

9
2 ej.



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"Zaragoza"

B I O L O G I A

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE
Oreochromis hornorum (Trewavas, 1980)

EN RELACION A LAS CONDICIONES
LIMNOLOGICAS DEL EMBAISE PERMANENTE DE
MICHAPA, EDO. DE MORELOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A N

ELOISA ADRIANA GUERRA HERNANDEZ
BERTHA PEÑA MENDOZA





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	4
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS	9
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	11
DESCRIPCION DE <u>Oreochromis urolepis hornorum</u>	13
METODOS	16
Trabajo de campo	16
Trabajo de laboratorio	20
Trabajo de gabinete	21
RESULTADOS	29
Morfometria	29
Ffsico - Quimicos	30
Plancton	32
Necton	33
Relación Peso - Longitud	33
Clases de edad	34
Hábitos alimenticios	35
Proporción de sexos	36
Estadios gonádicos	36
Indice de Repleción	38
Factores de condición	40
DISCUSION DE RESULTADOS	43
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	66
LITERATURA CITADA	67

RESUMEN

Nuestro País cuenta con un extenso recurso acuático, dentro del cual hay un alto porcentaje de embalses de temporal y permanentes, a los cuales se les puede dar un uso piscícola, con el fin de solucionar en parte el problema alimentario.

La Familia Cichlidae ha tenido gran popularidad a últimas fechas ya que presenta un alto valor nutricional, adaptabilidad y plasticidad ecológica, sin embargo hay un desconocimiento profundo de la biología y manejo de la especie en la piscicultura extensiva mexicana, por lo que se han presentado diversos problemas, tales como: alta reproducción, bajo crecimiento y escaso rendimiento.

Con base en lo anterior éste estudio establece la relación entre el crecimiento de Oreochromis urolepis hornorum y algunos de los aspectos físicos, químicos y biológicos en el embalse permanente de Michapa, en el período comprendido de Noviembre de 1983 a Abril de 1984, lo cual es importante para la posterior optimización de éste recurso.

Se efectuaron muestreos mensuales de parámetros morfométricos (D_1 , Z_m , Z_r , \bar{Z} , área superficial y volumen); físicos (temperatura ambiente, temperatura del agua, nubosidad y transparencia); químicos (dureza total, alcalinidad, conductividad, pH, oxígeno disuelto y bióxido de carbono); plancton (densidad absoluta y relativa); biométricos del neónton (longitud patrón, longitud total, altura, peso y sexo).

Encontrándose que en el embalse se presentan dos fases: una de dilución y otra de concentración, la primera se caracteriza por la disminución en el valor de los parámetros químicos causada por el incremento de área (38542.11 m^2) y volumen (49361.59 m^3), y en la segunda fase los pa-

rámetros químicos alcanzaron en general los valores máximos debido a la disminución de área ($13304,45 \text{ m}^2$) y volumen ($1780,67 \text{ m}^3$).

Con respecto al fitoplancton se analizaron las muestras de acuerdo a lo descrito por Uthermöhl, 1938, encontrando las siguientes divisiones en orden de importancia: clorofíceas, cianofíceas y bacilariofíceas, Las muestras de zooplancton se analizaron mediante un microscopio de contraste de fases y se encontró constituido por cladóceros, copépodos y rotíferos en éste orden de importancia.

En términos cuantitativos el plancton mostró bajas densidades relativas y absolutas en el sistema.

Se realizó un análisis de factor para determinar cuales de las variables explicaban en mayor proporción la variabilidad del sistema, encontrándose dos factores principales: Factor I, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, alcalinidad, dureza total y pH; Factor II, temperatura, conductividad y fitoplancton.

Según los datos del necton se obtuvo lo siguiente: una proporción de sexos de 2 ♂: 1 ♀, por otro lado se encontró en los diferentes muestreos la existencia de estadios gonádicos que denotarón una alta precocidad sexual y por consecuencia la presencia de reproducciones parciales y masiva. En referencia al contenido de los tractos digestivos se puede decir que el alimento ingerido fué poco y de baja calidad.

La relación Peso - Longitud fué significativamente diferente para hembras y machos, presentándose para ambos un crecimiento alométrico, así como la población en forma conjunta.

La estimación del crecimiento a través de la ecuación de Von Bertalanffy demostró en términos generales una baja tasa de crecimiento con desplazamiento hacia la longitud

más que hacia el peso;

para hembras: $L_t = 13,8 \cdot (1 - e^{-0,4471(t - 0,4766)})$

para machos: $L_t = 14,3 \cdot (1 - e^{-0,3705(t - 0,4363)})$

Se manejaron el factor de condición de Fulton (modificado) $F = W / L^b$ y el múltiple $KM = W / L^b A^c$ para ambas subpoblaciones. Los valores de estos factores reflejaron que la robustez es baja, para lo cual se propuso el uso de la relación c/b (donde c y b son las constantes de la regresión múltiple para longitud y altura), como indicador del tipo de crecimiento de los peces, corroborando con ésto el crecimiento alométrico de la población.

Finalmente se realizó un análisis de regresión múltiple con el KM y el Peso de hembras y machos contra las variables que se obtuvieron en el primer factor (análisis de factor), resultando que la mayor relación está dada con el oxígeno disuelto y el pH.

En base a lo anterior se puede concluir que la especie en este sistema tuvo un crecimiento bajo, lo cual se debe principalmente a la alta reproducción, a la baja disponibilidad y calidad del alimento, así como al oxígeno disuelto, dando como resultado un bajo rendimiento,

INTRODUCCION

En la actualidad la acuicultura es una de las herramientas que puede contribuir a resolver el problema de la alimentación en la población humana, por lo cual es necesario realizar una explotación racional de los recursos naturales existentes, además de fomentar su conservación y preservación mediante técnicas adecuadas. Dentro de los recursos naturales más importantes se encuentra el agua que puede llegar a ser una fuente de alimento inagotable si su manejo es apropiado. Y un medio para ello es la acuicultura, biotécnica que puede desarrollarse en aguas permanentes, semipermanentes o estacionales (Porrás, 1981).

México cuenta con un recurso acuático potencialmente disponible para la producción de alimento, ya que posee extensos litorales, marismas, estuarios, así como cuerpos de agua epicontinentales, de estos últimos el 3.01 % se encuentra representado por pequeños embalses de temporal y permanentes cuya área superficial fluctúa entre 1 y 10 hectáreas, estos en su mayoría bordos de temporal utilizados para riego y como abrevaderos, el número de estos sistemas alcanza un total de 10,126 con un porcentaje del 90% en toda la República, de los cuales 86 se encuentran en el Estado de Morelos. (Cadena, 1980)

Estos cuerpos de agua son útiles en la piscicultura debido a que ofrecen algunas ventajas, como:

- 1) Una producción de alimento natural (plancton y bentos).
- 2) Poca profundidad y reducción de volumen en la época de estiaje lo que facilita la recolección de los organismos durante la cosecha.
- 3) Menor costo de producción con un beneficio económico y alimenticio para la gente del lugar.

Para el desarrollo de la acuacultura es necesario conocer la biología de las especies y el medio en el cual se llevará a cabo el cultivo para que con ello se pueda efectuar un manejo adecuado del recurso.

En el País se ha dado énfasis al cultivo de cuatro familias principalmente: Salmonidae, Ictaluridae, Cyprinidae y -- Ciclidae (dentro de la cual se encuentra la Tilapia nombre que se ha generalizado para la mojarra de agua dulce debido a la confusión que prevalece en cuanto a su identificación) este último grupo se encuentra actualmente distribuido en la mayor parte de las áreas tropicales, siendo una de las familias con alto grado de adaptación a las condiciones ambientales, su conversión alimenticia y su alta fecundidad, sin embargo, éste último factor es de gran importancia ya que ha propiciado de alguna manera la subexplotación de éste recurso como fuente de alimento debido a su inadecuado manejo, lo que origina comúnmente un aumento en la densidad de organismos por unidad de área, que afecta el crecimiento y rendimiento de la especie introducida.

Es por ésto que el presente estudio se dedico a evaluar el crecimiento y la reproducción de la especie Oreochromis hornorum de reciente introducción en México (1981) (Arredondo, 1983), de la cual no se tiene información en bordos permanentes y de temporal, lo que se considera importante para poder mejorar posteriormente las condiciones de cultivo y optimizar el recurso para que de ésta manera se incremente el beneficio para los pobladores del lugar.

ANTECEDENTES

Se han realizado estudios sobre el comportamiento físico-químico de embalses de temporal y permanentes, en los que se observa que generalmente presentan dos fases: Una de dilución y otra de concentración, debido a la época de inundación y de sequía respectivamente, en las que existe una íntima relación entre las fluctuaciones de volumen y las variaciones de los parámetros medidos, reportado por Daborn & Cliffor, 1974; Modlin, 1980; Arredondo, 1982; y Ponce, 1983, éste último determina la interrelación de las variables de los parámetros morfométricos, climáticos, y biológicos, así como la productividad primaria de un embalse, para lo que utiliza diversos análisis estadísticos, (Análisis de regresión múltiple, de cúmulos, de componentes principales), de donde obtiene que existe una cierta dependencia volumétrica de las variables que analiza, destacando la profundidad media, cantidad de calor y clorofila "a". Alternancia de los procesos de dilución y concentración, sobresaliendo dos grupos de variables: 1) El formado por alcalinidad y biomasa del fitoplancton, relacionado con la productividad primaria, y 2) Desarrollo de volumen y temperatura del agua asociados con el estado de los procesos físicos y químicos del embalse. El comportamiento hidrológico estuvo determinado por la dependencia volumétrica de sustancias disueltas, materia orgánica y biomasa de fitoplancton, así como la interacción entre forma y contenido de calor.

Otros estudios como el de Téllez 1982 y el de Ponce y Robledo 1982, tratan del comportamiento del plancton y el papel de éste en la piscicultura, en los que se considera la importancia de estos organismos en la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos y la distribución que presentan.

a lo largo de los ciclos estacionales, sin dejar de tomar en cuenta el valor nutritivo de estos organismos, y además evitar el surgimiento de los mismos como parásitos (sobretudo el zooplancton).

Así mismo, se han llevado a cabo evaluaciones sobre estanque rústicos y su explotación piscícola, como: El efectuado por Porras 1981, en Apancingo, Mor., del cual se deduce que éstos bordos presentan condiciones favorables para la práctica de la piscicultura de cíclidos y cyprinidos, representando una fuente de alimento a corto plazo.

La explotación piscícola de charcos de temporal y permanentes por medio de policultivo extensivo realizado por Rosas 1976, en el Estado de Michoacán, quien experimento con once especies de las cuales se seleccionaron algunas de ellas - por bordo, en donde se encuentra que los mayores rendimientos se obtuvieron en: Carpa de Israel 285 kg/ha. en 10 meses sin reproducción, Trucha arco iris 30 kg/ha en 10 meses sin reproducción, Mojarra Africana 300 a 400 kg/ha. en 8 meses con reproducción. Charal 128 kg/ha. en 12 meses.

Cortés en 1976, estima el rendimiento potencial piscícola del Estado de Aguascalientes a través del Índice Morfoedáfico, además de considerar la selección de embalses, delimitación, calendarización de siembra y cosecha según la época, elección de la especie e introducción de la misma, así como la cantidad de crías, según el tipo de aguas y disponibilidad de alimento. Debe tomarse en cuenta que la tabla de Índice Morfoedáfico contra producción utilizada por éste autor fué la realizada por Henderson para cuerpos acuáticos naturales de Africa, por lo que su aplicación a los embalses Mexicanos tiene ciertas limitantes.

Piña 1975, en su artículo "Los Charcos como Criadero", menciona las posibilidades que ofrecen estos sistemas de

bido a su gran cantidad de alimento, lo que reduce el cos
to de producción, además de que permite la fácil recolec-
ción que redunda en beneficio nutricional y económico.

Los estudios anteriormente citados son experimentales y -
en su mayoría trabajos de carácter piloto, que pretenden
dar pauta a la posterior ampliación de los mismos, cambiando
su carácter a tipo comercial.

OBJETIVO GENERAL

ESTABLECER LA RELACION EXISTENTE ENTRE EL CRECIMIENTO DE LA POBLACION DE Oreochromis hornorum Y ALGUNOS ASPECTOS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLOGICOS PRESENTES EN EL EMBALSE PERMANENTE DE " MICHAPA ", EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE NOVIEMBRE DE 1983 A ABRIL DE 1984.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el crecimiento y robustez de O. hornorum a través de:
 - La relación entre el peso y la longitud
 - El manejo de la ecuación de Von Bertalanffy
 - La obtención del factor de condición múltiple (KM)
2. Observar algunas características sexuales de la población piscícola, como son:
 - Madurez gonádica (estadio gonadal)
 - Proporción de sexos
3. Conocer los aspectos generales de alimentación de la especie estudiada, lo que implica:
 - Obtención del Índice de Repleción gástrica.
 - Análisis cualitativo y cuantitativo (a nivel de división para fitoplancton y de grupo para zooplancton) del contenido del tracto digestivo de O. hornorum
4. Determinar los parámetros físicos y químicos del embalse en cuestión tales como:
 - Temperatura, transparencia al disco de secchi, potencial hidrógeno, bióxido de carbono, concentración de oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza total y conductividad.
 - Describir la relación existente entre los parámetros y los organismos presentes, tomando en consideración fundamentalmente al plancton, una vez que se hayan aplicado diversos análisis estadísticos.
5. Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo del plancton.
 - Identificación del fitoplancton a nivel de división y del zooplancton a nivel de grupo.
 - Obtener la densidad absoluta y relativa
 - Establecer la relación entre la abundancia de plancton y los hábitos alimenticios de la especie en estudio.

6. Determinación de los parámetros morfométricos del estanque, tales como: Area superficial (A_s), volumen (V), desarrollo de línea de costa (Dl).
- Correlacionar los parámetros morfométricos con la densidad del plancton y el crecimiento de *O. hornorum*.
 - Definir los parámetros morfométricos que afecten la conducta físico - química del cuerpo acuático.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Bordo denominado " Michapa ", se encuentra localizado dentro del Municipio de Coatlán del Río, en el Estado de Morelos (Mapa 1), con una superficie promedio 24000 m².

ZONA DE MICHAPA

CLIMA

Su tipo de clima es Aw " (w) (i)g. Cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 60 mm. Porcentaje de lluvias invernal entre 5 y 10.2 de la anual, seco con lluvias en verano, con un cociente p/t menor de 43.2 con dos estaciones de lluvias separadas por dos estaciones secas, con un porcentaje de lluvias invernal menor de 5 de la anual. Con poca oscilación entre 5 y 7°C, con marcha de temperatura tipo Ganges de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado. (García, 1964).

USO DEL SUELO

Es una zona rocosa y de cultivo, con vida silvestre, forestal, pratically en sus tres niveles: limitada, moderada e intensa, así como agricultura limitada con uso pecuario.

Las características edafológicas del lugar lo sitúan como una zona pedregosa, con fragmentación mayor de 7.5 cm. en la superficie o cerca de ella, lo cual impide el uso de maquinaria agrícola.

SUELO

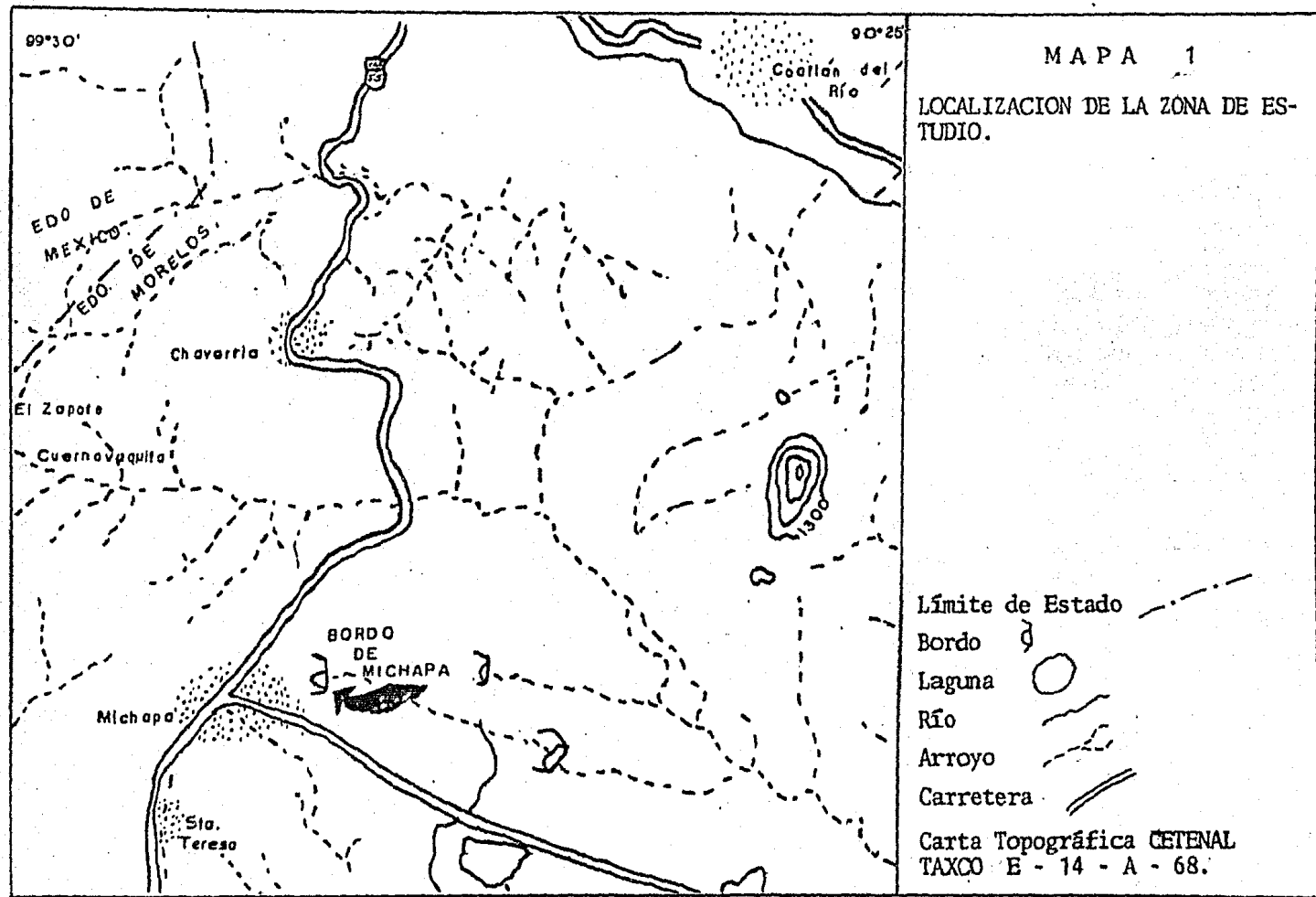
El suelo es de tipo pélico - vertisol, la zona se encuentra generalmente formada por rocas sedimentarias en forma

de arenisca y conglomerado. (Carta TAXCO E-14-A-68. CETENAL, 1977).

