	29.0	28.4	
6	25.4	23.0	22.0	21.8	22.8	23.6	25.0	25.3	26.0	26.7	27.4	27.8	

TABLA 6. VALORES DE OXIGENO DISUELTTO EN UN CICLO
DE 24 HORAS EN LA E-1. OCTUBRE 16-17/1983.

PROF. (m)	H O R A						
	8 :10	12 :30	16 :00	20 :15	24 :00	04 :00	8 :20
8	2.5	3.2	3.7	2.8	2.0	1.2	2.6
1	2.4	3.3	3.7	2.4	1.5	0.0	1.3
2	2.2	1.2	2.0	1.5	1.0	0.0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0

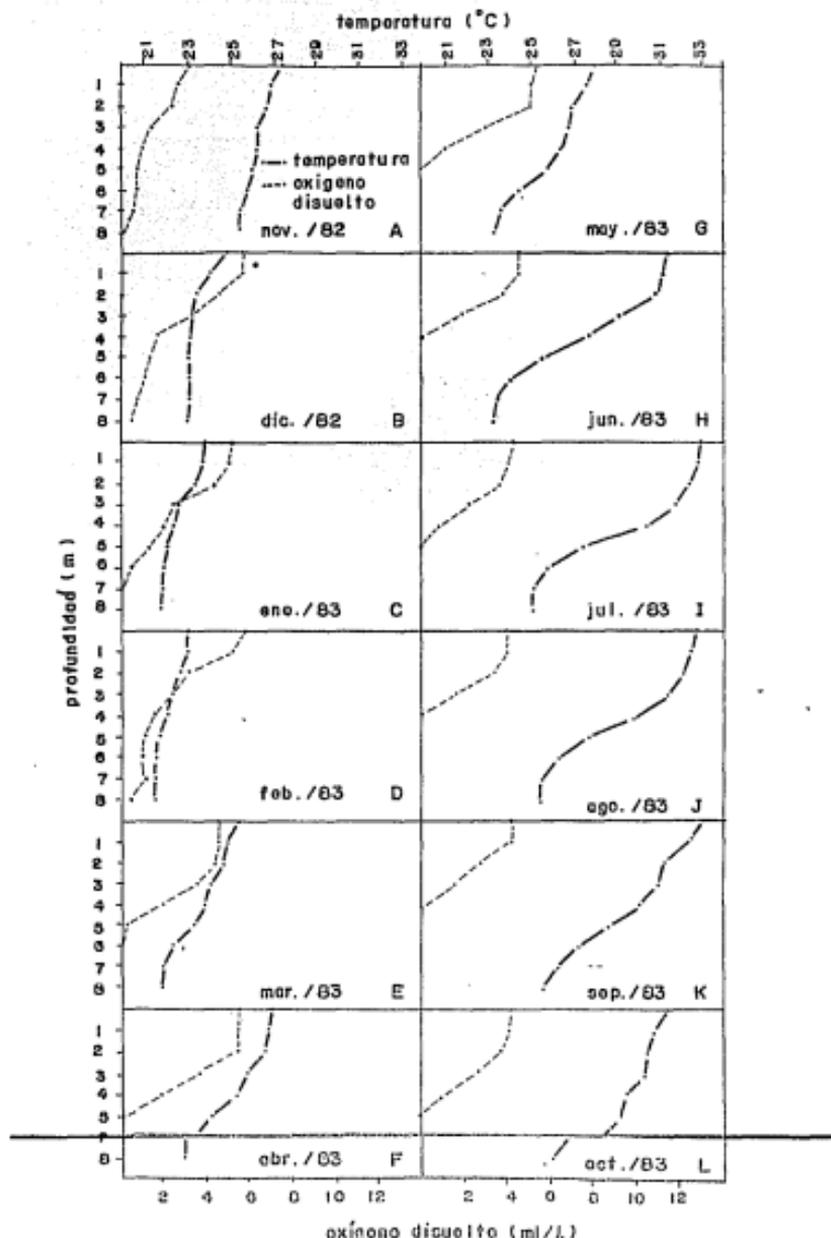


fig. 5 variación de la temperatura del agua y oxígeno disuelto en la E-1

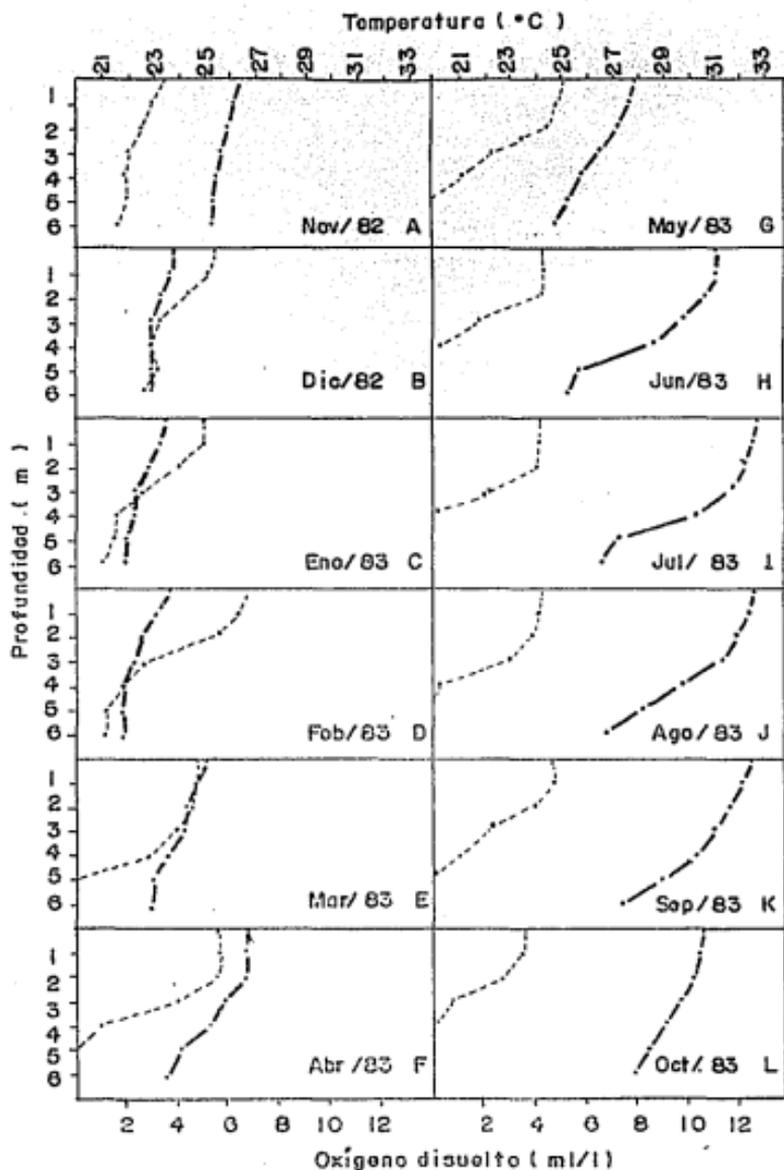


Fig. 6. Variación de la temperatura del agua y el oxígeno disuelto en la E-2.

