

11  
28j.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ZARAGOZA"

EVALUACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO Y ROBUSTEZ DE LA MOJARRA: Oreochromis urolepis hornorum (Trewavas, 1980), CARPA PLATEADA: Hipophthalmich thys molitrix (Valenciennes) Y CARPA CABEZONA: Aristichthys nobilis (Richardson) EN UN SISTEMA DE POLICULTIVO EXTENSIVO EN EL ESTANQUE DE TEMPORAL DE CHAVARRIA, EN EL 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 :

JUSTO SALVADOR HERNANDEZ AVILES



MEXICO, D. F.

1987.



## **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 está 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	3
ANTECEDENTES	5
OBJETIVOS	9
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	11
METODOS	
Trabajo de Campo	13
Trabajo de laboratorio	17
Trabajo de gabinete	17
RESULTADOS Y DISCUSION	
Morfometría	22
Físico - Químicos	27
Clorofila "a"	40
Zooplancton	44
Peces	
CRECIMIENTO:	
Relación Peso-Longitud	48
Ecuaciones de Crecimiento	50
Tasas de Crecimiento Instantáneas	55
Hábitos Alimenticios	64
Factor de Condición Múltiple	68
Análisis de Factor	74
Aspectos Relevantes sobre el Manejo del Sistema	82
CONCLUSIONES	84
LITERATURA CITADA	89

## RESUMEN.

En este estudio se trabajó con un policultivo extensivo en el bordo de temporal "Chavarría", Edo. de Morelos. Con la siembra de la mojarra - (Oreochromis urolepis hornorum) en forma monosexada (machos), como especie principal; la carpa plateada (Hipophthalmichthys molitrix) y carpa - cabezona (Aristichthys nobilis) como especies de acompañamiento a densidades de carga baja. Evaluando la tasa de crecimiento y robustez de estas especies y estableciendo las posibles relaciones con algunos parámetros morfométricos, físico-químicos y biológicos en el sistema, en el período comprendido de julio de 1984 a marzo de 1985.

Encontrando que el bordo se caracterizó por dos fases una de dilución en que se incrementó el área ( $15,686.79 \text{ m}^2$ ) y el volumen en - - ( $44,300 \text{ m}^3$ ) como consecuencia de la precipitación pluvial, y otra de -- concentración en la época de sequía disminuyendo el área ( $6,376.48 \text{ m}^2$ ) y el volumen ( $4,300 \text{ m}^3$ ). Teniendo una estrecha relación éstas dos fases -- con el decremento e incremento de sales y sólidos disueltos respectivamente. En el sistema se presentaron dos períodos de estratificación: de julio a agosto y de octubre a enero; y dos procesos de mezcla: en septiem -- bre y en febrero.

Se encontró que el embalse es eutrófico en función a que el oxígeno disuelto presentó una curva clínográfica negativa, a la baja transparencia, a la elevada concentración de la clorofila "a" (mayor a  $5 \text{ mg/m}^3$ ), a que el grupo predominante del zooplancton fué el de los rotíferos; además a que el embalse se aproximó a una forma sinusoide elíptica, cuya conforma -- ción permite una mayor acumulación de sedimento.

Con base en el análisis de factor se encontró que la temperatura, - dureza total, dureza de calcio, alcalinidad y conductividad para superfi -- cie y fondo, son las variables que más influyen en el comportamiento del embalse.

Por lo que se refiere a la relación peso-longitud de las especies - fcticas en el policultivo estuvo dada por las siguientes ecuaciones: --  $W = 0.05587 L^{2.9051}$  (mojarra),  $W = 0.05955 L^{2.5791}$  (carpa plateada), y --  $W = 0.09141 L^{2.4770}$  (carpa cabezona). Presentando las tres especies un --

crecimiento de tipo alométrico.

Según el modelo de Von Bertalanffy la especie que alcanzó una mayor talla fué la carpa cabezona (26.27 cm.- 299.91 gr.) en 21 semanas, le siguió la carpa plateada (24.56 cm.- 229.26 gr.), en 17 semanas y finalmente la mojarra (17.53 cm.- 229.35 gr.) en 20 semanas.

Por otra parte la carpa cabezona presentó una tasa de crecimiento -- instantánea "g" máxima de 16.64%, la carpa plateada de 13.54% y la mojarra de 2.25%. Un incremento en peso promedio de 1.37 gr. por día, 0.66 -- gr./día y 0.78 gr./día; y un peso promedio de 222.56 gr./6 meses, 119.43 gr./6 meses y 168.93 gr./7 meses respectivamente.

Las ecuaciones de regresión múltiple para cada una de las especies -- fueron:  $W = 0.0897 L^{2.076} A^{0.622}$  (Mojarra),  $W = 0.1258 L^{1.717} A^{0.8271}$  -- (carpa plateada), y  $W = 0.8219 L^{0.9195} A^{1.303}$  (carpa cabezona).

El KM promedio para cada especie fué: 9.2461 (mojarra), 83.1758 (carpa cabezona) y 12.6875 (carpa plateada). Encontrándose una elevada correlación múltiple entre el factor de condición múltiple de estas especies y las variables del factor I.

Con base en lo anterior se puede concluir que con la técnica del policultivo se obtuvieron buenos crecimientos para las especies, debido a -- que éstas ocuparon diferentes nichos ecológicos, aprovechándose toda la -- columna de agua. Presentando el mayor crecimiento y robustez la carpa cabezona, posteriormente la carpa plateada y por último la mojarra. Lo cual estuvo en función del crecimiento intrínseco de cada especie, de la densidad de carga en proporción de los organismos, así como de la disponibilidad de alimento y de la presión que se ejerció entre ellas en el sistema.

## I. INTRODUCCION

Actualmente el uso de embalses de temporal, representa una posibilidad de transformarlos mediante una tecnología sencilla, en minúsculas "estaciones piscícolas" que suministrarán a muchas familias alimento a bajo costo a cambio de un pequeño esfuerzo de trabajo (Cadena, 1979; Moya, - 1972).

Para lograr una adecuada explotación del recurso acuático de temporal se menciona que la mejor estrategia a emplear es la de policultivo, - que presenta las siguientes características:

1.- Se fundamenta en el aprovechamiento integral de los estanques o cuerpos de agua utilizados para cada uno de los nichos ecológicos disponibles.

2.- Las combinaciones y porcentajes entre las diferentes especies -- cultivadas no se ajustan a un patrón, sobre todo en cuanto a la designación de "especies básicas" y "especies de acompañamiento" (Juárez, 1982). La decisión para considerar a una determinada especie en cualquiera de éstas categorías se fija principalmente tomando en consideración los siguientes aspectos:

- 2.1 La aceptación popular por su consumo.
- 2.2 La disponibilidad y costo de los alimentos para ella.
- 2.3 La disponibilidad de crías y juveniles de la misma.
- 2.4 Sus principales características biológicas y etológicas.
- 2.5 Su tolerancia al manejo y al cultivo a elevadas densidades.

Entre algunas de las especies de importancia comercial con la que - más se trabaja en actividades de extensionismo sobre todo cuando se trata de aprovechar charcos o bordos de temporal, se encuentra la mojarra - la cual presenta características de alta tasa reproductiva, madurez goná dica precoz, que ocasiona un aumento en la densidad de la población trayendo como consecuencia un decremento en el rendimiento y crecimiento de la especie.

Por lo que en este estudio se planteó como primera aproximación; la posibilidad de trabajar un policultivo con densidades de carga baja que

permita estimar el ritmo de crecimiento y robustez de la O. urolepis hor-  
norum en forma monosexada (machos) en condición de especie básica, con la  
carpa cabezona: Aristichtys nobilis (zooplanctófaga) y carpa plateada: Hi-  
pophthalmichtys molitrix (fitoplanctófaga), como especies de acompañamien-  
to, por tener un conjunto de ventajas tales como rápido crecimiento, resis-  
tencia a condiciones que para otros peces serían adversas, reproducción -  
tardía (2 a 3 años) y hábitos alimenticios específicos.

## Antecedentes

Hasta el momento se han llevado a cabo diversos estudios sobre la tilapia, como son los realizados por Huet (1978), Oduleye (1982) y Porras (1981) en los cuales se reporta la gran adaptabilidad de estos organismos al medio y un alto grado de fecundidad. Encontrándose que esta segunda ca característica trae como consecuencia una sobrepoblación y una mayor competencia intra e interespecífica que redundan en un enanismo poblacional. -- Por lo que proponen las siguientes estrategias para solucionar este problema: cultivo monosexado, hibridación o el uso de hormona gonadotrópica endógena (hormona supresora).

Así mismo Pretto (1982) cita otros métodos tales como: la cría de machos y hembras en jaulas flotantes, cría de machos y hembras en presencia de un depredador, cría de machos y hembras con cosecha parcial de la reproducción, cultivo de peces de una misma edad y cultivo en aguas saladas.

Por otro lado la técnica de policultivo también puede utilizarse como una alternativa para obtener un mejor crecimiento de la especie. Esta técnica tiene como fundamento ecológico el aprovechamiento integral de -- los diferentes nichos del estanque con peces de rápido crecimiento y reproducción controlada, con una densidad de carga variable determinada por la potencialidad productora del estanque (Juárez, op. cit.). Además Spataru (1977) plantea que la interrelación mutua de las especies en policultivo es benéfica, es decir: cada especie estimula indirectamente el crecimiento de la otra. Esta interrelación "permanece benéfica" dependiendo -- del alimento natural y suplementario que están disponibles en el estanque.

Aunado a esto, se menciona que en el policultivo el efecto de la densidad en el crecimiento es marcado, recomendando una densidad baja para condiciones de aguas estancadas, pues de lo contrario el crecimiento es lento y el coeficiente de alimentación es alto.

Para policultivos que incluyen tilapia, hay tres formas diferentes de utilización: policultivo con tilapia como especie principal, policultivo con otras especies como principales en combinación con machos y hembras de tilapia o en combinación con machos solamente.