ESTADISTICA POBLACIONAL Y SERVICIOS

El Poblado esta compuesto por 565 habitantes (Censo de - 1980), que poseen los siguientes servicios: Abastecimiento de agua por medio de un río y pozo; el medio de almacenamiento utilizado es un tanque elevado de agua, el cual no opera; la distribución la realizan los pobladores debido a que la tubería esta instalada pero no funciona. El nivel educativo es de primaria completa, existe servicio de corriente eléctrica por línea.

En este lugar no se practica la acuacultura como tal, ya que aunque se introducen peces en el Bordo no se les dá ningún manejo, más cabe considerar que la gente del lugar los consume aunque esto sea en una mínima escala.



DESCRIPCION DE Oreochromis urolepis hornorum

Debido al estado de confusión que presenta en cuanto a su posición taxonómica la Trubu Tilapiini, se decidió incluir la descripción de la especie en estudio, después de haber sido identificada. (Arredondo, 1985).

Descripción de la familia Ciclidae.

Esta familia se caracteriza por presentar peces de coloración atractiva, principalmente nativos de Africa, América Central y la parte trópic de Sudamérica. Los cíclidos se diferencian de las percas verdaderas (Percidae) - y otras mojaras (centrarchidae) por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado; en muchas especies la cabeza del macho es invariablemente más grande que la de la hembra; algunas veces con la edad y el desarrollo se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (dimorfismo sexual).

La boca es protractil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios hinchados; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar un puente carnosos (freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media, debajo del labio. Presentan membranas unidas por 5 ó 6 branquiostegos y un número variable de branquiespinas, según las diferentes especies. La parte anterior de las aletas dorsal y anal es corta y consta de una espina y radios suaves en la parte terminal. La aleta caudal esta redondeada, trunca o más raramente escotada según la especie.

La línea lateral esta interrumpida, dividiéndose en dos - partes, la porción superior del opérculo hasta los últi-- mos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción in ferior aparece por debajo de donde termina la línea late-- ral superior hasta el final de la aleta caudal. Presentan escamas de tipo ctenoideo. El número de vertebras aumenta con la edad y pueden ser de 8 a 40.

POSICION TAXONOMICA DE Oreochromis urolepis hornorum

Phylum: Vertebrata

Subphylum: Craneata

Superclase: Gnathostomata

Serie: Pisces

Clase: Teleostomi

Subclase: Actionopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Cichlidae

Género: Oreochromis

Especie: O. hornorum

Subespecie: O. urolepis hornorum

CARACTERISTICAS GENERALES DE O. urolepis hornorum

Marcado dimorfismo sexual. 26 - 27 branquiespinas en la - parte inferior del primer arco branquial, aleta dorsal con XV,12. aleta anal III,10, aleta pelvica I, 5; aleta pec- toral 14. con 32 a 36 escamas en la línea lateral, 4 esca- mas sobre la línea lateral, 6 escamas bajo la línea late- ral. Cuando es adulto presenta pigmentación negra en todo el cuerpo, borde marginal de la aleta dorsal anaranjado, - cabeza de coloración negro - grisáceo, vientre oscuro, ale

ta caudal anaranjada. Ojos color rojo y p erfil frontal - fuertemente cóncavo en ambos sexos.

METODOS

La realización del estudio, se organizó de la siguiente manera:

- A) TRABAJO DE CAMPO
- B) TRABAJO DE LABORATORIO
- C) TRABAJO DE GABINETE

A) TRABAJO DE CAMPO

MORFOMETRIA

La determinación de la forma del cuerpo acuático se realizó según lo descrito por Wetzel, 1979, midiendo por segmentos el perímetro o línea de costa del mismo, utilizando para ello una cinta métrica marca Lufkin de 25 metros. La orientación de cada uno de éstos segmentos se tomó con ayuda de una brújula marca Bronton, usando como referencia el punto inicial (de partida) y el final (punto visado) de los mismos. A su vez se trazaron varios transectos paralelos a través de los cuales se midieron las profundidades presentes a intervalos sucesivos de 10 metros cada uno, datos que sirvieron de referencia para obtener en forma aproximada las profundidades existentes.

UBICACION DE LAS ESTACIONES PARA TOMA DE MUESTRAS

El trabajo de campo se llevó a cabo mensualmente a partir del mes de noviembre de 1983 a abril de 1984, en el embalse de Michiapa, Municipio de Coatlán del Río, Mor. En este lugar se establecieron tres estaciones para toma de muestras de parámetros físicos, químicos y biológicos (planctón) (Mapa 2), los criterios que se usaron para ubicar las estaciones son los siguientes:

- a) cubrir la mayor área superficial posible por medio del método de triangulación (ver mapa de localización de estaciones).
- b) representar el comportamiento de los parámetros anteriormente citados en zonas de diferente profundidad, y otro en el fondo, las tres estaciones con sus respectivos niveles se modificaron de acuerdo a las fluctuaciones de área superficial y volumen que se dieron con el transcurso del tiempo. Aunado a los criterios anteriores existen antecedentes de Ponce (comunicación personal) y Arredondo (comunicación personal), quienes mencionan que los cambios en la columna de agua no se encuentran representados por medio de una sola estación en la zona profunda del sistema, dado que su comportamiento es heterogéneo en tiempo y espacio. Así también hay que considerar la presencia o establecimiento de macrofitas en la época de inundación, generando cambios en la concentración de oxígeno en la zona litoral de la cuenca.

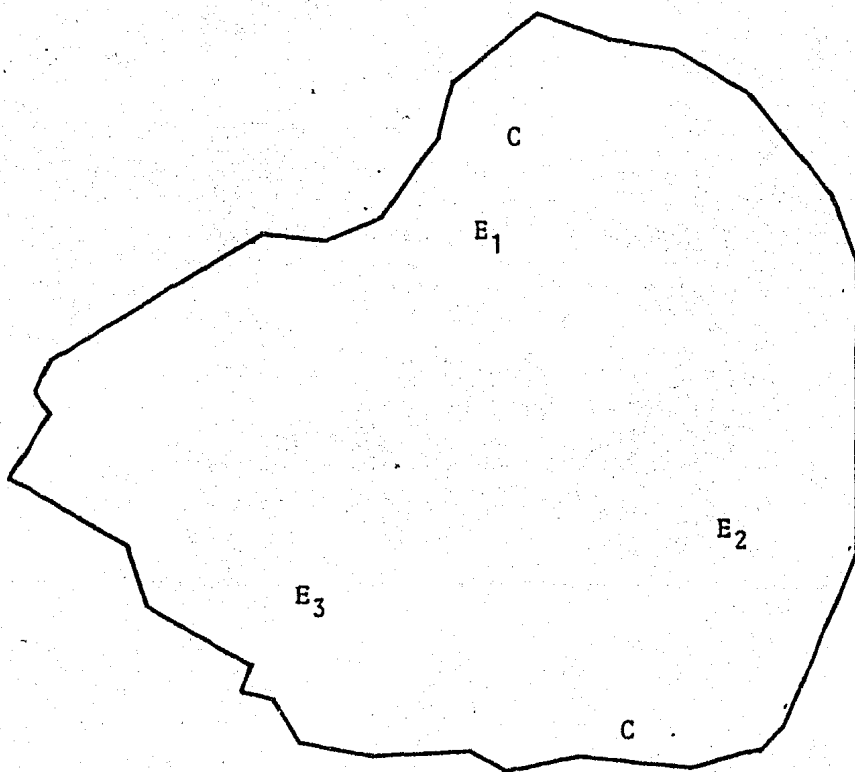
UBICACION DE ZONAS DE CAPTURA DE O. urolepis hornorum

Para efectuar el muestreo de peces se establecieron dos zonas de captura, las cuales con el fin de obtener una mejor representación de las clases de edad de la población (Mapa 2), se eligieron considerando las condiciones de pedregosidad e irregularidad de la cuenca, así como las zonas más accesibles para ubicar de acuerdo al arte de pesca utilizado, las estaciones de captura.

TOMA DE MUESTRAS DE PARAMETROS FISICO - QUIMICOS

Para transportarse de una estación a otra, se utilizó una balsa inflable con capacidad para dos personas, registrándose en cada estación datos atmosféricos: temperatura am

UBICACION DE ESTACIONES Y ZONAS DE CAPTURA



MAPA 2.

LOCALIDAD: Michapa, Mpio. de
Coatlán del Río. Mor.

EMBALSE: " MICHAPA "

ESCALA GRAFICA: $\frac{\quad}{200 \text{ m.}}$

E = Estaciones para
toma de muestras

C = Zona de captura.

biental, medida con un termómetro de mercurio de -10 a - 100 °C, con precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$, nubosidad y dirección del viento..

Asimismo se tomaron datos de temperatura del agua, transparencia al disco de Secchi; ph con un potenciometro marca Corning, Mod. 3 D, con precisión de ± 0.01 ; y la conductividad por medio de un conductímetro marca Corning, - Mod. 210, con precisión ± 0.1

La obtención de las muestras de parámetros químicos de su superficie y fondo se efectuó utilizando una botella Van Dorn de tres litros de capacidad, marca Kálsico de donde se obtuvo primeramente una muestra para la determinación de oxígeno, la cual fué fijada de acuerdo a la técnica de Winckler modificada y posteriormente las muestras para - bióxido de carbono, dureza total y alcalinidad; las cuales se guardaron en botellas de plástico de un litro de - capacidad. Tratándose las muestras según lo citado en el A.P.H.A., 1980.

TOMA DE MUESTRAS DE FITOPLANCTON

Las muestras de fitoplancton se colectaron en botellas - Van Dorn a los mismos niveles que se tomaron las muestras de parámetros químicos, las cuales fueron conservadas en botellas de plástico de 250 ml. de capacidad, y se fijaron con acetato de lugol. (Schwoerbel, 1975).

TOMA DE MUESTRAS DE ZOOPLANCTON

Para tomar estas muestras, se usó una red de zooplancton de luz de malla de 180 micrometros, realizando arrastres en los que las distancias de los mismos fueron dadas en función de la abundancia de los organismos. Las muestras se colectaron en botellas de plástico de 250 ml. de capa

cidad y se fijaron con formol al 3-4% neutralizado con borax. De acuerdo a la técnica citada por Schwoerbel - - (op. cit.)

TOMA DE MUESTRAS DE PECES

La captura de los organismos se realizó, considerando los siguientes aspectos:

Condiciones de pedregosidad e irregularidad de la cuenca, lo cual dificultó el manejo del arte de pesca utilizado - (chinchorro playero de 30 metros de largo, 2 de ancho, luz de malla de 0.01 metros y un copo de 2 metros de largo). Devolución de la mayoría de los peces al embalse y la distribución de los organismos hacia aguas limnéticas al incrementar el volumen del bordo.

En función de lo citado anteriormente, se hace difícil obtener estadísticamente un tamaño de muestra, ya que las variaciones en la estructura de la población se presentan a lo largo del tiempo; es por ello que se eligió arbitrariamente un tamaño muestral mínimo de 100 individuos. Debe tomarse en cuenta que el total de los organismos sembrados en el embalse fue de 7000 por hectárea (Proporcionados por la piscifactoría de Zacatepec, Mor.)

Inmediatamente después de la captura se procedió a obtener los datos biométricos de los peces, los cuales fueron: Longitud patrón, longitud total y altura tomados con un ictiómetro de ± 1 mm. de precisión; así como el peso determinado con la ayuda de una balanza granataria de ± 0.1 g. de precisión. Una vez llevado a cabo esto se procedió a la identificación del sexo de los peces por medio del método del tinte (Pretto, 1981); registrados éstos datos, se efectuó la devolución de los organismos al embalse, con excepción de 20 de ellos, submuestra que se empleo para conocer los hábitos alimenticios de la especie.

ESTADIO GONADAL

Se determino el estadio gonadal de cada uno de los especímenes de la submuestra, llevando a cabo un corte transversal desde la base del opérculo hasta el gonoporo en ambos flancos del pez, una vez realizada la incisión se compararon las características de las gónadas con las descripciones de Nikolsky, 1963. Inmediatamente después se procedió a separar las víceras, las que fueron colocadas en pequeños frascos con formol al 10% para su posterior revisión.

B) TRABAJO DE LABORATORIO

ANALISIS DE PLANCTON

Para el análisis de las muestras de fitoplancton se tomó una alícuota, la cual se colocó en una cámara de sedimentación, añadiéndole una gota de acetato de lugol, dejando reposar esta muestra durante 24 horas para su sedimentación y su posterior lectura en el microscopio invertido, en donde se identificaron los organismos (a nivel de división) y se contaron según lo descrito por Utherm81, 1938, citado por Schwoerbel (op. cit.). Mientras que para el análisis de las muestras de zooplancton se tomó una alícuota, que se colocó en una cámara de recuento, la cual se leyó con ayuda del microscopio de contraste de fases en donde se identificaron y contaron los organismos a nivel de grupo. Utilizando para la identificación las claves de Needham, 1978, Ward, 1976.

ANALISIS DE TRACTOS DIGESTIVOS

Los datos para obtener el índice de repleción gástrica de los especímenes colectados, se obtuvieron bajo el siguiente método:

Método Gravimétrico

Una vez extraído el tracto digestivo, fué pesado en una balanza granataria con precisión de ± 0.01 g., posteriormente se vació su contenido en una caja de petri y se pesó la pared de dicho tracto. Para realizar la determinación cuantitativa y cualitativa del contenido, se observó en el microscopio de contraste de fases. La preservación del material zooplanctónico se hizo agregando pequeñas cantidades de formol al 3 - 4%, mientras que para preservar el contenido vegetal se añadieron unas gotas de acetato de lugol. Para la observación y conteo del material contenido en el tracto se tomaron muestras diluidas según fué necesario y se colocaron en cámaras de sedimentación. En general los métodos utilizados para el conocimiento de los hábitos alimenticios son los discutidos por Yañez - Arancibia, 1976.

C) TRABAJO DE GABINETE

DETERMINACION DE MORFOMETRIA

Con los datos obtenidos en el campo se elaboró una mapa del cuerpo acuático, en el que se marcaron los transectos delimitados en campo y por medio de triangulación se ubicaron los puntos para la obtención de las isóbatas. Una vez trazadas las isóbatas se procedió a calcular el área de cada isolínea de tres diferentes formas:

- 1) por medio del dibujo de figuras geométricas dentro de los mapas, para así calcular posteriormente el área de cada una de las figuras, las cuales se suman para obtener el área superficial y el volumen del embalse.
- 2) Mediante el uso del planímetro; marca Zero Set Device No. 70974

3) Según el método de Corte y Peso para el cual se utilizó una balanza analítica con precisión $\pm 0.0001g$. y repitiendo la operación para cada una de las isóbatas presentes. Cada uno de los datos obtenidos se convirtió en el valor de área correspondiente y se usó como referencia el valor resultante del peso de un cuadro de papel que representa un área conocida. Con los valores de área se obtuvo el volumen entre una y otra isóbata, por la siguiente fórmula:

$$V_1 = h/3 (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

y el volumen total se encontró mediante:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Asimismo se calcularon los siguientes parámetros, según lo citado por Owen, 1979 y Wetzel, 1979.

- Área superficial (m^2)	A_0 ó A_s
- Profundidad media	$\bar{Z} = V/A_0$
- Profundidad relativa	$Z_r = 50Z_m \sqrt{\pi/\sqrt{A_0}}$
- Perímetro o línea de costa	L
- Desarrollo de línea de costa	$DL = L/2 \sqrt{A_0 \cdot \pi}$
- Profundidad máxima	Z_m
- Relación de la profundidad media con la máxima	$\bar{Z} : Z_m$

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE PLANCTON

Para poder conocer la densidad relativa y la absoluta del fitoplancton y zooplancton, se manejaron las siguientes fórmulas presentadas por Odum, 1980.

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Nº. de org. de c/gpo.}}{m^3}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de c/gpo.}}{\text{Densidad total}}$$

DETERMINACION DEL INDICE DE REPLECION

Método Gravimétrico

Se obtuvo el peso total del tracto digestivo de cada uno de los peces utilizando la siguiente fórmula. (Laevastu, 1971, Bagenal, 1978).

$$Pct = Ptt - Ppt$$

Donde:

Pct = peso del contenido del tracto digestivo

Ptt = peso total del tracto digestivo

Ppt = peso de la pared del tracto digestivo

Una vez efectuado esto se procedió a calcular el índice de repleción (I. R.) de los organismos, que se expresa de la siguiente manera: (Yañez-Arancibia, 1976).

$$I. R. = \frac{Pct}{Pp} \times 100$$

Donde:

Pct = peso del contenido del tracto digestivo

Pp = peso del pez.

DETERMINACION DE LA RELACION PESO - LONGITUD

Una vez determinados los pesos y las longitudes de cada uno de los especímenes se estimó la relación existente entre estos datos mediante la fórmula:

$$W = a L^b$$

Donde:

W = peso del pez expresado de decigramos

L = longitud del pez en milímetros

a y b = constantes obtenidas a partir de una regresión lineal entre los logaritmos de L y W, siendo "a" la ordenada al origen y "b" la pendiente.

El valor de la pendiente nos permitió establecer el tipo de crecimiento de los organismos mostrándonos la proporcionalidad con la que aumenta el peso con respecto a la longitud, siendo un crecimiento ideal cuando esta constante es igual a 3 (isométrico). Por otra parte, cuando "b" es diferente de 3, se considera que el crecimiento es alométrico (Weatherley, 1971; Ricker, 1975; Lagler, 1977).

DETERMINACION DEL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM)

Se ha mencionado que el factor de condición varia en función de la edad, estado de madurez, cambios estacionales, etc. También se describe en el trabajo realizado por Medina, 1980, que la introducción de peces en cuerpos de -

agua bajo condiciones no controladas tienden a sufrir variaciones genotípicas, de donde se obtienen diferentes combinaciones en las medidas de peso, longitud y altura, lo que dá como resultado peces largos y gordos, largos y flacos, cortos y gordos, etc., por lo cual es necesario estimar adecuadamente la robustez del pez por medio del factor de condición múltiple (KM), que considera la altura, evitando así los errores que podrían surgir por las variaciones de la misma.

