



*Universidad Nacional
Autónoma de México*

*Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Zaragoza*

EVALUACION DE ALGUNOS PARAMETROS BIOTICOS Y ABIO-
TICOS, RELACIONADOS CON EL CRECIMIENTO DE LA
TILAPIA SP. EN EL BORDO TEMPORAL "CHAVARRIA",
MUNICIPIO DE COATLAN DEL RIO, ESTADO DE MORELOS.

Que para obtener el titulo de

B I O L O G O

P r e s e n t a n

G. ETHEL PALOMINO SALINAS
G. PATRICIA MEZA LAZCANO
LETICIA CATALINA ALBOR CALDERON



México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

CONTENIDO	PAG.
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	6
AREA DE ESTUDIO	7
METODOS	
I) CAMPO	11
II) LABORATORIO	17
III) GABINETE	17
RESULTADOS	27
DESCRIPCION DE RESULTADOS	28
DISCUSION	38
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFIA CITADA	60

INTRODUCCION.

Los hábitats de agua dulce ocupan una porción relativamente pequeña (2%) de la superficie de la tierra, en comparación con los hábitats marino y terrestre, sin embargo, la cantidad de depresiones pertenecientes a lagos pequeños y embalses es muy grande (Odum, 1980; Wetzel, 1981). México cuenta con 1.1 millones de hectáreas en aguas continentales (Morales, 1978), de las cuales 26000 pertenecen a cuerpos que van desde 1 a 10 hectáreas, encontrándose 1656 hectáreas en el estado de Morelos, de las cuales 246 pertenecen a cuerpos de agua temporal (Porrás, 1981).

Estos cuerpos temporales son ampliamente utilizados para riego, abrevadero o en el uso doméstico y algunas veces para producir peces que de primera instancia sirvan para incrementar la cantidad de proteínas en la alimentación de la población rural (Porrás op.cit.; Rodríguez, 1982). Debido a la necesidad de incrementar la producción de alimentos para satisfacer el paulatino aumento de la población, es importante el aprovechamiento de las riquezas que esconden los bordos de temporal (Moya, 1972).

Actualmente este recurso se desaprovecha en un 60% en el aspecto piscícola (Rosas, 1976), planteándose como necesidad prioritaria la utilización de biotécnicas acuaculturales ya sea en estanques, bordos de temporal, jaulas, etcétera, con metas específicas para la obtención de un máximo de proteína animal para el consumo humano (Morales, op. cit.).

Dentro de las especies de agua dulce explotadas se encuentra la Tilapia melanopleura, Sarotherodon mossambicus, S. niloticus originarias de Africa e introducidas a México en 1964 y Oreochromis hornorum introducida en 1978 (Arredondo, 1983) por la Dirección General de Pesca bajo conducto del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, las cuales son ampliamente distribuidas debido a sus características de bajo índice de mortalidad, adaptación a los distintos tipos de agua y alta tasa de crecimiento y reproducción (Rodríguez, op.cit.). Yáñez Arancibia (1976) y Rosas (op.cit.) proponen que la planificación pesquera continental en México debe basarse en el conocimiento de los aspectos biológicos y ecológicos de las especies introducidas, para determinar sus perspectivas de cultivo y garantizar su óptima producción para el beneficio social.

El presente estudio forma parte del proyecto global titulado "Estudio ecológico de la Tilapia sp. en la laguna "El Rodeo", bordos de temporal y estanquería en el estado de Morelos", y pretende aportar datos biológicos y ecológicos de la especie, determinar características morfológicas y cambios hidrológicos del bordo, además de establecer estrategias para la explotación y aprovechamiento de los organismos en el bordo para aumentar en la dieta de los pobladores la cantidad de proteínas consumidas.

ANTECEDENTES.

Se han realizado diversos estudios en bordos de temporal en varios países, sobre aspectos fisico-químicos y biológicos se encuentran por ejemplo los trabajos de: Hartland Rowe (1964), Daborn (1974), Daborn y Clifford (1974) realizados en el NE de Canadá; en el norte de Alabama el de Modlin (1980); en India el trabajo de Rao (1975); en Massachusetts el de Cole (1978); en el norte de Africa el de Rzoska (1978); en el sur de Islandia el de Crumpton (1978); en Israel el de Yaron (1964) y Heper (1958) y en España el de Armingol (1982), estos autores citan que las variaciones en las concentraciones de los parámetros fisico-químicos se ven afectados por el balance precipitación-evaporación, y esto provoca un aumento o disminución en el volumen del bordo, dando como resultado la presencia de sucesiones del -- plancton.

Mientras que estudios sobre adaptación de los organismos planctónicos al período de sequía e inundación están -- los de Fidenegg (1965), Moore y Burn (1968), Brylinsky y -- Mann (1973), Coxe y Young (1974) y Brylinsky (1980), en -- estos trabajos se hace notar la importancia de estos organismos planctónicos para el cultivo de peces en los bordos de temporal.

Con respecto al rendimiento pesquero se encuentran los de Rawson (1952), Henderson et al. (1972, 1973 y 1974) y -- Ryder et al. (1974), éste propone que mediante la aplica-- ción de su Índice Morfoedáfico IME, se pueden realizar es-- timaciones del rendimiento que pueda alcanzar un determina-- do embalse.

Por otro lado en México se han llevado a cabo traba -- jos sobre bordos de temporal tales como los de: Cortés -- (1976), García (1977), Téllez y Motte (1982), Ponce y Ro -- bleo (1982), Ponce (1983) y Arredondo y García (1982) que tratan aspectos fisico-químicos y biológicos distinguiendo dos fases en la época de inundación, una de dilución y otra de concentración, las cuales provocan el decremento e in-- cremento respectivamente de las concentraciones de los iones y sales disueltas en la masa de agua del bordo. Además de los de rendimiento pesquero y aspectos fisico-químicos el de Piña (1975), Rosas (1976) y Porrás (1981).

Arredondo et al. (1982) estimaron la conducta de los parámetros fisico-químicos y la productividad primaria por medio de análisis multivariado en bordos temporales.

OBJETIVO GENERAL.

Establecer la relación entre el crecimiento de la Tilapia sp. y algunos aspectos fisico-químicos y biológicos en el bordo temporal "Chavarría", durante el período comprendido de noviembre de 1983 a abril de 1984.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 1.- Obtener el factor de condición simple K.
- 2.- Evaluar el crecimiento de la Tilapia sp.
- 3.- Establecer la relación que existe entre la densidad absoluta del plancton, índice de repleción y hábitos alimenticios con el crecimiento de la Tilapia sp.
- 4.- Establecer las relaciones funcionales entre los parámetros fisico-químicos y el crecimiento de la Tilapia sp.
- 5.- Determinar la influencia de los parámetros morfométricos del bordo en el comportamiento hidrológico del mismo y en el crecimiento de la Tilapia sp.

AREA DE ESTUDIO.

Localización.

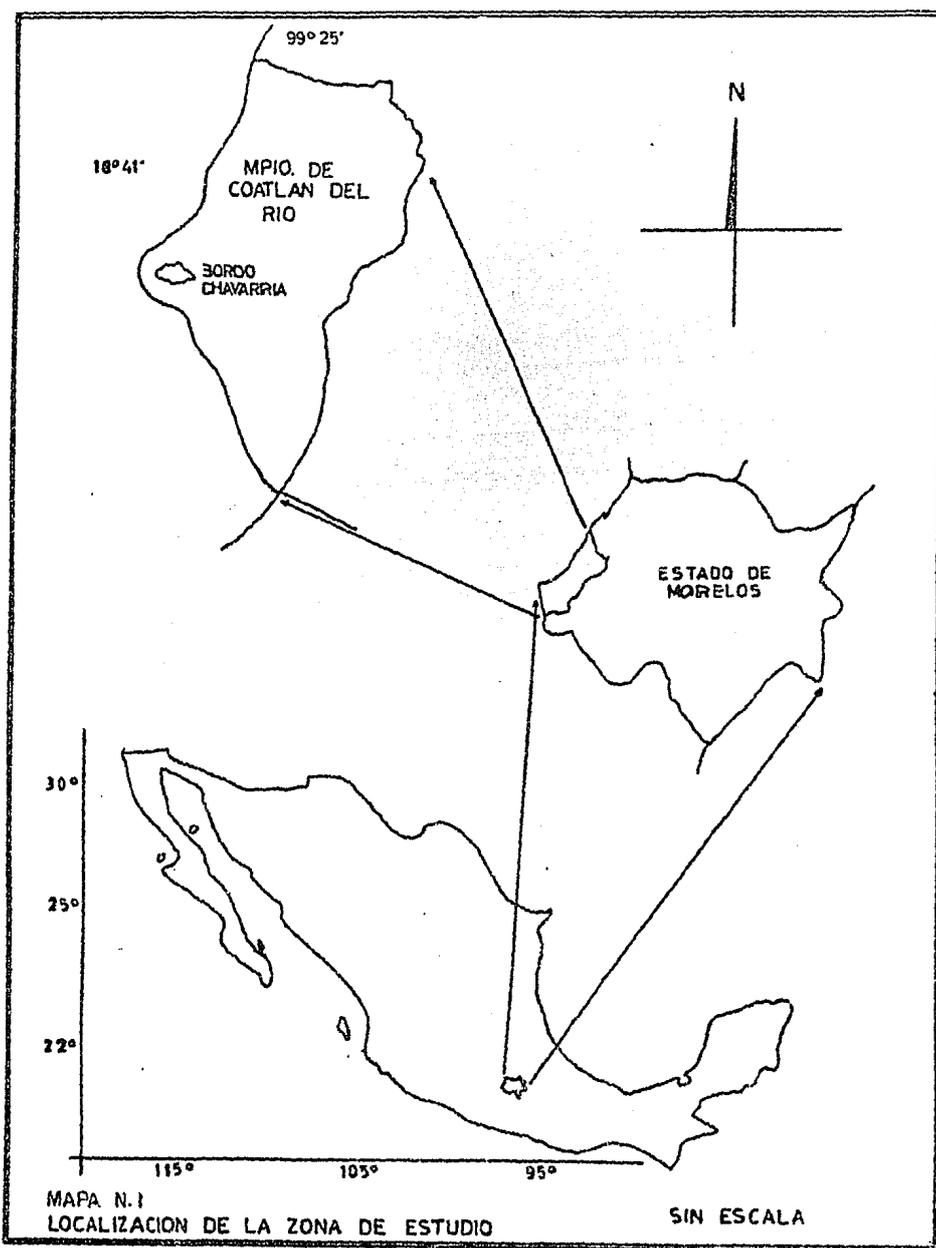
La zona está situada dentro de la línea del Río Balsas en la parte central del sur de México, en el Municipio de - Coatlán del Río, estado de Morelos. Su situación geográfica es de $18^{\circ}41'$ de latitud norte y los $99^{\circ}25'$ de longitud oeste, a una altura entre los 1000 y 1200 m.s.n.m. (Mapa No.1).

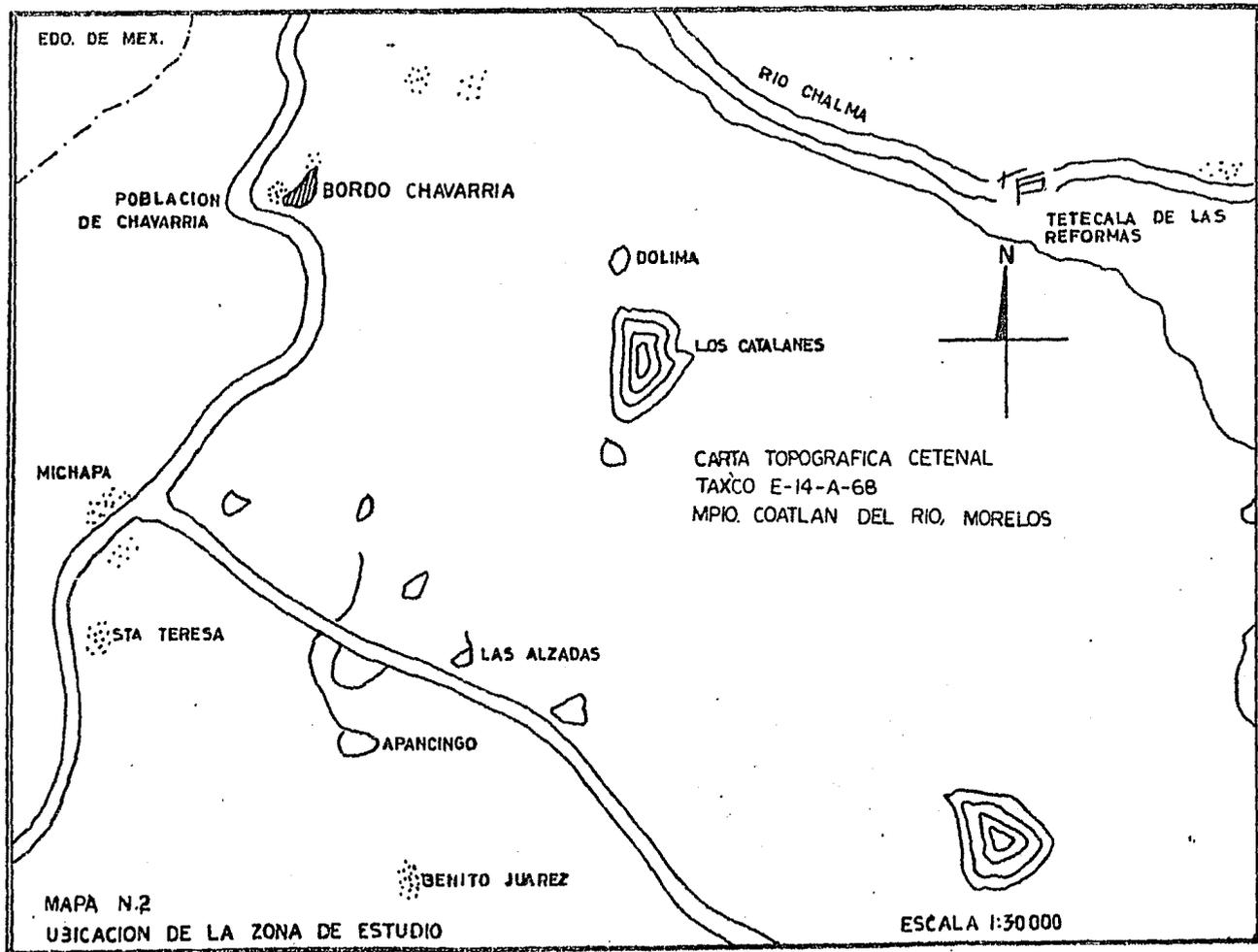
Límites.

Colinda al oriente con los Municipios de Tetecala y - Miacatlán; al norte con Miacatlán; al sur con Tetecala y Amacuzac; al poniente con el estado de México y el estado de Guerrero, (Coatlán del Río, C.N.E. y C.D.E., PRI, 1982), (Mapa No. 2).

Ubicación.

El bordo "Chavarría" está ubicado en las inmediaciones del poblado Chavarría, Municipio de Coatlán del Río. Su localización geográfica es entre las coordenadas $99^{\circ}28'57''$ longitud oeste y $18^{\circ}43'29''$ latitud norte aproximadamente. (Mapa No. 2).





Clima.

El clima que presenta la zona de estudio está clasificada dentro del sistema de Köppen modificado por García (1981), como: $Aw''(w)(i')g$, cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación en el mes más seco menor de 66 mm, porcentaje de lluvias invernales de 5-12.5% anual, seco con lluvias en verano, con un coeficiente p/p de 34.2 con dos estaciones de lluvias separadas de dos estaciones secas, de poca oscilación entre 5 y 7°C, marcha de temperatura tipo ganges.

Uso actual del suelo.

Presenta una zona rocosa con cultivos de tipo temporal, vida silvestre, usos: pecuario intensivo y extensivo, agrícola de riego y temporal forestal, mineral e industrial (industria extractiva de arena).

Tipo de suelo.

Eutríco, Feozem háplico, textura media; Feozem calcárico, textura media; Feozem lúvico, textura media y fina; Feozem calcárico con rendzina, textura media; Fluvisol éutríco.

Fase lítica (lecho rocoso entre 1 y 15 cm de profundidad).

Fase lítica profunda (lecho rocoso entre 50 y 100 cm de profundidad).

Fase pedregosa (fragmentos mayores de 7.5 cm en la superficie o cerca de ella, que impide el uso de maquinaria agrícola).