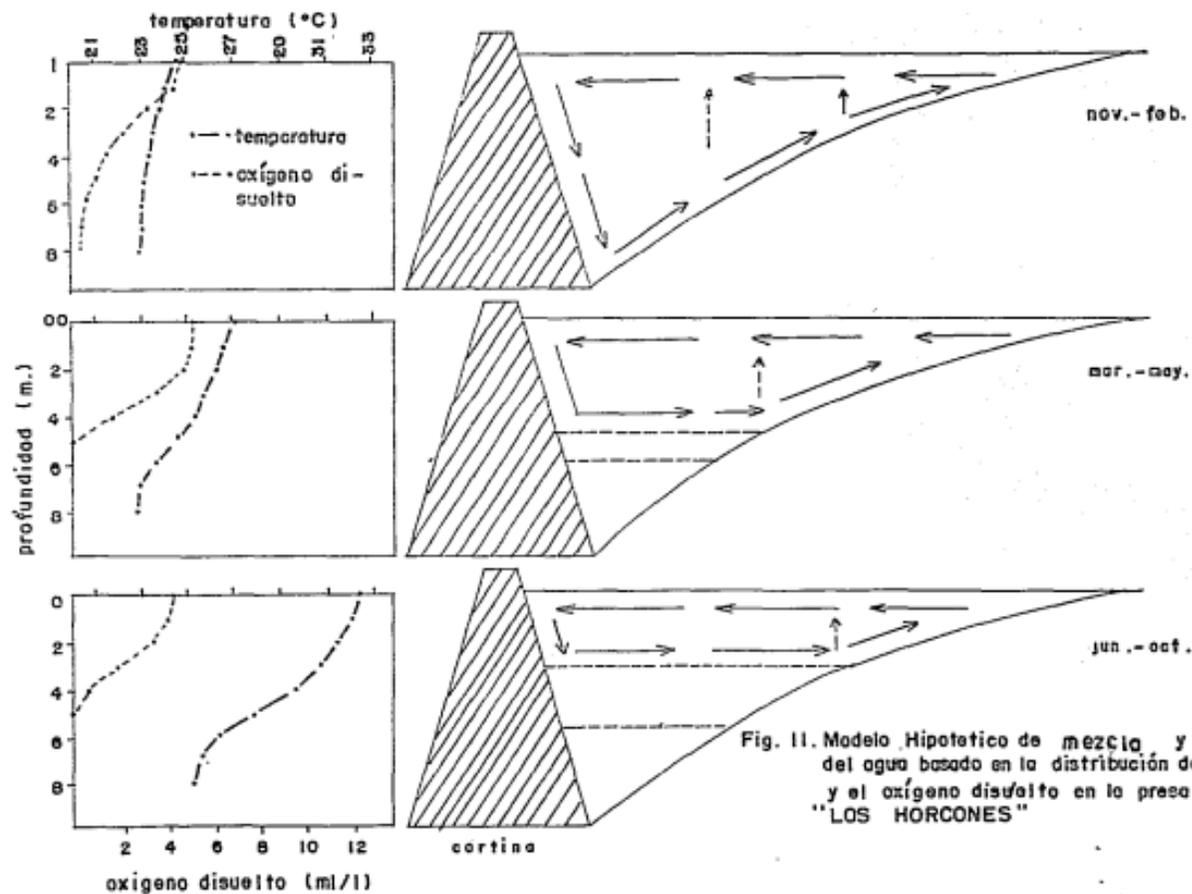


Fig. 11. Modelo Hipotético de mezcla y oxigenación del agua basado en la distribución de temperatura y el oxígeno disuelto en la presa "LOS HORCONES"