Por lo tanto el KM evalúa la relación entre el peso, la longitud y la altura, por medio de la regresión múltiple:

$$W = a L^b A^c$$

$$KM = \frac{W}{L^b A^c}$$

Donde:

a = constante

b y c = exponentes de la longitud y altura respectivamente.

W = peso

L = longitud

A = altura

Para obtener esta regresión múltiple es necesario resolver las siguientes ecuaciones simultáneas:

$$\begin{aligned} Y &= na + x_1 b + x_2 c \\ x_1 Y &= x_1 a + x_1^2 b + (x_1)(x_2)c \\ x_2 Y &= x_2 a + (x_1)(x_2) b + x_2^2 c \end{aligned}$$

Donde:

x_1 = logaritmo natural de la longitud n = no. de datos

x_2 = logaritmo natural de la altura y = logaritmo natural del peso.

a, b y c = constantes a obtener.

Procediendo a determinar el KM para cada organismo, así como los estadísticos básicos como son: Media, desviación estandar, varianza y coeficiente de variación (Medina, - op. cit.).

DETERMINACION DE LA ECUACION DE CRECIMIENTO

Para la determinación del crecimiento es necesario establecer las diferentes clases de edad que existen en la población, por lo cual se realizó un gráfico de Longitud patrón contra frecuencia, obteniéndose las medias modales, mismas que se encontraron distribuidas normalmente y mostraron en forma aproximada las diferentes clases de edad. Dichas clases se corroboraron al utilizar el método propuesto por Bhattacharya, 1977.

Para determinar el valor de la longitud máxima (L_{∞}) y del coeficiente de crecimiento (K), se utilizó el gráfico de Ford - Walford, el cual se obtuvo al graficar l_{t+1} contra l_t . Basándonos en la ecuación del mismo autor con $T = 1$.

$$l_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + l_t e^{-k}$$

De este gráfico se obtuvo una recta con pendiente igual a e^{-k} que al intersectarse con la bisectriz dió una estimación de la longitud máxima.

Es requisito básico para manejar una ecuación sobre crecimiento, que sea de origen matemático, relacione la longitud o el peso con la edad o bien con el incremento dado en un lapso de tiempo conocido. Esta ecuación debe presentar características primordiales como son: Facilidad de ajuste a los datos observados, utilización de un

número mínimo de constantes con significado biológico, así como la obtención de resultados razonables. (Gulland, -- 1966).

Debido a lo anterior se escogió la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1938), ya que reúne las características deseadas además de que ha sido utilizada para poblaciones de peces, y presenta una fácil incorporación a los modelos de crecimiento de estas poblaciones.

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

Las fórmulas anteriores manejan los valores de longitudes, pero pueden ser utilizadas de la misma manera para los valores de pesos, usando el valor de la pendiente de la relación Peso - Longitud, permitiendo en forma análoga:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})^n$$

Para establecer las relaciones existentes entre los parámetros morfométricos, físicos y químicos, así como biológicos se utilizaron análisis estadísticos paramétricos y no paramétricos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARAMÉTRICOS (Daniel, 1980; Sokal, 1979).

- Medias, Varianzas y Desviaciones estandar
- Coeficientes de variación
- Análisis de tendencia central
- Análisis de varianza
- Estadísticos de "F" y de "t"
- Análisis de Factor
- Análisis de regresión múltiple.

ANALISIS ESTADISTICOS NO PARAMETRICOS (Siegel, 1976)

- Obtención de rangos y medianas
- Estadístico de U de Man - Withney
- Estadístico de Feedman

RESULTADOS

MORFOMETRIA

El Bordo de Michapa, es un cuerpo de agua permanente con desarrollo de línea de costa promedio de $DL = 1.17$

Los valores máximos de perímetro, longitud, ancho, así como de profundidad máxima, profundidad media se obtuvieron en el mes de septiembre, mientras que los mínimos fueron registrados en abril (tabla 1). El valor promedio obtenido de la relación $Z : Z_m$ fué de 0.49.

La profundidad máxima expresada como un porcentaje del área denominada profundidad relativa (Z_r) para el mes de septiembre fué de 0.35% y en abril de 0.81 %.

VARIACIONES DE AREA Y VOLUMEN

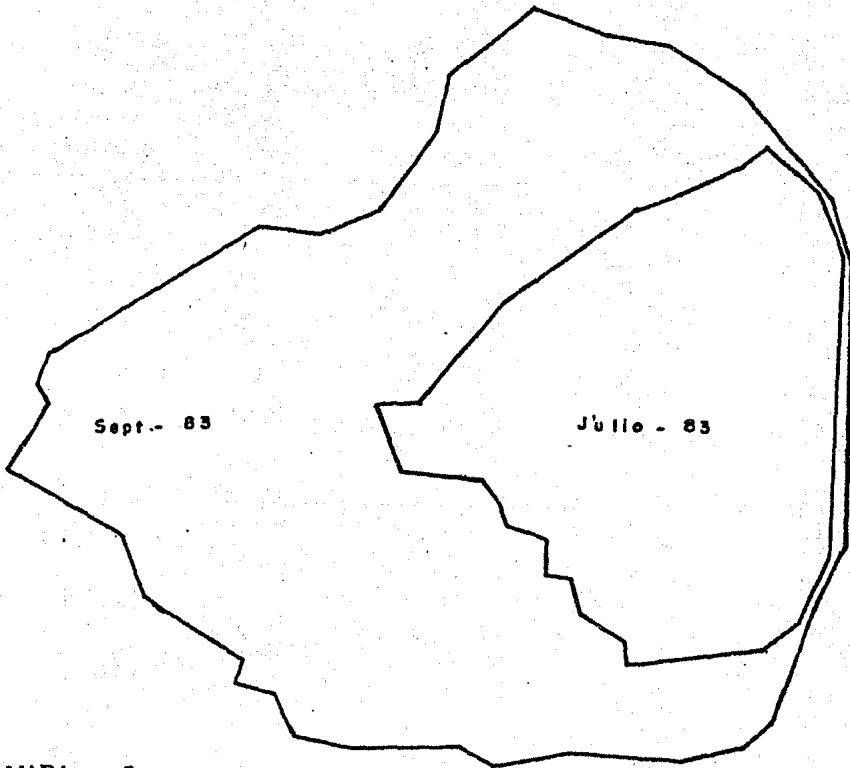
Se presentaron a lo largo del estudio dos fases:

a). Fase de dilución. se encuentra comprendida entre los meses de julio a septiembre de 1983, mismos en los que se encontraron sus valores mínimos y máximos respectivamente para el área y el volumen (Mapa 3).

b). Fase de concentración. se llevó a cabo en el período de septiembre de 1983, donde se obtuvieron sus valores máximos para área y volumen, al mes de abril de 1984 en el cual se presentó la mayor reducción de éstos parámetros (Mapa 4) y (Tabla 1).

Las curvas hipsográficas así como las de volumen en porcentaje muestran que se presentó como era de esperarse, mayor pendiente en la fase de inundación que en la de concentración, lo que refleja un estado de eutrofia en ambas fases (Fig. 1).


FASE DE DILUCION



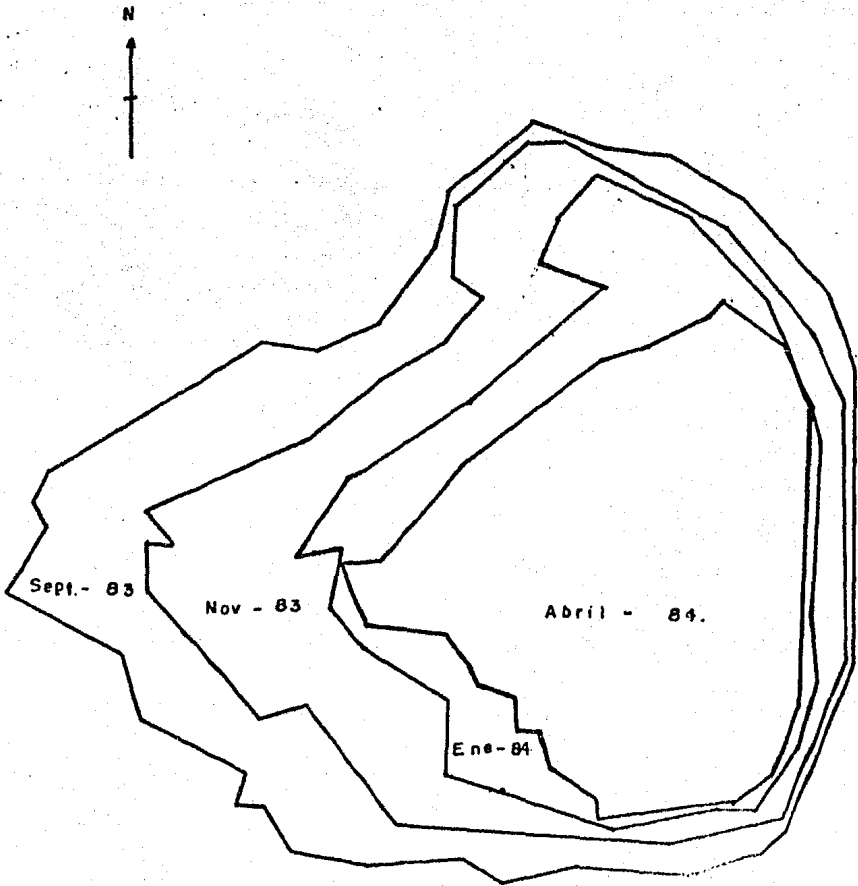
MAPA 3

LOCALIDAD: Michapa, Mpio. de
Coatlán del Río. Mor.

EMBALSE: " MICHAPA "

ESCALA GRAFICA:  200 m.

FASE DE CONCENTRACION



MAPA 4

LOCALIDAD: Michapa, Mpio. de
Coatlán del Río. Mor.

EMBALSE: " NICHAPA "


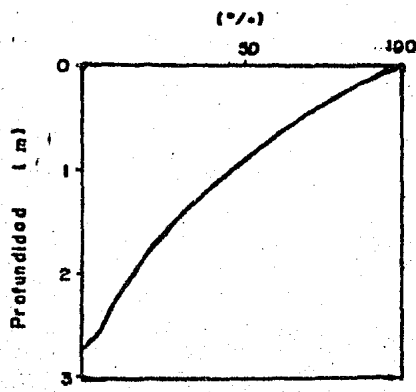
ESCALA GRAFICA:  200 m.

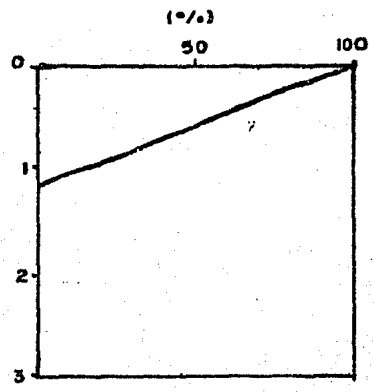
TABLA 1.

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS PARAMETROS MORFOMETRICOS
EN LA FASE DE DILUCION Y CONCENTRACION.

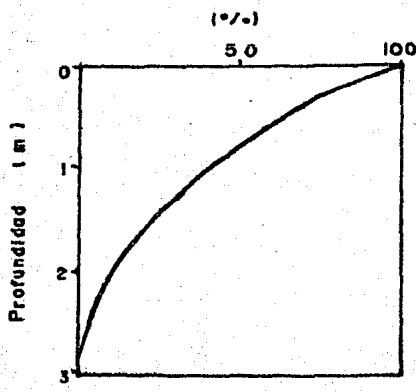
PARAMETROS MORFOMETRICOS.	FASE DE DILUCION		FASE DE CONCENTRACION
	JULIO V. INICIAL	SEPTIEMBRE V. MAXIMO	ABRIL V. MINIMO
PERIMETRO "I" (m.)	506	741	476
LONG. MAXIMA (m.)	160	270	168
ANCHO MAXIMO (m.)	70	125	78
PROF. MAX. "Zm" (m.)	0.95	2.81	1.05
PROF. MED. "Z" (m.)	0.44	1.28	0.35
PROF. REL. "Zr" (m.)	75	35	81
AREA (m ²)	14545.60	38542.11	13304.45
VOLUMEN (m ³)	6431.99	49361.59	1780.67



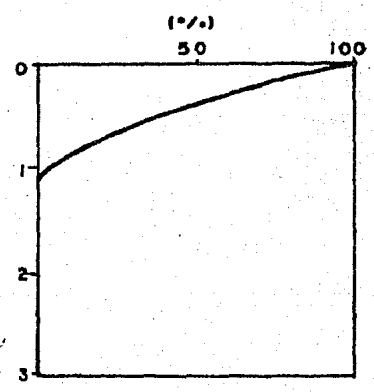
2. a en fase concen
tración



2. b en fase dilución



2. c en fase concen
tración



2. d en fase dilución

Fig. 2. Curvas hipsográficas (Profundidad - área) (2.a, 2.b) y Curvas Profundidad - Volumen (2.c , 2.d) del embalse permanente de Michapa.

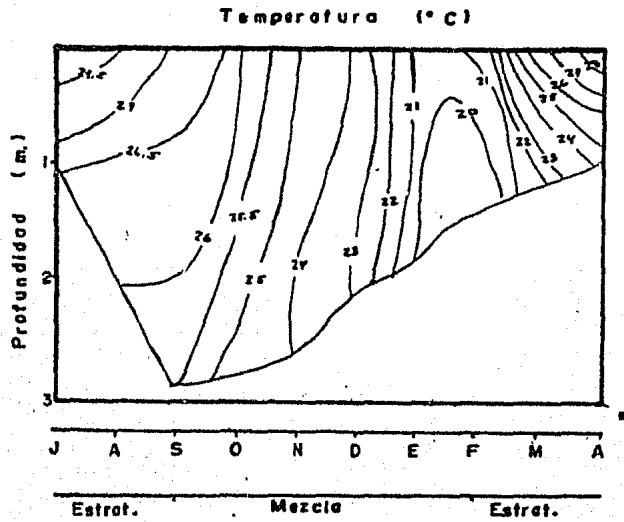
Finalmente podemos decir que el embalse incrementó su volumen en la fase de dilución en un 87.72% respecto al primer registro (mes de julio), y se redujo en un 96.17% en la fase de concentración hacia el mes de abril respecto a la máxima lectura registrada (mes de septiembre).

FISICO - QUIMICOS

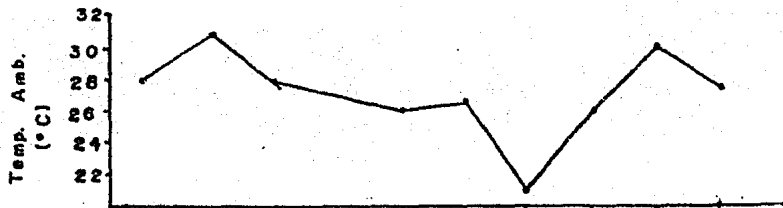
En la Fig. 2.c del comportamiento térmico del sistema se observa un decremento continuo durante el verano y principios del otoño, que abarca toda la fase de dilución y los cuatro primeros meses de la fase de concentración, incremento que se da nuevamente de manera continua de enero a abril, lo cual coincide con el fin del invierno y principios de primavera, así tenemos que este comportamiento se encuentra íntimamente ligado a las variaciones estacionales de la temperatura ambiental (Fig. 2.b). Cabe hacer notar que las variaciones térmicas en la superficie y en el fondo del sistema presentan dos períodos de estratificación, el primero de julio a septiembre y el segundo de febrero a abril, además de un período de mezcla que se llevó a cabo de septiembre a febrero (Fig. 2.a).

La transparencia (Fig. 3.a) posee dos etapas con valores mínimos y una de valor máximo, la primera coincide en forma total con la fase de dilución (de julio a septiembre) y por consiguiente con la época de lluvia y arrastres. La segunda etapa se presenta de diciembre a abril, y la última en noviembre la que coincide con los primeros meses de la época de estiaje.

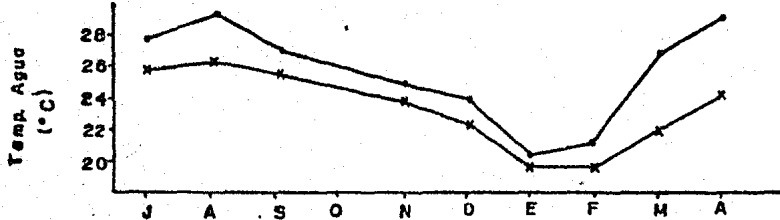
Como se muestra en la Figura 3.b, la máxima concentración de oxígeno disuelto en la superficie se registró en el mes de agosto (14.46 ppm) y la mínima en el mes de enero (5.52 ppm), mientras que las concentraciones en el fondo



1. a



1. b



1. c

Superficie —●— Fondo —x—x

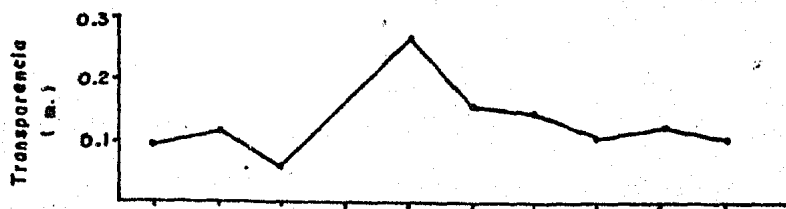
Fig. 1. Diagrama espacio - tiempo - temperatura (1.a)
 variación mensual de la temperatura ambiente --
 (1.b) y del agua (1.c).

siempre fueron menores a las de la superficie, encontrándose el valor máximo en noviembre (9,85 ppm) y con ausencia total de oxígeno en el fondo para el mes de septiembre. En general hay una tendencia a disminuir la concentración de oxígeno disuelto paralelamente al decremento de volumen.

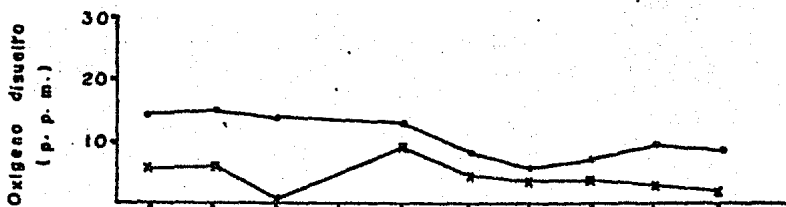
Por otro lado, la conductividad manifiesta en general un incremento conforme la concentración del sistema va en aumento, coincidiendo los valores máximos de superficie y fondo con el mínimo volumen del bordo. (Fig. 3.c).