Se han realizado diversos estudios de policultivo con carpas y moja-

rras. Varias autores citados por Balarin (1979), plantean que la producción de carpa limita la producción de tilapia o viceversa, sin embargo, se han reportado resultados favorables. Esta controversia, según Yashouv (1967) in Balarin (op. cit.), se debe al traslape de hábitos alimenticios de las especies, por lo que el policultivo requiere un balance delicado de la población para minimizar la competencia intraespecífica e interespecífica.

Spataru (op. cit.), menciona que la falta de alimento natural, siempre trae un déficit en el crecimiento de las especies de ciprínidos, independientemente de la cantidad de alimento suplementario disponible. Además concluye que la coexistencia de la carpa común, carpa plateada y tilapia en algunos estanques bajo condiciones de densidad elevada y alimento suplementario insuficiente, traerá como consecuencia una competencia y -- por tanto un subóptimo en el crecimiento de los peces.

Por otra parte, Lovshin (1974) reporta que para un cultivo de híbridos de tilapia y carpa espejo, se requirió una menor cantidad de alimento suplementario para conseguir un peso igual de éstas especies, que para criar solo híbridos.

Dadzie (1982), encuentra que el potencial de la velocidad de crecimiento alcanzado se incrementa por el policultivo, reportando una velocidad de crecimiento de 1.3 gr/día para Tilapia nilotica en combinación con Tilapia zillii (0.9 gr/día) y carpa común (3.2 gr/día). Esta velocidad de crecimiento es alta para Tilapia, comparada con otras prácticas de cultivo como son: cultivo de híbridos, cultivo monosexado de Tilapia nilotica machos y control de reproducción por depredadores.

En la República Mexicana, Rosas (1976) reporta para un policultivo, con 11 especies en diferentes condiciones en charcos permanentes y temporales en el Estado de Michoacán, notables resultados con la carpa (Ciprinus carpio), trucha arco iris (Salmo gairdneri), mojarra africana y charal. Reyes (1978), en el Estado de Aguascalientes encuentra para un policultivo, en un embalse con una tasa de siembra de 10,900 crías /ha/año, y una fertilización alrededor de 1 tonelada/ha/mes de gallinaza los siguientes pesos promedio: Bagre (I. punctatus) 226 gr/días, mojarra (L. macrochirus) 148 gr/150 días, lobina (Macropterus salmoides) 201 gr/150 días,

carpa (Ciorinus carpio) 357 gr/171 días, carpa plateada (Hipophthalmichthys molitrix) 336 gr/171 días y carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella) 283 gr/171 días.

Con lo referente a parámetros físico-químicos se han realizado diversos estudios en charcos de temporal y permanentes, encontrándose fluctuaciones en el volumen del cuerpo de agua que influyen directamente en el comportamiento hidrológico del sistema; Stout (1964), Modlin (1980), Rowe (1965), Daborn and Clifford (1974).

En el Estado de Morelos, algunos autores como: Porras (op. cit.), Arredondo (1982) y Ponce (inédito); reportan para charcos de temporal, -- dos fases una de dilución y otra de concentración que corresponden a la época de precipitación y estiaje respectivamente, con la consecuente variación en los parámetros físico-químicos del sistema. Además, Porras (op. cit.) relaciona los cambios termoplumiométricos de la zona con la introducción de crías, el desarrollo, la captura y la cosecha durante el ciclo anual; Arredondo (op. cit.), determinó el rendimiento pesquero por medio del Índice Morfoedáfico y propone una modificación del mismo para su aplicación a pequeños cuerpos de agua de 1 a 10 hectáreas. Ponce (op. cit.), mide los factores climáticos, morfométricos, físico-químicos y biológicos tratándolos mediante el análisis de cúmulos y de componentes principales; encontrando que la relación de la forma del embalse-contenido de calor y la dependencia volumétrica de sustancias disueltas-biomasa de fitoplancton, explican gran parte de las variaciones tanto del comportamiento del embalse como de la producción primaria.

Se han llevado diferentes estudios sobre la densidad, dominancia y abundancia de plancton en sistemas de temporal. Kenk (1949) Mosley (1932) encuentran que en los estanques de temporal del oeste de Canada hay una marcada sucesión estacional entre las especies de plantas y animales y -- que la alternancia en las condiciones de humedad y sequía juega un papel importante en la productividad del estanque.

Samuels and Muzzi (1979), reportan para un estanque costero, que la variación estacional de la poblaciones de fitoplancton así como la estructura de la comunidad, están influenciados en gran medida por la interacción múltiple de variables, más que por factores limitantes individua -

ies. Modlin (op. cit.); encuentra para un estanque de temporal en el oeste de Alabama que los organismos dominantes de zooplancton son: cladóceros y copépodos.

Para lagos y embalses españoles, Armengol (1982): reporta que el zooplancton está compuesto principalmente por cuatro grupos de animales: protozoos, rotíferos, cladóceros y copépodos. Además de considerar su importancia para otros niveles tróficos, cita que su composición corresponde a criterios de máxima eficiencia que se van seleccionando en el tiempo esto para explicar la variación que existe en la composición de especies a lo largo del año y de un lugar a otro. Así mismo, plantea que una vez conocidas las variaciones ambientales que determinan la composición de especies, es posible determinar las características más importantes de un embalse a partir de las especies existentes en el plancton.

Los grupos más importantes en las aguas dulces de México, son los cladóceros, copépodos y rotíferos; su variación y distribución en los cuerpos de agua depende fundamentalmente de las condiciones climáticas y edáficas, que a su vez inciden en la calidad del agua (Telles, 1982).

## OBJETIVO GENERAL.

Determinar el tipo y tasa de crecimiento, así como la robustez de la mojarra Oreochromis urolepis hornorum (machos), carpa cabezona Aristich - tys nobilis y carpa plateada Hipophthalmichthys molitrix, en un sistema de policultivo extensivo en el bordo de temporal "Chavarría" y encontrar las relaciones funcionales entre los factores abióticos-bióticos del embalse y el crecimiento de los peces.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 1.- Evaluar la relación peso-longitud.
- 2.- Obtener la tasa de crecimiento para las especies citadas.
- 3.- Estimar el grado de robustez mediante el factor de condición múltiple (KM).
- 4.- Determinar los hábitos alimenticios para cada especie.
- 5.- Evaluar los siguientes parámetros:
  - 5.1) Meteorológicos: nubosidad y temperatura del ambiente.
  - 5.2) Físico-químicos: conductividad, transparencia al disco de Secchi, temperatura, pH, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, alcalinidad, dureza total y dureza de calcio.
  - 5.3) Morfométricos: línea de costa, desarrollo de la línea de costa, área superficial y profundidad máxima.
- 6.- Estimar la producción primaria a través de la concentración de clorofila "a" .
- 7.- Obtener la densidad absoluta y relativa del zooplancton en el espacio y el tiempo.

8.- Encontrar los parámetros que presentan mayor influencia en la ta  
sa de crecimiento de las diferentes especies por medio del aná  
lis del factor principal, análisis de regresión múltiple y corre  
lación múltiple.

#### DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El bordo de temporal de "Chavarrfa" se encuentra localizado en el poblado del mismo nombre, en el Municipio de Coatlán del Río en el Edo. de Morelos. Su localización geográfica es de  $18^{\circ} 43' 3''$  y  $99^{\circ} 28' 2''$  W (Anónimo, 1981a).

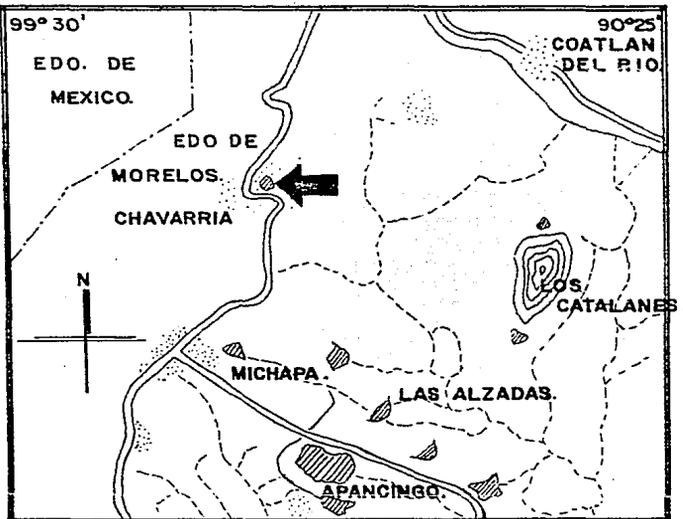
El tipo de clima es A w' ' (w) (i)g. Cálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. La precipitación pluvial media anual fluctúa entre 800 y 1000 mm. y la temperatura media anual registra un valor mayor de  $22^{\circ}$  C. ( $22.6^{\circ}$ C) (García, 1981).

La temperatura más alta se presenta en mayo y es de 26 a  $27^{\circ}$ C. La más baja se registra en los meses de enero y diciembre, ambos con un intervalo que va de 20 a  $21^{\circ}$ C.

Posee un suelo Feosem (Háplico) y Regosol (Eútrico) pedregoso en fragmentos mayores a 7.5 cm. en la superficie y cerca de ella que impiden el uso de maquinaria agrícola, se compone generalmente de rocas sedimentarias clásticas.

La agricultura es de temporal. Estos suelos son de aptitud alta para el desarrollo de especies forrajeras, teniendo una aptitud baja para el establecimiento de pastizal cultivado, la movilidad en el área de pastoreo tiene una aptitud media, la vegetación natural aprovechable regular (Anónimo, 1981b).

El área máxima del bordo es de  $13,189.45 \text{ m}^2$ , el volumen máximo de  $12,153.96 \text{ m}^3$  y la profundidad máxima de 2.18 m en el mes de septiembre y la mínima área de  $2,415.78 \text{ m}^2$ , el volumen mínimo de  $591.92 \text{ m}^3$  y la profundidad mínima de 0.41 m en el mes de abril (Palomino, et. al. inédito).