Tipo de vegetación.

Bosque tropical caducifolio, se localiza sobre roca sedimentaria, arenisca, arenisca-conglomerado y caliza.

Uso del bordo.

Abrevadero, riego, cultivo extensivo de peces (Tilapia sp.), lavado de ropa, etc.

Unidades y servicios que presenta la zona.

Población 1139 habitantes.

Abastecimiento de agua por rfo y pozo.

Energía eléctrica y alumbrado público.

Primaria hasta el 6o. grado.

Centro de salud pública.

Area urbana de 50 hectáreas.

Transportes: autobuses locales y foráneos.

Vialidad inadecuada.

Uso de maquinaria agrícola.

Distribución de agua por medio humano.

Cancha deportiva.

(Carta CETENAL Taxco E-14-A-68, edafológico y geológico)

(Carta CETENAL Tenancingo E-14-A-58, edafológico y geológico).

(Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Coatlán del Río, Morelos, 1982).

METODOS.

Para la realización del estudio se organizó el trabajo en tres etapas:

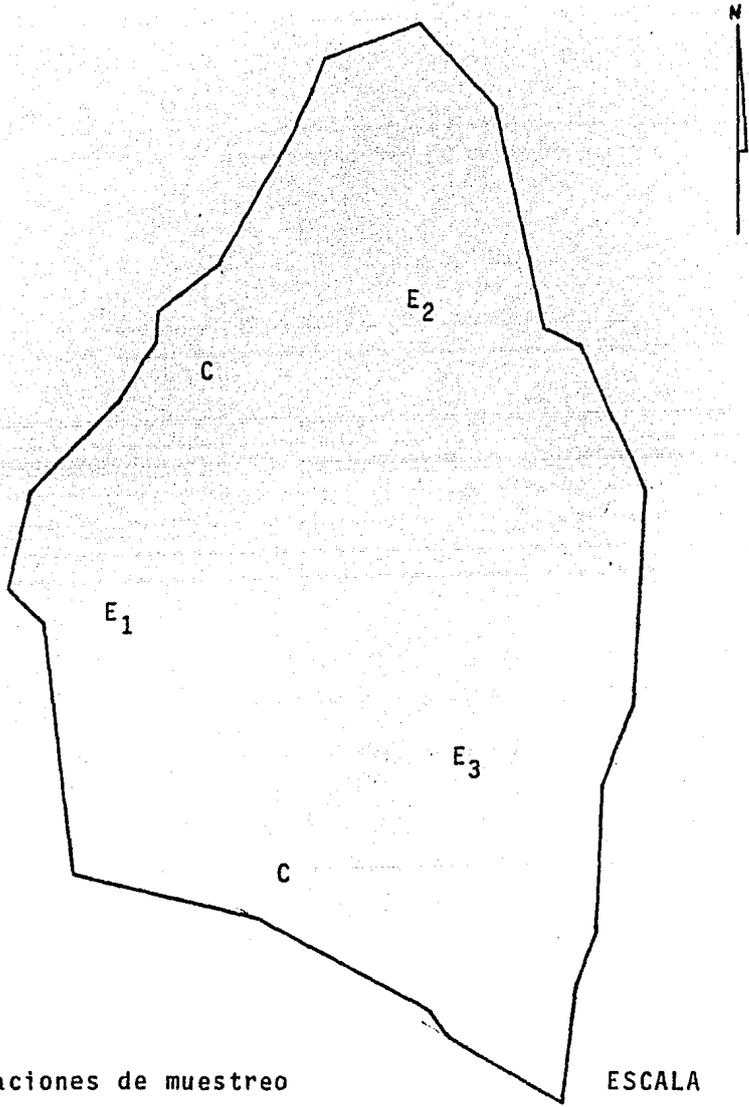
- I) CAMPO
- II) LABORATORIO
- III) GABINETE

I) CAMPO.

1.- Ubicación de las estaciones de muestreo para evaluar los parámetros físico-químicos y el plancton.

Se hicieron muestreos mensuales a lo largo del período de estudio. Se establecieron tres estaciones de muestreo bajo los siguientes criterios:

- a) Cubrir la mayor área superficial. (Mapa No. 3)
- b) Representar las variaciones de los parámetros físico-químicos y del plancton en zonas de diferente profundidad, además se establecieron dos niveles de toma de muestras; superficie (de 0 a 10 cm) y fondo, en cada una de las estaciones.
- c) Aunado a los criterios anteriores existen antecedentes de que no es suficiente una estación en la parte más profunda del sistema, dado que al parecer existen cambios importantes en las zonas someras.



E: Estaciones de muestreo
C: Estaciones de captura

ESCALA
1 : 1000

Mapa No. 3. Bordo temporal "Chavarrifa". Ubicación de las estaciones de muestreo y captura.

2.- Muestreo de parámetros bióticos y abióticos.

Por lo que se refiere a los parámetros fisico-químicos se determinaron aquéllos que afectan más directamente el crecimiento de la Tilapia sp. los cuales son: oxígeno, dióxido de carbono, alcalinidad y dureza total, (Arredondo et.al. 1982).

Para el transporte de una estación a otra se utilizó una balsa inflable con capacidad de dos personas.

a) La colecta de las muestras de agua para evaluar los parámetros fisico-químicos en superficie y fondo se obtuvieron por medio de una botella Van Dorn horizontal de tres litros de capacidad, marca Kálsico, simultáneamente registrándose "in situ" los siguientes datos: temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) mediante un termómetro graduado de -10 a 100 $^{\circ}\text{C}$ con precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, transparencia por medio del disco de Secchi (20 cm de diámetro), la medición del pH se hizo con un potenciómetro manual marca Corning, modelo 3D con sensibilidad hasta 0.01, previamente calibrado con solución estándar y la conductividad con un conductímetro marca Corning de rango 0.1 a 1000 microsiemens/cm.

La obtención de las muestras de oxígeno (O_2) se hizo con botellas DBO de volumen conocido, mientras que las muestras de dióxido de carbono (CO_2), dureza total y al-

calinidad se obtuvieron en botellas de polietileno de un litro de capacidad y fueron procesadas de acuerdo a las técnicas del APHA (1980), Boyd (1979) y Golterman (1978).

Se procedió a titular los parámetros físico-químicos - en el siguiente orden: oxígeno por el método de Winckler azida modificada por Alsterberg (Ruttner, 1975), dióxido de carbono con hidróxido de sodio, la dureza total - con EDTA y la alcalinidad con ácido sulfúrico 0.02 N.

- b) Las muestras de fitoplancton se colectaron con botella - Van Dorn a los mismos niveles a los que se tomaron las muestras para evaluar los parámetros físico-químicos, éstas fueron almacenadas en botellas de polietileno de 125 ml de capacidad y fijadas con una solución de acetato-lugol, (Schwoerbel, 1975).
- c) Para tomar las muestras de zooplancton se realizaron a - rrastrés con una red en forma de cono truncado, un metro de manga, luz de malla de 160 micrómetros y boca de 30 - cm de diámetro, la distancia de arrastre fué de 5 m, in - mediatamente después las muestras fueron colectadas en botellas de polietileno de 250 ml de capacidad y fijadas con formol al 4% y neutralizadas con borato de sodio, - (Schwoerbel, op.cit.).

3.- Registro de parámetros ambientales.

En cada estación se registraron los siguientes parámetros ambientales: porcentaje de nubosidad, dirección del viento (para éste fin se utilizó una hoja de papel china y una brújula Branton), temperatura ambiental para tal medición se utilizó un termómetro de mercurio graduado de -10 a 100 °C con precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$.

4.- Ubicación de las estaciones de captura de la Tilapia sp.

Para efectuar el muestreo de peces se seleccionaron dos estaciones, las cuales se rigieron bajo los siguientes criterios, (Mapa No. 3)

- a) Obtener el tamaño de muestra que represente más adecuadamente las clases de edad.
- b) Condiciones de pedregosidad e irregularidad del fondo. Las estaciones se ubicaron en las zonas más accesibles, considerando el arte de pesca que se utilizó.

El tamaño de muestra de peces a capturar mensualmente fué de 100 a 150 organismos, considerando que el número inicial de siembra fué de 6000 organismos (fecha de siembra 25 de julio de 1983), por lo que la muestra representa aproximadamente el 10% del total de la población inicial, lo que es válido de acuerdo a lo citado por Rabinovich (1982), quien menciona que para poblaciones de tamaño conocido se

puede obtener una muestra hasta del 10% del total de la población.

Para la obtención de la muestra (100 a 150 organismos) se utilizó un chinchorro playero con las siguientes características: 30 m de largo, 2 m de ancho, luz de malla de 0.01 m y con un copo de 2 m.

Una vez colectados se procedió inmediatamente a obtener los siguientes datos, para evitar la muerte de los organismos:

- a) Datos biométricos: longitud total (mm), longitud patrón (mm), altura (mm) y peso (g), los tres primeros se tomaron con un ictiómetro de ± 0.01 mm de precisión y el último con una balanza granataria de ± 0.01 g de precisión, posteriormente se regresaron los organismos al sistema acuático.
- b) Sexo: se registró "in situ" con base en la forma del gonoporo según los criterios descritos por Morales (1974), utilizándose también la técnica de tinción con azul de metileno y /o tinta china, Pretto (1981).
- c) Estadío gonádico: se tomó una submuestra al azar de 20 organismos a los cuales se les hizo una incisión ventral para determinar el estadfo mediante la comparación de -

Las tablas de Nikolsky (1963), por considerarse las más adecuadas para éste tipo de organismos.

- d) Peso y volumen desplazado del tracto digestivo: de la submuestra de 20 organismos se extrajo el tracto digestivo, el cual se colocó en frascos de polietileno de 30 ml de capacidad y se fijaron con formol al 10% neutralizado con borato de sodio para su posterior análisis, (Yáñez - Arancibia, 1976).

6.- Morfometría.

Se determinó la línea de costa mensualmente para observar las variaciones del bordo a lo largo del tiempo. Para efectuar ésta determinación se midieron segmentos sucesivos del perímetro, por medio de una cinta métrica marca Lufkin de 35 m, tomándose el rumbo de cada uno de los mismos con una brújula Branton.

Los datos batimétricos se obtuvieron tendiendo tres ó más transectos paralelos que atravesaron todo el bordo, en cada uno de ellos se midieron las profundidades existentes cada 10 m para con éstos datos evaluar el área y posteriormente el volumen, (Wetzel, 1981).

II) LABORATORIO.

1.- Tratamiento del plancton.

Se realizó la cuantificación e identificación del zooplancton a nivel de: suborden cladocera, subclase copepoda y clase rotífera, (Barnes, 1981), para lo cual se utilizó el microscopio óptico y las claves de Needham (1978) y las de Ward et al. (1976).

El fitoplancton se cuantificó e identificó a nivel de división utilizando el microscopio invertido de acuerdo al método de Utermöl, (Schwoerbel, op.cit.) y las claves de Needham (op.cit.) y las de Ward et.al. (op.cit.).

2.- Tratamiento de la Tilapia sp.

El análisis del tracto digestivo se determinó por el método de frecuencia de acuerdo a Yáñez-Arancibia, (op.cit.) además se calculó el índice de repleción.

III) GABINETE.

En el trabajo de gabinete se construyeron gráficas y se hicieron cálculos que permitieron una mejor interpre--

tación de los resultados.

1.- Para la obtención de la relación peso-longitud se graficaron los pesos con sus respectivas longitudes, éstos datos se linealizaron utilizando la siguiente expresión:

$$\log W = \log a + b \log L$$

donde: W = peso en dg

L = longitud en mm

a = ordenada al origen

b = pendiente (Weatherley, 1972)

2.- El factor de condición simple K, se obtuvo para cada organismo mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{W}{L^b} \quad (\text{Ricker, 1975})$$

mientras que para obtener el factor de condición simple mensual, se tomó el antilogaritmo de la ordenada al origen de la relación peso-longitud.

3.- Para la construcción de la gráfica de crecimiento requerimos obtener las clases de edad, utilizándose el método de Petersen (Ricker, 1968), el método de Cassie, (1954) y el método de Bhattacharya, (1967).

4.- Para obtener la curva de crecimiento de la población se utilizó el modelo de von Bertalanffy, quien ha logrado la formulación matemática que satisface mejor ciertas condiciones primordiales como son: el que la expresión sea coherente con el proceso biológico del crecimiento, tener una formulación que pueda ser incorporada fácilmente en los modelos de dinámica de población y de administración de recursos pesqueros y lo más importante, que la ecuación se ajuste bien a la mayor parte de los datos observados sobre el crecimiento en peces.

Al tratar de relacionar la velocidad de incremento en longitud del pez con su propia longitud, se obtuvo el incremento en longitud que se va haciendo cada vez menor, aproximándose a cero a medida que la longitud del pez se aproxima a la longitud teórica máxima (L_{∞}) ó longitud asintótica, (Csirke, 1980).

$$L_{\infty} = \frac{b}{1 - m}$$

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

donde: L_{∞} = longitud teórica máxima que alcanza un pez

b = ordenada al origen

m = pendiente

L_t = longitud del pez a diferentes tiempos

k = tasa de crecimiento individual

t_0 = edad teórica a la cual $L = 0$

(Gulland, 1966; Ricker, op.cit.; Csirke, op.cit.; von Bertalanffy, 1938).

De manera similar fueron calculados los pesos a diferentes tiempos, de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

donde: n = pendiente obtenida de la relación $W = aL^b$, por

lo que:

$$b = n$$

W_t = peso del pez a diferentes tiempos

W_{∞} = peso máximo que obtendrá el pez

k = tasa de crecimiento individual

para determinar t_0 y k tenemos respectivamente:

$$t_0 = \frac{1}{k} \ln \frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} + t \qquad k = -\ln m$$

donde: m = pendiente

(von Bertalanffy, op.cit.; Ricker, op.cit.; Youngs, 1975; Lagler, 1962).

Estudios de Albertine (Yañez-Arancibia, 1976) demuestran que el método siguiente complementa a otros y sugiere calcular el índice de repleción (Ir) de la siguiente manera:

Primero se determina el peso total del contenido del tracto digestivo del pez:

$$Pct = ptt - ppt$$

donde: Pct = peso total del contenido del tracto

ptt = peso total del tracto

ppt = peso de la pared del tracto

Una vez obtenido el peso total del contenido del tracto digestivo se calcula el índice de repleción gástrica -- con la siguiente fórmula:

$$Ir = \frac{Pp}{Pct}$$

donde: Ir = índice de repleción gástrica

Pp = peso total del pez

5.- Se calcularon las densidades absoluta y relativa del -

plancton mediante las siguientes fórmulas:

$$D_A = \frac{\text{No. de organismos de cada grupo}}{m^3}$$

$$D_R = \frac{\text{densidad de cada grupo}}{\text{Densidad total de los grupos}}$$

Una vez obtenidos los resultados del plancton se elaboraron gráficas para la interpretación de las variaciones de éstos grupos a través del tiempo.

6.- Morfometría.

Con los datos de campo: línea de costa (l) y dirección (grados) de los transectos, se trazó el perímetro del bordo. Se obtuvieron el área superficial (A) y las isóbatas por medio del método de interpolación (Wetzel, op.cit.).

Las áreas de las isóbatas fueron obtenidas por los métodos: planimetría, corte y peso y figuras geométricas, .- (Montes de Oca, 1982 y Wetzel, op.cit.).

El volumen por estrato y total se estimó con las siguientes fórmulas respectivamente:

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$$

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

donde: V = Volumen por estrato o frustum

h = Altura del estrato, comprendida entre A_1 y A_2

A_1 = Area de la superficie superior del estrato

A_2 = Area de la superficie inferior del estrato cu

yo volumen se va a determinar

V_t = Volumen total.

También se calcularon los siguientes parámetros:

Profundidad máxima (Z_m)

Profundidad media (Z) : $Z = V_t/A$

Profundidad relativa (Z_r) : $Z_r = 50 Z_m \sqrt{\pi/\sqrt{A}}$

Desarrollo de la línea de costa (D_l) : $D_l = 1/2 A$

Relación $Z:Z_m$

(Wetzel, op.cit.)

Los análisis estadísticos que se aplicaron para el tratamiento de los datos tanto de los parámetros fisico-químicos como los biológicos y morfométricos son los siguientes:

Covarianza. Para determinar diferencias entre machos y hembras.