El pH del sistema se mantiene en un intervalo de 6.2 a 8.5, lo que implica que se trata de un cuerpo bicarbonatado con alto contenido de bióxido de carbono (Wetzel, op.cit.), como se puede observar en la Fig. 4.a. Las variaciones de pH en superficie y fondo tienen en general un comportamiento inverso a las fluctuaciones de volumen del embalse, es decir, los valores máximos y mínimos de pH se presentan durante la fase de inundación, en los meses de agosto y septiembre respectivamente, presentándose en este último mes la máxima dilución y a partir del cual la concentración de iones H^+ disminuye, por lo tanto aumenta el pH tanto en superficie como en fondo (fase de concentración) hasta el mes de marzo. Este comportamiento sufre una desviación en enero, donde se incrementa nuevamente la concentración de H^+ de marzo a abril.

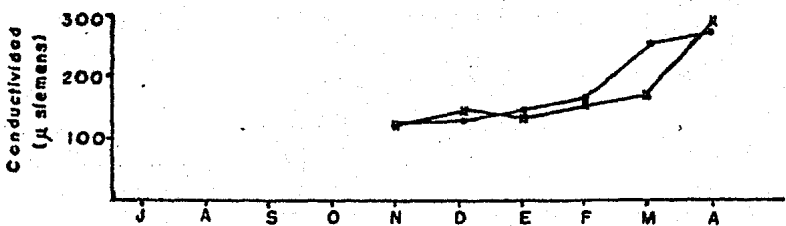
Por su parte el bióxido de carbono (Fig. 4.b) presenta en superficie dos picos con valores máximos, uno en noviembre (12.1 ppm) y el otro en enero (16.2 ppm), mientras que existe ausencia total en tres períodos, comprendidos en los meses de: agosto, diciembre y de febrero a abril. En el fondo se presenta un comportamiento similar, manteniéndose estos valores siempre por arriba de los de super-



3. a



3. b



3. c

Superficie ●—● Fondo ×—×

Fig. 3. Variación temporal de la Transparencia (3. a), el Oxígeno disuelto (3. b) y la conductividad (3. c) en el Embalse Permanente de Michapa.

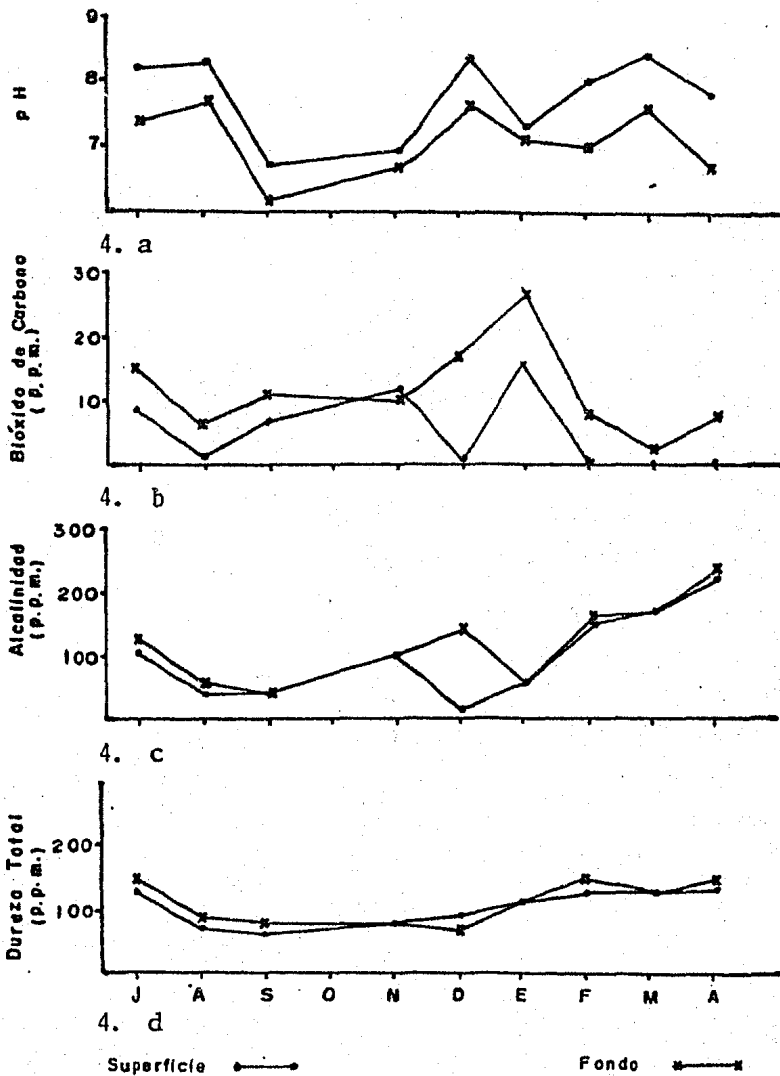


Fig. 4. Gráficas de las variaciones temporales de: pH (4.a), CO_2 (4.b), Alcalinidad (4.c) y Dureza Total (4.d), en el Embalse Permanente de Michapa.

TABLA 2.

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS PARA LAS FASES DE DILUCION Y CONCENTRACION
DE LOS PARAMETROS FISICO - QUIMICOS

PARAMETROS FISICO - QUIMICOS	FASE DE DILUCION		FASE DE CONCENTRACION		
		V. MINIMO	V. MAXIMO	V. MINIMO	V. MAXIMO
TEMPERATURA (°C)	SUP.	29 Ago.	27 Sept.	29 Abr.	20.2 Ene.
	FON.	26 Ago.	25.5 Sept.	24.3 Abr.	19.3 Feb.
TRANSPARENCIA (m.)		0.115 Ago.	0.05 Sept.	0.26 Nov.	0.11 Abr.
OXIGENO DISUELTO (ppm)	SUP.	14.4 Ago.	13.8 Sept.	12.8 Nov.	5.5 Ene.
	FON.	1.6 Ago.	0.6 Sept.	9.8 Nov.	1.9 Abr.
CONDUCTIVIDAD (γ/siemens)	SUP.			271.3 Abr.	117.6 Nov.
	FON.			290.6 Abr.	119.0 Nov.
PH	SUP.	8.3 Ago.	6.6 Sept.	8.5 Mar.	6.9 Nov.
	FON.	7.8 Ago.	6.2 Sept.	7.6 Mar.	6.8 Nov.
BIOXIDO CARBONO (ppm)	SUP.	7.7 Jul.	0.0 Ago.	16.2 Ene.	0.0 Mar.
	FON.	15.2 Jul.	5.5 Ago.	27.2 Ene.	1.0 Mar.
ALCALINIDAD TOTAL (ppm)	SUP.	117.5 Jul.	34.0 Sept.	230.4 Abr.	13.6 Dic.
	FON.	126.5 Jul.	38.0 Sept.	245.1 Abr.	48.1 Ene.
DUREZA TOTAL (ppm)	SUP.	119.0 Jul.	74.0 Sept.	143.0 Abr.	80.2 Nov.
	FON.	130.0 Jul.	59.0 Sept.	158.4 Abr.	86.4 Nov.

ficie, exceptuando en el mes de noviembre, donde se presenta este parámetro en forma homogénea para ambos niveles. Cabe hacer mención de que éstos valores presentan en general un comportamiento inverso a los valores de oxígeno con mayores fluctuaciones (Fig. 3.b).

Por lo que se refiere a la dureza total se observa que los valores registrados oscilan entre 40 y 230 ppm, tanto en superficie como en fondo, lo que mantiene una relación inversa con las fluctuaciones del volumen. Por tanto las aguas de éste bordo se consideran de blandas a moderadamente duras. (Fig. 4.c) (Boyd, op. cit.). En el caso de la alcalinidad total el comportamiento es similar al anterior. Fig. 4.d.

Los valores máximos y mínimos de los parámetros físico-químicos correspondientes a cada una de las fases, se encuentran en la Tabla 2.

PLANCTON

Asimismo el fitoplancton presenta en general un incremento a medida que el volumen del embalse disminuye, observándose sin embargo un decremento hacia el último mes. La densidad absoluta de estos organismos alcanza su valor mínimo en noviembre y el máximo en marzo (Fig. 5.a) Este grupo se encontró constituido a través del estudio por las siguientes divisiones (de mayor a menor densidad) Clorofíceas, Cianofíceas y Bacilariofíceas (Tabla 3).

El zooplancton presenta un comportamiento similar del mes de diciembre a abril, no siendo este el caso del período comprendido entre noviembre y diciembre, en el cual sufre una disminución en su densidad absoluta, encontrando

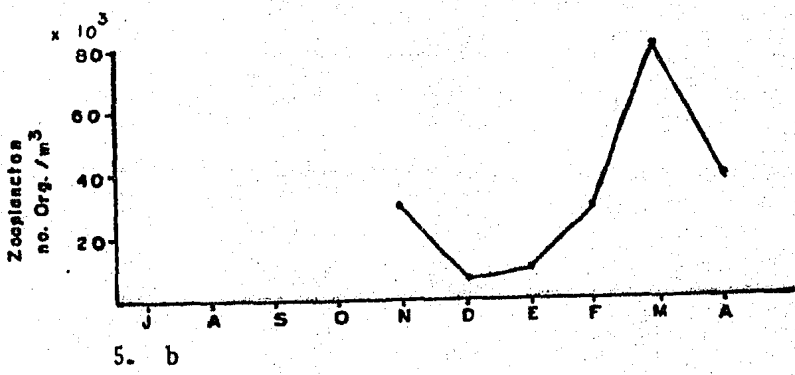
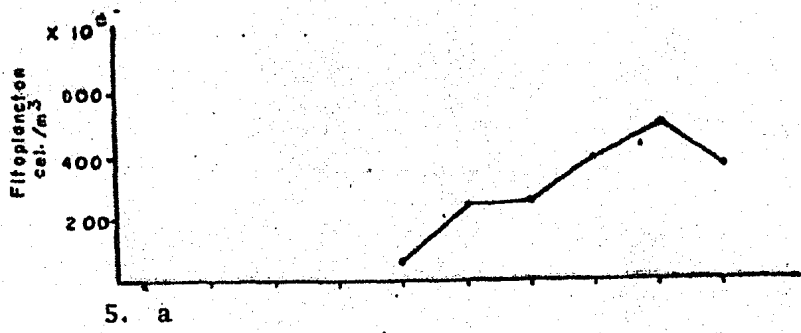


Fig. 5. Variaciones mensuales en la densidad de fitoplancton (5. a) y zooplancton (5. b), durante el período de noviembre de 83 a abril de 84, en el Bordo de Michapa.

TABLA 3.

DENSIDADES ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE PLANCTON, DE NOVIEMBRE DE 1983
A ABRIL DE 1984.

TIEMPO		FITOPLANCTON			ZOOPLANCTON		
		CELULAS/ m ³ .	ORG. / m ³ .				
		CLOROFICEAS	CIANOFICEAS	BACILARIOFICEAS	CLADOCEROS	COPEPODOS	ROTIFEROS
NOVIEMBRE	D. ABS.	48 x 10 ⁶	11 x 10 ⁶	8 x 10 ⁶	9065.0420	17311.0610	4011.6007
	D. REL.	0.7227	0.1656	0.1205	0.2982	0.5696	0.3120
DICIEMBRE	D. ABS.	227 x 10 ⁶	10 x 10 ⁶	11 x 10 ⁶	4440.5932	2608.1667	891.2428
	D. REL.	0.9184	0.0405	0.0445	0.5596	0.3287	0.1123
ENERO	D. ABS.	245 x 10 ⁶	6 x 10 ⁶	5 x 10 ⁶	5163.9200	4350.9900	331.6200
	D. REL.	0.9570	0.0234	0.0195	0.5244	0.4419	0.0337
FEBRERO	D. ABS.	349 x 10 ⁶	20 x 10 ⁶	24 x 10 ⁶	18903.0910	9143.1350	1850.3600
	D. REL.	0.8883	0.0509	0.0611	0.6347	0.3070	0.0621
MARZO	D. ABS.	447 x 10 ⁶	31 x 10 ⁶	16 x 10 ⁶	34491.2800	8000.2500	38811.0910
	D. REL.	0.9052	0.0628	0.0324	0.4242	0.0984	0.4774
ABRIL	D. ABS.	295 x 10 ⁶	42 x 10 ⁶	36 x 10 ⁶	33523.0080	2705.1300	1657.1111
	D. REL.	0.7902	0.1125	0.0964	0.8741	0.0705	0.0432

la menor densidad en el mes de diciembre (Fig. 5.b). El zooplancton estuvo formado a lo largo del tiempo por tres grupos principalmente, dos subclases de los crustáceos, - los cladóceros y los copépodos, así como una clase de pseu docelomados, los rotíferos. (Tabla 3.).

CRECIMIENTO

Se realizaron muestreos de peces de Oreochromis urolepis hornorum durante siete meses, de donde se tomaron los datos para realizar un análisis de varianza y correlación-entre machos y hembras, encontrándose diferencia significativa entre ambos a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ según los datos biométricos de longitud, peso y altura.- Así como una alta significancia a un $\alpha = 0.01$ para la longitud (Tabla 12.a)

Esta diferencia se comprobó a través de los valores del factor de condición de fulton " F ", ya que este resulta del cociente del peso entre la longitud elevada ésta última a una constante " b ", la cual se determinó mensualmente para cada uno de los sexos.

Para efectuar este análisis se obtuvieron submuestras aleatorias de valores de " F " de 10 organismos por mes, encontrando diferencia significativa entre la condición de hembras y machos a un $\alpha = 0.05$ (Tabla 12.b).

RELACION PESO - LONGITUD

Se obtuvo mensualmente esta relación para cada uno de los sexos, así como para toda la población, encontrando en los tres casos un crecimiento de tipo alométrico.

La subpoblación de machos presentó en el período comprendido de diciembre a marzo una pendiente con valores cercanos a 3, sobre todo en los dos meses citados, mientras que el mayor alejamiento a este valor se dió en los meses de noviembre y abril. Tabla 4, Fig. 6.a.

Sin embargo en la submuestra de hembras los tres primeros meses se presentaron grandes fluctuaciones en el valor de la pendiente, ya que se encontraron en noviembre y enero los puntos más alejados del valor de 3. Y en diciembre - el punto más cercano, mientras que en los tres últimos meses la pendiente tiene fluctuaciones mínimas, mismas que muestran ligera tendencia a mantenerse cercanas a 3. Figura 6.b, y Tabla 4.

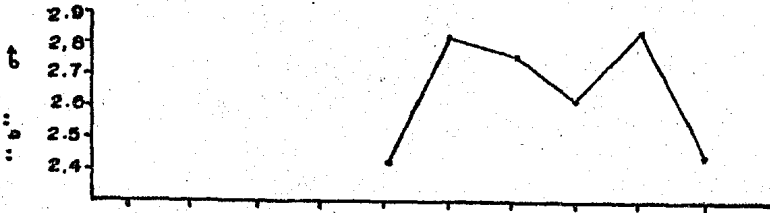
Si se analizan las subpoblaciones de hembras y machos en forma conjunta se observa un comportamiento muy similar al presentado por los machos como se puede comprobar a través de la gráfica 6.c.

CLASES DE EDAD

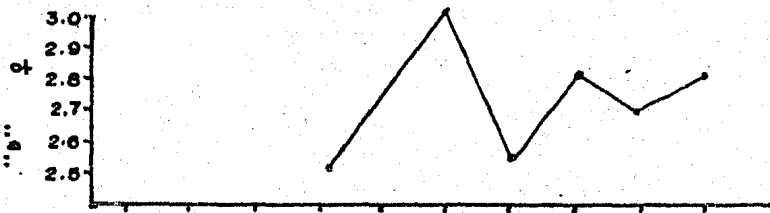
Se determinaron las clases de edad por dos métodos: 1) - Método de Petersen y 2) Método de Bhattacharya. Para una población total y separada según el sexo. Encontrando para cada caso las siguientes:

Para hembras las correspondientes a las siguientes tallas (cm): 3 - 7 - 9 - 11 - 12

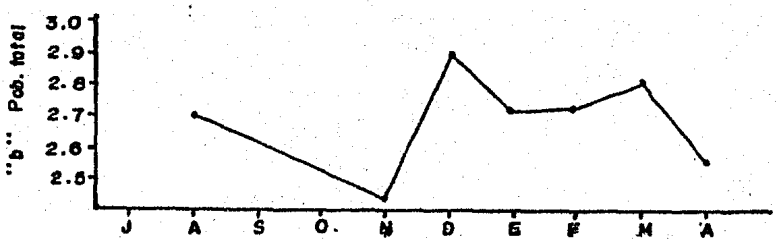
Para machos: 3 - 7 - 8 - 10 - 12,



6. a



6. b



6. c

Fig. 6. Fluctuaciones de la pendiente de la relación - Peso - Longitud a través del tiempo, para las subpoblaciones de machos (6. a), hembras - (6. b) y para la población total (6. c).

TABLA 4.

VALORES DE LAS CONSTANTES DE LA RELACION PESO - LONGITUD $W = aL^b$

a = ordenada al origen

b = pendiente

	Agosto	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
HEMBRAS							
a ($\times 10^{-3}$)		3.2776	0.4977	2.2441	1.0862	1.2358	0.9021
b		2.4779	2.9622	2.5703	2.7536	2.7218	2.7874
No. Org.		52	70	34	66	62	60
MACHOS							
a ($\times 10^{-3}$)		3.2536	0.8204	1.0280	1.5724	0.7145	4.3422
b		2.4789	2.8186	2.7552	2.6684	2.8472	2.4385
No. Org.		47	98	91	87	100	107
POB. TOTAL							
a ($\times 10^{-3}$)	1.2604	3.4038	0.4329	1.3501	1.3258	0.8841	2.7675
b	2.6893	2.4674	2.9965	2.6903	2.7079	2.7965	2.5386
No. Org.	165	100	165	125	155	158	168

Posteriormente se procedió a aplicar la ecuación de Von Bertalanffy, así como la modificación a la misma hecha -- por Ford - Walford. Se encontró que los machos son capaces de alcanzar una mayor longitud y peso máximos en 23 - semanas ($L_{\infty} = 14.31$ cm y $W_{\infty} = 91.08$ grs.) y las hembras en 20 semanas ($L_{\infty} = 13.8$ cm y $W_{\infty} = 84.46$ grs). (Fig. 7.a y 7.b) debido a que la tasa de crecimiento de éstas últimas fué menor ($K = 0.4471$) que la de los machos ($K = 0.3705$).