MAPA I.

LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Límite de estado.

Bordo.

Laguna.

Río.

Arroyo.

Carretera.

Carta topografica CETENAL.

Taxco E 14 A 68.

Escala: 1:75 000

METODOS.

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

- I TRABAJO DE CAMPO
- II TRABAJO DE LABORATORIO
- III TRABAJO DE GABINETE

I TRABAJO DE CAMPO.

1) UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

El trabajo de campo se llevó a cabo mensualmente de julio de 1984 a marzo de 1985, en el embalse de temporal Chavarría. En este lugar se establecieron tres estaciones para la toma de muestras de los parámetros físico - químicos, de plancton y pigmento fotosintético (Mapa 2), los criterios que se usaron para ubicar las estaciones fueron los siguientes:

a) Tener una representatividad del comportamiento de los parámetros arriba citados en zonas de diferente profundidad (zona litoral, limnética y profunda), estableciéndose dos niveles a muestrear, uno en superficie y otro en fondo.

b) Las estaciones se desplazaron en función del área superficial que se presentó en el transcurso del tiempo.

2) UBICACION DE LAS ZONAS DE CAPTURA DEL NECTON.

Con base en los siguientes criterios se establecieron tres estaciones de muestreo; (Mapa 2)

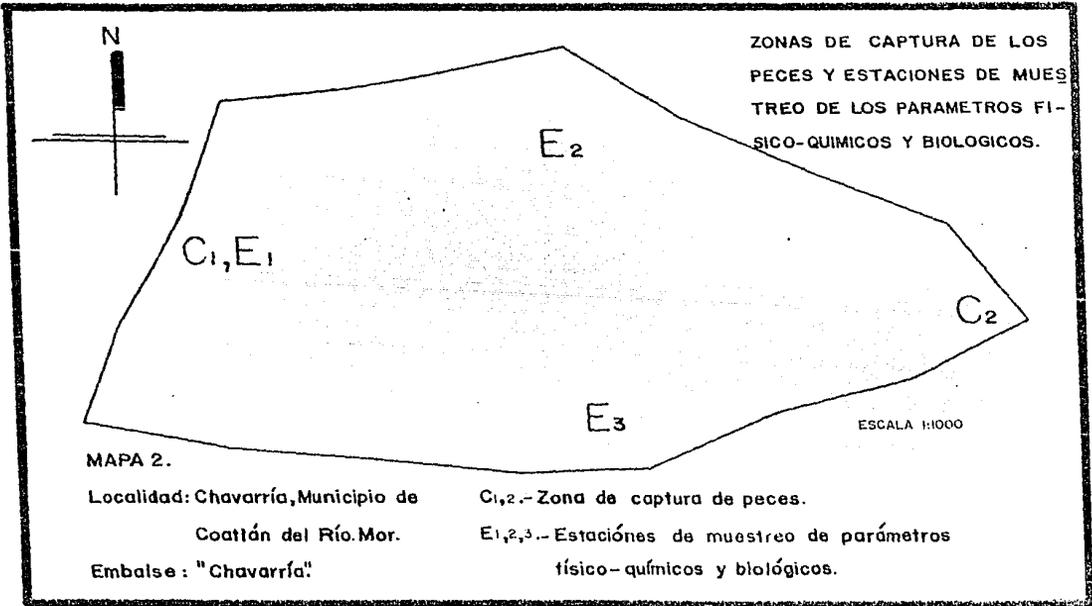
a) Obtener en forma más representativa la muestra.

b) Situar las estaciones en los lugares más accesibles de acuerdo al arte de pesca que se utilizó.

3) INTRODUCCION DE ORGANISMOS.

El número de organismos que se introdujeron fué el siguiente:

Mojarra	643
Carpa cabezona	500
Carpa plateada	1000



Cabe aclarar que se trabajó con bajas densidades ya que la talla y el número de organismos estuvo sujeto a lo que proporcionaron las Piscifactorías de Zacatepec Mor. y Tezontepec Hgo. Así mismo la densidad de organismos en este primer estudio de policultivo se rigió de acuerdo al área mínima, que fué de aproximadamente media hectárea.

#### 4) PARAMETROS METEOROLOGICOS Y FISICO-QUIMICOS.

Primero se anotaron los datos meteorológicos: nubosidad, temperatura ambiental que se midió con un termómetro con 0.1°C de precisión, posteriormente se determinó la transparencia por medio del disco de Secchi, finalmente se colectaron muestras de agua con una botella Van Dorn de tres litros de capacidad registrándose los siguientes parámetros de acuerdo a las técnicas descritas en el APHA (1980) y Wetzel (1979).

Temperatura del agua.- Se registró por medio de un termómetro de precisión de 0.1° Centígrado, a nivel superficial y fondo.

Conductividad.- Utilizando un conductímetro de campo, marca Corning modelo 210 con precisión de 0.1 microsiemens/cm.

pH.- Por medio de un potenciómetro de campo marca Corning modelo 3D con precisión de 0.01

Oxígeno disuelto.- Se trataron de acuerdo a la técnica de Winkler, - modificación de la azida.

Bióxido de Carbono.- Por la técnica titrimétrica utilizando NaOH 0.022 N y como indicador fenoftaleína.

Alcalinidad.- Por la técnica titrimétrica con ácido sulfurico 0.02N usando como indicadores fenoftaleína y el anaranjado de metilo.

Dureza total.- Empleando la técnica titrimétrica de EDTA utilizando como indicador murexida.

#### 5) MUESTREO DE PIGMENTO FOTOSINTETICO.

Se tomó una muestra de agua para cada estación a nivel superficial - mediante una botella Van Dorn, colectándose en una botella oscura con capacidad de dos litros, agregando carbonato de calcio para precipitar los sólidos presentes en el agua, conservándose las muestras a bajas temperaturas. (Strickland and Parsons, 1972).

6) MUESTREO DE ZOOPLANCTON.

Para la colecta de la muestra se utilizó una red para zooplancton -- (de 160 micras de abertura de malla y 30 cm. de diámetro). La distancia -- de arrastre estuvo en función de la abundancia de organismos (observación directa), los cuales se colectaron en frascos de 250 ml. Fijándose con -- formol al 4%. (Schwoerbel, 1975).

7) CAPTURA DE ORGANISMOS NECTONICOS.

Se llevó a cabo mediante un chinchorro playero de 30 mts de largo -- por 2 mts de ancho, luz de malla de 0.01 mts y un cono de 2 mts de largo.

El tamaño de la muestra dependió de las condiciones de aumento y de -- cremento del volúmen.

8) DATOS BIOMETRICOS.

Las mediciones que se registraron de los peces, fueron:

- 1) Peso total (gramos).
- 2) Longitud patrón (mm)
- 3) Longitud total (mm)
- 4) Altura (mm)

Utilizando un ictiometro de precisión de 1 mm y una balanza Ohaus -- triple Beam de 0.01 gr. de precisión. (Gulland, 1971).

9) EXTRACCION DEL TRACTO DIGESTIVO.

Una vez anotados los datos biométricos se regresaron los peces al em balse; separándose una submuestra de 20 organismos por especie, a los cu les se les extrajo totalmente el tracto digestivo, colocándose en frascos y fijándose en formol al 10% (Yañez-Arancibia, 1976).

10) MORFOMETRIA.

La línea de costa se midió en segmentos con una cinta métrica marca Lufkin de 25 m: la orientación de cada uno de estos segmentos se estable -- ció con la ayuda de una brújula tipo Bronton, tomando como referencia el punto visado. (Wetzel, Op. cit.)

## II TRABAJO DE LABORATORIO.

### 1) PIGMENTO FOTOSINTETICO.

Su extracción se hizo de la siguiente manera:

- 1.1) La muestra de agua se sometió a centrifugación durante 10 minutos a 4000 rpm. El sobrenadante se filtró por medio de un equipo Millipore, usando membranas de 47 mm. de diámetro y 0.45 micras de poro, los filtros se humedecieron previamente en una solución saturada de carbonato de magnesio ( $MgCO_3$ ).
- 1.2) A los filtros y al precipitado por separado se les agregó aceto na al 90% y se sometió a centrifugación durante 15 min. de 3000 a 4000 rpm. El sobrenadante se transfirió a la celda del espectrofotómetro y se leyó a 630, 647, 664 y a 750 nm. (Greeson, -- 1977) y (Strickland and Parsons, op. cit.)

### 2) CONTEO DE ZOOPLANCTON.

De las muestras obtenidas en el campo se tomó una alícuota de 2 a 3 ml y se colocaron en una cámara de conteo. El recuento se hizo identificándolos al siguiente nivel: orden (cladóceras), subclase (copépoda) y clase (rotífera) utilizando un microscopio de contraste de fases. La identificación del zooplancton se hizo con base en la clave propuesta por Pennak (1978).

### 3) ANALISIS DEL TRACTO DIGESTIVO.

Los contenidos de los tractos digestivos se observaron y cuantificaron en el microscopio de contraste de fases, para obtener mediante el método de frecuencia ocurrencia los espectros tróficos de los organismos. -- (Yáñez-Arancibia, op. cit.).

## III TRABAJO DE GABINETE.

### 1) PIGMENTO FOTOSINTETICO.

La concentración de clorofila "a", en mg/ml en el extracto se obtuvo por la siguiente ecuación:

$$\text{Clorofila } a = 11.85 e_{664} - 1.54 e_{647} - 0.08 e_{630}$$

Donde:

$e_{664}$  = absorbancia a 664 nm - absorbancia a 750 nm.

$e_{647}$  = absorbancia a 647 nm - absorbancia a 750 nm.

$e_{630}$  = absorbancia a 630 nm - absorbancia a 750 nm.