Discriminantes. Para encontrar si la longitud, peso y altura permiten discriminar el sexo.

Componentes Principales. Para disminuir dimencionalidad, e-

evitar multicolinealidad y definir nuevas variables.

Regresión Múltiple. Encontrar la relación de las nuevas variables con la constante de crecimiento.

(Cattell et.al., 1978; Marriott, 1974; Padua, 1978; Sokal, 1969; Willemsen, 1975)

Estos fueron ejecutados por medio del paquete estadísticos SPSS, (Nie et.al., 1975), y se efectuaron en la computadora Burrough B7800 del Programa Universitario de Cómputo de la U.N.A.M.

Una vez obtenidas las relaciones entre la constante de crecimiento y los parámetros estudiados por medio de gráficas, se procedió a formalizarlas estadísticamente, a través del análisis multivariado.

Se efectuó como primer paso obtener cuatro grupos de las 27 variables medidas con base a su naturaleza y relación.

El grupo uno representado por las variables físico-químicas de superficie y fondo, las cuales son: dióxido de carbono, oxígeno, temperatura, conductividad, alcalinidad, dureza to--

tal y pH. Debido a que el número de variables rebasa el número de observaciones, se procedió a seleccionar cinco de éstas variables agrupadas de acuerdo a su relación y así formar -- tres subgrupos para fondo.

Por lo que el grupo 1 quedó así:

Subgrupo 1		Subgrupo 2		Subgrupo 3	
Sup.	Fondo	Sup.	Fondo	Sup.	Fondo
CO ₂	CO ₂	D.t.	D.t.	Alc.	Alc.
O ₂	O ₂	Alc.	Alc.	Cond.	Cond.
Temp.	Temp.	O ₂	O ₂	CO ₂	CO ₂
Cond.	Cond.	Temp.	Temp.	pH	pH
pH	pH	pH	pH	D.t.	D.t.

El grupo dos, representado por las variables morfométricas del bordo: profundidad máxima, área, volumen y línea de costa.

El grupo tres, incluye las variables biológicas: densidad absoluta de fitoplancton de superficie, densidad absoluta de zooplancton e índice de repleción gástrica de la Tilapia sp.

El grupo cuatro, incluye los parámetros ambientales: porcentaje de nubosidad y temperatura ambiental.

Organizadas las variables de ésta manera, se aplicó el análisis de Componentes Principales (C.P.) para cada grupo y nivel, y así obtener nuevas variables que entre ellas fueran independientes y al mismo tiempo quitar multicolinealidad.

RESULTADOS

Tabla No. 1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE COVARIANZA: se muestra la fuente de variación, grados de libertad, suma de cuadrados, cuadrado medio y el valor de F calculado para cada mes, observándose que no es significativo hasta el mes de marzo, por lo que la población de machos y hembras es igual, con un nivel de significancia de 0.05, con base en el modelo:
 Longitud = $\mu_0 + \beta_1 \text{ Sexo} + \beta_2 \text{ Peso} + \text{error}$.

MES	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F
Noviembre	Sexo/Peso	1	1.75438	1.75438	1.97886
	Error exp.	97	85.99658	0.88656	
		$F_{0.05} (1,100) = 3.94$			
Diciembre	Sexo/Peso	1	0.84040	0.84040	0.08291
	Error exp.	147	148.99700	10.13580	
		$F_{0.05} (1,150) = 3.91$			
Enero	Sexo/Peso	1	3.77269	3.77269	2.45848
	Error exp.	97	148.85230	1.53456	
		$F_{0.05} (1,100) = 3.94$			
Febrero	Sexo/Peso	1	4.59658	4.59658	3.50800
	Error exp.	111	144.14537	1.41041	
		$F_{0.05} (1,100) = 3.94$			
Marzo	Sexo/Peso	1	10.82518	10.82518	3.58160
	Error exp.	147	444.29629	3.02242	
		$F_{0.05} (1,150) = 3.91$			
Abril	Sexo/Peso	1	3.20987	3.20987	7.45870
	Error exp.	147	63.26136	0.43035	
		$F_{0.05} (1,150) = 3.91$			

Tabla No. 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE DISCRIMINANTES. Valores obtenidos para cada mes de Lambda de Wilk's, chi cuadrado, grados de libertad y la significancia obtenida, en la que se observa que no son significativos los valores hasta el mes de marzo, para discriminar entre machos y hembras.

<u>MES</u>	<u>LAMBDA DE WILK'S</u>	<u>CHI CUAD.</u>	<u>G.L.</u>	<u>SIGNIF.</u>
Noviembre	0.9627163	3.6287	3	0.3045
Diciembre	0.9634803	5.4503	3	0.1416
Enero	0.9701473	2.9247	3	0.4034
Febrero	0.9686078	3.4926	3	0.3217
Marzo	0.9677953	4.7956	3	0.1874
Abril	0.9484527	7.7533	3	0.0514

Tabla No. 3. MODELO DESCRIPTIVO DE LA RELACION PESO-LONGITUD. Mostrando su coeficiente de correlación para cada mes.

<u>MES</u>	<u>No. DE DATOS</u>	<u>MODELO</u>	<u>COEF. CORR.</u>
Agosto	51	$W = 0.0038259 L^{2.50}$	0.915
Septiembre	93	$W = 0.0006340 L^{2.93}$	0.974
Noviembre	100	$W = 0.0001992 L^{3.21}$	0.964
Diciembre	150	$W = 0.0075510 L^{2.36}$	0.937
Enero	113	$W = 0.0035838 L^{2.53}$	0.979
Febrero	150	$W = 0.0008177 L^{2.86}$	0.987
Marzo	150	$W = 0.0069679 L^{2.33}$	0.953
Abril	150	$W = 0.0091679 L^{2.31}$	0.896

Tabla No. 4. FACTOR DE CONDICION, y número de organismos analizados mensualmente.

<u>No. DE DATOS</u>	<u>MES</u>	<u>FACTOR DE CONDICION SIMPLE x 10⁻³</u>
51	Agosto	3.825
93	Septiembre	0.634
100	Noviembre	0.199
150	Diciembre	7.551
113	Enero	3.583
150	Febrero	0.817
150	Marzo	7.967
150	Abril	9.167

Tabla No. 5. ECUACION DE VON BERTALANFFY. De la ecuación de crecimiento se muestran los valores de la edad teórica (t_0) a la cual el pez no tiene ninguna dimensión. Longitud y pesos máximos (L_{∞} y W_{∞}) y la constante de crecimiento (k) de la población total de la Tilapia sp.

<u>MES</u>	<u>t_0</u>	<u>L_{∞} (cm)</u>	<u>W_{∞} (g)</u>	<u>k crec.</u>
Agosto	-1.7060397	13.82	85.90	0.1454168
Septiembre	-0.2025475	14.47	135.59	0.2685663
Noviembre	-0.3403007	14.55	166.30	0.3101099
Diciembre	0.0473835	17.88	114.70	0.1605295
Enero	0.0567859	18.38	191.92	0.1614288
Febrero	-0.7336663	19.41	208.48	0.1316465
Marzo	2.3698150	21.39	214.15	0.0834259
Abril	-1.5004813	21.02	212.59	0.0966673
Población Total	-0.1999232	22.65	302.37	0.1184457

Tabla No. 6. HABITOS ALIMENTICIOS. Porcentaje observado y acumulado de los hábitos alimenticios consumidos por la Tilapia sp.

<u>MES</u>	<u>ZOO.</u>	<u>FITO.</u>	<u>SED.</u>	<u>M.O.N.I.</u>
Agosto				
% Observ.	10.5	16.5	15.0	58.0
% Acum.	10.5	27.0	42.0	100.0
Septiembre				
% Observ.	9.0	17.0	14.0	60.0
% Acum.	9.0	26.0	40.0	100.0
Noviembre				
% Observ.	11.0	27.0	8.0	54.0
% Acum.	11.0	38.0	46.0	100.0
Diciembre				
% Observ.	11.0	19.0	30.0	40.0
% Acum.	11.0	30.0	60.0	100.0
Enero				
% Observ.	8.0	40.0	10.0	42.0
% Acum.	8.0	48.0	58.0	100.0
Febrero				
% Observ.	5.0	35.0	12.0	48.0
% Acum.	5.0	40.0	52.0	100.0
Marzo				
% Observ.	5.0	30.0	10.0	55.0
% Acum.	5.0	35.0	45.0	100.0
Abril				
% Observ.	10.0	22.0	30.0	38.0
% Acum.	10.0	32.0	62.0	100.0

Tabla No. 7. INDICES DE REPLECION GASTRICA. Indices promedio de los 20 organismos analizados para cada mes de la Tilapia sp.

<u>MES</u>	<u>Ir.</u>
Agosto	0.108
Septiembre	0.133
Noviembre	0.052
Diciembre	0.102
Enero	0.087
Febrero	0.071
Marzo	0.089
Abril	0.036

Tabla No. 8. FITOPLANCTON CEL/L. Células por litro de fitoplancton encontrado durante el período agosto-abril en las tres estaciones y dos niveles muestreados, también se muestran los promedios de las tres estaciones en superficie y fondo.

MES	ESTACION I		ESTACION II		ESTACION III		PROMEDIO	
	SUP	FONDO	SUP	FONDO	SUP	FONDO	SUP	FONDO
AGOSTO	-	-	150,000	80,000	-	-	150,000	80,000
SEPTIEMBRE	-	-	2'465,000	40,000	-	-	2'465,000	40,000
NOVIEMBRE	852,000	830,000	812,000	652,000	1'092,000	632,000	918,000	704,000
DICIEMBRE	846,000	658,000	752,000	982,000	754,000	838,000	784,000	826,000
ENERO	974,000	568,000	948,000	920,000	1'030,000	1'010,000	984,000	832,000
FEBRERO	982,000	612,000	1'106,000	860,000	792,000	696,000	960,000	722,000
MARZO	426,000	368,000	502,000	492,000	526,000	570,000	484,000	476,000
ABRIL	270,000	240,000	344,000	252,000	270,000	248,000	294,000	254,000

Tabla No. 9. ZOOPLANCTON. ORG/L. Valores promedio de los tres grupos de organismos encontrados por estación y promedio de las tres estaciones, mensualmente.

<u>MES</u>	<u>ESTACION I</u>	<u>ESTACION II</u>	<u>ESTACION III</u>	<u>PROMEDIO DE ESTACIONES</u>
AGOSTO	-	3.05	-	3.05
SEPTIEMBRE	-	6.36	-	6.36
NOVIEMBRE	216.61	243.14	420.67	293.47
DICIEMBRE	757.56	959.86	737.14	818.18
ENERO	232.75	648.75	491.47	380.00
FEBRERO	509.39	829.87	580.73	470.19
MARZO	698.65	1151.84	770.26	870.58
ABRIL	575.49	649.67	273.76	499.64

Tabla No. 10. PARAMETROS AMBIENTALES. Valores promedio de los principales parámetros ambientales registrados por estación para cada mes.

<u>MES</u>	<u>T°C. AMBIENTAL</u>	<u>% NUBOSIDAD</u>	<u>DIR. VIENTO</u>	<u>HORA</u>
AGOSTO	28.5	100	N/S	14:00
SEPTIEMBRE	28.0	1.5	S/N	11:00
NOVIEMBRE	27.17	88.3	N/E	11:00
DICIEMBRE	26.33	88.3	-	10:30
ENERO	25.33	50.0	E/N	12:00
FEBRERO	27.66	5.6	S/N	11:15
MARZO	29.33	91.6	-	11:20
ABRIL	33.66	0.0	N/S	11:00

Tabla No. 11. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS. Valores promedio registrados de las tres estaciones de los parámetros físico-químicos por mes y por nivel.

	FASE DE DILUCION				FASE DE CONCENTRACION				
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
OXIGENO	4.76	9.20	8.02	6.80	3.47	4.47	5.53	2.57	1.39
mg/l	1.97	6.74	5.74	4.74	2.03	1.39	4.50	1.91	0.83
BIOXIDO DE CARBONO	-	-	-	3.63	0.00	0.00	0.00	3.08	7.12
mg/l	-	-	-	4.84	0.00	0.00	0.00	3.27	10.29
DUREZA TOTAL	78.00	69.50	83.73	97.97	110.88	215.46	180.18	233.64	362.40
mg/l	119.00	87.32	89.54	91.77	117.60	207.40	187.73	236.88	377.28
ALCALINIDAD	72.00	36.44	42.06	47.70	86.35	69.66	61.38	184.25	60.16
mg/l	87.50	38.77	47.58	56.40	111.10	86.00	67.00	175.45	50.59
pH	7.10	7.33	7.38	7.43	7.49	7.32	7.15	6.79	7.41
	7.00	7.10	6.95	6.80	7.55	6.98	7.66	7.50	7.12
TEMPERATURA	29.00	27.00	26.30	25.60	22.33	23.33	23.00	22.66	28.00
°C	23.00	22.00	22.65	2.50	21.66	20.66	22.00	20.00	24.00
CONDUCTIVIDAD	-	-	-	12.33	130.00	190.66	120.00	397.16	674.33
microsiemens/cm	-	-	-	14.00	130.00	178.66	105.30	376.65	648.00

Tabla No. 12. MORFOMETRIA. Datos de morfometria del bordo "Chavarrfa", obtenidos por el método de planimetría.

	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
AREA TOTAL (m ²)	12378.94	13189.45	12426.30	11663.15	10205.26	8794.73	7157.89	5726.31	2415.78
VOL. TOTAL (m ³)	8936.15	12153.96	11520.89	10887.82	8185.55	6133.17	5753.13	2571.92	591.92
PROF. MAX. (m)	1.82	2.18	2.07	1.96	1.60	1.48	1.29	0.92	0.41
PERIMETRO (m)	434.00	452.00	448.00	439.00	413.00	371.00	347.50	324.50	264.00
PROF. MEDIA (m)	0.72188	0.92149	0.92713	0.93352	0.80209	0.69736	0.80374	0.44914	0.24502
PROF. RELAT. (%)	1.44968	1.88224	1.64567	1.60839	1.40363	1.38860	1.33031	1.00774	0.73926
DESARROLLO DEL PERIM.	1.16038	1.11024	1.13497	1.14670	1.15327	1.11598	1.15866	1.20968	1.51519
RELACION P.MED.:P.MAX.	0.39663	0.42270	0.44788	0.47628	0.50130	0.47118	0.62305	0.48819	0.59760

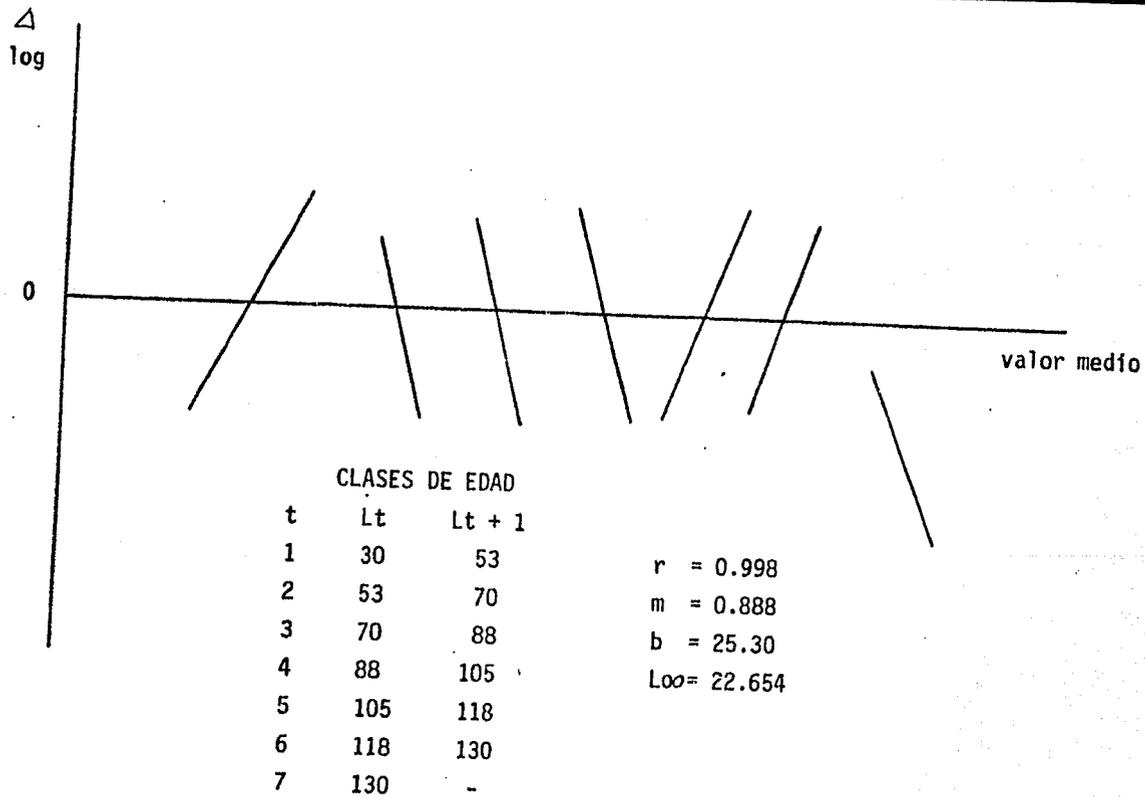


FIGURA NO. 1. CLASES DE EDAD. Obtenidas por el método de Bhattacharya, para la población total de la Tilapia sp.