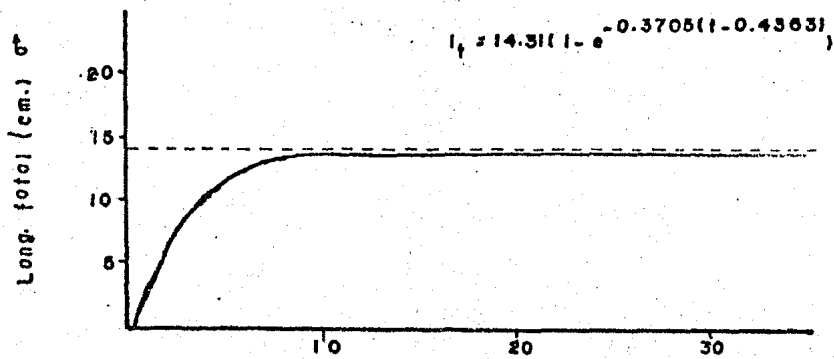
Mientras que el valor determinado para el tiempo inicial (t_0) de crecimiento cuando $L = 0$ fué mayor para las hembras ($t_0 = 0.4766$) que para los machos ($t_0 = 0.4363$).

HABITOS ALIMENTICIOS

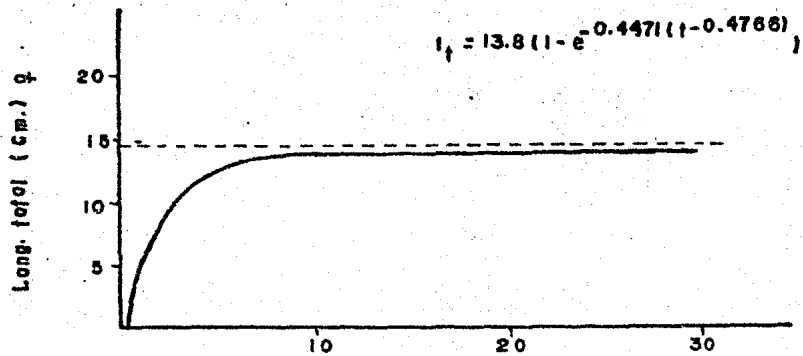
Con respecto a este punto se efectuó una prueba de U (de Man - Withney) (Siegel, 1976), para saber si existía diferencia entre la cantidad de sedimento y materia orgánica ingerida por los machos y la ingerida por las hembras. Resultando que tal diferencia no era significativa. Tabla 13.a

De manera general se descubrió que el contenido de los tractos estuvo constituido principalmente por sedimento y materia orgánica a lo largo de todo el tiempo, con fluctuaciones mínimas, observando la mayor variación en el mes de noviembre en donde la cantidad de sedimento disminuyó y la de materia orgánica decreció aumentando la cantidad de plancton en los tractos. Fig. 8.b.

Dentro del fitoplancton encontrado en los tractos se tienen las siguientes divisiones en orden de importancia: -



7. a



7. b

Tiempo (semanas)

Fig. 7. Curvas de crecimiento longitudinal de Von Bertalanffy para *Oreochromis urolepis hornorum*. Para machos (7. a) y hembras (7. b).

Clorofíceas, cianofíceas, bacilariofíceas, lo que corresponde a las densidades relativas de las mismas en el embalse. Tabla 5.

Por lo que se refiere al zooplancton no se pudo identificar, debido a que únicamente se encontraron parte de organismos.

PROPORCIÓN DE SEXOS

Se calculó una proporción aproximada de 2 ♂ : 1 ♀, a partir de los muestreos realizados mensualmente, presentándose casi siempre una mayor proporción de machos que de hembras, exceptuando el mes de noviembre, en el que el número de hembras capturadas fue superior al número de machos (Fig. 8.a).

ESTADIOS GONÁDICOS

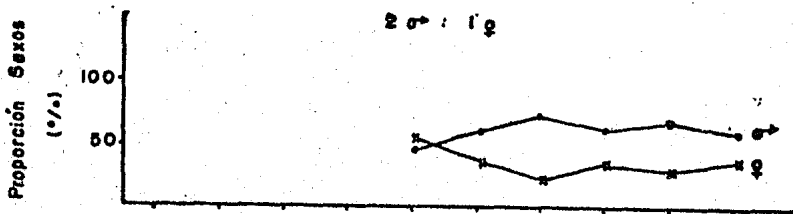
Como se puede observar a través de la Fig. 9 para la subpoblación de hembras (Fig. 9.a) el estadio II (correspondiente a la segunda etapa de maduración de las gónadas) fue el predominante de noviembre a marzo, sin haber estado presente en el muestreo preliminar del mes de agosto, en el cual solo se registraron el estadio I de los organismos recién introducidos y el V (etapa gonádica en la que se presentan huevecillos en maduración) de los individuos presentes en el cuerpo acuático antes de inicial el estudio. Para el mes de noviembre la existencia del estadio I es mínima surgiendo los estadios II, III y IV. En el mes de diciembre el estadio I desaparece, el estadio II aumenta su porcentaje de frecuencia y

TABLA 5.

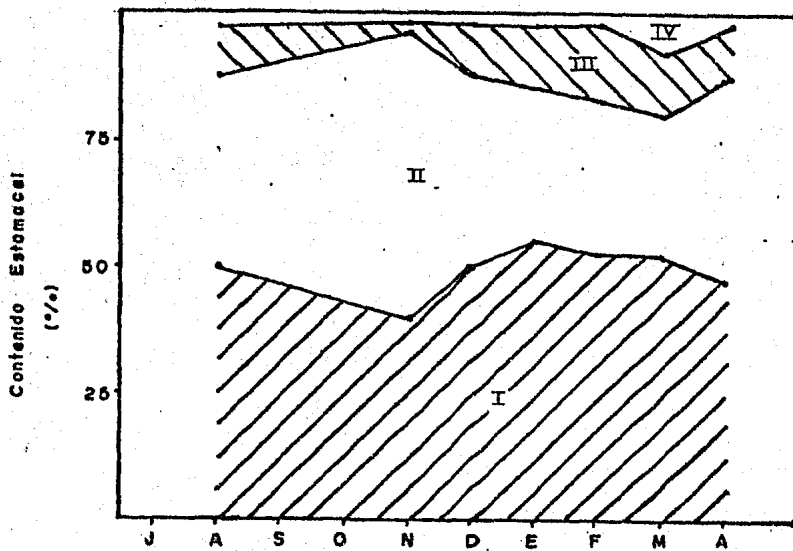
COMPOSICION EN PORCENTAJE DEL CONTENIDO EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS

DE O. urolepis hornorum

TIEMPO \ %	MATERIA ORGANICA	SEDIMENTO	FITOPLANCTON			ZOOPLANCTON
			CLOROFICEAS	CIANOFICEAS	BACILAREOFICEAS	
AGOSTO	33.89	50.0	6.59	4.09	4.25	1.18
NOVIEMBRE	55.5	42.0	1.0	0.6	0.4	0.5
DICIEMBRE	39.0	50.5	10.0	0.1	0.3	0.1
ENERO	35.4	61.5	1.1	1.7	-	0.3
FEBRERO	26.0	58.0	12.0	1.3	1.7	1.3
MARZO	25.0	53.0	7.0	6.0	1.1	3.0
ABRIL	42.0	46.0	5.0	1.0	4.0	1.5



8. a



8. b

I Sedimento
 II Materia Organica
 III Fitoplancton
 IV Zooplancton

Fig. 8. Variación mensual de la proporción de sexos (8.a) y de la composición del contenido de los tractos digestivos de *O. urolepis hornorum*.

el III y IV lo disminuye. Hacia el mes de enero coexistieron únicamente el estadio III y el II, el cual alcanza su máxima frecuencia, para disminuir posteriormente. En febrero aparecen nuevamente los estadios I y IV aunque en baja proporción sin desaparecer el II y III. Para el mes de marzo encontramos los estadios II, III y IV elevando este último su frecuencia y apareciendo el estadio V como resultado del avance en el desarrollo gonádico.

Finalmente para el mes de abril permanecen los mismos estadios que en el mes anterior, aumentando su porcentaje de frecuencia el estadio III y disminuyendo el de los estadios II, IV y V.

Para la subpoblación de machos (Fig. 9.b) se tiene una conducta diferente, con un alto porcentaje de organismos en estadio I y pocos individuos en estadio II para el primer mes, éste último estadio aumenta su porcentaje y se reduce considerablemente el del primero, surgiendo el estadio III, en el mes de noviembre; para el mes de diciembre desaparece totalmente el estadio I, permanecen los estadios II y III y aparece el IV, sin embargo para el mes de enero surgen los estadios I y V en coexistencia con II y III. En el mes de febrero encontramos que prevalecen los estadios del I al IV, así como también se manifiesta por primera vez en este estudio el estadio VII; para marzo persisten los estadios I y II apareciendo el IV con un porcentaje considerable y reapareciendo el V. En el último mes de trabajo los estadios III y IV alcanzan el mismo porcentaje de frecuencia, presentándose además el estadio I aunque en menor porcentaje.

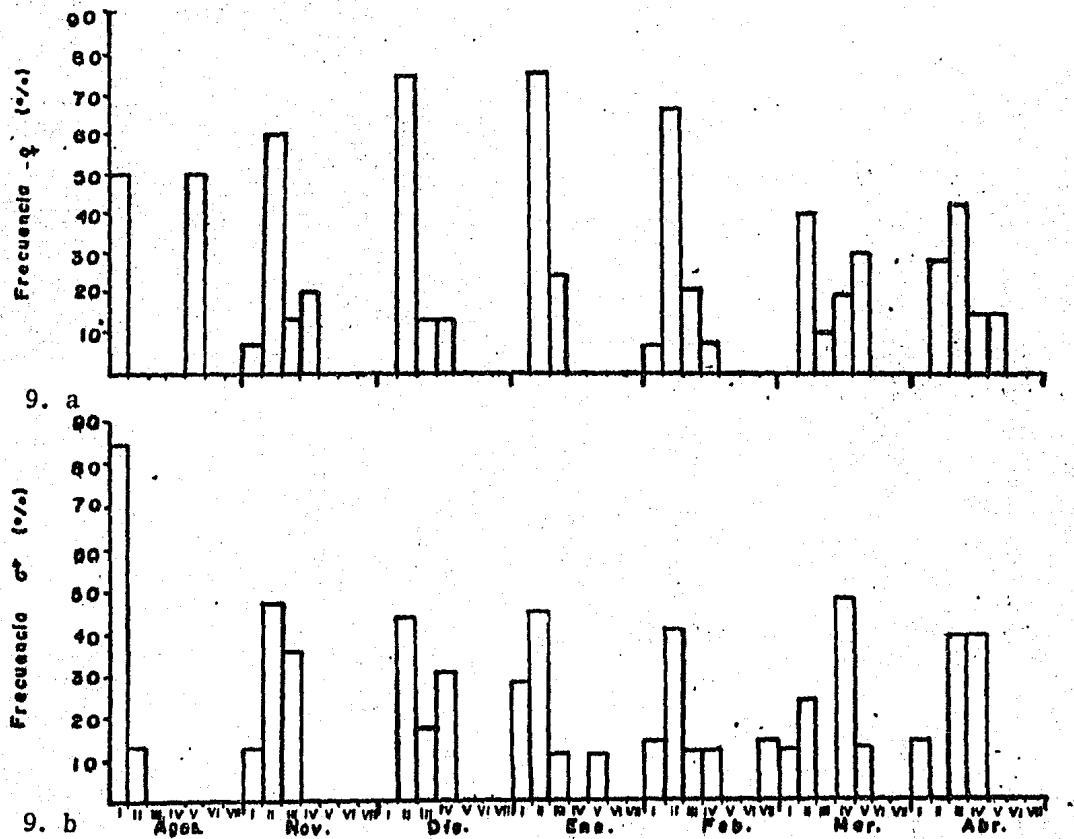


Fig. 9. Distribución temporal del porcentaje de frecuencia de los estadios gonádicos en hembras (9.a) y machos (9.b).

INDICE DE REPLECION

Este índice nos muestra la proporción del tracto digestivo que se encontraba ocupada, o bien la cantidad de alimento ingerida por los especímenes, no se encontró diferencia significativa entre los índices de machos y hembras (según prueba de U de Man - Withney, realizada para tal efecto) Tabla 13.b. Por lo cual podemos mencionar que éste índice se mantuvo a lo largo del tiempo con un valor por debajo del 10%, exceptuando el último mes en el cual la repleción de los tractos digestivos aumento en la población total, arrojándonos un índice de 21%. Fig. 10.b.

ANALISIS ESTADISTICO

Análisis de Factor

Este análisis trata de explicar un conjunto de datos reduciendo el número de variables. Teniendo en cuenta que los datos provengan de un modelo bien definido:

$$X = \lambda y + \xi$$

Donde:

$$E(y) = 0 \quad \text{Var}(y) = 1$$

$$E(\xi) = 0 \quad \text{Var}(\xi) = \psi$$

$$\text{Con}(\xi_i, \xi_j) = 0; \text{ cuando } i \neq j$$

$$\text{Con}(y, \xi) = 0$$

Siendo:

λ el factor de carga

y , la respuesta o factor común

ξ el error aleatorio

X , la variable independiente

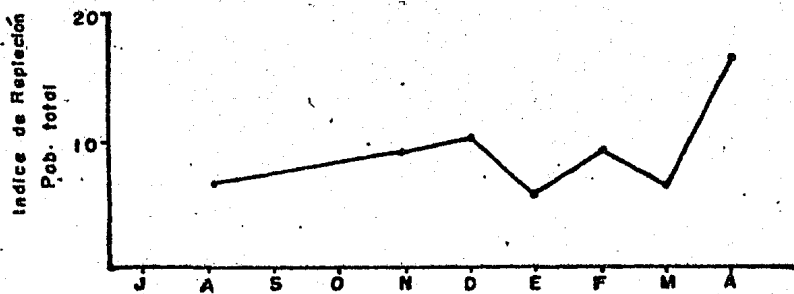
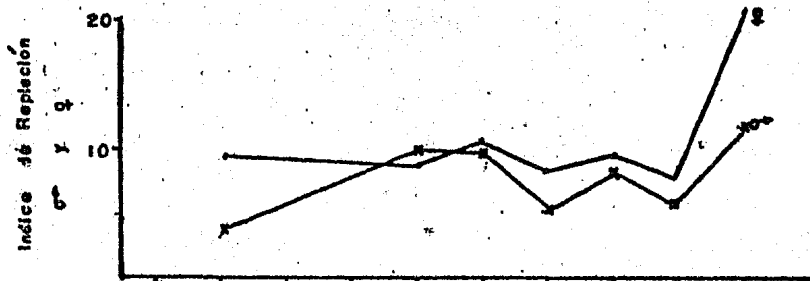


Fig. 10. Fluctuaciones del Índice de Repleción a través del tiempo para las subpoblaciones (10.a) y para la Población Total (10. b).

Cuando estas suposiciones no se cumplen, el análisis de factor no puede ser utilizado, se debe emplear el análisis de componentes principales.

Se obtuvo una matriz de correlación, como primera etapa del análisis, donde se establecieron varios grupos de acuerdo a la magnitud del intervalo de correlación, de tal forma que se observó un valor " r " mayor (0.56808) para fitoplancton y conductividad, así como un valor mínimo (0.00283) para zooplancton y oxígeno. Así se agruparon las variables en tres grupos: Primero, aquellos pares de variables cuya variación total común fue mayor o igual a 25% (grupo de correlación alta); Segundo, las que tuvieron como mínimo una variación mayor o igual al 15% (grupo de correlación intermedia) y Tercero, las que presentaron una variación común mayor o igual a 9% (grupo de correlación baja). Los pares de variables restantes se consideraron prácticamente no correlacionados.

En el primer grupo de correlaciones de la tabla 6, se observa que se encuentran fuertemente relacionados el fitoplancton y la conductividad, además existe una gran afinidad entre la dureza total, el CO_2 , el PH y la alcalinidad formando un grupo natural de variación común. Es importante resaltar que en este grupo no aparecen correlacionadas la dureza total y la alcalinidad, sin embargo, en el grupo de correlación intermedia si aparecen. Tomando en cuenta que la dureza total y la alcalinidad aparecen relacionadas con el pH y el CO_2 total en el primer grupo, se refuerza de forma inmediata la composición de este conjunto.

GRUPO I: CO_2 , pH, Dureza total, Alcalinidad.

Al analizar el conjunto de variables con una correlación intermedia, para poder definir el estatus del fitoplancton y la conductividad, se puede observar que el fitoplancton está asociado con la temperatura, la dureza total, el bióxido de carbono y el potencial hidrógeno.

Sin embargo, al examinar el comportamiento de la conductividad, en este marco de referencia se hace visible que el parámetro prácticamente no está asociado de manera representativa con las variables del primer grupo, ya que solo aparecen en el conjunto de las variables de correlación baja, con la dureza total.

De tal manera que el fitoplancton y la conductividad forman otro grupo asociado al primero con una magnitud aproximada a la varianza común no aplicada por éste y relacionada con el fitoplancton.

La identificación de los grupos a través del análisis de correlación simple se comprueba con un análisis de factor principal, el cual es parte de las técnicas utilizadas en el multivariado, dicho tratamiento reduce la complejidad de variables "K" a un número reducido de factores "P" (factores de carga). El análisis de factor, asocia pocas variables llamadas factores, que explican la relación entre dos variables (bivariado) a través de correlaciones.

Al obtenerse los factores como lo demuestra la tabla 7, observamos que el análisis ordena los factores en forma progresiva del 1 al P, de acuerdo a sus máximos valores característicos (eigenvalores) que dan como resultado el porcentaje de variación por factor, siendo siempre el primer factor el que tiene más alto porcentaje de variación.

TABLA 6.

PRINCIPALES GRUPOS DE VARIABLES ENCONTRADOS A PARTIR DEL ANALISIS DE FACTOR

PRIMER GRUPO	$r^2 \geq 0.25$		
Conductividad	-	Fitoplancton	0.56808
Bióx. Carbono	-	Dureza Total	0.56134
Dureza Total	-	pH	0.55598
Alcalinidad	-	pH	0.54407
Bióx. Carbono	-	Alcalinidad	0.53175
Bióx. Carbono	-	pH	0.50405
SEGUNDO GRUPO	$r^2 \geq 0.16$		
Oxígeno	-	Dureza Total	0.48193
Bióx. Carbono	-	Zooplancton	0.48065
Temperatura	-	Fitoplancton	0.47282
Dureza Total	-	Fitoplancton	0.46591
Bióx. Carbono	-	Fitoplancton	0.45702
Oxígeno	-	pH	0.45568
Transparencia	-	Bióx. Carbono	0.44435
pH	-	Fitoplancton	0.42087
Dureza Total	-	Alcalinidad	0.41352
Transparencia	-	Dureza Total	0.40922
TERCER GRUPO	$r^2 \geq 0.09$		
Dureza Total	-	Conductividad	0.36250
Alcalinidad	-	Fitoplancton	0.35983
Alcalinidad	-	Zooplancton	0.34889
Oxígeno	-	Fitoplancton	0.34667
Transparencia	-	pH	0.34140
Oxígeno	-	Conductividad	0.34140
Temperatura	-	Conductividad	0.33551
Zooplancton	-	Fitoplancton	0.32526

TABLA 7.