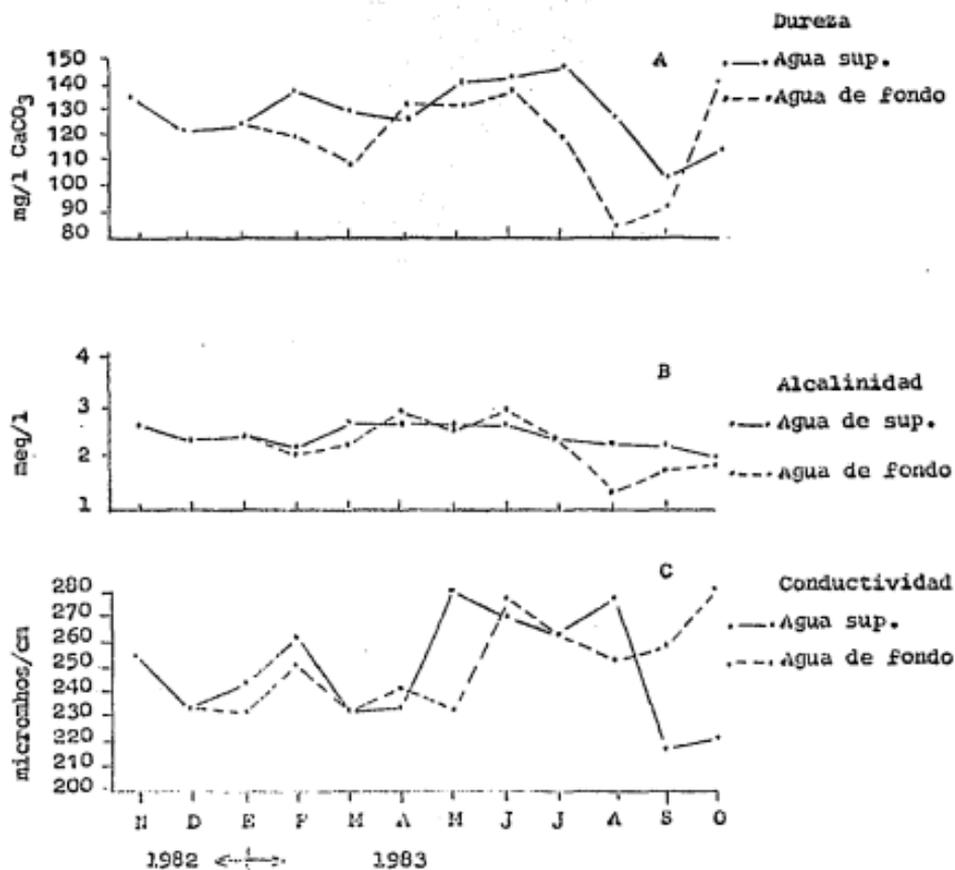


Fig. 8. Evolución mensual de la dureza, alcalinidad y conductividad en la E-1.

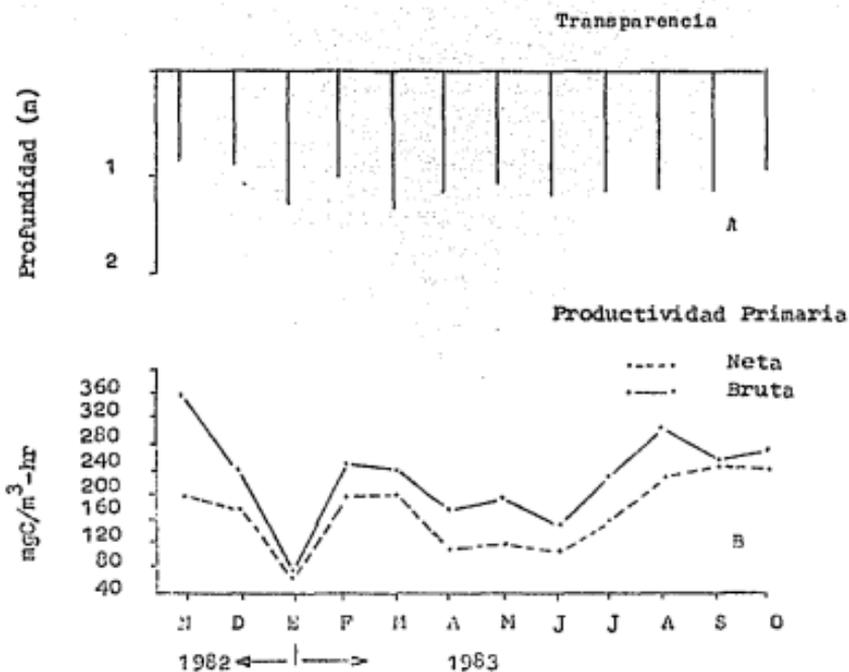


Fig. 9. Promedio mensual de la transparencia y productividad primaria en la E-1.