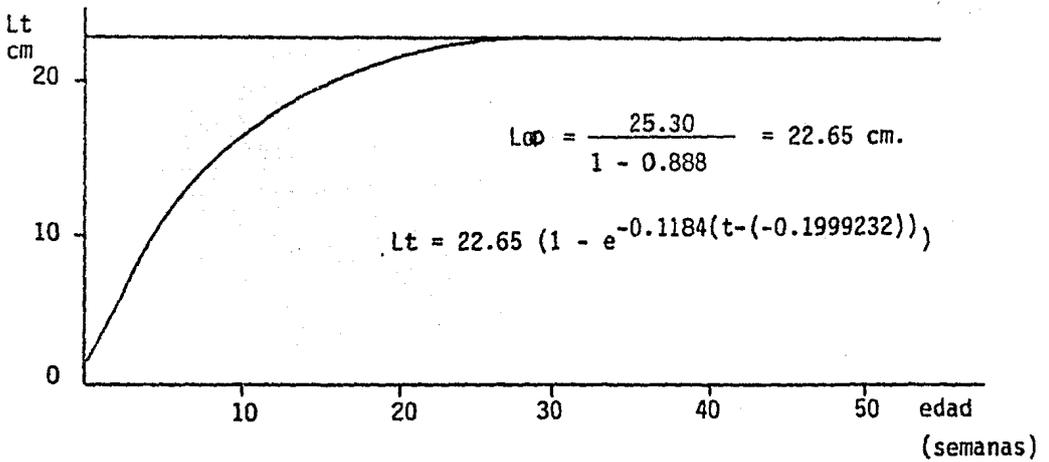


Figura No. 2A. Curva de crecimiento en longitud de la población total.

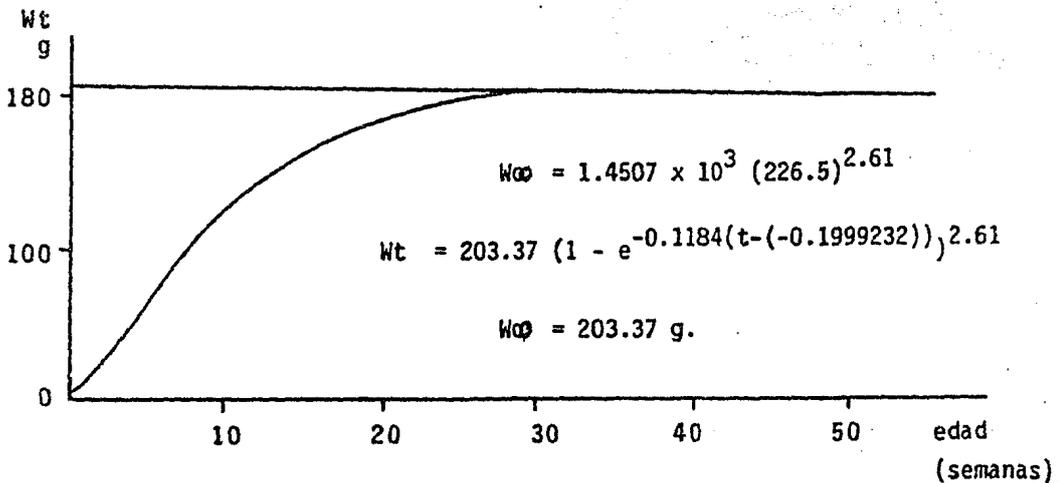


Figura No. 2B. Curva de crecimiento en peso de la población total.

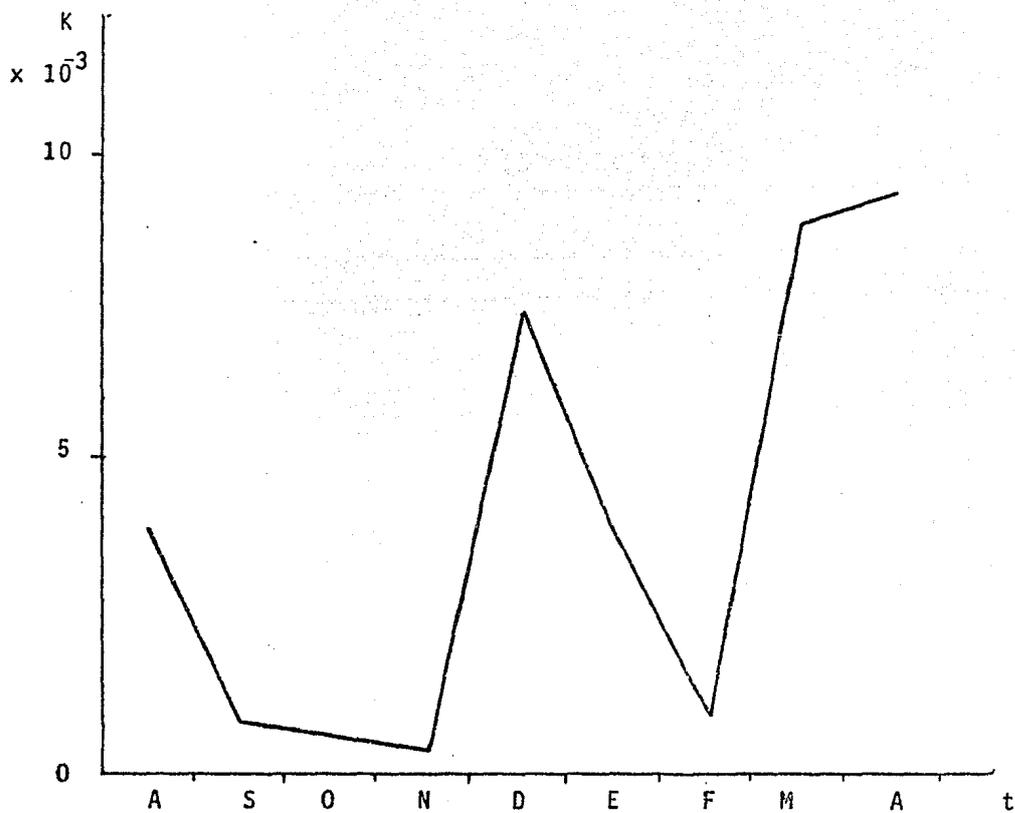


Figura No. 3. FACTOR DE CONDICION SIMPLE. Obtenido mensualmente para la población total.

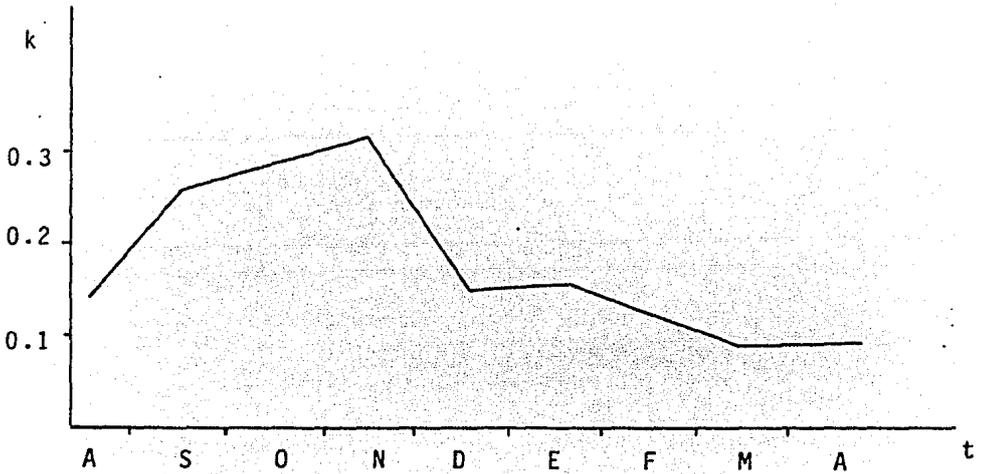


Figura No. 4A. CONSTANTE DE CRECIMIENTO CONTRA TIEMPO. Observándose un crecimiento acelerado en los primeros meses del estudio, decreciendo notablemente en el mes de marzo.

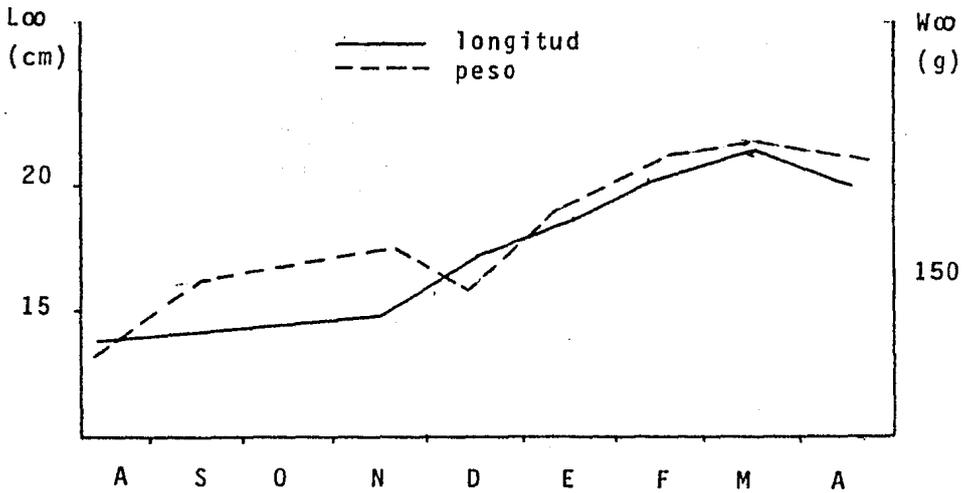


Figura No. 4B. LONGITUD Y PESO MÁXIMOS CONTRA TIEMPO. Se observa el incremento en longitud y peso que tuvo el pez en el tiempo de inundación del bordo.

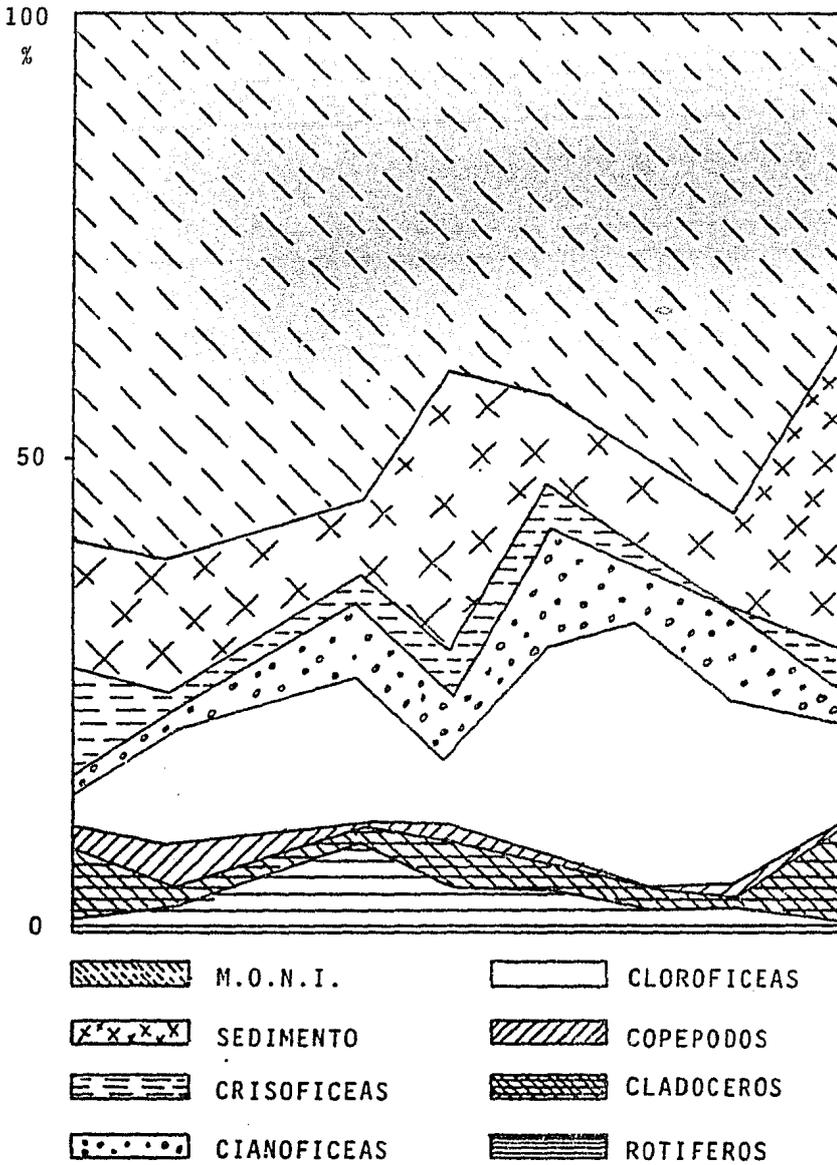


Figura No. 5. HABITOS ALIMENTICIOS. Variaciones del porcentaje acumulativo de los hábitos alimenticios de la *Tilapia sp.* a través del tiempo.

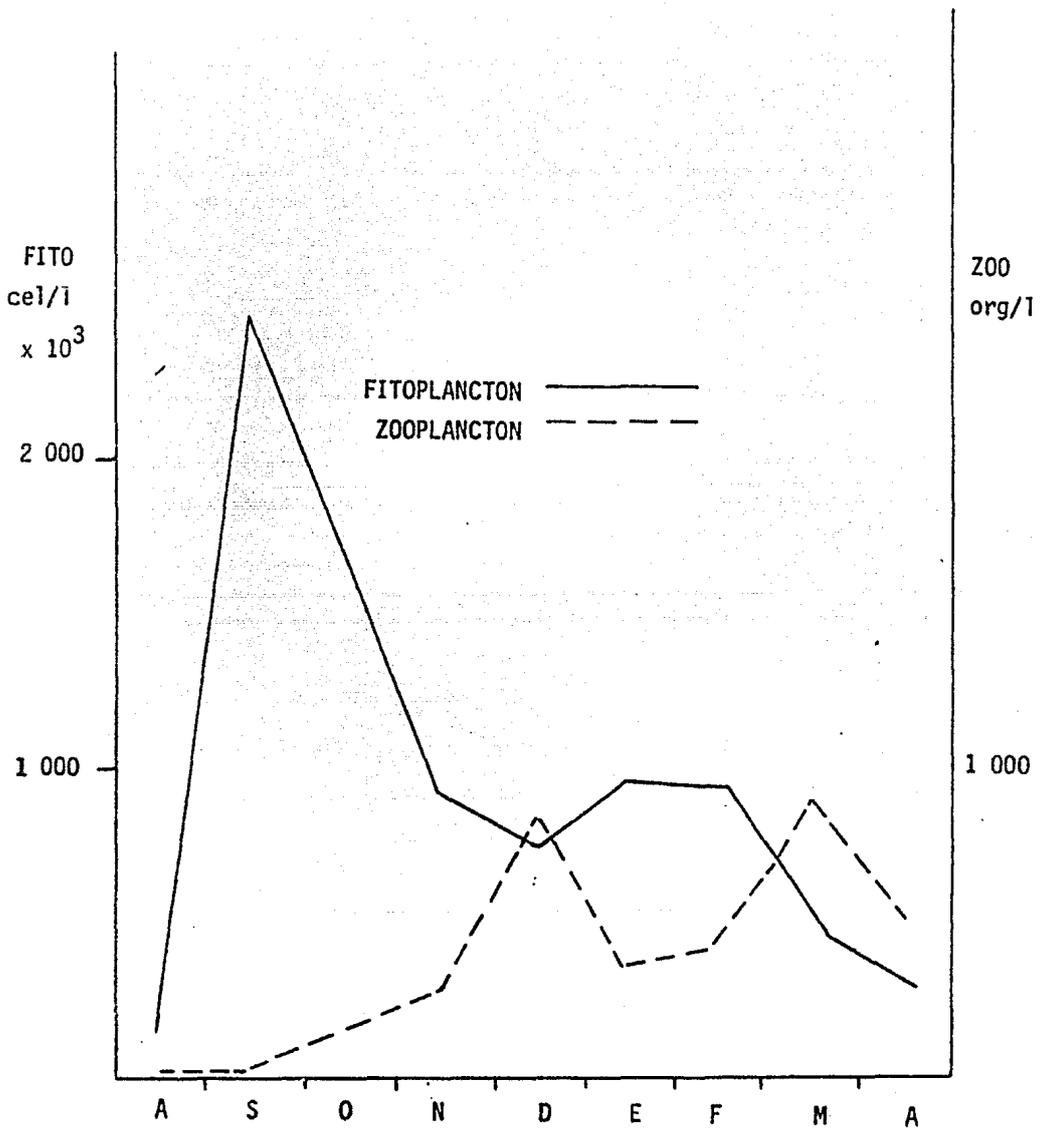


Figura No. 6. DENSIDADES DEL PLANCTON CONTRA TIEMPO.