VALORES CARACTERISTICOS DE CADA UNO DE LOS FACTORES OBTENIDOS
A TRAVES DEL PROGRAMA DE ANALISIS DE FACTOR.

VARIABLE	FACTOR	EIGENVALOR	PCT DE VAR.	PCT ACUMULADO
TRANSPARENCIA		3.82308	38.2	38.2
TEMPERATURA	2	1.63611	16.4	54.6
OXIGENO	3	1.30447	13.0	67.6
BIOXIDO DE CARBONO	4	1.02104	10.2	77.8
ALCALINIDAD	5	0.67253	6.7	84.6
DUREZA TOTAL	6	0.55367	5.5	90.1
PH	7	0.36233	3.6	93.7
CONDUCTIVIDAD	8	0.34012	3.4	97.1
ZOOPLANCTON	9	0.22729	2.3	99.4
FITOPLANCTON	10	0.05936	0.6	100.0

TABLA 8.

VARIABLES QUE CONSTITUYEN LOS CUATRO
FACTORES PRINCIPALES.

PARAMETRO	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
TRANSPARENCIA	0	0	0	X
TEMPERATURA	0	X	0	0
OXIGENO	X	0	0	X
BIOX. CARBONO	X	0	X	0
ALCALINIDAD	X	0	0	0
DUREZA TOTAL	X	0	X	0
PH	X	0	0	0
CONDUCTIVIDAD	0	X	0	0
ZOOPLANCTON	0	0	X	0
FITOPLANCTON	0	X	0	0

0 Ausente en este factor

X Presente en este factor

Por consiguiente encontramos que los cinco primeros factores son los que representan el 84.8% acumulado de la variabilidad del sistema.

La matriz de factores rotados Tabla 8, tercera y última del análisis, permite maximizar en forma simultánea las variables independientes para cada factor y el número de variables comunes para dos o más factores, en la que la carga de una variable para un factor es alta; mientras que para otro es virtualmente de cero.

FACTORES DE CONDICION

Por medio de los datos biométricos (Longitud, peso y altura) se procedió a obtener dos factores de condición.

FACTOR DE CONDICION DE
FULTON MODIFICADO

$$F = \frac{W}{L^b}$$

FACTOR DE CONDICION
MULTIPLE.

$$KM = \frac{W}{L^b A^c}$$

Donde:

W = Peso

L = longitud

b = pendiente de la
relación Peso-Long.

F = Factor de condición
de Fulton modificado

A = altura

b y c = constantes de la
regresión múltiple para longi-
tud y altura.

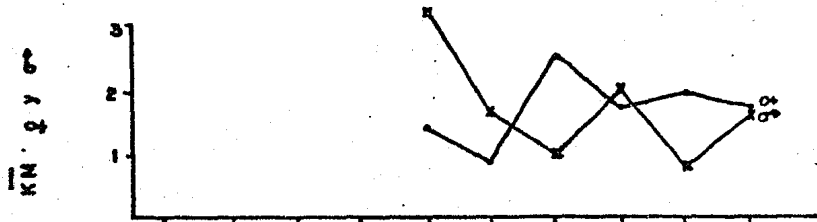
KM = Factor de condición
múltiple.

Ambos factores de condición se obtuvieron para machos y hembras. Tabla 10.

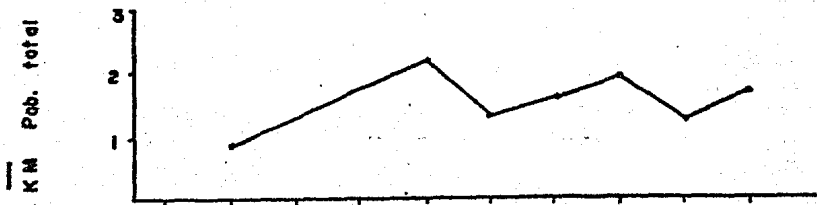
TABLA 10.

VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR DE CON
 DICION DE FULTON " F " Y FACTOR DE CON
 DICION MULTIPLE " KM ", A LO LARGO DEL
 TIEMPO.

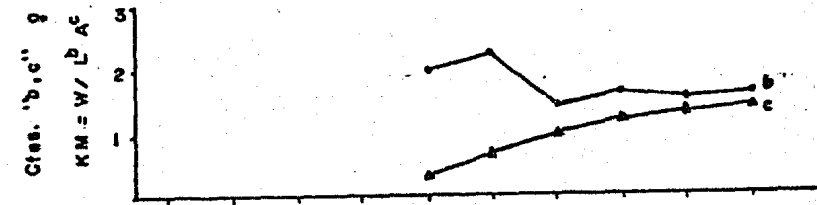
Tiempo	No. de organismos	" F "	" KM "
Población total			
Agosto	165	0.278	0.867
Noviembre	99	3.481	2.168
Diciembre	165	0.444	1.341
Enero	125	1.410	1.579
Febrero	150	1.359	1.925
Marzo	158	0.898	1.197
Abril	167	2.804	1.692
Machos			
Noviembre	47	3.330	3.278
Diciembre	98	0.843	1.713
Enero	91	1.053	1.123
Febrero	85	1.610	2.046
Marzo	98	0.719	0.842
Abril	107	4.391	1.701
Hembras			
Noviembre	52	3.351	1.475
Diciembre	67	0.503	0.817
Enero	34	2.456	2.636
Febrero	65	1.118	1.743
Marzo	60	1.265	1.865
Abril	60	0.914	1.734



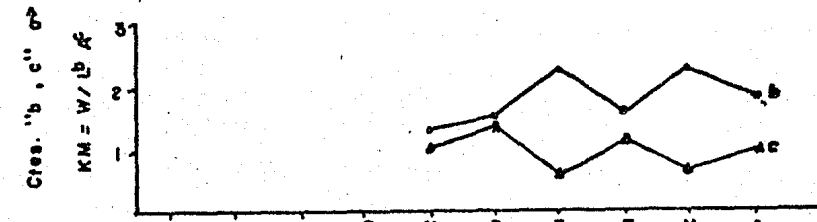
11. a



11. b

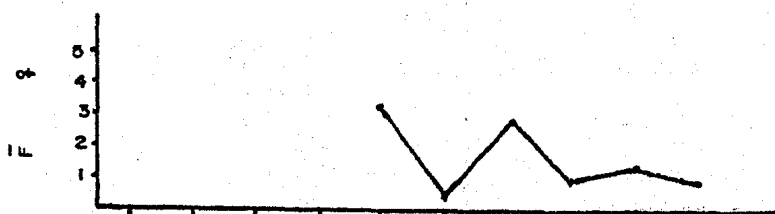


11. c

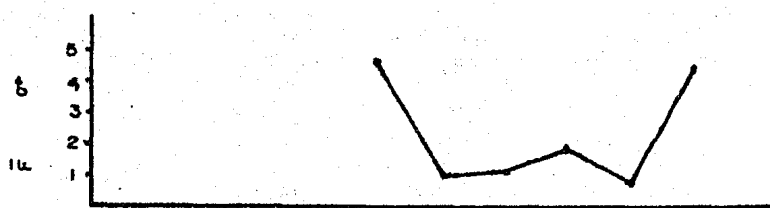


11. d

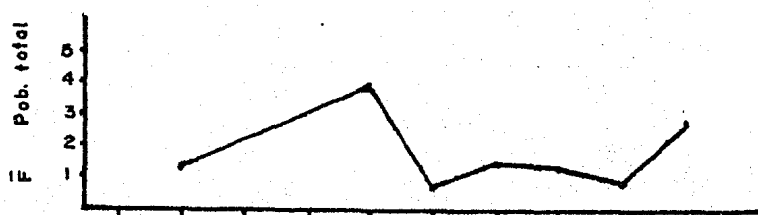
Fig. 11. Variaciones del KM a través del tiempo para las subpoblaciones (12.a) y para la Población total (12.b), así como las fluctuaciones de las constantes de Regresión Múltiple para hembras (12.c) y machos (12.d).



12. a



12. b



12. c

Fig. 12. Variación del Factor de Fulton modificado " F ", a través del tiempo, para hembras (12.a), para machos (12.b), y Población total (12.c).

TABLA 11.

VALORES OBTENIDOS PARA LAS CONSTANTES "b" y "c" DE
 LA REGRESION MULTIPLE $W = a L^b A^c$ Y LA RELACION c/b

	No. de individuos	valores de las constantes		c / b
		b	c	
HEMBRAS				
Noviembre	52	2.0720	0.3299	0.1833
Diciembre	67	2.2897	0.6851	0.2992
Enero	34	1.4333	1.0980	0.7660
Febrero	65	1.6022	1.1691	0.7298
Marzo	60	1.4877	1.2796	0.8601
Abril	60	1.3778	1.5151	1.0797
Total	328	0.8677	1.7155	1.9723
MACHOS				
Noviembre	47	1.0944	1.2971	1.1817
Diciembre	98	1.4807	1.3942	0.4416
Enero	91	2.2026	0.5405	0.2454
Febrero	85	1.5552	1.1125	0.7153
Marzo	98	2.2452	0.6245	0.2782
Abril	107	1.7649	0.9318	0.5279
Total	506	2.0139	0.7503	0.3726

En la población femenina los valores máximos de condición se encontraron en noviembre y enero según F y en enero de acuerdo al KM y los mínimos en diciembre para ambos factores. No sucediendo lo mismo en la población masculina, en la que la condición más elevada se dió en noviembre y la más baja en marzo, conforme a los valores arrojados por los dos factores de condición.

Se llevó a cabo una regresión múltiple relacionando los KM y los pesos de hembras y machos con las variables que explicaban en mayor porcentaje la variabilidad del sistema (según el programa de análisis de factor). Tabla 9.

TABLA 9.

COEFICIENTES DE REGRESION MULTIPLE PARA LAS VARIABLES DEL PRIMER GRUPO QUE TIENEN MAYOR RELACION CON EL KM Y EL PESO.

De la Regresión Múltiple entre el KM y las variables del Primer Grupo se obtuvo:

MACHOS		HEMBRAS	
Variable	Coef. de R. Múltiple	Variable	Coef. de R. Múltiple
PH FON.	0.83283	OXIGENO SUP.	0.92900
OXIGENO FON.	0.99116	OXIGENO FON.	0.95034
OXIGENO SUP.	0.99838	BIOX. CARB. FON.	0.97142
BIOX. CARB. FON.	0.99959	PH SUP.	0.99322

De la Regresión Múltiple entre el Peso y las variables del Primer Grupo se obtuvo:

ALCALINIDAD FON.	0.96159	PH SUP.	0.56976
OXIGENO FON.	0.99000	DUREZA TOTAL SUP.	0.83796
OXIGENO SUP.	0.99427	BIOX. CARB. SUP.	0.99839
PH SUP.	0.99989	BIOX. CARB. FON.	0.99999

TABLA 12.a

ANDEVA PARA DETERMINAR DIFERENCIA ENTRE
LOS TRES METODOS PARA OBTENCION DE AREA
Y VOLUMEN (Planímetro, Corte y Peso, y
Figuras geométricas).

ORIGEN	SUMA DE CUADRADOS		CUADRADOS MEDIOS	" F "
Entre- grupos	8.699×10^7	2	4.349×10^7	Exp. = 0.17426
Intra- grupos	5.241×10^9	21	2.496×10^8	$F_{t.95} =$ 3.47
TOTAL	5.328×10^9	23		

TABLA 12.b

ANDEVA PARA REGISTRAR SI EXISTIA DIFEREN-
CIA ENTRE LOS VALORES DEL FACTOR DE CONDI-
CION DE FULTON PARA HEMBRAS Y MACHOS.

ORIGEN	SUMA DE CUADRADOS		CUADRADOS MEDIOS	" F "
Entre- grupos	9.99594	1	9.99594	Exp. = 5.6113
Intra- grupos	210.20496	118	1.781398	$F_{t.95} =$ 3.9201
TOTAL	220.20091	419		

TABLA 13.a

PRUEBA DE U de Man - Withney, PARA DETERMINAR SI EXISTIA DIFERENCIA ENTRE LOS HABITOS ALIMENTICIOS DE MACHOS Y HEMBRAS

n	=	44	n	=	45
R ₁	=	1699.5	R ₂	=	1613
U	=	923.5	Z	=	0.7892
	=	0.05		=	0.2177

SE ACEPTA Ho., POR LO TANTO NO HAY DIFERENCIA ENTRE LOS HABITOS ALIMENTICIOS DE AMBAS POBLACIONES.

TABLA 13.b

PRUEBA DE U de Man - Withney, PARA DETERMINAR SI EXISTIA DIFERENCIA ENTRE LOS INDICES DE REPLECION DE HEMBRAS Y MACHOS.

n	=	57	n	=	59
R ₁	=	2869.5	R ₂	=	3591.5
U	=	2089.5	Z	=	2.2531
	=	0.05		=	0.0122

SE ACEPTA Ho., POR LO TANTO NO HAY DIFERENCIA ENTRE AMBAS POBLACIONES.

DISCUSION DE RESULTADOS

Según los valores de los parámetros encontramos que: De Acuerdo a Welch, 1952 y Colé 1979, que mencionan que los cuerpos de agua pequeños tanto de temporal como permanentes tienen un patrón de comportamiento grandemente influenciado por las condiciones ambientales del lugar, de esta forma se ha observado que la temperatura ambiental se refleja de manera directa en la temperatura de la masa de agua, así se puede observar que los meses de mayor temperatura ambiental (Fig. 2.b) coinciden con los de mayor temperatura de la masa de agua, al igual que las temperaturas mínimas (Fig. 2.c).

Por otro lado también se observa que los valores máximos tanto de área como de volumen concuerdan con la precipitación pluvial durante los meses de agosto a septiembre, además de que conforme la precipitación disminuye, la tendencia del cuerpo acuático es a decrecer en sus dimensiones. Tabla 1.

El cuerpo acuático según su desarrollo de línea de costa (valor aproximado al reportado por Wetzel de 1.0 para cuerpos circulares) tiene una tendencia a mantener una forma aproximadamente circular, lo cual puede comprobarse al observar los mapas 3 y 4.

El valor promedio de la relación $\bar{Z} : Z_m$ es de 0.49, el cual se encuentra entre 0.33 y 0.55 y muy cercano al de 0.46 reportado para lagos medios, valor que denota una forma de senoide elíptica, situado sobre rocas fácilmente erosionadas (Wetzel, op, cit.).

La profundidad relativa (Z_r), en general presenta valores menores del 2%, que de acuerdo a Wetzel (op. cit.),

menciona que cuando el área superficial es mayor en proporción a la profundidad máxima, las paredes del sistema presentan baja pendiente por lo que tiende a ser inestable.

Con respecto a las fluctuaciones de área y volumen encontrados en el sistema se tienen dos fases:

a). Fase de Dilución. Resultado del incremento de área y volumen que se presentó en el bordo del mes de julio al mes de septiembre, debido a la precipitación pluvial sufrida durante ésta época.

b). Fase de Concentración. Se presentó del mes de septiembre de 1983 a abril de 1984, aunado a la reducción en área y volumen, que sucede gradualmente como resultado, principalmente de:

1). evaporación, 2). utilización como abrevadero y 3). como suministro de agua para riego durante la época de estiaje. Estas dos fases se ven claramente representadas al observar los mapas morfométricos (mapas 3 y 4), así como las curvas hipsográficas y de volumen en porcentaje, infiriéndose de estas últimas que se trata de un embalse eutrófico, ya que se observa que existe una estrecha relación entre agua - sedimento, corroborándose esto con los bajos valores de Zr. (Wetzel op. cit.)

Hay que tener en cuenta que éstas dos fases se caracterizan como su nombre lo indica por la dilución y concentración de sales y sólidos en suspensión. (Cole, 1979; Barclay, 1966; Arredondo, 1982).

Asimismo se identificarón dos períodos de estratificación y uno de circulación (Fig. 2a) El primero de ju--

llo a septiembre con una diferencia de temperatura de su perficie a fondo de aproximadamente 2°C , y el segundo de febrero a abril con una diferencia de 6°C de superficie a fondo como consecuencia de una disminución del coeficiente de conducción del calor en ambos períodos.

Cabe aclarar que estas estratificaciones pueden ser consideradas como estructuras térmicas mínimas (Welch, - 1952) debido a la poca profundidad en comparación con el área superficial y el volumen, aspecto que se corrobora con la profundidad relativa obtenida a lo largo del tiempo (Table 1), valor característico de sistemas poco estables según Wetzel (op. cit.).

Este tipo de estratificación térmica es muy variable, debido a aspectos tales como : Características morfométricas del embalse material en suspensión, cambios de temperatura entre el día y la noche, así como a la acción del viento.

Con respecto al período de circulación (septiembre a febrero) se puede observar que el sistema tiende a presentar un comportamiento homogéneo, tanto para superficie como para fondo, debido a que la mezcla de la masa de agua se ve favorecida por los cambios de temperatura y la forma del embalse, la acción del viento y cuenca.

Este tipo de cuerpos de agua caracterizados por la presencia de una fase de dilución y una de concentración presentan una alta relación entre el volumen y los parámetros físico - químicos del sistema.

La transparencia (Fig. 3a), presenta dos períodos con valores mínimos y un periodo intermedio con valores máxi

mos, el primero se debe principalmente al aporte de material, resultado del lavado de la cuenca. Conforme la precipitación y por lo tanto el acarreo de materiales del lugar disminuye, se observa una clara tendencia al incremento en la transparencia, aunado ésto a una baja densidad de fitoplancton. El segundo período, coincide con el incremento en la concentración de sales, así como de material orgánico en suspensión, considerándose además el aumento en las densidades del plancton. Por lo que se refiere al tercer período, se presenta en el inicio de la época de estiaje, además de que se ve favorecido por la sedimentación del material orgánico y partículas en suspensión efecto que se dá por el proceso de circulación del sistema.

La curva de distribución temporal de oxígeno (Fig. 3.b), muestra claramente que los valores máximos de este parámetro tanto en superficie como en fondo (excepto en el mes de septiembre) se presentan en la época de dilución del sistema, debido principalmente a la precipitación y a los escurrimientos de la cuenca que causan una turbulencia superficial, lo que facilita de éste modo la solubilidad y difusión de gas en el agua.