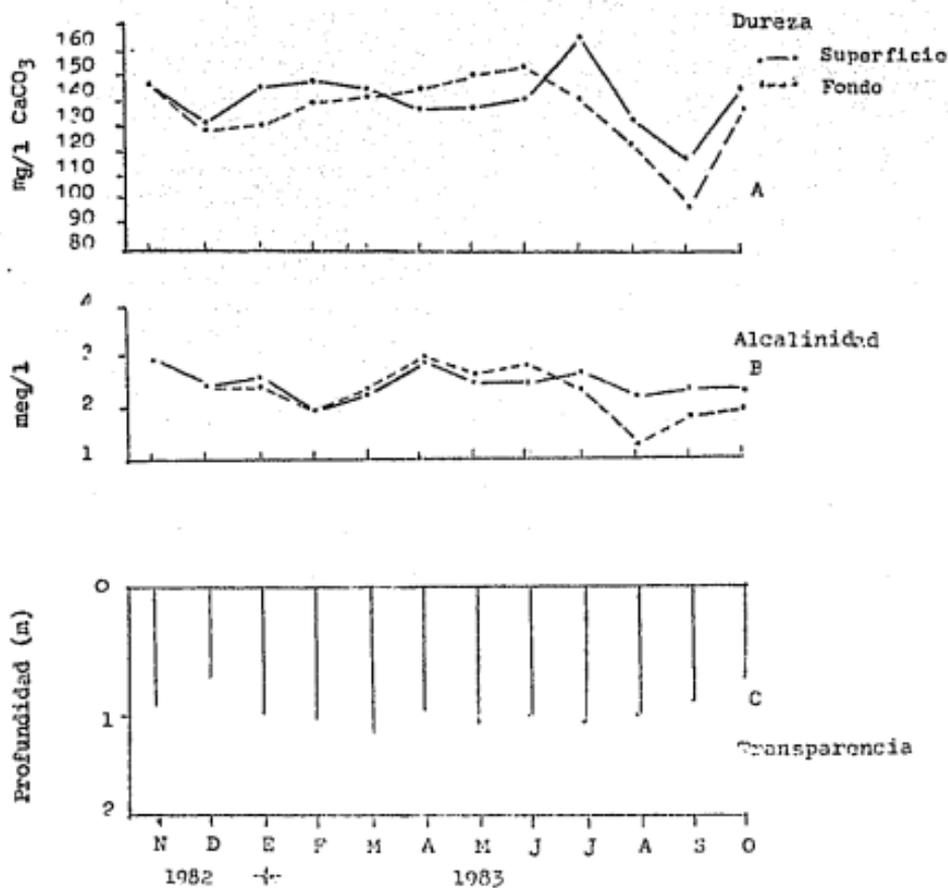


Fig. 10. Promedio mensual de la dureza, alcalinidad y transparencia del agua en la E-2.

DUREZA (mg/l)

PROF. (m)	M E S E S												
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	\bar{X}
S	135.9	121.4	124	138	129.0	129	140	144	149.7	125.7	103	119	130
B	135.9	121.4	124	123.8	111.6	130	136.2	143	122.3	80	95.5	145.2	121
\bar{X}	135.9	121	124	130.9	120.6	130	138.1	143	136	102.8	97.3	132.1	

ALCALINIDAD (mg/l)

S	2.7	2.5	2.6	2.3	2.4	2.9	2.9	2.8	2.9	2.6	2.4	2.4	2.6
B	2.6	2.5	2.6	2.3	2.8	3.2	2.9	3.2	2.6	1.5	2.0	2.1	2.5
\bar{X}	2.65	2.5	2.6	2.3	2.6	3.05	2.9	3.0	2.75	2.05	2.2	2.25	

CONDUCTIVIDAD (micromhos/cm)

S	250	230	240	260	230	230	280	270	260	275	215	220	246.6
B	250	230	230	250	230	240	230	275	260	250	255	280	248.3
\bar{X}	250	230	235	255	230	235	255	272	260	262	235	250	

TRANSPARENCIA

	0.92	0.81	1.21	1.1	1.35	1.18	1.25	1.25	1.26	1.27	1.2	0.97	1.14
--	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	-----	------	------

VELOCIDAD (m/seg) y DIRECCION

Vel.	3.8	2.5	3.2	3.7	4.0	4.5	3.5	7.5	6.6	3.5	2.4	5.0	4.18
Dir.	SE	NW	SW	SW	SW	SW	SW	NW	SW	SW	SE	SE	SW

TABLA 7. PROMEDIOS MENSUALES DE DUREZA, ALCALINIDAD, CONDUCTIVIDAD, TRANSPARENCIA Y VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO.

FECHA	HORA	$\text{CO}_3^{=}$	HCO_3^{-}	At
Nov. 20/82	08:30	0.3	1.98	2.6
	15:30	0.5	1.96	2.7
Dic. 15/82	09:40	0.23	1.93	2.5
	16:30	0.4	1.84	2.5
Ene. 20/83	09:10	0.2	2.03	2.6
	13:50	0.3	1.96	2.6
Feb. 19/83	08:20	0.2	1.8	2.3
	13:50	0.3	1.64	2.6
Mar. 19/83	13:40	0.3	2.16	2.8
Abr. 23/83	09:05	0.3	2.24	2.9
	14:15	0.46	2.33	3.12
May. 20/83	09:00	0.26	2.13	2.76
Jun. 18/83	09:05	0.2	2.03	2.6
	14:20	1.0	1.97	3.0
Jul. 16/83	08:40	0.13	2.13	2.7
	14:50	0.26	1.95	2.54
Ago. 27/83	09:30	0.26	1.7	2.24
Sep. 28/83	11:15	0.13	1.8	2.3
	16:45	0.8	2.1	2.84
Oct. 10/83	09:00	0.3	1.8	2.3
	14:15	0.8	2.05	3.0