Para la conversión en g/l se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{pigmentos } \mu\text{g/l} = \frac{\text{Valor derivado (mg/ml)} \times \text{vol. del extracto (ml)}}{\text{Volumen de la muestra (l)}} \\ (\text{Greeson, op. cit.})$$

## 2) ZOOPLANCTON.

Para conocer el volumen de agua filtrada se utilizó la siguiente expresión:

$$V = A \times d.$$

Donde:

V = Volumen de agua filtrada (m<sup>3</sup>)

A = Area de la boca de la red (m<sup>2</sup>)

D = Distancia recorrida (m)

La densidad absoluta y relativa para el zooplancton se obtuvo por medio de las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{No. de organismos}}{\text{Unidad de volumen total}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de cada grupo}}{\text{Densidad total}}$$

(Odum, 1982).

## 3) DETERMINACION DE LA RELACION PESO-LONGITUD.

Una vez determinado el peso total y longitud patrón de los peces se empleó el siguiente modelo:

$$W = aL^b$$

Donde a y b son constantes a determinar por medio de una regresión lineal utilizando los logaritmos de los datos de peso y longitud patrón:

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

Donde:

$\log a$  = ordenada al origen.

$b$  = pendiente de la recta ajustada.

(Youngs and Everhart, 1981)

#### 4) TASA DE CRECIMIENTO.

Esta se determinó por el siguiente modelo:

$$W_t = W_0 e^{gt}$$

Donde:

$W_t$  = peso al tiempo t.

$W_0$  = peso inicial.

$g$  = coeficiente de crecimiento.

Este modelo es una aproximación suficiente cuando se consideran intervalos de tiempo cortos, como por ejemplo un año o una estación de crecimiento.

El coeficiente de crecimiento "g" para un intervalo de tiempo estimado por el logaritmo natural de la razón de peso final y el peso inicial para un período de tiempo.

$$gt = \ln \frac{W_t}{W_0} \quad (\text{Youngs and Everhart, op. cit.})$$

$W_0$

La tasa de crecimiento instantánea se obtuvo a partir del mismo modelo multiplicando por 100 (Valor relativo) (Ricker, 1975).

#### 5) PORCENTAJE DE PESO GANADO.

Para obtener este porcentaje se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso ganado (\%)} = \frac{W_t - W_0 \times 100}{W_0}$$

Donde:

W<sub>0</sub> = peso inicial.

W<sub>t</sub> = peso final.

(Teshima et. al. 1978).

### 6) ECUACION DE CRECIMIENTO.

Se determinó el modelo de crecimiento de las poblaciones empleando la ecuación propuesta por Von Bertalanffy (1938)

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

Donde:

L<sub>t</sub> = Longitud del pez a la edad t.

L<sub>∞</sub> = Longitud máxima hacia la que tiende el pez cuando t = ∞.

k = Coeficiente de crecimiento.

t<sub>0</sub> = Edad supuesta que debe tener el pez cuando su longitud sea igual a cero.

Para obtener las constantes de la ecuación de Von Bertalanffy se hizo uso del gráfico de Ford (1933) y Walford (1946) en el cual se graficó la longitud de los ejemplares a la edad t+1 contra la longitud a la edad t, que son las clases de edad, obteniéndose una serie de puntos sobre los cuales se trazó una línea de ajuste que al intersectarse con la bisectriz del cuadrante indicó el punto al que corresponde el valor de L<sub>∞</sub>; (-ln m) dando la estimación del coeficiente de crecimiento k. (Youngs and Everhart, op. cit.)

La obtención analítica de estas constantes se realizó empleando las siguientes fórmulas:

$$L_{\infty} = \frac{b}{1-m} \quad t_0 = \frac{b - \ln L_{\infty}}{k'} \quad \text{ó} \quad t_0 = t + \frac{1}{k'} \ln \frac{(L_{\infty} - L_t)}{L_{\infty}}$$

$$k' = - \ln m.$$

Donde:

b = intersección de la línea de Ford-Walford con el eje de las ordenadas.

m = pendiente de la línea de Ford-Walford.

Para la obtención de las constantes arriba citadas los valores que se manejaron son los de longitud patrón. Estas constantes se utilizaron de la misma manera para los valores de peso total, utilizando el valor de la pendiente de la relación peso-longitud, teniendo la siguiente ecuación:

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

Donde:

$W_t$  = peso del pez a la edad  $t$ .

$W_{oo}$  = peso máximo hacia el que tiende el pez cuando  $t = \infty$

$n$  = Valor de la pendiente de la relación peso-longitud.

#### 7) FACTOR DE CONDICION MULTIPLE.

Este factor representó adecuadamente el estado de los organismos, -- eliminando los errores provocados por las variaciones de la altura.

El modelo matemático es el siguiente:

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

Donde:

$KM$  = factor de condición múltiple

$W$  = peso del organismo (dg)

$L$  = longitud del organismo (mm)

$A$  = Altura del organismo (mm)

$b$  y  $c$  = constantes a determinar por resolución de ecuaciones simultáneas. (Medina, 1980).

#### 8) ANALISIS MORFOMETRICO.

A partir de los datos obtenidos en el campo se hicieron mapas, determinándose:

a) Línea de costa (1)

b) Area superficial ( $A_o$ ) a través del método de corte y peso

c) Desarrollo de la línea de costa ( $Dl$ ) a partir de la siguiente fórmula:

$$Dl = (1) / 2 \sqrt{A_o \pi r}$$

- d) Profundidad media  $\bar{Z} = V/A_0$ .
- e) Profundidad relativa  $Z_r = 50 Z_m \sqrt{\pi} / \sqrt{A_0}$ .
- f) Relación de la profundidad media con la máxima  $\bar{Z} : Z_m$ .
- g) Desarrollo del volúmen  $DV = \frac{3\bar{Z}}{Z_m}$ .

(Owen, 1979 y Wetzel 1981)

- h) Volúmen.- Se determinó por medio de regresión lineal de los datos de volúmen obtenidos para el mismo bordo por Palomino et. al. (op. cit.).

## 9) ANALISIS ESTADISTICO.

Se comprobó si los datos cumplían con los supuestos de homocedasticidad y normalidad mediante las técnicas estadísticas de Barlett y Kolmogorov respectivamente, para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas (Sokal and Rohlf 1979). Las variables que no cumplieron estos supuestos se analizaron con pruebas de estadística no paramétrica. (Siegel, - 1972).

Posteriormente se realizó un análisis factorial, el cual es una técnica matemática cuyo objetivo más amplio es el descubrimiento de las dimensiones de variabilidad común existentes en un campo de fenómenos. Cada una de estas dimensiones de variabilidad común recibe el nombre de factor (Padua, 1978).

Hay cuatro pasos fundamentales en el análisis factorial:

- a) Preparación.
- b) Factorización.
- c) Rotación.
- d) Interpretación.

a) Preparación.- Consiste tanto en el problema a tratar como a la formulación de hipótesis y recolección de datos. Obteniendo una matriz de correlación entre todos los posibles pares de variables.

b) Factorización.- Trata de poner de manifiesto por métodos matemáticos cuantos factores comunes es preciso admitir para explicar los datos originales a la matriz de intercorrelaciones.

Por este procedimiento surgen "nuevas variables" o factores que pueden ser definidos como transformaciones matemáticas exactas de los datos originales (Análisis de componentes principales) ó a través de supuestos inferenciales acerca de la estructura de las variables y su fuente de variación (análisis factorial clásico o de componentes inferidos).

Los factores presentan las siguientes características:

- 1) Todos son ortogonales y colocados en orden según su importancia.
- 2) El primer factor es comunmente el factor general, y el resto de los factores tiende a ser bipolares. Además cada variable posee una correlación con cada uno de los factores: a estas correlaciones se les denomina factores de carga. De este modo la comunalidad para cada variable se representa:

$$h = (f_1^2) + (f_2^2) + \dots + (f_n^2)$$

Por otro lado, cada factor se compone de un conjunto de cargas y dan la varianza común que es la suma de los cuadrados de las cargas

c) Rotación.- Trata de encontrar una estructura tal que un vector -- aparezca como una función de un mínimo número de variables. Optimiza las cargas con el fin de obtener una estructura más simple.

d) Interpretación.- Al reducir la complejidad de las variables, se forman grupos relacionados que marcan la inclusión o exclusión dentro de cada grupo por el valor de carga. Este valor oscila entre 0.333 (Willem - sen, 1973) y al menos 6/10 del mayor de las cargas en el componente en -- cuestión (Arredondo, et. al. 1982).

## RESULTADOS Y DISCUSION.

### MORFOMETRIA.

El bordo de temporal "Chavarría" es producto de las actividades del hombre, perteneciendo a la clase tres según la clasificación de Welch (1952). Considerándose como un cuerpo astático estacional, por tener cada año un período de sequía, seguido de uno de inundación, de acuerdo al criterio de Hartland-Rowe. 1972 (fide cole, 1979).

Los valores máximos de perímetro y profundidad se registraron en el mes de septiembre, mientras que los mínimos en febrero (Tabla 1). Esto es un reflejo de las dos fases que presenta el sistema: una de dilución durante los meses de julio a septiembre de 1984, con áreas de 10,000 y 15,000 m<sup>2</sup> y volúmenes de aproximadamente 8,200 y 14,300 m<sup>3</sup> (obtenidos por regresión lineal a partir de los volúmenes reportados por Palomino et. al. (op. cit.)) respectivamente, incremento que se dió como consecuencia de la precipitación pluvial en esta época. Y la otra de concentración, en la época de sequía del mes de septiembre al mes de febrero disminuyendo el área hasta 6736.48 m<sup>2</sup> y el volumen a 4,300 m<sup>3</sup>, ocasionada principalmente por la evaporación, utilización del bordo como abrevadero, así como el suministro de agua para el riego (Mapa 3 y 4). Estas dos fases se caracterizan por la dilución y concentración de sales y sólidos disueltos (Barclay, 1966; Cole, op. cit.: Arredondo, 1982).