Además es importante resaltar que la densidad de la biota, principalmente los peces, así como la cantidad de materia orgánica en proceso de oxidación resta una alta proporción de oxígeno.

En esta etapa, que corresponde al primer período de estratificación, se establece un gradiente bien definido entre los valores de superficie y de fondo con una diferencia de 11 ppm. Wetzel (op. cit.) menciona que durante el mismo intervalo de tiempo el contenido de oxígeno de los estratos inferiores de un cuerpo acuático somero, se reduci

rá más rápidamente que el del hipolimnio de un cuerpo de agua profundo. Esto concuerda con la rápida disminución de oxígeno en el fondo entre los meses de agosto a septiembre.

En este caso se prevé que la pérdida de oxígeno se produce como resultado del gasto realizado durante la oxidación de la materia orgánica en el agua y sobre todo en la interfase agua - sedimento. La tasa de descomposición y por lo tanto la utilización de oxígeno esta estrechamente relacionada con la capacidad de carga del embalse y la temperatura, de tal forma que la formación del gradiente en esta etapa indica una curva clinógrada característica de un sistema eutrófico.

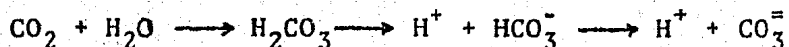
En el caso de la conductividad específica (Fig. 3.c) se puede observar que presenta un comportamiento inverso al que tienen las fluctuaciones de área y volumen, además de ser importante el que no exista un gradiente bien definido entre la superficie y el fondo, tanto en los meses de circulación como en los de estratificación, excepto en el mes de marzo, posiblemente debido a procesos de tipo biológico, ya que los picos de fitoplancton corresponden a éste mes, aspecto en que se profundizará más adelante.

Se ha reportado que los valores de conductividad específica, y en la mayoría de los casos también de dureza, parecen tener una base puramente volumétrica, de tal manera que un incremento o decremento en los valores de precipitación y evaporación reflejarán un rápido incremento en la concentración de sólidos, con un aumento concomitante en la capacidad amortiguadora del agua remanente (Daborn & Clifford, 1974).

Como se muestra en la gráfica 4.a, la curva del comportamiento del pH del sistema tiene una clara tendencia a relacionarse de forma inversa al volumen del cuerpo acuático y a la precipitación, de tal manera que los valores máximos de pH coinciden con los mínimos de volumen. Por otro lado se observa que la diferencia entre los valores extremos en superficie es de 1.9 unidades y mientras que en el fondo la diferencia es de 1.6 unidades. Esto es claro si se toma en cuenta que las aguas someras, exhiben fluctuaciones amplias en la concentración de los iones hidrógeno en respuesta a los cambios en las condiciones locales (Welch, op. cit.). Además se puede observar en la misma gráfica, que la magnitud de la diferencia entre los valores de superficie y de fondo coinciden con los períodos de estratificación térmica y de circulación. De tal manera que las diferencias entre los meses de septiembre a enero (circulación) la variación que presentan es menor, con una diferencia media de 0.37 unidades, mientras que para el primer período de estratificación 0.66 y para el segundo es de 1.0 unidades.

Es importante hacer notar que a pesar de las fluctuaciones mensuales en el pH, la diferencia entre los valores del inicio y del final del estudio en superficie y fondo es de 0.4 y 0.7 respectivamente, lo que concuerda con la alta capacidad amortiguadora de aguas bicarbonatadas (Wetzel, op. cit.).

El Bióxido de Carbono (Fig. 4.b) decrece hasta valores de cero ppm, debido a que el pH se incrementa a 8.4, por lo que la reacción de carbonatación se recorrió a la derecha.



Lo cual sucedió debido al incremento de fitoplancton de noviembre de 60×10^6 cel/ m^3 a 240×10^6 cel/ m^3 , en el mes de diciembre, permitiendo ésto un uso de CO_2 en el transcurso del tiempo llegando a ser de cero ppm, y dadas las circunstancias el fitoplancton se ve en la necesidad de utilizar los $2 HCO_3^-$ del medio para realizar la actividad fotosintética ($2 HCO_3^- \rightarrow CO_3^{=}$ + CO_2 + Ca^{++}) disminuyendo entonces la alcalinidad en superficie e incrementándose en el fondo, a la vez que aumenta la dureza total en ambos niveles, es decir, que la actividad fotosintética realiza un proceso de desalcificación o precipitación de $CaCO_3 + H_2O$ formando en el fondo $HCO_3^- + OH^-$ ya que el pH del mismo es de 7.6, cercano al punto de equilibrio (pH = 8.4) entre la concentración de CO_2 y la concentración de carbonatos. (Boyd, 1979).

De diciembre a enero se observa que el CO_2 se incrementa en superficie y en fondo (16.19 a 27.2 respectivamente), debido por un lado al proceso de mezcla que permite una mejor disolución de los carbonatos y bicarbonatos que reaccionan con el agua, dando como resultado un decremento en el pH hacia el mes de enero (7.34 y 7.22 superficie y fondo respectivamente) ya que el aumento de CO_2 en superficie dado por la mezcla y por la baja temperatura permite que la concentración de iones hidrógeno contrarresten la acción ejercida por los hidróxilos. Es necesario especificar que la acumulación de materia orgánica en el fondo es siempre una fuente de aportación de CO_2 al sistema, el cual sirve también como amortiguador del pH.

Por otro lado el incremento de CO_2 en superficie y fondo se vio favorecido por: 1) el descenso de la temperatura que permitió una mejor solubilidad de éste gas. 2) la descomposición de la materia orgánica y respiración. - -

3) Esto se facilitó por incremento en el proceso de mezcla como se observa en la isolínea de temperatura (Fig. 2.a) notándose claramente que dichas líneas son más verticales además de que los valores de oxígeno, conductividad, pH, - alcalinidad, dureza total y el mismo bióxido de carbono en superficie y en fondo son similares en ambos niveles (Fig. 3.b, 3.c, 4.a, 4.d., 4.c, y 4.d.) por lo que para este tiempo y espacio el sistema es uniforme u homogéneo en tales parámetros.

También se observa en la Fig. 5.a, del fitoplancton que de diciembre a enero se mantiene constante, debido posiblemente a una baja en la disponibilidad de nutrientes y en la temperatura, que no permiten un incremento en la densidad de la comunidad fitoplanctónica.

Sin embargo el comportamiento físico, químico y del plancton a partir del mes de enero a marzo se presentó de la siguiente manera: el bióxido de carbono decrece totalmente en superficie por el efecto de la fotosíntesis, no sucediendo esto en el fondo donde se llevan a cabo los procesos de oxidación de la materia orgánica y respiración - que permiten la presencia de CO_2 , dando como resultado - que la alcalinidad y dureza total se incrementen formando bicarbonatos, además de que el fitoplancton pudiese estar aportando carbonatos que terminan disociándose en $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ que dan junto con lo antes citado un incremento en los valores de pH en superficie y fondo, siendo el máximo valor de pH en sus dos niveles el alcanzado en el mes de marzo, cuando el fitoplancton y zooplancton adquieren sus máximas densidades ($500 \times 10^6 \text{ cel/m}^3$ y $80 \times 10^3 \text{ org./m}^3$ - respectivamente.).

CRECIMIENTO

RELACION PESO - LONGITUD

La relación Peso - Longitud para hembras y machos fue obtenida en forma mensual, permitiendo conocer el tipo de crecimiento que presentaron los organismos.

Según la Fig. 6, el crecimiento para ambos sexos fue de tipo alométrico, indicando un incremento no proporcional entre el peso y la longitud, en base a lo descrito por: Weatherley, 1971; Gulland, 1966; Ricker, 1975; Lagler, 1978; Everhart, 1981, que mencionan que para un valor de $b = 3$ (pendiente) el crecimiento es isométrico y cuando $b \neq 3$ es alométrico

Las fluctuaciones de " b " en el tiempo indican que el organismo presenta variaciones en su crecimiento en peso, longitud y altura debido a que durante su desarrollo el pez pasa por varios estados de crecimiento.

Por otro lado existe una relación inversa entre b y el factor de condición de Fulton, es decir, cuando el organismo tiende a un crecimiento alométrico, el factor de robustez se incrementa debiéndose esto principalmente a que la pendiente se eleva y por lo tanto el cociente disminuye.

Analizando la pendiente de la relación Peso - Longitud con el oxígeno, se observa una relación directa, presentándose una mayor tendencia a la isometría cuando el oxígeno es más abundante en el medio. Por otro lado no se encontró una relación definida entre el valor de la pendiente y los demás parámetros físicos y químicos.

ECUACION DE VON BERTALANFFY

El coeficiente de crecimiento " K " de la ecuación de Von Bertalanffy se incrementa a través del tiempo, coincidiendo con el aumento en la concentración de los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio en forma continua en el sistema. Este coeficiente presenta una relación inversamente proporcional con la transparencia, correspondiendo a una mayor transparencia, una mayor densidad de plancton así como la presencia de mayor cantidad de fitoplancton - en el tracto digestivo de los organismos en esta fase. -- Fig. 8,b, lo que se refleja en un aumento en el crecimiento de los peces. (Fig. 5.a, 5.b).

Uno de los principales aspectos que contribuyen a que el coeficiente de crecimiento " K " no sufra grandes variaciones es la reproducción continua a lo largo del tiempo, causada por la precocidad sexual del organismo y las diferentes edades que conforman la población, aunque cabe mencionar que la mayoría de la población se constituye por organismos pequeños que continuamente se reclutan a la misma.

Sin embargo, las variaciones de " K " y " b " también son el reflejo del equilibrio en magnitud que se da entre los valores de las constantes " b " y " c " de la relación - Peso, Longitud y Altura y por consiguiente de las variaciones físico - químicas dadas por las fluctuaciones de volumen del embalse.

Comparando los valores obtenidos en el presente estudio - para Longitud y peso máximos de Tilapia con los presentados en otros trabajos, se puede citar que en el estudio - realizado por Rosas, 1976, en el Estado de Michoacán se - registraron pesos máximos de 110 gr. en 10 meses, en el -

bordo de temporal de Opopeo, y peso máximo de 1500 gr, y 38 cm, en ocho meses en la Laguna de Tacámbaro (sistema permanente), en este último de clima semi-cálido, se presentan dos reproducciones anuales, asimismo se reporta que para climas cálidos se presentan cuatro reproducciones al año.

Sin embargo, Morales, 1978, estimó un peso máximo de 2.578 Kg. y un longitud infinita de 49 cm., con un $k = 0.361$ y un $t_0 = 0,235$ en la presa Miguel Alemán, indicando esto que el factor temperatura juega un papel importante en el crecimiento de la Tilapia.

Por consiguiente se infiere que el crecimiento de los organismos del bordo de Michapa, es bajo como consecuencia de la reproducción y de las condiciones del sistema. Cabe hacer la aclaración que un 90% de la población, esta representado por tallas menores a 10 cm., lo que implica un bajo rendimiento.

INDICE DE REPLECION

De manera general se puede decir que el índice de reproducción de todos los organismos se mantuvo de noviembre a marzo por debajo del 10%, lo cual se atribuye a la poca disponibilidad del alimento en el medio considerando además que existieron a lo largo de todo el tiempo aunque en baja frecuencia estadios gonádicos maduros, siendo esto importante ya que al ocupar las gónadas un mayor volumen, hay menor espacio para el alimento. Sin embargo, en el mes de abril la densidad de plancton disminuyó como consecuencia de éste en los tractos digestivos, incrementando asimismo los Indices de Repleción.

HABITOS ALIMENTICIOS

Es importante mencionar que la disponibilidad de alimento en el medio es baja, encontrando que el alimento ingerido a lo largo del tiempo estuvo constituido, según el análisis microscópico de la siguiente manera: Sedimento (40 y 50 %), Materia orgánica no identificable "M.O.N.I." -- (25 y 20 %), Fitoplancton (2 y 15 %), zooplancton - - (1 y 7 %).

En base a lo anterior se puede decir que el alimento consumido fué de baja calidad, debido a la ingestión accidental de sedimento, al tratar de satisfacer sus necesidades nutricionales. Dentro de las divisiones de fitoplancton que se encontraron en los tractos, tenemos en orden de importancia: Cloroficeas, Cianoficeas y Bacilarioficeas.

Los resultados al ser comparados con las densidades existentes de cada una de estas divisiones, comprobaron la relación presente entre la disponibilidad y el consumo de este alimento. Tablas 3 y 5,

En cuanto al zooplancton se encontró a lo largo del tiempo un bajo porcentaje, sin importar su disponibilidad en el ecosistema, lo cual muestra que no es un alimento preferencial de la especie. Tabla 5.

ESTADIOS GONADICOS

Antes de discutir este punto es necesario especificar que a la fecha de introducción (mes de julio), ya existían organismos de esta especie en el embalse.

Así observamos en la Figura 9, el porcentaje de frecuencia de los estadios gonádicos a través del tiempo, encontrando que en la mayoría de los muestreos se presentaron estadios avanzados, tanto para machos como para hembras, indicando éstos de dos a tres reproducciones parciales, lo cual puede deberse entre otras cosas a la disminución de la temperatura en los meses de noviembre a febrero, evitando con esto el desarrollo adecuado de las gónadas en los organismos más pequeños, ya que de marzo a abril se incrementa la temperatura y la reproducción tiende a ser masiva.

Por lo tanto se puede interpretar que la reproducción de la población no sigue un patrón definido, debido a las características genotípicas, estacionales y de la estructura de la población (edades) como lo menciona Oduleye, 1981.

FACTORES DE CONDICION

Según lo observado en las figuras 11.b y 12.c se puede decir que el comportamiento es similar para los dos factores resultando el " F " con una mayor sensibilidad a los cambios ambientales, lo que provoca que los valores máximos y mínimos de ambos factores no se alcancen en el mismo mes para algunos casos.

En general la robustez de los organismos se encuentra ligada principalmente al oxígeno, el cual al no tener un nivel adecuado (mayor a 5 ppm, según Royd, 1979), no permite que los organismos mantengan una buena condición. No se ha observado una clara relación de la condición de los organismos con los demás parámetros físico - químicos, sin embargo cabe mencionar que la alcalinidad y dureza total del em balse (entre 150 y 300 ppm) corresponden a aguas moderadamente duras, por lo que estas no son factores limitantes -

en la producción piscícola, (Boyd, op, cit,)

Debido al comportamiento similar de " F " y " KM " el análisis sobre la robustez se hizo en base al último, ya que es el que toma en cuenta el mayor número de variables - - (Peso, longitud y altura) para dar una noción de la robustez de los peces.

Considerado lo mencionado anteriormente tenemos que con respecto al factor de condición múltiple las constantes - " b " y " c " de la relación Peso - Longitud - Altura - - (W, L y A respectivamente) obtenidas mensualmente son un índice de proporcionalidad o desplazamiento del crecimiento, el cual establece un estado de equilibrio entre la - constante de longitud y la de altura, llegando a tener valores similares. Es por esto que el presente estudio propone un cociente entre ambas pendientes que permita indicar la condición alta o baja del pez (En este caso de cíclidos y cyprinidos).

$$c / b = 1$$

Ahora si el cociente de las constantes se igual a la unidad, se dice que el crecimiento es isométrico, como sucede en el factor de condición de Fulton = W / L^b , solo que en este $b = 3$. Por otro lado si no existe la igualdad, - se aplicarán las siguientes expresiones:

Cociente mayor a 1 = crecimiento alométrico con alta robustez

Cociente menor a 1 = crecimiento alométrico con baja robustez.

Es importante hacer notar que un pequeño incremento en los dos primeros decimales denotan un aumento en el KM, aún -

cuando no sean mayores a uno, Otra forma de observar si la condición es alta o baja, es considerar los coeficientes de variación (C.V.) del peso, longitud y altura, -- aplicando las siguientes expresiones:

- 1) $W > A > L$ = Mayor Km
 2) $W > L > A$ = Menor KM

Estas expresiones sencillas tienen la finalidad práctica de resumir el trabajo si se utilizará el análisis del -- error típico de la estima propuesto por Medina, 1979.

En resumen la relación c/b para hembras es menor a la -- unidad en el período comprendido de noviembre a marzo, -- aunque se observa un incremento hacia este último mes, y solo en abril es mayor a uno, es decir con tendencia a la isometría. (Tabla 11).

Al realizar el análisis de los valores de Km de las hembras en la figura 11.a, se ubican dos períodos de decremento en la robustez , el primero, de noviembre a diciembre que se -- distingue por alcanzar el mínimo valor de KM, presentándose un pico notable de diciembre a enero para encontrar posteriormente el segundo período de decremento de enero a -- abril, permaneciendo casi constantes los valores de KM de febrero a abril.

Este comportamiento es debido a las siguientes circunstancias: En el primer período el estudio dominante es el dos (Fig. 9.a) observándose además que el índice de repleción fluctúa alrededor del 10% (Fig. 10.a) y la composición, así como la calidad del alimento en los -- tractos digestivos es baja, encontrando en orden de importancia: par -- tículas de sedimento, materia orgánica no identificable (M.O.N.I.), -- fitoplancton y zooplancton, siendo el sedimento el que ocupa el 50% del contenido en la figura 9.b se puede visualizar esto claramente, --

En el segundo período domina nuevamente el estadio II hasta el mes de marzo, en el que además se registra un aumento en el porcentaje de organismos en estadio V y IV, así como en el mes de abril el III, II, V y IV. Fig. 9, a, El índice de repleción se mantiene alrededor del 10% de noviembre a marzo, incrementándose hasta un 21% de marzo a abril.

Deduciéndose que la robustez de la población de hembras se incrementó de diciembre a enero, debido a un aumento en la ingestión de partículas de sedimento y M.O.N.I. Posteriormente a esto se observa en la figura 8.b. que la cantidad de partículas de sedimento y M.O.N.I. decrecen y las de plancton se incrementan ligeramente en los tractos en el mes de marzo, debido a su disponibilidad en el medio durante estos meses. Sin embargo de marzo a abril la cantidad de partículas de sedimento decrece y la cantidad de M.O.N.I. se incrementa notablemente, llegando ambos tipos de alimento a alcanzar una porción aproximada al 45%, no ocurriendo esto con el plancton el cual decrece en su porcentaje en los tractos digestivos,

Esto indica que el aumento de la relación c/b de marzo a abril fué debido por principio a la presencia de estadios mayores a III y en segundo plano al incremento de M.O.N.I. en los contenidos estomacales, ambos aspectos permiten un aumento en el volumen del pez, aunque cabe volver a señalar que a lo largo del tiempo la condición del organismo fué baja, exceptuando el primero y el último mes de muestreo.