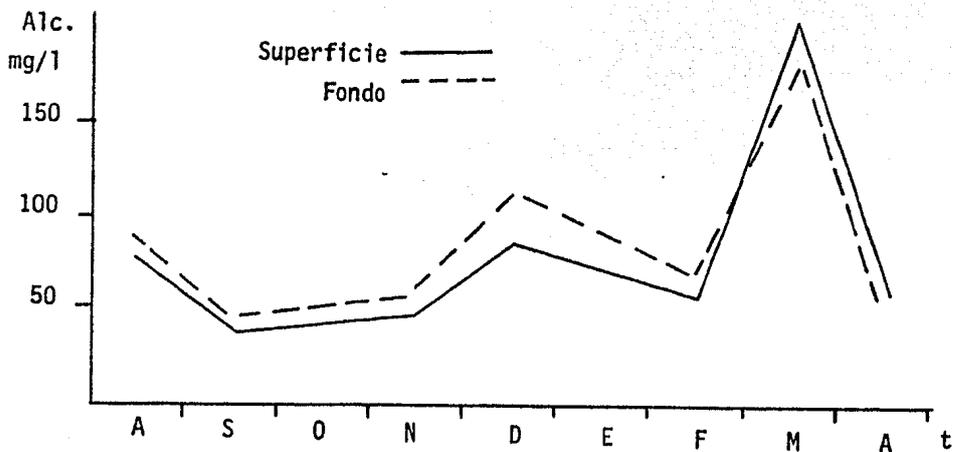


Figura No. 7 A. VARIACIONES MENSUALES DE ALCALINIDAD.

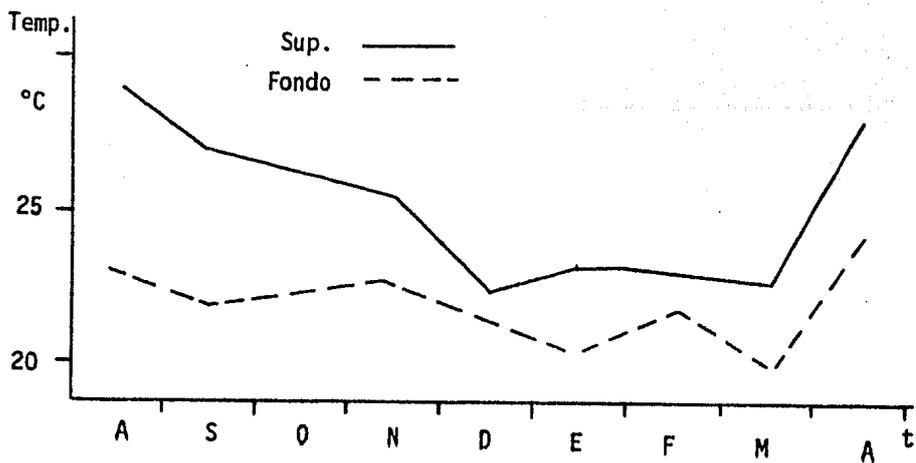


Figura No. 7 B. VARIACIONES MENSUALES DE TEMPERATURA.

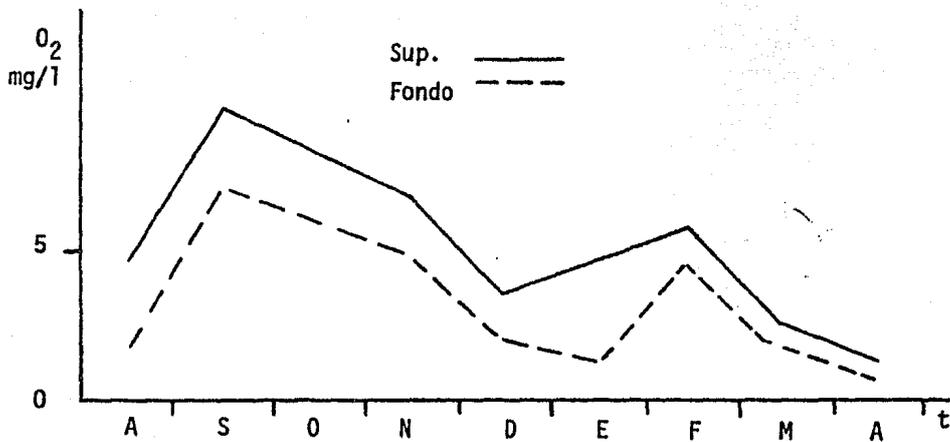


Figura No. 7 C. VARIACIONES MENSUALES DE OXIGENO.

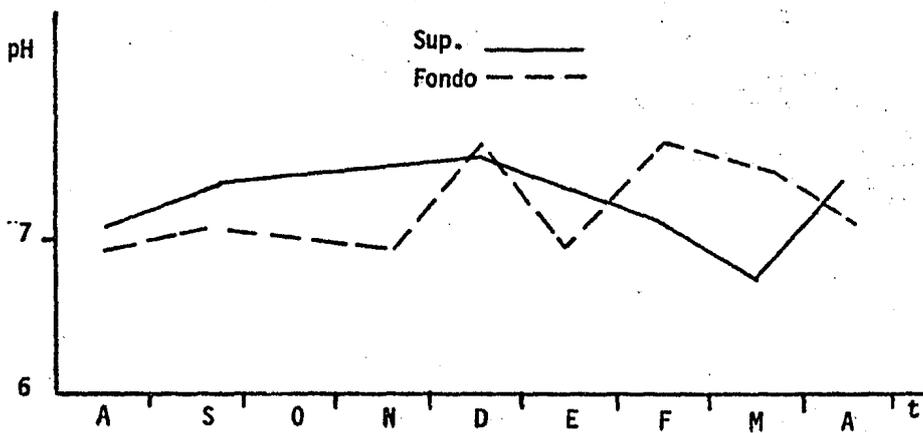


Figura No. 7 D. VARIACIONES MENSUALES DE pH.

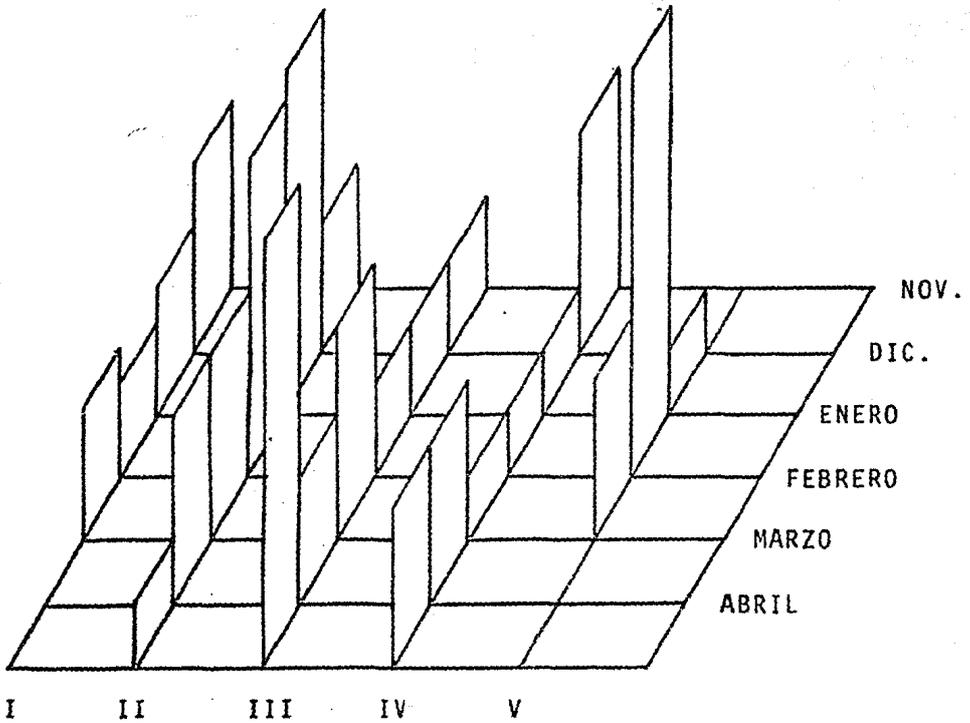


Figura No. 8. PORCENTAJE MENSUAL DE LOS ESTADIOS GONADICOS.
 De la Tilapia sp. de acuerdo a las tablas de
 Nikolsky (1963).

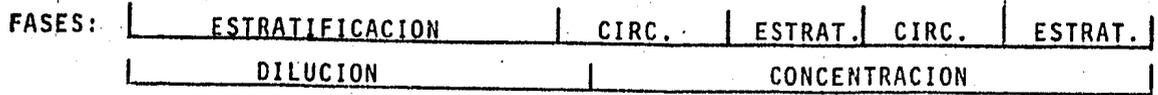
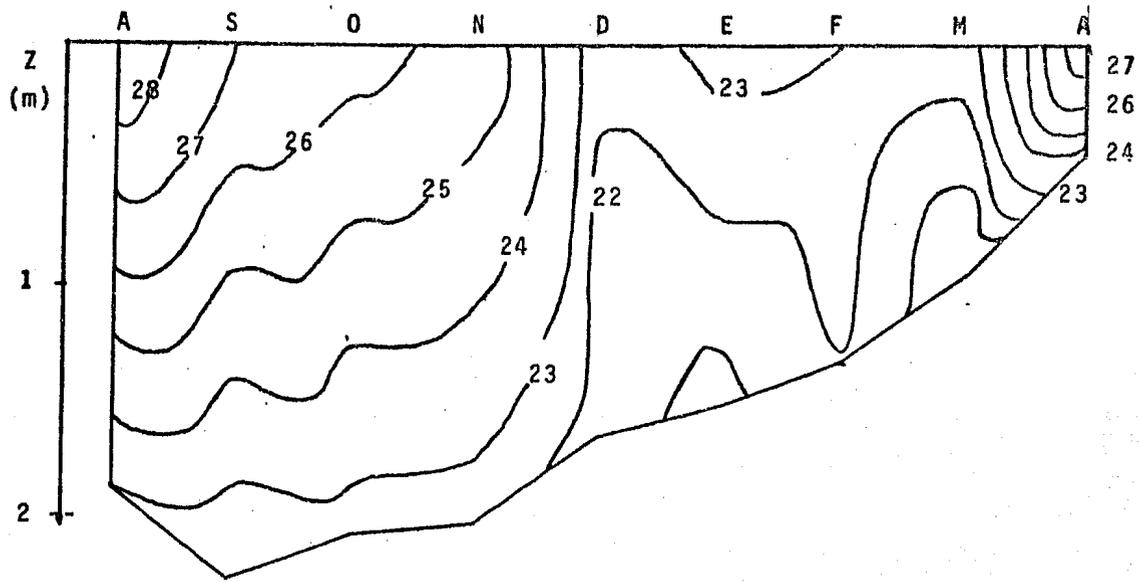


Figura No. 9. DIAGRAMA ESPACIO-TIEMPO DE TEMPERATURA. Mostrando las fases de estratificación y circulación, al mismo tiempo se muestra la fase de dilución y concentración del bordo a través del tiempo.

Del subgrupo 1 superficie, se obtuvieron 4 C.P. de los cuales se seleccionaron 3, que son los siguientes:

<u>COMPONENTE 1</u>		<u>COMPONENTE 2</u>		<u>COMPONENTE 3</u>	
CO ₂	0.93	O ₂	0.50	O ₂	0.48
O ₂	-0.71	Temp.	0.52	pH	-0.44
Temp.	0.82	pH	0.89		
Cond.	0.94				
Valor					
caract.	2.98		1.40		0.56
% Var.	59.6		28.10		11.20
% Acum.	59.6		87.80		99.00

Como éstos componentes son los que explican hasta el 99.00% de la variabilidad total, se escogieron para realizar la regresión múltiple, tomando como variables independientes a los resultados de éstos componentes y como variable dependiente a la constante de crecimiento (k).

De la regresión múltiple resultó que, el componente 2 es el más relacionado con la constante de crecimiento, aunque no significativamente.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 2	0.0622184	0.76235	0.02079	8.961
C.P. 3	0.0343342	0.42059	0.02109	2.650
C.P. 1	-0.0295779	-0.39689	0.01926	2.359
Cte.	0.1537570			

$$F_{0.05 (1,2)} = 18.51$$

Del subgrupo 1 fondo se obtuvieron 5 C.P., de los cuales se eligieron 2 para realizar la regresión múltiple - por explicar el 93.1% de la variabilidad total, quedando así:

	<u>COMPONENTE 1</u>	<u>COMPONENTE 2</u>
CO ₂	0.92	O ₂ 0.79
Cond.	0.92	Temp. 0.63
pH	-0.98	
Valor		
caract.	3.47	1.17
% Var.	69.6	23.50
% Acum.	69.6	93.10

Tomando en cuenta los resultados de éstos C.P. como variables independientes y como variables de respuesta a la constante de crecimiento, se determinó que el C.P. 1 fué el que presenta más alto coeficiente de correlación (0.63) con la constante, sin embargo no es significativa.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 1	0.2837120	0.60815	0.18756	2.288
C.P. 2	-0.0218732	-0.34366	0.25589	0.731
Cte.	-1.9684580			

$$F_{0.05(1,3)} = 10.13$$

Del subgrupo 2 superficie se obtuvieron 5 C.P. de los cuales los 3 primeros son los que explican el 93.6% de la variabilidad total, por lo que se eligieron como variables independientes para la regresión con la constante de crecimiento.

<u>COMPONENTE 1</u>	<u>COMPONENTE 2</u>	<u>COMPONENTE 3</u>
Alc. -0.90	D.t. 0.67	Temp. 0.76
O ₂ 0.81	pH 0.51	pH -0.48
Temp. 0.51		
pH 0.67		
Valor		
Caract. 2.64	1.20	0.82
% Var. 52.9	24.10	16.60
% Acum. 62.9	77.00	93.60

De la regresión resultó que la más alta correlación se obtuvo para el primer componente (0.84), además de ser altamente significativo.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 1	0.07082721	0.84265	0.01711	17.138
C.P. 2	-0.02120595	-0.25274	0.01708	1.542
C.P. 3	-0.01142308	-0.13623	0.01707	0.448
Cte.	-0.18145590			

$$F_{0.05 (1,5)} = 6.61$$

Del subgrupo 2 fondo se obtuvieron 5 C.P. de los cuales se escogieron los tres primeros para la regresión por explicar el 96.3% de la variabilidad total.

<u>COMPONENTE 1</u>		<u>COMPONENTE 2</u>		<u>COMPONENTE 3</u>	
D.t.	-0.85	Alc.	0.94	D.t.	0.31
O ₂	0.60	O ₂	0.69	O ₂	0.34
pH	0.96	Temp.	-0.73	Temp.	-0.31
Valor caract.	2.38		2.08		0.34
% Var.	47.7		41.80		6.80
% Acum.	47.7		89.50		93.30

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 3	-0.1972998	-0.65375	0.09985	5.904
C.P. 2	-0.0734689	-0.22131	0.10975	0.448
C.P. 1	-0.0693724	0.13281	0.17501	0.157
Cte.	0.2615472			

$$F_{0.05} (1,7) = 5.59$$

El componente principal 3 obtuvo la más alta correlación (-0.62), siendo significativa.