En lo referente al desarrollo de la línea de costa el valor promedio es de 1.18, indicándonos que el sistema tiende a ser de forma circular, según lo citado por Wetzel (op. cit.). Encontrándose un bajo desarrollo de las comunidades litorales, favoreciendo las escorrentías en la época de precipitación pluvial.

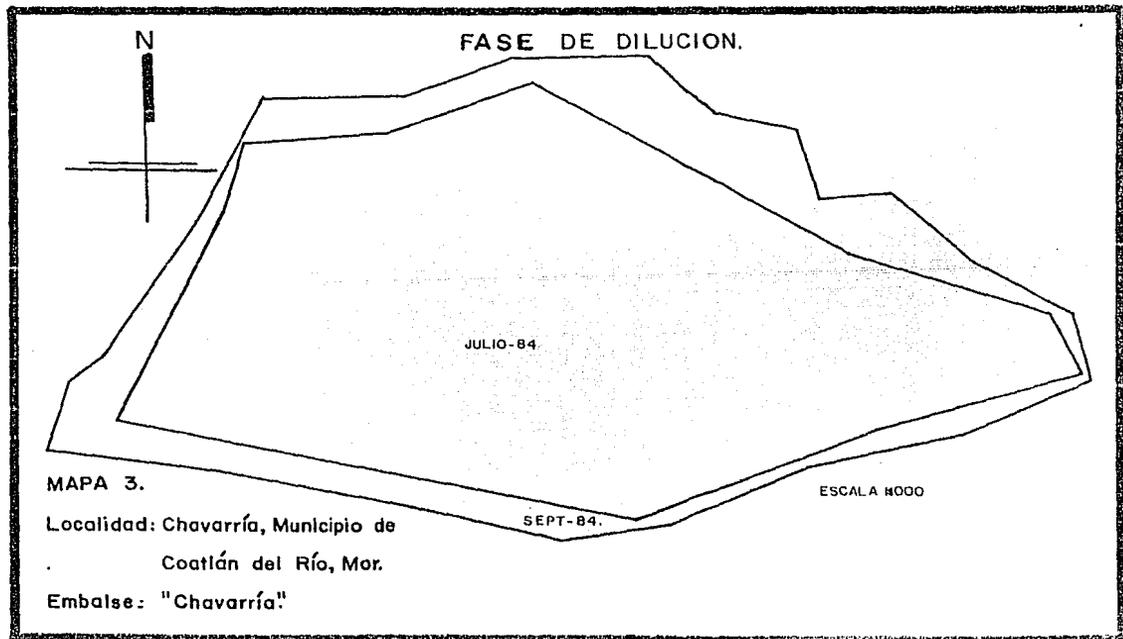
La profundidad relativa (Zr), presenta para todos los meses valores inferiores al 2%, lo que nos dá una idea de la baja estabilidad de la estratificación térmica y su variabilidad (Hakanson, 1981); debido a que las paredes del sistema presentan poca pendiente, como consecuencia del área superficial del sistema y su baja profundidad máxima.

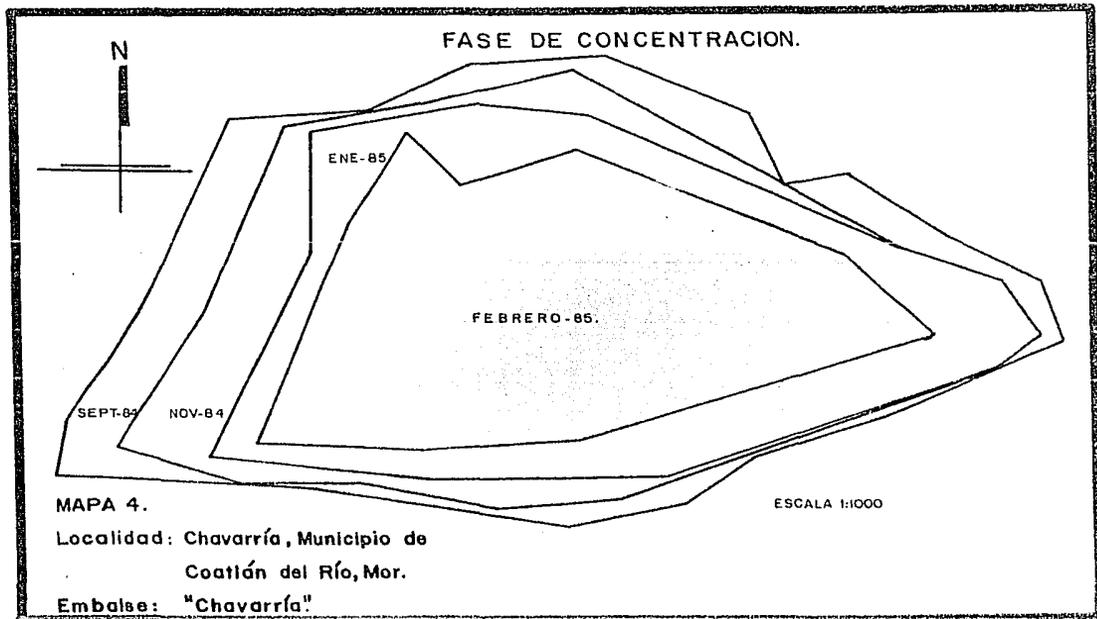
La profundidad media ( $\bar{Z}$ ) durante los meses de estudio fué siempre inferior a un metro, lo que indica que el sistema tiende a ser altamente pro

TABLA I.

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.	FEBRERO V.MINIMO.
PERIMETRO "l" (m).	451	510.5	351
PROF.MAX."Zm" (m).	151	2.43	1.33
PROF.MED."Z" (m).	0.82	0.91	0.68
PROF.REL."Zr" (m).	1.33	1.72	1.48
AREA (m <sup>2</sup> ).	10 000	15 686.79	6 376.48
VOLUMEN. (m <sup>3</sup> ).	8 200	14 300	4 300





ductivo según lo cita Rawson, 1953, 1955 (fide cole, op. cit.).

Los valores promedio de la relación profundidad media profundidad máxima ( $\bar{Z} : Z_m$ ), es de aproximadamente 0.47 y del desarrollo del volúmen -- (Dv) de 1.4, estos son similares a los reportados por Neumann (1959) de -- 0.467 y 1.4 respectivamente, los cuales describen la forma media de las cu betas lacustres como una sinusoide elíptica. Esto es un cuerpo geométrico, cuya base (área del lago) es una élipse y la superficie (el contorno del -- fondo) una sinusoide (Cole, op. cit.), cuya conformación permite una mayor acumulación del sedimento (Lehman, 1975).

Dado que los valores de la relación  $\bar{Z} : Z_m$  fluctúan entre 0.33 y 0.5 para la mayoría de los meses, y a las características geológicas del sus -- trato (calizas), se considera que el bordo se encuentra situado sobre ro -- cas fácilmente erosionables (Hutchinson, 1957).

Por lo anteriormente citado y con base en la forma de la cuenca que -- permite un gran contacto entre el agua y el sedimento, se puede sugerir -- que el sistema sea eutrófico.

## FISICO - QUIMICOS.

El comportamiento térmico general del sistema presenta un decremento en los meses de julio a septiembre, incrementándose en el mes de octubre y disminuyendo consecutivamente hacia los meses invernales tanto en superficie como en fondo, con un aumento en el mes de febrero (Figura 1.b).

Los valores máximos de temperatura en superficie y fondo son de - - 30.33°C y 25.33°C en el mes de julio respectivamente. Los valores mínimos son de 22.33°C para superficie y 19.17°C para fondo ambos para el mes de enero (Tabla 2).

Las fluctuaciones térmicas del embalse tienen una marcada relación - con la variación de la temperatura ambiental (Figura 1.c) coincidiendo -- con lo reportado por Daborn and Cliffórd (op. cit.), Modlin (op. cit.), - Arredondo (op. cit.) para cuerpos de agua someros.

El comportamiento hidrológico es determinado por los procesos de mezcla y estratificación (Fig. 1.a). En los períodos de estratificación las diferencias entre los valores promedios de superficie y fondo de temperatura son máximos, siendo de 2.66°C para el primer período con una profundidad promedio de 1.37 mts. y para el segundo período de 3.54°C con una - profundidad promedio de 1.4 mts. Ambos se encuentran separados por un proceso de mezcla relativamente corto en el mes de septiembre, presentándose esto nuevamente al final del estudio.

La transparencia tiende a permanecer constante durante los cinco primeros meses del estudio (0.5 m), aumentando en diciembre (0.63 m) y disminuyendo en los dos meses siguientes (0.35 y 0.3 m) (Fig. 2.a). Durante la fase de dilución se dá un acarreo de sólidos al sistema, así como el aumento del volúmen por lo que este parámetro tiende a permanecer constante. Por otro lado, al disminuir el volúmen en la fase de concentración aumenta la concentración de sólidos disueltos, pero debido a la dinamica poblacional del plancton y a la sedimentación se presentan las fluctuaciones - en la transparencia antes citada.