El análisis de la relación c/b para machos indica el comportamiento inverso al de las hembras, es decir en términos generales la relación es mayor a la unidad en noviembre (mayor robustez) y de diciembre a enero la relación decrece, quedando por debajo de la unidad, elevándose en febrero

sin rebasar el valor unitario para comportarse de igual manera de febrero a abril. (Tabla 11.)

Las fluctuaciones antes descritas presentan de diciembre a abril el mismo comportamiento que el índice de repleción y los valores de KM de machos. Solo cabe especificar que este índice se mantiene casi constante de noviembre a diciembre en un valor de 10% y fluctuando en forma variable alrededor de este mismo valor de diciembre a marzo, siendo este último mes en el que alcanza el mayor porcentaje. Figura 10.a. Este incremento se debió a un aumento de M.O.-N.I. y un descenso en la cantidad de partículas de sedimento en este período, como fue para el caso de las hembras.

Para los estadios gonádicos de los machos se observa en la figura 9.b, que en el mes de noviembre el estadio dominante es el II (50% de frecuencia) y le sigue el III (37,5%), lo cual provoca que el organismo incremente su peso, reflejándose esto al alcanzar en este período los máximos valores para la relación c/b y el KM, no sucediendo esto para el índice de repleción que se mantiene en un nivel bajo (10%),

Por lo que se refiere a los estadios de diciembre a febrero se encontró el estadio II como dominante, mientras que en marzo fue el IV, el II y en abril el III y el IV, siendo este último mes donde se incrementa de nuevo la relación c/b, (Tabla 11)

Por consiguiente se infiere que para ambos sexos la presencia de estadios mayores a III, permite un incremento en la robustez, y en el cociente c/b, aunque por otro lado se observa que el índice de repleción al igual que el tipo de alimento que ingieren reflejan una competencia intraespecí

fica, así como una baja disponibilidad de plancton y materia orgánica en el cuerpo acuático, mismos que se incrementan en los tractos digestivos durante los dos últimos meses de la fase de concentración del embalse sin exceder el porcentaje de partículas de sedimento. Indicando esto último que tal vez los organismos ingerían sedimento de la columna de agua y del fondo para lograr cubrir sus necesidades energéticas, ya que el sistema no les proporciona una cantidad adecuada de alimento, debido a la inadecuada fertilización del mismo, así como a las épocas de estratificación que influyen en la disminución de la tasa de renovación de nutrientes.

Por último se cita la baja robustez y la competencia de hembras y machos, que se ven influenciadas por la presencia de dos a tres reproducciones parciales, durante los meses de noviembre a febrero y dos masivas en marzo y abril, las cuales en conjunto repercuten en un bajo rendimiento, así como un lento crecimiento. (Fig. 9.a. y 9.b.)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis de Factor

Debido a que cada factor está definido por la distribución de sus cargas, se han establecido algunos criterios para la discriminación de aquellas variables que deben entrar en el análisis; Willemsen, 1973 ., menciona que la carga de las variables debe ser mayor o igual a 0,33, mientras que Arredondo et. al., 1982.b., selecciona aquellas que presentan valores de al menos 6/10 del mayor de los coeficientes del factor en cuestión.

Debido a los intervalos encontrados para las variables y los factores se ha optado por utilizar un valor de 5/10, Así en el factor I se observa que las variables de mayor carga son: Oxígeno disuelto, Bióxido de carbono, Dureza total, Alcalinidad, Potencial hidrógeno, Conductividad y Fitoplancton.

Mientras que en los factores II, III y IV se agrupan, Transparencia, Temperatura, Oxígeno disuelto, Bióxido de carbono, Conductividad, Zooplancton y Potencial hidrógeno. Esto significa que aún existen muchas variables que corresponden a un mismo factor, o a dos factores, aspecto que dificulta la caracterización de un factor como fenómeno particular.

Por último la comunalidad, representa la proporción de la varianza total de cada variable, determinada por el número de factores correspondientes, es decir, que el 92% de la varianza total de la transparencia esta distribuida en los cuatro primeros factores, que a su vez explican el 77.8% de la variación total del sistema.

De acuerdo a los criterios de la matriz de factores rotados, se encontraron cinco variables para el primer factor; tres para el segundo, tres para el tercero y dos para el cuarto.

El factor I, relaciona el oxígeno disuelto, el bióxido de carbono, la dureza total, la alcalinidad y el potencial hidrógeno. Todas esas variables constituyen un complejo denominado factor edáfico (Ryder, 1973), que pueden medirse a través de la alcalinidad. Como este factor da la mayor proporción de la varianza total, se puede destacar su importancia en la autoregulación del sistema de carbono, y por lo tanto de sales en solución afectadas por las fluctuaciones de volumen del cuerpo de agua.

En el factor II se agrupa el número de células de fitoplancton por metro cúbico, la temperatura y la conductividad. En este caso el incremento de la biomasa del fitoplancton está estrechamente relacionado con la utilización de bicarbonatos o cualquier otra fuente de carbono, con el incremento en la cantidad de materia orgánica disuelta y particulada, así como la remineralización de la misma (Hutchinson, 1975).

Sin embargo, si la conductividad es una medida del grado de mineralización del sistema (Cole, 1980), tanto ésta, como la alcalinidad deberían aparecer en el sistema definido en el factor I.

Por lo tanto, las variables contenidas en los cuatro factores están relacionadas estrechamente con las fluctuaciones de volumen, distribución y cantidad de sales disueltas, así como partículas en suspensión.

Finalmente la regresión múltiple (Mendelhall, 1978) corroboró la influencia de los parámetros obtenidos en el primer grupo del análisis de factor sobre la condición y crecimiento, encontrando que éstos se ven limitados principalmente por la cantidad de oxígeno disuelto y el pH del sistema.

CONCLUSIONES

- Las características morfológicas y climáticas del embalse tuvieron gran influencia en el comportamiento limnológico del mismo,
- El cuerpo acuático tiende a mantener una forma circular (DL).
- La relación $\bar{Z} : Z_m$, indica que el bordo es una depresión sinusoidal elíptica, localizada sobre rocas fácilmente erosionables.
- La profundidad media (\bar{Z}) y la profundidad relativa (Z_r) señalan que se trata de un sistema productivo debido a que existe un gran contacto entre agua y sedimento.
- El bordo presentó a lo largo del estudio, dos fases: 1) fase de dilución de sales, alcalinidad, dureza total, y pH, resultado del incremento de área y volumen durante la precipitación pluvial de Julio a Septiembre de 1983; 2) fase de concentración, aumento en los parámetros antes citados, hecho que resultó del decremento en área y volumen como consecuencia de la evaporación y el uso del agua de éste embalse, en la época de sequía.
- Presencia de dos períodos de estratificación cortos (Julio a septiembre y de Febrero a Abril respectivamente), y uno de circulación largo, éste último como resultado de una escasa topografía circundante, acción del viento, diferencias de densidad del agua y conducción de calor en otoño - invierno,
- El embalse tiene aguas bicarbonatadas que fluctúan de blandas a moderadamente duras, debido al proceso de concentración de sales, lo que es favorable para la productividad primaria y por ende para la piscicultura extensiva en éstos bordos.

- Durante los períodos de estratificación térmica el oxígeno disuelto presentó un perfil clindógrado, característica de un sistema eutrófico,
- La dureza total, la alcalinidad, el dióxido de carbono, el oxígeno y el pH, explican la mayor proporción de la variabilidad en el sistema (análisis de factor) y representan el llamado factor edáfico.
- A lo largo del tiempo se registró baja densidad absoluta y relativa en el plancton, encontrándose que las divisiones del fitoplancton en orden de importancia, fueron: -- clorofíceas, cianofíceas y bacilariofíceas; de la misma manera los grupos de zooplancton fueron: cladóceros, copépodos y rotíferos.
- Las pendientes mensuales de la relación Peso - Longitud, de hembras y machos son significativamente diferentes entre sí (a un $\alpha = 0,05$) y denotaron un crecimiento de tipo alométrico.
- Se encontró en relación con lo reportado para la familia cichlidae, género Tilapia, que la tasa de crecimiento, la longitud máxima y el peso máximo obtenidos por la ecuación de Von Bertalanffy, son de baja magnitud.
- Debido a que la población estuvo estructurada en un 90 % por organismos menores de 10 cm. el rendimiento fue bajo.
- La población de peces presentó un ritmo de crecimiento lento, siendo afectado por: 1) reproducción precoz, -- 2) aumento en la densidad de organismos 3) baja cantidad y calidad de plancton en el embalse, así como en los tractos digestivos, 4) baja concentración de oxígeno disuelto hacia el fondo (menor de 5.0 ppm).

- La reproducción precoz durante la fase de concentración en el sistema permanente, no favoreció el crecimiento debido a la estancia y reclutamiento constante de organismos ocasionando competencia y deflexión del oxígeno disuelto,
- La proporción de sexos registrada en el lapso del estudio fué de 2 ♂ : 1 ♀ .
- La reproducción de los peces no sigue un patrón definido, debido a que se registraron de dos a tres reproducciones parciales y una masiva.
- El espectro trófico para ambos sexos, estuvo constituido en el siguiente orden de importancia: 1) sedimento, 2) materia orgánica no identificable, 3) fitoplancton (clorofíceas, cianofíceas y bacilariofíceas) y 4) zooplancton; corroborándose que se trata de una especie -- omnívora.
- La robustez o condición promedio (según los dos factores utilizados) mostró a lo largo del período de estudio una baja condición en hembras y machos, como consecuencia de las conclusiones antes citadas.
- Los parámetros químicos que ejercen mayor influencia en el factor de condición múltiple son: el oxígeno disuelto, y el pH del agua (resultado del análisis de regresión múltiple).

RECOMENDACIONES

- Realizar la limpieza del bordo lo mejor posible cuando el volumen sea el mínimo y en forma previa a la siembra de los organismos, para poder tener un mayor acceso a todo el sistema en el momento de la captura.
- Utilizar otro arte de pesca que permita obtener muestras que representen mejor la estructura de la población.
- Determinar la cantidad de nutrientes, así como la productividad primaria en el sistema, para complementar de esta manera el comportamiento limnológico e inferir con ésto la densidad de carga que puede soportar el embalse.
- Asegurarse de la inexistencia de organismos en el sistema a la época de siembra.
- Introducir especímenes monosexados para evitar la reproducción, favoreciendo con ésto que haya una mayor disponibilidad de alimento y oxígeno disuelto lo que redundaría directamente en un mayor crecimiento.
- Evitar la pesca de los organismos cuando son pequeños - dejando que alcancen tallas mayores, para que de ésta manera la población del lugar obtenga un mayor beneficio alimenticio.
- Llevar a cabo un manejo adecuado del recurso logrando con ésto un verdadero cultivo extensivo.
- Conocer a fondo el comportamiento limnológico del embalse, así como la biología y ecología de la especie en forma previa a cualquier cultivo.

LITERATURA CITADA

- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington. 874 pp.
- Arredondo, F.J.L. 1982. La conducta físico-química y rendimiento pesquero de un estanque de temporal-tropical utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, Méx., Revista Latinoamericana de Acuicultura 12:6-13.
- Arredondo, F.J.L., Hernández A., Ochoa R.M., Ponce J. 1982. Aplicaciones de técnicas del análisis multivariado en el estudio de embalses temporales. IIMAS. Comunicaciones Técnicas. Serie Naranja 300. 60 p.
- Arredondo, F.J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. I.N.I.R.E.B. Jalapa, Ver. Biotica, 8 (2): 175 - 199.
- Arredondo, F.J.L. 1985. Situación taxonómica actual de la Tribu Tilapini (Pisces: Cichlidae) con énfasis en las especies introducidas en México. An. del Inst. de Biol. U.N.A.M. (en prensa).
- Bagenal and Timothy. 1978. Methods for assessment of fish production in freshwaters. International Biological Programme. Publications committee. 365 pp.
- Barclay, M. H. 1966. An ecological study of a temporary pond near Anckland, New Zealand. Aust. J. Mar Freshwat Rev. 17:239-258.
- Bhattacharya, C.G. 1964. Fitting a class of growth curves. Sankhya Ser. B. 28 (1/2): 115 - 132.
- Boyd, E. 1979. Water Quality in warmwater fish ponds. Auburn. University U.S.A. 354 pp.
- Cadena - Rivera, I. R., Cortez-Altamira, R. Juárez-Baltierra, J. R. Martínez Hernández y E. Peña-Villada. (Inédito). Inventario nacional de cuerpos de agua epicontinentales de México. Secretaría de Pesca. Manuscrito (1979). 600 pp.
- Cole, G.A. 1979. Textbook of limnology. 2a. edition. Mosby S. Louis Missouri. 426 pp.
- Jortés, S.R. 1976. Estimación del rendimiento potencial piscícola del Estado de Aguascalientes. Fideicomiso para el desarrollo de la Fauna Acuática. Serie técnica No. 5.

- Daborn, G.R. & Clifford H. F. 1974. Physical and Chemical features of an Aestival Pond in Western Canada. *Hydrobiologia*. 44(1) 1-43 pp.
- Daniel, W. W. 1980. *Bioestadística*. Ed. Limusa, México. pp.
- Everhart, W. H. y W. A. Youngs, 1981. *Principles of Fishery science*. 2nd. ed. Cornell. University Press. - New York. 349 pp.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a. ed. -- Offset Larios. S.A. México, 252 pp.
- Gulland, J. A. 1966. *Métodos de análisis de poblaciones de peces* FAO. ONU.
- Gulland, J. A. 1971. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces*. Ed. Acribia. Zaragoza 164 pp.
- Hutchinson, G.E. 1957. *A treatise on Limnology* (1). John - Wiley & Sons. Nueva York. 1015 pp.
- Laevastu, T. 1971. *Manual de métodos de biología pesquera* - Ed. Acribia FAO. Zaragoza. 243 pp.
- Lagler, K.I. 1978. *Freshwater fishery biology*. Wm. C. - - Brown Co. Publ. Iowa.
- Lagler, K. I. , Bardach, R.R. Miller y D.R.M. Passini, 1977- *Ichthyology*, 2a. ed. John Wiley & Sons. Nueva - York. 506 pp.
- Marriott F.H. C. 1974. *The Interpretation of Multiple Observations*. Ac. Pres. N. Y.
- Medina, García M. 1979. El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de la carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*) I. Hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963). *Manuales-técnicos de Acuicultura*. Depto. de Pesca, México 1(1):34.
- Mendelhall, U.S., J.E. R. 1978. *Statistics for management - and economics* Duxberry. Press. Massachusetts. - 403 - 464 pp.
- Modlin, R.F. 1980. The physicochemical limnology of a temporary pond in North Alabama. *Journal of the Alabama Academy of Science*. 51(2).
- Morales, D.A. 1974. *El cultivo de la Tilapia en México*. Datos biológicos. Inst. Nal. de Pesca. I.N.P. 24.
- Morales, D.A., Mercel J. 1976. Evaluación de parámetros poblacionales de Tilapia para la presa Miguel Alemán, Oaxaca, Méx., *Memorias del Simposio sobre-Pesquerías en Aguas Continentales*. Tuxtla Gutierrez, Chis. 3-5. Nov. I.N.P.

- Moya, R. 1976. La Riqueza del Charco. Revista Técnica Pesquera. 23. Méx., D.F.
- Needham, J. G. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Ed. Reverté, S.A. Madrid. 131 pp.
- Nikolsky, G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press. Nueva York. 352 pp.
- Odum, S.O. 1982. Growth and growth regulations in the cichlids. Aquaculture 27, 301-306.
- Odum, E.P. 1980. Ecología. Interamericana. México. 639 pp.
- Owen, T.L. 1979. Handbook of common methods in limnology. - the C. U. Mosby Co. St. Louis.
- Piña, R. 1970. Los Charcos como criadero. Técnica Pesquera. Oct - Nov. No. 96 - 94.
- Ponce. P. J. 1983. Tesis. Estudio del comportamiento físico-químico y de productividad primaria en un embalse temporal, utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, Méx., U.N.A.M. E.N.E.P. Iztacala. 30 pp.
- Ponce y Robledo. 1982. (Inédito). Tesis. Variación estacional y abundancia fitoplanctónica de los bordos: Santa Cruz, Los Lavaderos, Chalcaltzingo, El Móvil, en el Estado de Morelos, Méx., U.N.A.M. E.N.E.P. Iztacala.
- Porras, D. 1981. Estudio preliminar para la evaluación de charcas temporales. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 8
- Pretto, M. R. 1981. El sexado de la Tilapia por el método del tinte. Revista Latinoamericana de Acuicultura No. 7.
- Ricker, W.E. 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 119: 300 pp.
- Rosas, M.M. 1976. Explotación piscícola de Charcos temporales y permanentes en el Estado de Michoacán. serie In. INP/SI. Pesca. México. 166 pp.
- Ryder, R. A., Henderson, H.F. Kudhongavin A.W. 1973. Assessing Fishery Potentials of Lakes and Reservoirs J. Fish. Res. Board. Can. 30 2000-2009. Canadá.
- Schwoerberl, J. 1975. Métodos de Hidrobiología. Ed. Blume, Madrid, España. 228 pp.
- Siegel, Sidney. 1976. Estadística No Paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Ed. Trillas. México, D.F. 346 pp.

- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume. Ediciones Madrid. 832 pp.
- Telles, R.C. 1982. El zooplankton y su papel en la piscicultura. Revista Latinoamericana de Acuicultura 12:14-19
- Trewavas, E. 1982. Generic groupings of Tilapiini in used in aquaculture. Netherlands. Aquaculture 27: 72 - 81.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth Hum. Biol. 10: 181-243.
- Walford, L. A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90(2): 141-147.
- Ward, H. B. Whipple G. et. al. 1976. Fresh-water Biology. Ed. Edmonson. 2a. ed. N.Y. John Wiley & Sons. INC. 1248 pp.
- Weatherley, A.H. 1976. Growth and Ecology of fish populations. Academic Press. INC. L.td. Londres. 293 pp.
- Welch. 1948. Limnological Methods. Philadelphia. Blakiston Co. 381 pp.
- Wetzel, R. G. 1979. Limnology W. B. Saunders Company. Philadelphia. London and Toronto. 743 pp.
- Wetzel, R. G. 1979. Limnological Analyses. Saunders Company-Philadelphia. Toronto. 357 pp.
- Willemsen, E.W. 1973. Understanding statistical reasoning W. N Freeman and Company. San Francisco 222 pp.
- Yañez-Arancibia. 1976. Observaciones sobre Mugil curema - valencienes en áreas naturales de crianza. México. Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. 3(1).