Del subgrupo 3 superficie se obtuvieron 4 C.P. de los cuales los tres primeros se escogieron para la regresión múltiple por explicar el 96.4% de la variabilidad total.

<u>COMPONENTE 1</u>		<u>COMPONENTE 2</u>		<u>COMPONENTE 3</u>	
D.t.	0.90	Alc.	-0.87	D.t.	-0.38
Cond.	0.97	pH	0.88	CO ₂	0.41
CO ₂	0.80				
Valor					
Caract.	2.69		1.77		0.35
% Var.	53.9		35.40		7.10
% Acum.	53.9		89.30		96.40

De la regresión se obtuvo que ninguno de los componentes presenta correlación con la constante de crecimiento, además los valores de F no son significativos.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 3	0.0404468	0.49562	0.02143	3.563
C.P. 1	-0.0419463	-0.69938	0.01685	6.195
C.P. 2	0.0508912	0.62356	0.02287	4.951
Cte.	0.01609634			

$$F_{0.05 (1,2)} = 18.51$$

Del subgrupo 3 fondo, se obtuvieron 4 C.P., de los cuales se escogieron los dos primeros para la regresión múltiple por explicar el 93.4% de la variabilidad total.

	<u>COMPONENTE 1</u>	<u>COMPONENTE 2</u>
D.t.	0.89	Alc. 0.94
Cond.	0.94	D.t. 0.27
pH	-0.97	Cond. 0.32
CO ₂	0.91	CO ₂ -0.09
		pH 0.17
Valor		
caract.	3.56	1.10
% Var.	71.3	22.10
% Acum.	71.3	93.4

De la regresión múltiple se obtuvo que el componente dos presenta alta correlación (-0.80), el efecto que presentó ante la constante de crecimiento es significativo.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 1	-0.3440272	-0.73271	0.13592	7.128
C.P. 1	-0.2186669	-0.34934	0.18120	1.456
Cte.	-1.9520310			

$$F_{0.05} (1,5) = 6.61$$

Del grupo 2 se obtuvieron tres C.P. de los cuales solamente se utilizó el primero para la regresión múltiple puesto que, explica el 95.4% de la variación total.

<u>COMPONENTE 1</u>	
Zm	0.98
Area	0.99
Vol.	0.93
Perfm.	0.99
Valor	
caract.	3.81
% Var.	95.4
% Acum.	95.4

De la regresión se obtuvo que el valor de el coeficiente de correlación fué alto (0.72) y que el efecto sobre la constante de crecimiento es significativo.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
C.P. 1	0.2245017	0.72051	0.08167	7.557
Cte.	-1.807156			

$$F_{0.05 (1,7)} = 5.59$$

Del grupo 3 superficie se obtuvieron tres C.P., que presentaron independencia entre ellos, por lo que se decidió aplicar la regresión múltiple sin modificaciones a las variables.

	<u>COMPONENTE 1</u>	<u>COMPONENTE 2</u>	<u>COMPONENTE 3</u>
Fito	0.85342	0.07661	0.51557
Zoo	-0.73153	0.64326	0.22601
Ir.	0.77585	0.52224	-0.35401
Valor			
caract.	1.86	0.69	0.44
% Var.	62.2	23.10	14.70
% Acum.	62.2	85.00	100.00

De la regresión resultó que la variable densidad absoluta de fitoplancton afecta ligeramente la constante de crecimiento, siendo su coeficiente de correlación de 0.70.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
Fito	-0.000041	0.63792	0.00002	6.653
Zoo	-0.001034	-0.70620	0.00042	6.043
Ir.	-6.744541	-0.54136	3.63169	3.449
Cte.	-1.300044			

$$F_{0.05 (1,5)} = 6.61$$

Del grupo cuatro, los dos componentes obtenidos - presentaron independencia, por lo que se tomaron las variables sin modificación para realizar la regresión.

	<u>COMPONENTE 1</u>	<u>COMPONENTE 2</u>
Temp. amb.	0.71	% de nub. 0.79
Valor		
caract.	1.94	0.82
% Var.	48.7	48.4
% Acum.	48.7	97.1

De la regresión múltiple se obtuvo que la variable temperatura ambiental es la que afecta significativamente a la constante de crecimiento.

<u>VARIABLES</u>	<u>B</u>	<u>BETA</u>	<u>STD ERROR B</u>	<u>F</u>
Temp. amb.	0.02937389	0.70719	0.00799	13.512
% de nub.	-0.00019265	-0.09578	0.00023	0.682
Cte.	-1.937431			

$$F_{0.05(1,3)} = 10.13$$

DESCRIPCION DE RESULTADOS.

La población de peces fué tratada por dos métodos estadísticos para determinar si existían diferencias en longitud, peso o altura entre machos y hembras, en el caso de -- que las poblaciones fueran diferentes se analizarían por separado y en caso contrario serían tratadas en conjunto.

Los análisis utilizados fueron:

- a) Análisis de Covarianza relacionando: longitud, peso y -- sexo, (Tabla No. 1). En la que se observa que del mes de noviembre al mes de marzo no existen diferencias significativas entre las dos poblaciones, mientras que en el -- mes de abril sí hay diferencias significativas.

- b) Análisis de Discriminantes relacionando: longitud, altura, peso y sexo, (Tabla No. 2). Obteniéndose del mes de noviembre al mes de marzo que no existen diferencias significativas, lo que no sucede en el mes de abril.

Los resultados de ambos análisis coincidieron en general en que no existen diferencias entre las dos poblaciones por lo que se decidió analizar a la población total.

Crecimiento.

La relación peso-longitud de los peces se calculó mensualmente tomando de 100 a 150 organismos como muestra. El modelo descriptivo de ésta relación denota que el valor máximo obtenido de la pendiente fué de 3.21 en el mes de noviembre y el mínimo de 2.31 en abril. El mayor coeficiente de correlación de peso y longitud se obtuvo en el mes de febrero, siendo de 0.987, (Tabla No. 3). El factor de condición se calculó mensualmente, de la misma muestra, alcanzando su mayor valor en el mes de abril y el menor en noviembre siendo de 9.16 y 0.19 respectivamente, (Tabla No. 4 y Figura No. 3).

Para obtener las curvas de crecimiento de los peces es necesario representatividad en las clases de edad, por lo que se aplicaron tres métodos para elegir el que mejor se ajustara a los datos, tales métodos fueron: Petersen - (Ricker, 1968), Cassie (1954) y Bhattacharya (1967).

El método de Petersen y el de Cassie no fueron adecuados por que al aplicarlos a la ecuación de von Bertalanffy, se reflejan valores muy alejados a los obtenidos en campo a lo largo de los muestreos.

Las clases de edad fueron obtenidas por el método de Bhattacharya (Figura No. 1), que al aplicarlas a la ecuación de von Bertalanffy se obtuvieron valores factibles de alcanzar, obteniéndose los mayores valores tanto de L_{∞} como de W_{∞} en el mes de marzo siendo, 21.39 cm y 214.15 g respectivamente, mientras que para la población total los valores fueron de $L_{\infty} = 22.65$ cm y de $W_{\infty} = 203.37$ g.

La representación de la ecuación descrita por el modelo se muestra en la Figura No. 2 y Tabla No. 5. Las variaciones de la constante de crecimiento se muestran en la Figura No. 4 .

Hábitos alimenticios.

El método que se utilizó para determinar los hábitos alimenticios fué el de frecuencia-ocurrencia, tomando en cuenta una submuestra de 20 organismos para cada mes.

En la Figura No. 5 se observa que la materia orgánica no identificable ocupó siempre el mayor porcentaje, obteniendo los mayores valores en los meses de septiembre, agosto y marzo, mientras que el fitoplancton obtuvo sus mayores porcentajes en los meses de enero y febrero. El sedimento presenta sus mayores valores en los meses de diciembre y abril, el zooplancton se mantiene casi constante a lo

largo del tiempo.

Dentro del fitoplancton el orden decreciente de dominancia en los tractos digestivos fué el siguiente:

Clorofíceas, Cianofíceas y Crisofíceas.

Para el zooplancton el orden decreciente de dominancia lo formaron los siguientes grupos:

Rotíferos, Cladóceros y Copépodos.

Los valores calculados para el índice de repleción gástrica de la población total fueron los siguientes: en el mes de septiembre de 0.0133 siendo el mayor valor, y el menor se obtuvo en el mes de abril de 0.036 (Tabla No. 7).

Plancton.

En el mes de septiembre se observó el valor promedio máximo de fitoplancton, siendo de 2.465 000 cel/l y el menor en el mes de agosto de 150 000 cel/l en superficie, -- mientras que en fondo el mayor valor fué de 832 000 cel/l en el mes de enero y el mínimo de 40 000 cel/l en septiembre, (Figura No. 6 y Tabla No. 8).

Predominando en todos los meses la división Clorofíceas seguida de las Cianofíceas y por último las Crisofíceas

tanto en superficie como en fondo, característica de un sistema eutrófico.

Para el zooplancton su máximo valor fué en el mes de marzo, siendo de 870.58 org/l y el menor en agosto de 3.05 org/l (Figura No. 4). Predominando en todos los meses los rotíferos (excepto en noviembre), después los copépodos y por último los cladóceros (Tabla No. 9).

Parámetros ambientales.

La temperatura ambiental máxima registrada fué en el mes de abril, siendo de 33.66 °C y la mínima en enero de 25.33 °C (Tabla No. 10), mientras que el valor máximo obtenido en el porcentaje de nubosidad fué en agosto y el mínimo en abril, 100 y 0% respectivamente.

La dirección del viento varió para cada mes, sin embargo, García (1981) cita que los vientos del norte son los dominantes para esta zona. Se trató de que se realizaran los muestreos aproximadamente a la misma hora para evitar mayores fluctuaciones en las medidas y tomas de muestras del embalse.

Parámetros morfométricos.

Se utilizaron tres métodos para obtener el área del bordo éstos fueron: planimetría, corte y peso y figuras geométricas. Los tres métodos coincidieron en que los resultados fueron muy similares, eligiéndose el método de planimetría para analizar y discutir los resultados, (Tabla No.12).

El área máxima se obtuvo en el mes de septiembre, teniendo $13\ 189.45\ m^2$, y la menor en el mes de abril la cual fué de $2\ 415.78\ m^2$.

El volumen máximo obtenido fué en el mes de septiembre con $12\ 153.96\ m^3$ y el menor en el mes de abril de $591.92\ m^3$.

La profundidad máxima registrada fué en septiembre de 2.18 m y la mínima en abril de 0.41 m, la transparencia varió desde valores de 63 cm en agosto hasta 2.66 cm en enero.

El perímetro máximo se obtuvo en septiembre siendo de 452 m y el mínimo en el mes de abril de 264 m.

Comportándose de la misma manera los demás parámetros tales como: profundidad media y profundidad relativa, no siendo así para el desarrollo de la línea de costa y la re-

lación profundidad media:profundidad máxima, los cuales indican la forma del sistema que cambia regularmente conforme aumentan o reducen los parámetros antes citados.

Estratificación térmica.

Durante el tiempo de inundación del bordo, se observaron tres fases de estratificación: la primera en los meses de agosto-noviembre, la segunda en enero y la tercera de marzo a abril, y dos fases de circulación: la primera en el mes de diciembre y la segunda en el mes de febrero.

Parámetros fisico-químicos.

Los parámetros fisico-químicos se ven afectados esencialmente por dos fases, una de dilución, que comprende del mes de agosto al mes de noviembre y la otra de concentración, que va del mes de diciembre al mes de abril (Tabla No. 11 y Figura No. 9).

La primera provoca un decremento en la salinidad haciéndose notar en la alcalinidad y en la dureza total en superficie y fondo. La máxima alcalinidad se obtuvo en agosto en superficie y fondo de 72.0 y 87.5 mg/l respectivamente, y los mínimos valores se registraron en septiembre 36.44 mg/l en superficie y en fondo de 38.77 mg/l ,

(Figura No. 7 A).

En el caso de la dureza total, los máximos valores de superficie se obtuvieron en el mes de noviembre con 97.97 - mg/l y en fondo de 119 mg/l en el mes de agosto, los mínimos valores en superficie se dieron en el mes de agosto con 68 mg/l y en fondo con 87.3 mg/l en el mes de septiembre.

El pH también presentó un decremento en sus valores - tanto en superficie como en fondo en la fase de dilución, - obteniéndose el valor máximo en superficie en el mes de noviembre 7.43 y el mínimo en agosto de 7.10. En el fondo el valor máximo se registró en septiembre de 7.10 y el mínimo en noviembre de 6.8, (Figura No. 7D). Sin embargo, el oxígeno disuelto presenta un comportamiento inverso a los parámetros antes citados, registrándose el máximo valor en superficie en septiembre de 9.2 mg/l y el mínimo se registró en agosto de 4.76 mg/l, en el fondo el valor máximo se obtuvo en septiembre de 6.74 mg/l y el mínimo en agosto de 1.97 - mg/l (Figura No. 7C).

La temperatura máxima en superficie se registró en el mes de agosto 29°C y la mínima en noviembre 25.6°C, mientras que en fondo la máxima fue en el mes de agosto de 23°C y la mínima en septiembre de 22°C, (Figura No. 7B).

La segunda fase llamada de concentración (Figura No.9) presenta el siguiente comportamiento: la dureza total, alcalinidad, pH y la conductividad específica se incrementan en superficie y fondo, mientras que el oxígeno disuelto decrece para ambos niveles.

El valor máximo de superficie para la dureza total se obtuvo en el mes de abril de 362.4 mg/l y el mínimo en el mes de diciembre de 110.88 mg/l, en fondo el valor máximo 377.28 mg/l en abril y el mínimo de 117.6 mg/l en diciembre.

La alcalinidad presenta su valor máximo en superficie en el mes de marzo con 184.25 mg/l y el mínimo en abril de 60.16 mg/l, en el fondo el máximo fué de 175.4 mg/l en el mes de marzo y el mínimo de 50.59 mg/l en abril, (Figura - No. 7 A).

El valor máximo de superficie en el pH se obtuvo en diciembre de 7.49 y el mínimo de 6.79 en marzo, en fondo el valor máximo fué de 7.66 en febrero y el mínimo de 6.98 en enero, (Figura No. 7D).

La conductividad específica se empezó a registrar a -- partir del mes de noviembre encontrándose el valor máximo - en superficie de 674.33 microsiemens/cm en abril y el mñi- mo de 120 microsiemens/cm en febrero, en fondo el máximo va- lor fué de 648 microsiemens/cm en abril y el mínimo de -- 105.3 microsiemens/cm en febrero, (Tabla No. 11).

En relación al oxígeno disuelto, presentó un máximo va lor en superficie de 5.53 mg/l en febrero y el mínimo 1.39 mg/l en abril. También en fondo el valor máximo fué en fe - brero 4.50 mg/l y en abril el mínimo de 0.836 mg/l, (Figura No. 7C).

El dióxido de carbono en ésta fase presentó una tenden- cia a aumentar a través del tiempo.

La máxima temperatura registrada en superficie fué en abril de 28°C y la mñima en el mes de diciembre de 22.33°C mientras que en fondo la máxima temperatura fué en el mes - de abril de 24°C y la mñima en marzo de 20°C, (Figura No. 7B).

DISCUSION.

En los análisis de Covarianza y Discriminantes la evidencia mostró que hasta el mes de marzo, no hay diferencias significativas (con un nivel de confianza de 0.05) entre -- las poblaciones de hembras y machos de la Tilapia sp. (Ta-- bla No. 1 y 2), no presentándose un dimorfismo sexual, mien-- tras que en el mes de abril se empezaron a notar diferen -- cias entre sexos debido probablemente a los efectos de la - reducción del volumen en un 90% del sistema acuático, oca-- sionando que la producción de plancton disminuyera (Tablas No. 8 y 9, Figura No. 6), ésto se refleja en los resultados de hábitos alimenticios (Figura No. 5 y Tabla No. 6) del -- mes de abril (mayor cantidad de materia orgánica y menor -- cantidad de sedimento), lo cual provocó que el crecimiento disminuyera.