La concentración de oxígeno disuelto (Tabla 2) presenta un valor máximo en superficie en el mes de noviembre de 11.07 p.p.m. y de 3.08 p.p.m. para fondo en el mes de febrero. Así mismo, se puede observar que el va -

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 FON.	24.33° SEP 24.0° SEP	30.33° JUL 25.33° JUL.	22.33° ENE. 19.17° ENE.	29° OCT. 23.66° OCT.
TRANSPARENCIA (m).		0.5 JUL-AGO-SEP.		0.3 FEB.	0.63 DIC.
OXIGENO DISUELTO (ppm)	SUP FON.	3.32 JUL. 0.65 SEP.	4.78 AGO. 2.31 JUL.	2.84 ENE. 1.05 ENE.	11.07 NOV. 3.08 FEB.
BIOXIDO DE CARBONO (ppm)	SUP FON.	4.85 SEP 7.50 AGO.	10.19 JUL. 12.64 JUL.	0 OCT-NOV-ENE. 5.65 ENE.	16.10 FEB. 22.66 FEB.
PH	SUP FON.	6.87 AGO. 6.61 AGO.	7.28 JUL. 6.78 JUL.	7.02 FEB. 6.55 ENE.	8.35 OCT. 7.06 OCT.
ALCALINIDAD TOTAL (ppm)	SUP FON.	32.77 AGO. 43.07 JUL.	47.5 JUL. 47.32 SEP.	7.49 DIC. 49.5 OCT.	87.08 FEB. 121.75 ENE.
DUREZA TOTAL (ppm)	SUP EQN.	117.31 SEP. 115.89 AGO.	140.63 JUL. 142.04 JUL.	55.59 OCT. 58.98 OCT.	106.60 FEB. 107.45 FEB.
DUREZA DE CALCIO (ppm)	SUP FON.	27.47 JUL-SEP. 26.91 SEP.	29.31 AGO. 29.88 AGO.	11.79 OCT. 11.52 OCT.	16.30 FEB. 18.4 DIC.
DUREZA DE MAGNESIO (ppm)	SUP FON.	89.84 SEP. 86.01 AGO.	113.16 JUL. 113.72 JUL.	41.80 OCT. 47.46 OCT.	90.30 FEB. 92.66 FEB.
CONDUCTIVIDAD (µ siemens)	SUP FON.	105 SEP. 105.67 AGO.	121 AGO. 124.66 JUL.	99 OCT. 105.67 OCT.	187.97 FEB. 191.0 FEB.

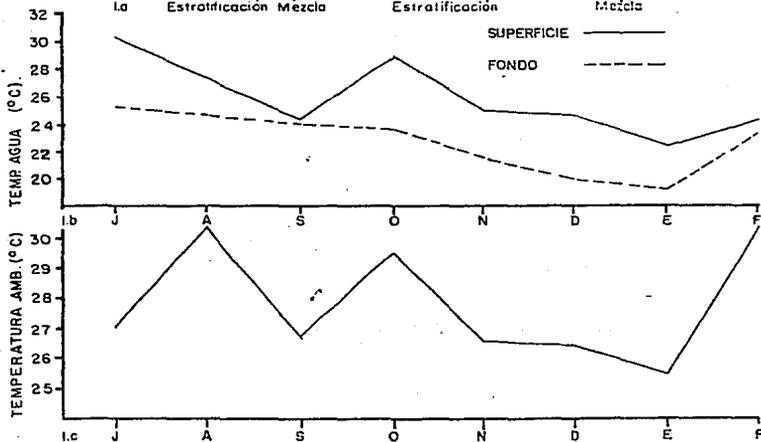
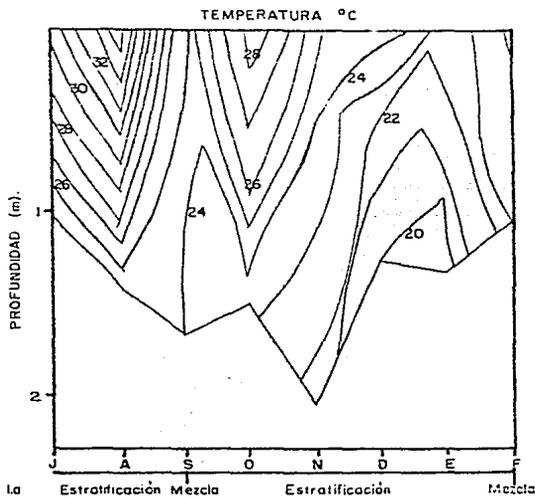


Fig.1-DIAGRAMA ESPACIO-TIEMPO-TEMPERATURA (1.a), VARIACIÓN MENSUAL DE LA ---  
TEMPERATURA DEL AGUA (1.b) Y DEL AMBIENTE (1.c).

lor mínimo para superficie es de 2.84 p.p.m. en el mes de enero y para el fondo de 0.65 p.p.m. en el mes de septiembre.

Como lo muestra la Fig. 2 la diferencia entre los valores máximos de oxígeno de superficie y fondo es de aproximadamente 10 p.p.m. Esta diferencia tan marcada caracteriza a las curvas clinógradas de oxígeno, típicas de cuerpos de agua eutróficos (Wetzel, op. cit.); este fenómeno está directamente relacionado en términos generales, con una gran producción en la zona fótica y procesos de descomposición y remineralización en la zona adyacente a los sedimentos (Hutchinson, op. cit.).

En este caso se establecen claramente dos zonas: una superficial o zona trofогénica caracterizada por una elevada concentración de oxígeno disuelto y otra profunda o zona trofolítica con una alta demanda de oxígeno disuelto con valores bajos de concentración (Arredondo, op. cit.). La diferencia de concentración de oxígeno entre superficie y fondo puede relacionarse con la disminución de la penetración de la luz, limitando la zona fótica a unos pocos centímetros de profundidad lo que implica una -- disminución significativa de la producción primaria de superficie a fondo. Así como con la degradación de materia orgánica que se lleva a cabo en el fondo utilizando gran parte del oxígeno disuelto presente en esta zona.

El comportamiento del oxígeno disuelto en los primeros tres meses en superficie tiende a incrementarse en magnitudes pequeñas con un promedio de 0.76 p.p.m. este incremento está directamente relacionado con la época de precipitación que favorece el intercambio de oxígeno de la atmósfera al agua, como lo señala Modlin (op. cit.). Para los meses de octubre y noviembre se presenta un claro aumento en la concentración de oxígeno. Sin embargo, éste incremento no se relaciona en forma directa con el aumento de volumen del cuerpo de agua, ni con la precipitación e incluso se presenta en un período de clara estratificación, por lo que se prevee que estos valores estén más relacionados con una producción primaria. En diciembre y enero la concentración de oxígeno disuelto tiende a disminuir conforme decrece el volumen del cuerpo de agua, como lo señala Stout (op.cit) La reducción de la concentración de oxígeno en los meses citados se debe principalmente a un incremento en la densidad de la biota existente, aspecto que conlleva a una reducción en el oxígeno total disponible, inclu-

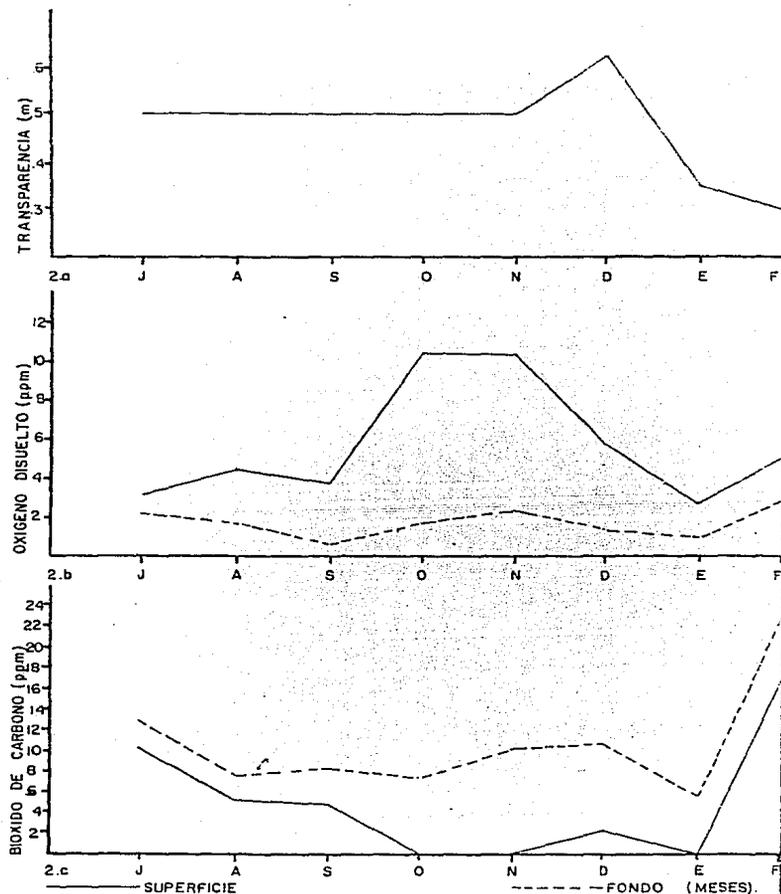


Fig 2. VARIACION TEMPORAL DE LA TRANSPARENCIA (2.a), EL OXIGENO DISUELTUO (2.b) Y DEL BIOXIDO DE CARBONO LIBRE (2.c) EN EL EMBALSE DE TEMPORAL DE CHAVARRIA.

so para los procesos de descomposición dando como resultado una mayor demanda de oxígeno típica de estos cuerpos de agua en fase de concentración (Yaron, 1964).

En algún tiempo se suponía que los bordos de temporal por ser someros y con una relación A/Z muy grande, era de esperarse que estuviesen bien provistos de oxígeno disuelto y con muy poco de gases procedentes de la descomposición; sin embargo se ha visto que aunque haya circulación aparentemente suficiente es común encontrar una estratificación de tipo química, en la cual el oxígeno puede ser abundante en la superficie y ausente en el fondo debido a los procesos de descomposición; teniendo en cuenta que esta variará de acuerdo al tipo de suelo (Welch, op. cit.).

Con lo que respecta al bióxido de carbono disuelto se puede observar que existe un patrón de variación común entre las curvas de superficie y fondo a través del tiempo. Los valores máximos de superficie se presentan en los meses de julio y febrero con 10.19 p.p.m. y 16.10 p.p.m. respectivamente, en tanto que el valor mínimo para este parámetro fué de 0 p.p.m. en octubre, noviembre y enero. Por otro lado en el fondo los valores mínimos no llegan a cero, sino que tienen un límite superior de 5.65 p.p.m. en el mes de enero, mientras que los valores máximos se presentaron en julio y febrero de 12.64 y 22.6 p.p.m. respectivamente (Fig. 2.c.).