TABLA 8. VALORES PROMEDIOS DE ALCALINIDAD POR CARBONATOS ($\text{CO}_3^{=}$), POR BICARBONATOS (HCO_3^{-}) Y TOTAL (At) DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA E-1. (LOS VALORES ESTAN EXPRESADOS EN meq/l).

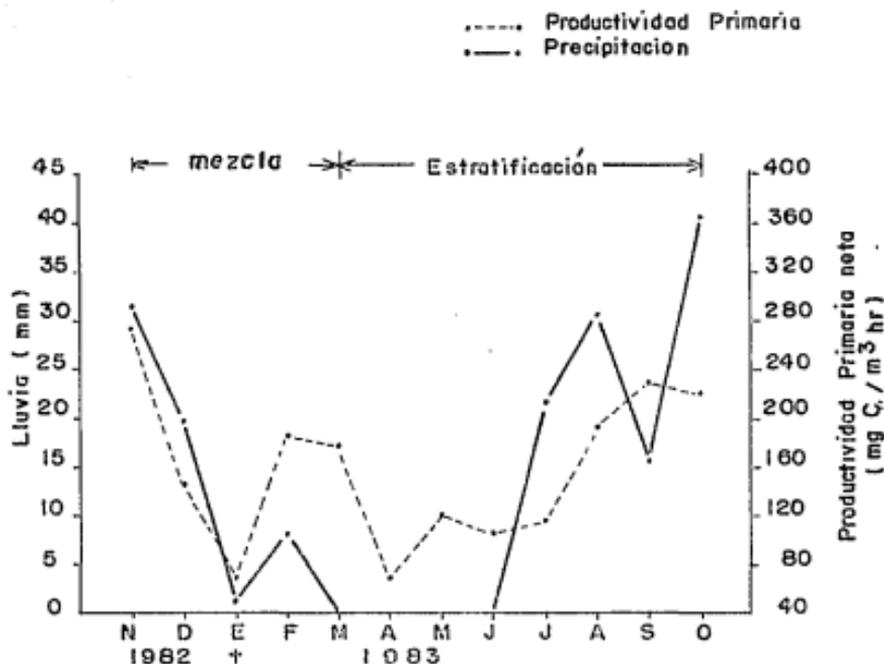
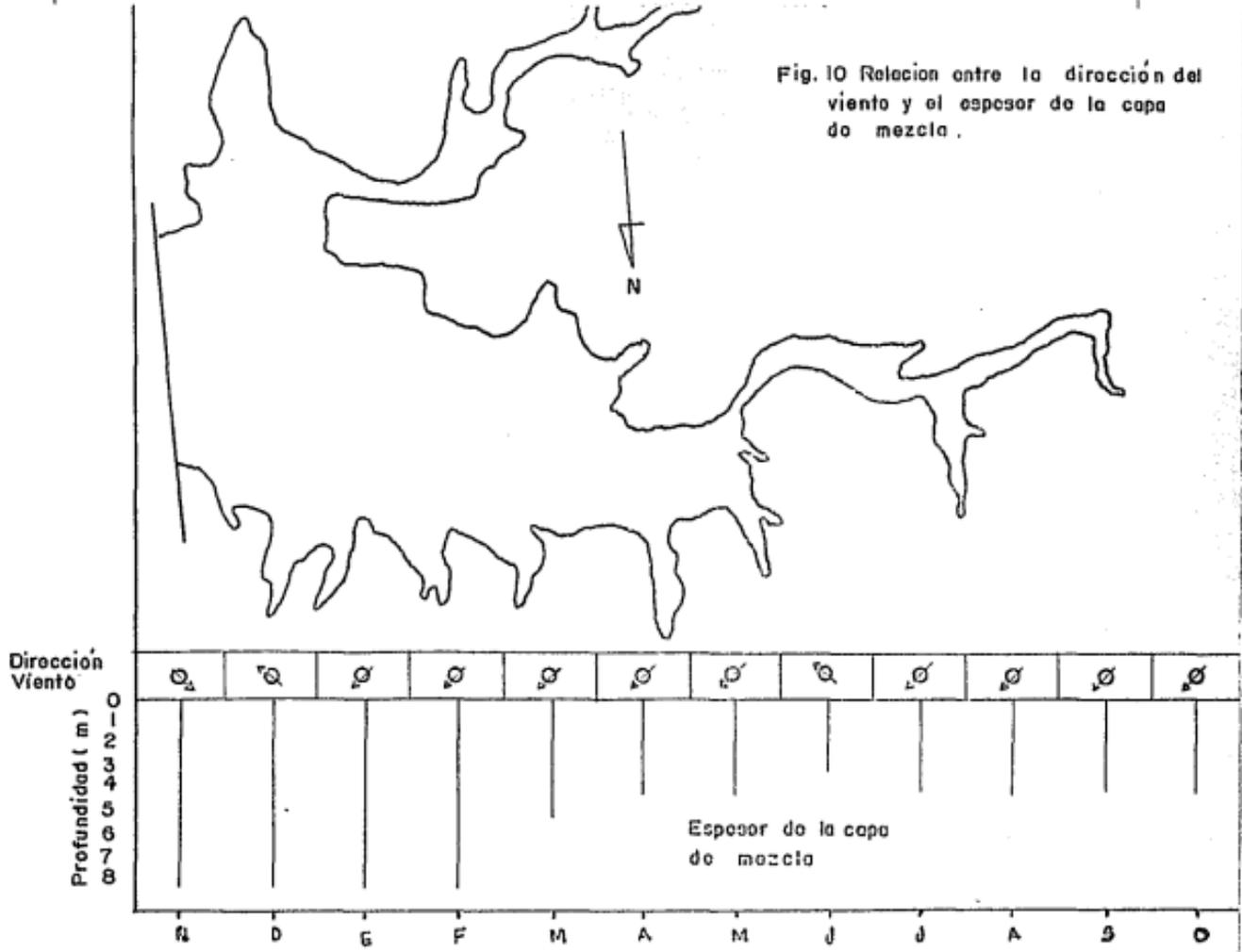