Por otro lado los estadios gonádicos III y IV en el -- mes de abril tienen el mayor porcentaje de frecuencia (Figu-- ra No. 8), éste aspecto se ve reflejado en el factor de con-- dición ya que en éste mes obtiene el mayor valor, indicándo-- nos que el organismo se estaba preparando para otra repro-- ducción, tal vez en forma masiva dada por el incremento de la temperatura (Figura No. 7B), que permite un adecuado de-- sarrollo de los órganos sexuales. Es conveniente observar -

en la Figura No. 8 que en general el organismo estuvo en -- constante reproducción, debido a que se presentan estadios avanzados en baja frecuencia, permitiendo la incorporación de nuevos organismos (reclutamiento) a la población.

Los valores obtenidos de las pendientes de la relación peso-longitud fueron diferentes de 3, por lo que se considera que el crecimiento es de tipo alométrico, ya que Weatherly (1972) y Ricker (1975) citan que cuando un pez permanece invariable en las proporciones de su cuerpo se tiene un crecimiento isométrico con pendiente de 3.

Las variaciones de las pendientes y del factor de condición (Tablas No. 3 y 4) presentan una relación inversa en septiembre, noviembre y febrero, es decir que cuando la pendiente tiende a tener valores más cercanos a la isometría - la robustez decrece, debido a los estadios gonádicos que -- predominan (Figura No. 8), coincidiendo con los picos de - alta densidad de fitoplancton en septiembre y febrero, lo - cual significa que había una buena disponibilidad de alimento.

Es necesario especificar que los altos valores del factor de condición en los meses de diciembre y abril son el -

resultado del tipo de alimento encontrado en los tractos digestivos (Figura No. 5) y la presencia de estadios gonádicos avanzados. Sin embargo en el mes de abril el factor de condición se incrementa, debido a lo antes mencionado.

Finalmente podemos decir que la materia orgánica no identificada (M.O.N.I.) y el fitoplancton de los tractos digestivos son un indicativo de las altas densidades de plancton.

Para la obtención de las clases de edad se utilizaron tres métodos: Petersen (Ricker, 1968), Cassie (1954) y Bhattacharya (1967), éste último resultó ser el método más adecuado, obteniéndose satisfactoriamente las clases de edad, (Figura No. 1).

Una vez representadas las clases de edad se obtuvieron las constantes de la ecuación de von Bertalanffy, (Tabla No. 5) cuyos valores indican que el crecimiento en peso y longitud de la especie es lento, requiriéndose aproximadamente un tiempo de 50 semanas (Figura No. 2A y 2B), que si se compara con estudios realizados con Tilapia en embalses donde el organismo alcanzó una talla de 38 cm y un peso de 1500 g en cuarenta semanas o como el caso de la carpa de -

Israel cuyo peso fué de 800 g en seis semanas en Opoepo, -- Michoacán y 2000 g en un año en bordos del estado de More-- los y la trucha que llegó a tener 1200 g en once meses en Cuitzitan, Mich. (Rosas, 1976).

Así tenemos que el crecimiento en la Tilapia suele ser muy rápido al principio (Figura No. 4A) y decrece con el -- aumento de edad, pero en términos generales la velocidad de crecimiento es baja a lo largo del tiempo, (Tabla No. 5) de bido a los siguientes aspectos:

- a) Precocidad sexual, ya que la reproducción se logra a los 4 meses de haberse sembrado los organismos, ésto se co-- rroborra con los estadfos gonádicos avanzados y con la -- cantidad de organismos pequeños que se reclutan a la po-- blación, pues el 92.6% de la población total está repre-- sentada por organismos cuya talla es de 1.8 cm a 11.5 cm este porcentaje de organismos pequeños afecta el rendi-- miento del cultivo.
- b) Reducción del volumen, que da como resultado un abati -- miento en las concentraciones de oxígeno, por la oxida-- ción del material orgánico así como la alta respiración, de los organismos presentes en el bordo.

En los primeros cuatro meses de estudio (agosto-noviembre)(Tabla No. 4 y Figura No. 3), el factor de condición -- tiende a decrecer ya que la temperatura es un factor que afecta directamente el crecimiento de los organismos y ésta disminuyó en éste período (Figura No. 7B), encontrándose -- por otro lado, bajas cantidades de alimento en el tracto digestivo (Figura No. 5). Mientras que en diciembre aumenta - el factor de condición que es debido posiblemente a que se encontró un alto contenido de sedimento en el tracto diges- tivo, dando como consecuencia una disminución del crecimien- to en talla. Del mes de febrero a abril el factor aumenta, relacionándose con la temperatura y con los estadfos gonádicos avanzados.

Por otro lado la población presenta frecuentes cambios en el factor de condición reflejo de las fluctuaciones estacionales en su balance metabólico y en patrón de maduración y subsecuente la liberación de los productos reproduc- tivos a lo largo del tiempo de estudio.

El llenado y tipo de alimento encontrado en los trac- tos digestivos influye en el valor del factor de condición por lo que se debe tener mucho cuidado al hablar de estado nutricional y factor de condición de la población, aspecto

mencionado por Beverton y Holt (1957).

Al realizar la cuantificación de hábitos alimenticios de la Tilapia se encontró que la materia orgánica ocupa la mayor parte en el contenido estomacal siguiéndole en orden de importancia partículas de sedimento, fitoplancton y zooplancton (Tabla No. 6 y Figura No. 5).

Con base al tipo de alimento que consume y a la morfología de la boca del pez, se puede afirmar que es una especie omnívora cuya alimentación está en función de la abundancia relativa del alimento y de la oportunidad que tenga para capturarlo, aunque presenta una marcada tendencia a -- ser fitoplanctófaga.

La mayoría de las especies antes de alcanzar la edad adulta el alimento ingerido es usado en el crecimiento, lo que asegura la preservación del stock poblacional, corroborándose ésto con los valores obtenidos de la constante de crecimiento, ya que en los primeros meses se obtuvieron los máximos valores, siendo entonces necesario citar que el crecimiento no sólo es afectado por la cantidad, calidad y tamaño del alimento, sino también por la densidad de la población de peces introducida y por el incremento en número de individuos a la población como resultado de una constante -

reproducción como sucede en éste caso, ya que se ha demostrado que en altas densidades de población el crecimiento se ve retardado a pesar de que exista suficiente cantidad de alimento, además de que los requerimientos por unidad de peso corporal disminuyen con el aumento en talla de los individuos (Beverton y Holt op.cit.).

Por otro lado el mayor valor del índice de repleción gástrica se obtuvo en el mes de septiembre (Tabla No. 7), debido a que el alimento existía en gran cantidad y a que los organismos que fueron introducidos en el mes de julio aún estaban en edad temprana y les era fácil la captura de alimento, el menor valor se obtuvo en el mes de abril debido a que las condiciones del bordo se habían reducido a un nivel mínimo no permitiendo una adecuada producción de plancton para la cantidad de peces existentes.

Finalmente es importante mencionar que el índice de repleción de los peces sirve como indicador en forma indirecta de la condición del pez.

Estratificación térmica del bordo.

Durante el período de estudio, el bordo presentó tres fases de estratificación y dos de circulación, la

formación de termoclinas que distingue estas fases obedece dos aspectos fundamentales: la disminución o aumento de la temperatura del aire durante otoño-invierno e invierno-primavera respectivamente y a la topografía circundante que protege al sistema, ésto se comprueba al registrar temperaturas mayores de 1°C de 0 a 1 m de profundidad.

La estratificación es modificada en sistemas de aguas cálidas o tropicales por la acción del viento y época invernal, que dejan sentir su mayor influencia sobre las aguas superficiales generando corrientes de mayor densidad que forman una circulación convectiva como sucedió en los meses de diciembre 1983 y febrero 1984, encontrándose temperaturas en superficie y fondo muy similares.

La conducción de calor de turbulencia disminuye conforme va aumentando la estabilidad de la estratificación en el mes de marzo (3a. fase de estratificación), ésta es menos marcada que la del mes de enero.

Es importante mencionar que el bordo presenta dos fases, una de dilución y otra de concentración. La fase de dilución (agosto-noviembre) caracterizada por el aumento de volumen y área del bordo y la disminución en la concentra--

ción de sales y iones disueltos, tales como la alcalinidad y la dureza total. Y la fase de concentración (diciembre-abril) caracterizada por la disminución de volumen y área superficial que ocasiona un aumento en la concentración de los parámetros antes citados.

Este comportamiento es el resultado principalmente de las condiciones climáticas del lugar (precipitación-evaporación), edáficas (textura del sedimento-filtración) e incidencia del ganado vacuno que llega al embalse para utilizarlo como abrevadero (1150 org./dfa aproximadamente) y la extracción del agua por la gente del poblado.

Relación de los parámetros fisico-químicos con el creci miento.

Mediante los análisis de Componentes Principales y - Regresión Múltiple, se concluyó de manera general que en - superficie las variables que están más relacionadas con la constante de crecimiento (k) son: oxígeno, temperatura, pH, alcalinidad, fitoplancton, transparencia, además de la temperatura ambiental y los parámetros morfométricos.

El oxígeno es el parámetro mas importante y esencial para el metabolismo de todos los organismos acuáticos que

presentan una respiración de tipo aeróbica.

Durante los primeros meses de estudio las concentraciones de oxígeno fueron favorables para el desarrollo de los organismos seguidos de un corto período de valores menores de 5 mg / l (agosto-noviembre y diciembre-abril respectivamente), por lo que en este segundo período se detectó un crecimiento lento, lo cual concuerda con los criterios de Swingle (1969), quien considera que a concentraciones menores de 0.3 mg/l de oxígeno por largos períodos son letales para la producción de peces, el rango de 1.0 a 5.0 mg/l de oxígeno, provoca un lento crecimiento para los organismos si son expuestos por períodos prolongados y a concentraciones mayores de 5.0 mg/l de oxígeno son favorables para el desarrollo de los peces.

La disminución del oxígeno disuelto en los últimos meses (diciembre-abril) se debió al aumento en la población fctica, degradación de materia orgánica, respiración de los organismos, reducción del volumen del bordo y al incremento de la temperatura, ya que cuando ésta aumenta disminuye el oxígeno disuelto. La acción del viento también afecta la concentración de oxígeno pero debido a que el bordo está protegido por la topografía circundante, se presen

ta poca turbulencia y esto permite la estratificación química y térmica. (Figura No. 1),-

Relacionándose lo anterior con la presencia de fito - plancton que llega a aumentar las concentraciones de oxígeno hasta sobresaturación en las horas de mayor incidencia solar como se detectó en los meses de septiembre y febrero donde se presentan 2 picos, (florecimientos densos).

La fuerte reacción inversa de la alcalinidad, dureza total y conductividad con la precipitación pluvial en la fase de dilución, han sido descritas por Wetzel (op.cit.), Brylinsky (op.cit.) y Boyd (op.cit.), los cuales mencionan que el balance precipitación-evaporación es un mecanismo que controla la salinidad en aguas interiores.

De acuerdo a la clasificación hecha por Sawyer y McCarty (1967), el bordo presenta un tipo de agua dura, (de 150-300 p.p.m.) que es la mas adecuada para los organismos en estudio. Las aguas duras son generalmente más productivas que las aguas blandas, también se consideran amortiguadoras y ésto se corrobora con los valores neutros de pH a través del tiempo.

Debido a que el fondo del bordo es de tipo arcilloso - presentó un alto contenido en carbonatos, lo cual provocó - un aumento en la alcalinidad en superficie, aunado a ésto, en los últimos meses se presentó una filtración y evaporación excesiva, por lo que las concentraciones de las sustancias disueltas se incrementan al igual que los valores de conductividad en superficie.

A partir del mes de septiembre se presentó una disminución en la transparencia al disco de Secchi, debido a que - la precipitación pluvial provocó una alta turbulencia, que trae consigo una mineralización y descomposición de la materia orgánica alóctona y autóctona, por lo que se presentaron florecimientos densos de algas verdes en la superficie del bordo a partir del mes de diciembre, debido a la alta fertilización dada por la presencia permanente de ganado vacuno y porcino, ya que sus desechos orgánicos contienen altos porcentajes de óxido de potasio que solubiliza y de compuestos nitrogenados, (Millar, 1975). Esto es importante ya que el nitrógeno es uno de los principales elementos del protoplasma celular de los organismos junto con el fósforo, potasio, carbono e hidrógeno que constituyen importantes nutrientes de las aguas dulces.

La identificación del fitoplancton se hizo a nivel de división, siendo las clorofíceas las dominantes siguiéndole las cianofíceas y crisofíceas. Su distribución temporal presentó dos aumentos, el primero con mayor densidad en otoño y el segundo en invierno, éste comportamiento es característico de zonas subtropicales como lo menciona Hutchinson, -- (1967) (Tabla No. 8 y Figura No. 6).

En los sistemas acuáticos es muy importante la presencia de éstos organismos ya que constituyen la base de la cadena trófica.

Como la alcalinidad es mayor que la dureza total a lo largo del estudio, indica que los bicarbonatos y carbonatos se combinan con sodio y potasio más que con calcio y magnesio. Un alto porcentaje de potasio soluble en el sistema -- puede ser el responsable de la dominancia de clorofíceas, -- ya que se tienen trabajos ecológicos, como los de Persall (Wetzel, op.cit.), quien considera que una proporción de iones monovalentes:divalentes por debajo de 1.5 es favorable para las clorofíceas, por lo que podemos suponer que el alto aporte de potasio por los fertilizantes orgánicos permite que ésta proporción sea mayor.

Finalmente podemos citar que la presencia de una alta densidad de clorofíceas, tiende a disminuir conforme el volumen del bordo decrece, aunque como ya se mencionó se tiene un segundo pico en el mes de enero, éste es de menor magnitud que el primero, que si lo comparamos con la constante de crecimiento y el volumen del bordo tienden a decrecer.

Por otro lado la morfología del embalse ejerce efectos importantes sobre la totalidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el crecimiento de los peces, ya -- que en los meses de marzo a abril tiempo en el que el bordo alcanzó su mínimo volumen y área se detectó una disminución en la constante de crecimiento de la población, esto fué determinante para que los peces no alcanzaran su talla comercial.

Otra de las posibles causas por las que no se alcanzó un desarrollo adecuado es debido a que la población no se introdujo monosexada, lo cual trajo como consecuencia una alta reproducción y consecuentemente una sobrepoblación, y por lo tanto la falta de espacio vital.

Se puede citar que el crecimiento de la Tilapia sp. como los parámetros morfométricos presentan la misma tenden--

cia ya que en los primeros meses alcanzaron sus máximos valores los cuales fueron disminuyendo a lo largo del tiempo.

Se discuten a continuación las variables del fondo que están más relacionadas con el crecimiento: oxígeno, temperatura, pH, alcalinidad, dureza total, dióxido de carbono y conductividad.

Debido a que las concentraciones de oxígeno disueltas son menores en el fondo el patrón que siguen las curvas es de tipo clinógrado, característica de un sistema eutrófico (Wetzel, op. cit.), ésta disminución de oxígeno se debe a los procesos de óxido-reducción, que se llevan a cabo en la descomposición de la materia orgánica presente, que por lo general es degradada rápidamente en sistemas neutros mediante los procesos de fermentación microbiana, nitrificación y oxidación de sulfuros (Boyd, op. cit.), provocando un aumento en las concentraciones de dióxido de carbono en los últimos meses, (Tabla No. 11).

En las aguas usadas para la piscicultura intensiva, los niveles de dióxido de carbono fluctúan de 0 a 10 mg/l, (Parks, et al., 1975).

Las concentraciones de dióxido de carbono libre que se obtuvieron a lo largo del tiempo, no se consideran perjudiciales para la población de peces ya que muchas especies sobreviven en aguas que contienen arriba de 60 mg/l de CO₂ libre, (Hart, 1944; Haske1 and Davies, 1958).

Como se mencionó antes en el fondo del bordo se presentaron altos contenidos de carbonatos debido al tipo de suelo, provocando un aumento en la salinidad, teniendo -- una estrecha relación con la dureza total, que también -- tiene valores altos en fondo, indicándonos que se trata de agua dura, según los criterios antes citados, tipo de agua que favorece la productividad del sistema y permite el cultivo de peces adecuadamente.