Al comparar el comportamiento del  $\text{CO}_2$  con respecto al oxígeno disuelto, este presenta una curva clinógrada inversa; es decir que los valores máximos de oxígeno en superficie coinciden con los valores mínimos de  $\text{CO}_2$  disuelto en la superficie y viceversa. Esto se puede dar en función de la descomposición aeróbica que requiere continuo suministro de oxígeno, siendo más rápida cuando el oxígeno disuelto está cerca de la saturación, encontrando que la descomposición de materia orgánica es menor en un medio anaeróbico que en un aeróbico, donde el producto primario final es el  $\text{CO}_2$  (Boyd, 1979).

Los valores de pH en el fondo a lo largo del ciclo de estudio van de 6.61 en el mes de agosto a 7.02 en febrero, con un intervalo de variación de 0.41. En la superficie dicho intervalo es mayor (1.48), ya que los valores van desde 6.87 en agosto a 8.35. Lo anterior implica que estas aguas son de tipo bicarbonatadas y adecuadas para la producción piscícola ya --

que contienen cantidades variables de carbonato y están reguladas por el sistema tampon  $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$  (Wetzel, *op. cit.*; Boyd, *op. cit.*).

Como se observa en la Fig. 3.<sup>a</sup> existen dos picos de pH con valores máximos en octubre y enero para la superficie, los cuales coinciden con los valores mínimos de  $\text{CO}_2$  en superficie (Fig. 2.c.).

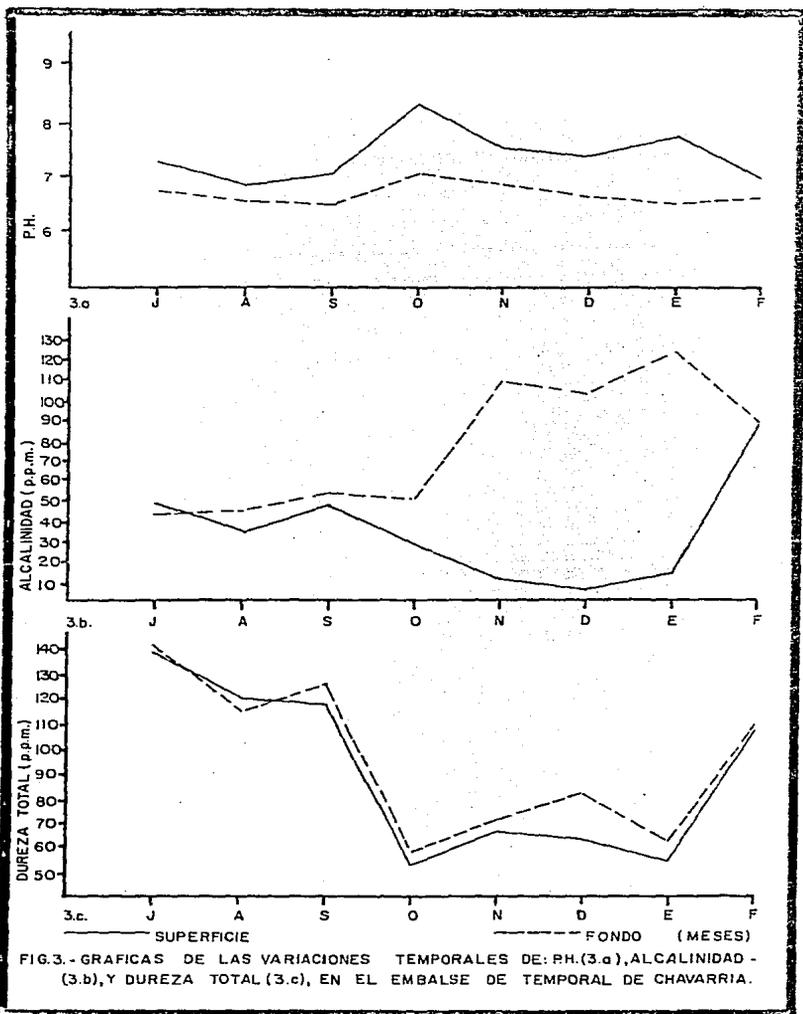
En el caso de las curvas de alcalinidad se puede notar (Fig. 3.b.), que en los tres primeros meses la variación entre superficie y fondo siguen un comportamiento similar; sin embargo en los meses siguientes la tendencia es a separarse completamente, ya que la alcalinidad en superficie es cada vez menor, hasta llegar a valores inferiores de 10 p.p.m. de  $\text{CaCO}_3$ , en tanto que en el fondo llega a valores cercanos a 122 p.p.m. A pesar de esto existen dos puntos en que las diferencias entre las dos curvas son mínimas, en septiembre la diferencia es de 1.60 p.p.m. mientras que en febrero es de 0.74 p.p.m., estos dos momentos a su vez coinciden con la mezcla total observada en los meses de septiembre y febrero (Fig. 1.a.).

Es importante resaltar que el  $\text{CO}_2$ - pH y alcalinidad poseen una gran relación en cuanto a sus componentes edáficos y biológicos.

Como lo muestran las figuras 2.c y 3.b el comportamiento general del  $\text{CO}_2$  y la alcalinidad en fondo es similar, es decir tienden a incrementarse, mientras que para la superficie disminuyen. En la fase de dilución el aumento de  $\text{CO}_2$  está directamente relacionado con la precipitación ya que teóricamente el agua de lluvia contiene entre 0.55 y 0.6 p.p.m. (Cole, *op. cit.*). Esto trae como consecuencia que el  $\text{CO}_2$  "agresivo" sea capaz de redissolver los depósitos de carbonatos especialmente calcita con un aumento de alcalinidad, mientras que el pH permanece constante.

En la fase de concentración la variación de estos parámetros está relacionada con la productividad primaria y la disminución del volumen del sistema. Así se tiene que la concentración de  $\text{CO}_2$  llega hasta valores de 0 p.p.m., la disminución de la alcalinidad en superficie (menor de 10 p.p.m.) y valores de pH superiores de siete, se deben a procesos de fotosíntesis.

Para el fondo los valores de pH son menores de siete debido al aumento en las concentraciones de  $\text{CO}_2$ . En cuanto a la alcalinidad esta se in -



crementa como un reflejo del proceso de evaporación (Arredondo, op. cit.).

En este sistema se encontró que las relaciones del  $\text{CO}_2$  están fuertemente influenciadas por las características del suelo y rocas del área -- (calizas); existiendo un alto índice de  $\text{CO}_2$  total al presentarse abundantes carbonatos, bicarbonatos, un pH mayor de 7 y bajo contenido de  $\text{CO}_2$  libre, lo que se corrobora con lo mencionado por Wheaton (1982).

Por otra parte las fluctuaciones de alcalinidad, los efectos de la fotosíntesis y respiración en el sistema del carbono inorgánico se reflejan en el pH. Así tenemos que cuando el  $\text{CO}_2$  libre no está presente, las variaciones en la alcalinidad y el pH se deben a la absorción de  $\text{HCO}_3^-$  por el fitoplancton, que da como resultado la precipitación de  $\text{CaCO}_3$ , así como la formación de  $\text{CO}_2$  y agua. Por lo tanto, la importancia de la fotosíntesis para explicar las variaciones de estos parámetros estriba en que -- las plantas pueden absorber continuamente  $\text{CO}_2$ , eliminar bicarbonatos, precipitar carbonatos, formar iones  $\text{OH}^-$  que conllevan a un incremento de los valores de pH presentes.

El comportamiento general de la dureza total (Fig. 3.c.) es a disminuir durante los cuatro primeros meses tanto en superficie como en fondo encontrándose valores inferiores a 60 p.p.m. en el mes de octubre, a partir del cual las concentraciones se incrementan para ambos niveles, siendo este aumento más marcado en el fondo donde llega hasta valores superiores a 100 p.p.m. en el mes de febrero. En los períodos de mezcla del sistema se encuentran diferencias de 6.96 p.p.m. y 0.85 p.p.m. entre superficie y fondo para los meses de septiembre y febrero respectivamente. La diferencia para el mes de septiembre es resultado de una estratificación química en el sistema. dada principalmente por factores edáficos y climáticos. Mientras que el segundo período de mezcla, está más relacionado -- con factores biológicos.

Los valores de dureza total en la fase de dilución en comparación -- con los de la fase de concentración son superiores, debido principalmente al acarreo de material alóctono (materia orgánica e inorgánica) en la época de precipitación pluvial. Mientras que para la fase de concentración -- estos valores están en función del componente biótico y autoregulación -- del sistema. Esta autoregulación se da por la precipitación de sales que

quedan atrapadas en el sedimento, pérdidas de las mismas en las zonas des- cubiertas al disminuir el volúmen y remoción por el viento (Langbein, 1967).

Las concentraciones de la dureza total durante los cuatro primeros - meses de estudio, son superiores a las concentraciones de la alcalinidad (Fig. 3.b. y 3.c.), encontrando por lo tanto una mayor cantidad de  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en el sistema que  $\text{CO}_3^{2-}$  y  $\text{HCO}_3^-$ . Combinándose este exceso de cationes - principalmente con  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{BO}_3^-$ . Notándose que la dureza total tiende a decrecer y la alcalinidad a aumentar en estos meses, excepto en agosto y octubre donde la alcalinidad disminuye para superficie. De noviembre a -- enero la alcalinidad presenta para el fondo concentraciones superiores y para la superficie inferiores a la dureza total, reflejo del proceso de - descalcificación epilimnética, donde precipita el  $\text{CaCO}_3$ , quedando el  $\text{Mg}^{+2}$  en solución o unido con los aniones antes citados. En febrero en que se - presenta un período de mezcla, los valores de la dureza total son mayores a los de la alcalinidad, infiriéndose que predominan estos cationes diva- lentes. combinados con otros aniones las cuales se incrementan como conse- cuencia de la remineralización de la materia orgánica que es abundante, - mientras que los carbonatos y bicarbonatos tienen un comportamiento más - dinámico regulado principalmente por la fotosíntesis.