Fig. 7. Relación entre la productividad primaria neta y la precipitación. Se señala también la época del año en que la columna de agua se estratifica y se mezcla

Fig. 10 Relación entre la dirección del viento y el espesor de la capa de mezcla.



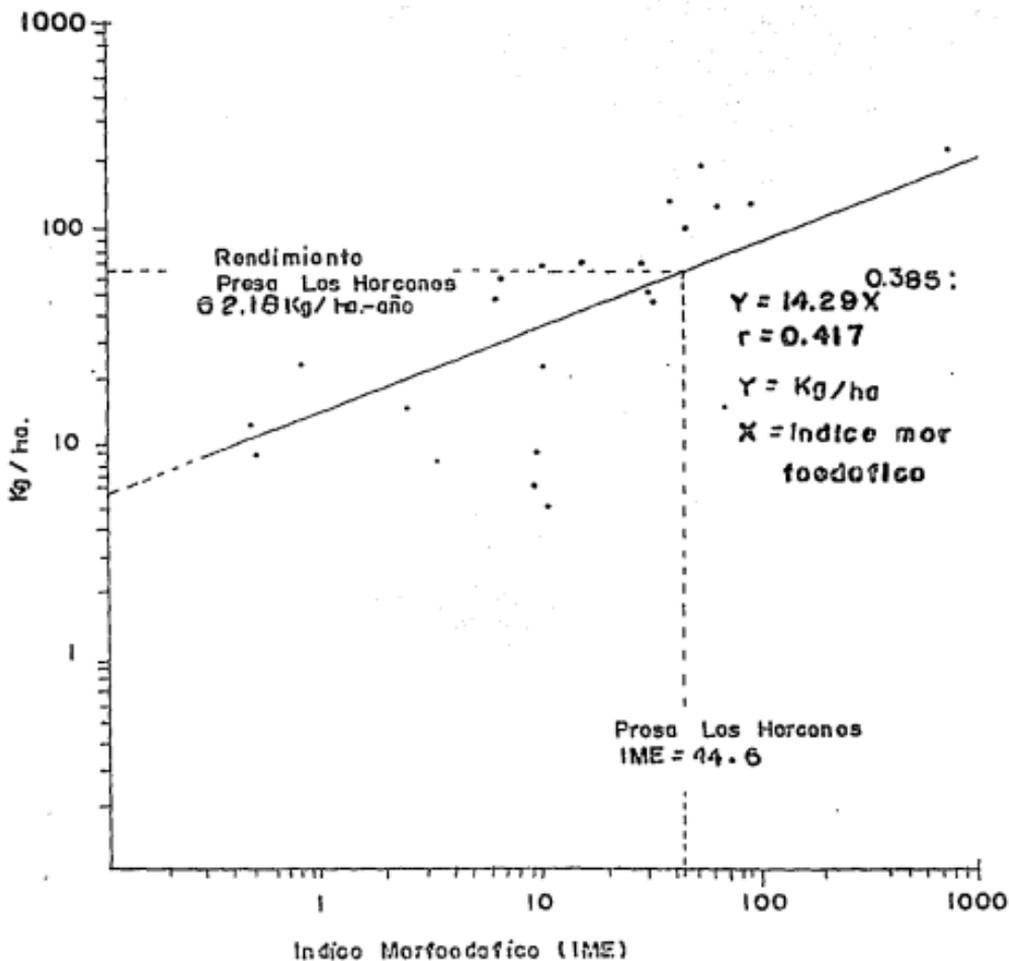
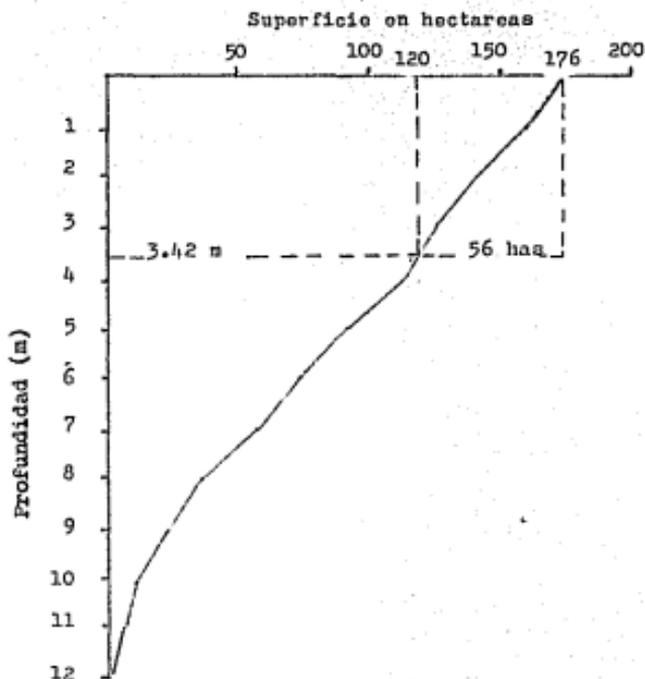


Fig. 13. Correlación entre el IME y el rendimiento pesquero en lagos Africanos

Fig. 14. Curva de áreas en relación a la profundidad.
del vaso de la presa "Los Horcones".



K_1 Temperatura media anual	K_2 Acidez o alcalinidad del agua.	K_3 Especie	K_4 Edad de los peces
$10^{\circ}\text{C} - K_1$ 1.0	aguas ácidas	peces de agua fría ;	más de 6 meses
$16^{\circ}\text{C} - K_1$ 2.0	K_2 1	K_3 1.0	K_4 1.0
$22^{\circ}\text{C} - K_1$ 3.0	aguas alcalinas	peces de agua caliente ;	menos de 6 meses.
$25^{\circ}\text{C} - K_1$ 3.5	K_2 1.5	K_3 2.0	K_4 1.5

TABLA 9. PRINCIPALES VALORES DEL COEFICIENTE K, SEGUN HUET, 1973.