La identificación del zooplancton se hizo a nivel de grupo siendo los más importantes en orden decreciente: rotíferos, cladóceros y copépodos por ser los más abundantes, aunque también se encontraron larvas nauplio, metanauplio de crustáceos, ostrácodos, larvas de insectos, moluscos, anélidos, platelmintos y protozoarios, los cuales no fueron cuantificados debido a su presencia ocasional (Tabla No. 9).

En los meses de diciembre y marzo se presentaron dos picos debido a que se presentó un desfaseamiento con las densidades de fitoplancton, (Figura No. 6).

A pesar de que el zooplancton fué abundante en el bordo no se encontraron cantidades considerables en el tracto digestivo de la Tilapia, debido a que éste organismo realiza una selectividad en cuanto al tamaño de los organismos - que ingiere, pues presenta dientes faríngeos que sirven como filtro, posiblemente a ésto se debe que no se encontraron crustáceos en el tracto digestivo.

Como se mencionó antes, el bordo presenta altas concentraciones de iones y sales disueltas por lo que la conductividad es alta, el rango de ésta en aguas naturales es de 20 a 1500 microsiemens/cm (Boyd op.cit.), éstos valores son indicadores de la productividad y del grado de mineralización del sistema y con base en los valores registrados en el bordo (Tabla No. 11), se considera adecuada la productividad - del mismo y ésto permite el cultivo de peces.

CONCLUSIONES.

La Tilapia sp. presentó un crecimiento de tipo alométrico.

Los análisis de Covarianza y Discriminantes, bajo un nivel de significancia de 0.05, evidenciaron que no hay diferencias entre machos y hembras hasta el mes de marzo.

Los análisis de Componentes Principales y Regresión Múltiple precisaron las variables que afectan el crecimiento de la Tilapia sp.

En superficie las variables que afectan el crecimiento de la Tilapia sp. son: oxígeno, temperatura, pH, alcalinidad, fitoplancton, transparencia y la morfometría del --bordo.

En fondo las variables que afectan el crecimiento --son: oxígeno, temperatura, pH, alcalinidad, dureza total, dióxido de carbono y conductividad.

Se pudo aplicar satisfactoriamente la ecuación de von - Bertalanffy, obteniéndose para la población total un peso máximo de 203.67 g y una longitud máxima de 22.65 cm en 50 semanas.

Dentro del fitoplancton las divisiones dominantes en orden decreciente de importancia fueron: Clorofíceas, Cianofíceas y Crisofíceas, lo que indica que el bordo se encontró en un nivel de eutrofia.

El bordo se considera productivo ya que el promedio mensual de fitoplancton fué de 877 250 cel/l.

Los Rotíferos fué el grupo del zooplancton que dominó a lo largo del tiempo de estudio, corroborando el nivel -- eutrófico del bordo.

El tiempo de inundación del bordo fué de aproximadamente 10 meses, en el cual se detectó una fase de dilución y otra de concentración mismas que afectaron las concentraciones de sales y iones disueltos.

La Tilapia sp. es un pez omnívoro, presentando una -- tendencia a ser fitoplanctófago, el contenido estomacal -- consta de: materia orgánica, sedimento, fitoplancton (clorofíceas, cianofías y crisofíceas) y zooplancton (rotíferos cladóceros y copépodos).

La Tilapia sp. presentó una constante reproducción ya que a lo largo del período de estudio se encontró que, el 92% de la población total estaba representada por organismos de tallas pequeñas, y ésto se ve reflejado en el bajo rendimiento del cultivo, no haciéndolo costeable.

RECOMENDACIONES.

Partiendo del hecho de que en nuestro país existe muy poca información sobre el uso, manejo y aprovechamiento de los bordos de temporal y con base en nuestra experiencia, para que se aproveche de mejor manera este recurso, proponemos las siguientes recomendaciones:

Que los pobladores lleven su ganado a pastar al lugar donde crecerá el bordo, ya que en la época de estiaje aparece vegetación que sirve de alimento al ganado, depositando éste sus desechos orgánicos, ayudando a que en la época de inundación el bordo se encuentre fertilizado.

Introducir en el bordo peces de rápido crecimiento y de ser posible monosexados, en caso de que no lo sean, introducirlos de tallas mayores para que a los cuatro meses de haberlos introducido se realice la primer cosecha, extrayendo a los organismos de tallas mayores, ya que con esto, los organismos sobrantes pueden seguir creciendo y a partir de éste momento realizar cosechas sucesivas hasta que el bordo se seque.

Motivar a los pobladores a colaborar en las prácticas de acondicionamiento del bordo, así como en la época de inundación se encarguen de su cuidado.

Por último recomendamos que un policultivo sería lo más apropiado en éste tipo de bordos, ya que con ésto se aprovecha mejor el recurso. Pues al sembrar una sola especie resulta ser mínima la producción.

BIBLIOGRAFIA CITADA.

- APHA. 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington. 874 pp.
- ARREDONDO, J.L., A. HERNANDEZ, R.M. OCHOA y J. PONCE. 1982. Aplicaciones de técnicas de análisis multivariado en el estudio de los embalses temporales. IIMAS. UNAM. Serie Naranja. 60 pp.
- ARREDONDO, J.L. y J.L. GARCIA. 1982. La conducta físico-química y rendimiento pesquero de un estanque temporal, utilizado para la piscicultura extensiva en el estado de Morelos. México, Rev. Lat. de Acuicultura. 12:1-28.
- ARREDONDO, J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. BIOTICA. 8 (2): 175-199.
- ARMENGOL, J. 1982. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico. (LA RECHERCHE). 2(11):168-178.
- BARNES, R.D. 1981. Zoología de los Invertebrados. Ed. Interamericana. 3a. Edición. México. 826 pp.
- BERTALANFFY, L. VON. 1938. A Quantitative theory of organic growth. Humman. Biol. 10:181-312.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food (G.B.) Ser. II. Salmon Freshwater Fish. 19:533.
- BHATTACHARYA, C.G. 1967. A simple method of resolution of a -- distribution into gaussian components. Biometrics. Marche. 115-140 pp.
- BOYD, C.E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University. Agric. Experiment Station R. Dennis. Rouse, Director/Auburn, Alabama. 359 pp.
- BRYLINSKY, M. 1980. Estimating the productivity of lakes and reservoirs. In the functioning of freshwater ecosystem by Le Cren and Lowe. Cambridge, London. 411-453 pp.

- BRILINSKY, M. and K.H. MANN. 1973. An analysis of factors governing productivity in lakes and reservoirs. *Limnol. Oceanog.* 18(1):1-14 pp.
- CASSIE, R.M. 1954. Some uses probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar Freshwater.* Pis. 5:513-522.
- CATTELL, B. RAYMOND. 1978. The scientific use of factor analysis in Behavioral and life sciences, Plenum Press, USA. 618 pp.
- COLE, J. and S.G. FISHER. 1978. Annual metabolism of a temporary pond. *Ecosystem. Am. Midl. Nat.* 100(1):15-22.
- CORTES, A.R. 1976. Estimación del rendimiento potencial piscícola del estado de Aguascalientes. Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática. Serie Técnica No. 5.
- COX, N. and J.O. YOUNG. 1974. Some observations on two populations of Davelia viridis living in temporary pools in England. *Hydrobiology.* 44:161-170 pp.
- CRUMPTON, W.J. 1978. The biology of six south Island ponds. *J. of the Royal Society of New Zealand.* 8(2):179-206.
- CSIRKE, B.J. 1980. Introducción a la dinámica poblacional de peces. FAO, Documento. Técnica Pesquera. 192:82 pp.
- DABORN, G.R. 1974. Biological Features of an aestival pond in - Western Canada. *Hydrobiology.* 44(2-3):287-299 pp.
- DABORN, G.R. and H.F. CLIFFORD. 1974. Physical and Chemical features of an estival in Western Canada. *Hydrobiology.* 44(1): 43-59 pp.
- FINDENEGB, I. 1965. Factors controlling primary productivity, especially with regard to water replenishment, stratification, and mixing. In. C.R. Goldman (ed), Primary Productivity in aquatic environments. Mem. Ist. Ital. Hidrobiol. 18 (suppl). Also Univ. Calif. 107-119.

- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. D.R.C. México 253 pp.
- GARCIA, E.M. 1977. Condiciones Fisico-químicas y su relación con el crecimiento de las carpas en dos embalses temporales de Guanajuato, México. Primer Simposio de la Asoc. Latinoamericana de Acuicultura, Maracay, Venezuela. 11 pp.
- GOLTERMAN, N.H.L. y M.O.R.S., OHNSTAD, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. Blackwell Scientific Publications. 2a. ed. Oxford. London. 213 pp.
- GULLAND, J.A. 1966. Método de análisis de poblaciones de peces. Centro de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nacional de Pesca. Cuba. 20-30 pp.
- HART, J.S. 1944. The circulation and respiratory tolerance of some Florida Freshwater. Fishes. Proc. Fla. Acad. Sc. 7:221-246.
- HARTLAND-ROWE, R. 1964. The fauna and ecology of temporary pools in Western Canada. Verein. Limnology. 16(1):584 pp.
- HASKEL, D.C. and R.C. DAVIES. 1958. Carbon dioxide as a limiting factor in trout. transportation. N.Y. Fish. Game J., 5:175-183.
- HENDERSON, H.F. 1972. The relationship of yield to morphoedafic indices and number of fisherman in Africa in land fisheries. C/FAO, Roma. 150 pp.
- HENDERSON, H.F., R.E. RYDER and A.W. KUDHONGANIA. 1973. Assessing fishery potentials of lakes and reservoirs. J. Fish. Res. Bd. Can. 30:2000-2009 pp.
- HENDERSON, H.F. 1974. Programa de evaluación de recursos para apoyar el desarrollo pesquero en las aguas continentales de México. Prog. de Inv. y Fom. Pesq. México. PNUD/FAO. Contribución al estudio de las pesquerías en México. CEPM. 8(2):39 pp.
- HEPHER, B. 1958. On the dynamics of phosphorus added to fish ponds in Israel. Limnology and Oceanography. 3(1):84-100 pp.

- HUTCHINSON, G.E. 1967. A treatise on limnology. vol. II. Introduction to the lake biology and the limno-plankton. John Wiley. Ed. N.Y., Londres, Sidney.
- JEFFERS, N.R. JOHN. 1978. An introduction to system analysis with ecological applications. Edward Arnold. 198 pp.
- LAGLER, F.K. 1962. Ichthyology. John Wiley and Sons, Inc. N.Y. Sidney. 2a. ed. 110 pp.
- MARRIOTT, F.H.C. 1974. The interpretation of multiple observations. Academic. Press. USA. 117 pp.
- MILLAR, C.E. et. al. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. C.E.C.S.A. México. 528 pp.
- MODLIN, R.F. 1980. Observations on the cladocera of a temporary pond in Alabama. Department of biology the University of Alabama in Buntsville, Alabama. 35807. Tran. Amer. Micros. Soc. 98(1):148-149 pp.
- MONTES DE OCA, M. 1982. Topografía. Representantes y Servicios de Ingeniería, S.A. México. 334 pp.
- MORALES, D.A. 1974. El cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos. Instituto Nacional de Pesca. INP/Si:24:24.
- MORALES, H.L. 1976. ¿La Revolución Azul?. Acuicultura y Desarrollo. Centro de Ecodesarrollo, A.C. Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente. México. 159 pp.
- MOORE, W.G. and A. BURN. 1978. Lethal oxygen treshold for certain temporary pond invertebrate and their applicability to field study situation. Ecology. 49:349-351 pp.
- MOYA, R. 1972. La riqueza escondida del charco. Revista Lationamericana de Pesca. 55:18-23 pp.
- NEEDHAM, J.G., et. al. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté. España. 131 pp.

- NIE, N.H., C.H. HULL., J.G. JENKINS., K. STEINBRENNER and D.H. BENT. 1975. S.P.S.S. : Statistical package for the social Sciences. 2nd. ed. Mc Graw-Hill, N.Y., 675 pp.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes (Translated from russian by Birkett) Academic. Press. N.Y. 352 pp.
- ODULEYE, S.O. 1982. Growth and growth regulation in the cichlids *Aquaculture*. 27:301-306 pp.
- ODUM, E.P. 1980. *Ecología*. Interamericana. México. 639 pp.
- PADUA, J. 1978. Paquetes estadísticos para las ciencias sociales (SPSS). Oferta y condiciones para su utilización e interpretación de resultados. 2a. ed. Ed. El Colegio de México. 103 pp.
- PARKS, R.W., E. SCARSBROOK, and C.E. BOYD. 1975. Phytoplankton and water quality in a fertilized fish pond. Auburn Univ. Ala. Agr. Exp. Sta., Cir. 224. 16 pp.
- PIÑA, R. 1975. Los charcos como criadero. *Técnica Pesquera*. Octubre- Noviembre. No. 93-94.
- PONCE, J.J. y P. ROBLEDO. 1982. Variación estacional y abundancia fitoplanctónica de los bordos: Sta. Cruz, Los Lavaderos, Chalcatzingo, El Móvil, en el estado de Morelos. México. TESIS ENEP. IZTACALA.
- PONCE, J.T. 1983. Estudio del comportamiento físico-químico y la productividad primaria en un embalse temporal, utilizado para la piscicultura. TESIS ENEP. IZTACALA.
- PORRAS, D. 1981. Estudio preliminar para la evaluación de charcas temporales. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. 8:16-33.
- PRETTO, M.R. 1981. El sexado de la Tilapia por el método del tinte. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. 7:18-22.

- RAVINOBICH, J.E. 1982. Introducción a la ecología de poblaciones animales. C.E.C.S.A. México 313 pp.
- RAO, V.S. 1975. An ecological study of three freshwater ponds. Hyderabad/India. Hydrobiology. 47(2):319-337.
- RAWSON, D.S. 1952. Mean depth and the fish production of lakes. Ecology. 33(4):513-520.
- RICKER, W.E. 1968. Methods for assesment of fish production in freshwater. Hanbock No. 3 Canada. 93-205.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statics of fish populations. Fish. Res. Board Can. Bull. 191-382.
- RODRIGUEZ, M.E. 1982. Fernando Obregón y la piscicultura en México. Secretaría de Pesca. México. 85 pp.
- ROSAS, M.M. 1976. Explotación piscicultura de charcos temporales y permanentes en Michoacán. Instituto Nacional de Pesca. INP/Si 166. México 38 pp.
- RUTTNER, F. 1975. Fundamentals of limnology. University of Toronto. Press. 3a. ed. Toronto and Bufalo. 307 pp.
- RYDER, R.A., S.R. KERR, K.H. LOFTUS and H.A. GEGIER. 1974. The morphoedaphic index, a fish. Yield estimator review and evaluation. J. Fish. Res. Bd. Can. 31:663-688.
- RZOSKA, J. 1978. Observations and tropical rainpools and general remarks on temporary waters. Hydrobiology. 17(4): 265-286.
- SAWYER, C.M. and P.C. Mc CARTY. 1967. Chemistry for sanitary engineers. Mc Graw-Hill. Bock Co., N.Y. 518 pp.
- SCHWOERBEL, J. 1975. Métodos de Hidrobiología. H. Blume. Madrid 262 pp.

- SOKAL, R. and R.J. 1969. Biometric. W.H. Freeman USA. 776 pp.
- SWINGLE, H.S. 1969. Methods on analysis for waters, organic matter and pond bottom soils used in fisheries. Res. Auburn Univ., Auburn, Ala. 119 pp.
- TELLEZ, C., O. MOTTE. 1982. El zooplancton y su papel en la piscicultura. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 12:1-28 pp.
- WARD, D. and CHONDLERR, G. 1976. Fresh water biology. John W.S. N.Y. 1248 pp.
- WEATHERLEY, A.H. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic. Press. London. 75-80 pp.
- WELCH, P.S. 1948. Limnological methods. Phyladelphia. Blakiston Co., 381 pp.
- WETZEL, R.G. 1981. Limnología. Omega. España. 598 pp.
- WILLEMSEM, W.E. 1975. Understandin statistical reasoning. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 230 pp.
- YANEZ-ARANCIBIA, et. al. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino (Galeichthys caerulescens) en el sistema lagunar costero de Guerrero. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 3(1): 125-180
- YARON, Z. 1964. Notes on the ecology and entomostraca fauna of temporary rainpools in Israel. Hydrobiology. 24:489-513.
- YOUNGS and EVERHART. 1975. Principles of fishery science. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Ithaca and London, 2a. ed. 420 pp.