La dureza de calcio (Fig. 4.a.) presenta una tendencia a disminuir - en los primeros cuatro meses con una diferencia mínima para superficie y fondo. Aumentando esta diferencia a partir de noviembre para ambos nive- les, siendo máxima para el mes de diciembre (6.56 p.p.m.).

Para los períodos de mezcla la diferencia de superficie y fondo es - de 0.56 p.p.m. para el primer período y de 1.51 p.p.m. para el segundo pe- ríodo .

Los valores de dureza de calcio son superiores en la fase de dilu- -- ción que en la de concentración. Encontrándose para ambas fases en las -- concentraciones en el fondo son mayores a las de superficie, excepto para el mes de octubre y febrero. Lo anterior es un reflejo del proceso de des- calcificación epilimnética, causado por la disminución de  $\text{CO}_2$  en superfi- cie (Fig. 2.c.), que origina la pérdida del equilibrio en la solución de bicarbonato cálcico con el  $\text{CO}_2$ - el  $\text{H}_2\text{CO}_3$ - ocasionando la precipitación de  $\text{CaCO}_3$  hasta que se restablezca el equilibrio con la formación de  $\text{CO}_2$ .

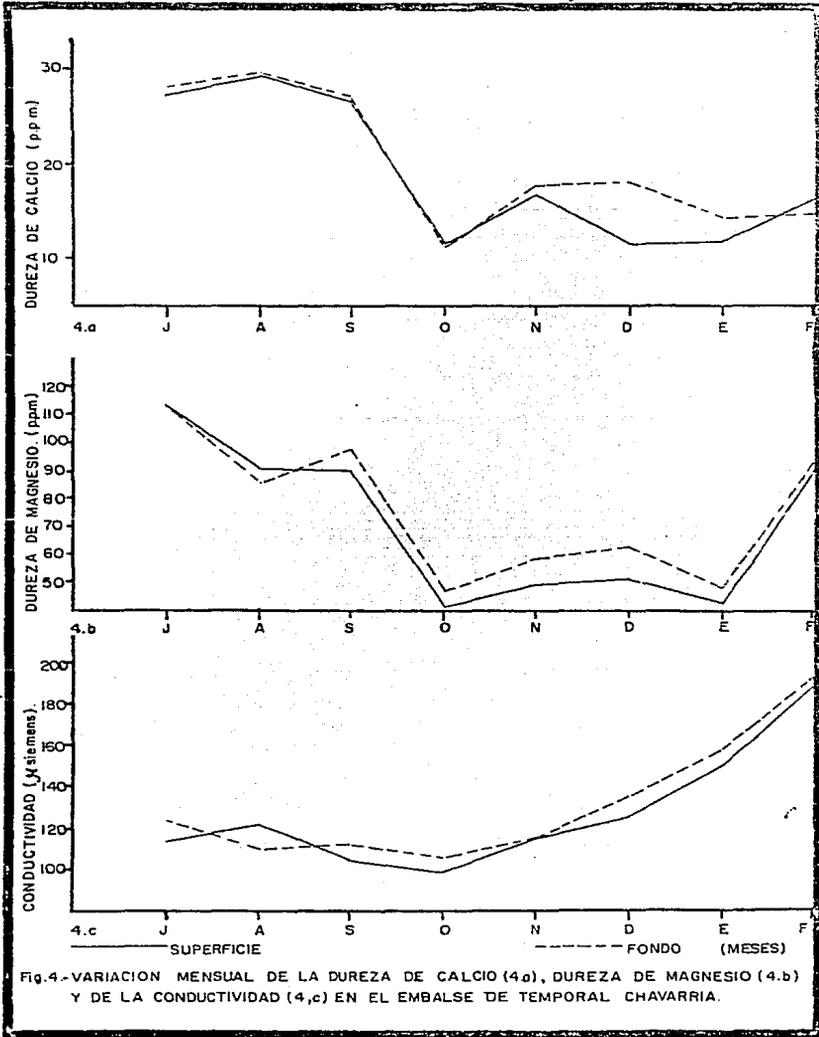


Fig.4.-VARIACION MENSUAL DE LA DUREZA DE CALCIO (4.a), DUREZA DE MAGNESIO (4.b) Y DE LA CONDUCTIVIDAD (4.c) EN EL EMBALSE DE TEMPORAL CHAVARRIA.

Por otro lado el  $\text{CO}_2$  "agresivo" proveniente de la respiración y de la descomposición favorecerá la disolución en el hipolimnion, de una porción de  $\text{CaCO}_3$  que está precipitando, aumentando la concentración de la alcalinidad, dureza total, dureza de calcio y conductancia en el fondo. - - (Fig. 3.b. 3.c. y 4.c.).

El proceso de descalcificación epilimnética se incrementa principalmente por la tasa de fotosíntesis resultado del aumento en la concentración de clorofila "a" (Fig. 5), del oxígeno disuelto en superficie (Fig. 2.b.) y de la disminución del  $\text{CO}_2$  en el epilimnion (Fig. 2.c.), durante el período de estratificación estival, explicándose con mayor claridad -- las diferencias tan marcadas para la alcalinidad y dureza a partir del -- mes de octubre entre superficie y fondo.

Con lo que respecta al comportamiento general del magnesio, es similar al de la dureza de calcio, principalmente por la interrelación que -- tiene con el carbonato; encontrándose valores superiores de  $\text{MgCO}_3$  para su superficie y fondo (Fig. 4.b.). A causa de que el magnesio es un ión relativamente conservativo, en cuanto a su actividad química bajo condiciones típicas de las aguas dulces, como a los escasos requerimientos que de él tienen los organismos. En cambio el calcio es más reactivo y puede mostrar marcadas dinámicas estacionales y espaciales. Además de que los compuestos de magnesio en general son mucho más solubles que los de calcio. En consecuencia, raras veces se produce la precipitación de cantidades -- significativas de magnesio (Wetzel, op. cit.)

El valor máximo de dureza de magnesio es de 113.72 p.p.m. y de -- 113.16 p.p.m. para superficie y fondo respectivamente en el mes de julio y el valor mínimo es de 41.80 p.p.m. y 47.46 p.p.m. para superficie y fondo respectivamente en el mes de octubre. En los meses de mezcla las diferencias entre superficie y fondo son de 7.52 p.p.m. en septiembre y 2.36 p.p.m. en febrero.

La conductividad (Fig. 4.c.) tiende a disminuir en la fase de dilución teniendo valores de 105.67 microsiemens/cm para el fondo y 99 microsiemens/cm para superficie en el mes de octubre; aumentando consecutivamente en la fase de concentración hasta alcanzar valores superiores a los 185 microsiemens/cm para superficie y fondo en el mes de febrero. En la --

primera fase como se ha mencionado anteriormente hay un aumento en el aca rreo de sólidos por la precipitación pluvial pero a la vez el área y volú men del sistema se incrementa considerablemente por lo que la concentra - ción de sólidos disueltos es menor comparada con la fase de concentración a causa de la época de estiaje. Además en esta fase, los procesos de remi neraliz ación de la materia orgánica son más rápidos, encontrándose nitra tos, nitritos, fosfatos, ortofosfatos y amonio en formas iónicas (Arredondo, et. al., 1982).

En general la conductividad no presenta un gradiente bien definido - entre la superficie y fondo a lo largo del tiempo. Por otro lado, este pa rámetro presenta un comportamiento inverso a las fluctuaciones del área y volú men, coincidiendo con lo reportado por Daborn and Clifford (op. cit.) en donde el incremento o decremento en los valores de precipitación y eva poración reflejarán un rápido incremento en la concentración de sólidos, con un aumento concomitante en la capacidad amortiguadora del agua rema - nente.

## CLOROFILA "a"

La variación estacional de la clorofila "a" es similar para las tres estaciones pero difieren en cuanto a la concentración mensual para cada una de ellas.

Así tenemos que en la fase de dilución la menor concentración de clorofila "a" es de  $3.90 \text{ mg/m}^3$ , estación uno en el mes de agosto, y para la fase de concentración el valor mínimo es de  $4.30 \text{ mg/m}^3$ , estación uno en el mes de febrero. Teniendo dos valores máximos en el mes de octubre con una concentración de  $418.15 \text{ mg/m}^3$  en la estación dos y el otro en el mes de enero con una concentración de  $962.6 \text{ mg/m}^3$  en la estación tres (Fig.5). De acuerdo a estas concentraciones, se puede decir que el sistema es eutrófico, tendiendo a la hipereutrofia hacia los últimos meses de la fase de concentración. Margalef (1983), reporta que la concentración de  $5 \text{ mg/m}^3$  es un límite arbitrario entre aguas oligotróficas que tienen menos y las eutróficas que tienen más.

Estas variaciones en la clorofila "a" se deben a las fluctuaciones en los procesos que influyen de una manera directa o indirecta en la vida de los organismos fotosintetizadores como son: dilución, circulación, concentración de sustancias químicas, disponibilidad de nutrientes y temperatura.

Con base a lo anterior se observó que durante los meses de julio a septiembre las condiciones climáticas tales como: alta nubosidad, precipitación pluvial, baja intensidad lumínica y una disminución en la temperatura ambiental y del agua, traen como consecuencia que el tiempo de oxidación de la materia orgánica se vea reducido por efecto de la estratificación térmica y química, por lo que éstas, no son favorables para que se presente un florecimiento de fitoplancton en este período.

Sin embargo es conveniente recordar, que en el mes de septiembre se presenta la máxima profundidad y área en el sistema, llegándose a romper la estratificación térmica temporalmente, por lo que se esperaría una distribución homogénea de los gases (oxígeno disuelto y bióxido de carbono) de superficie a fondo, lo cual no ocurre, debido a que la respiración y oxidación de la materia orgánica que sedimenta hacia el fondo del mismo -

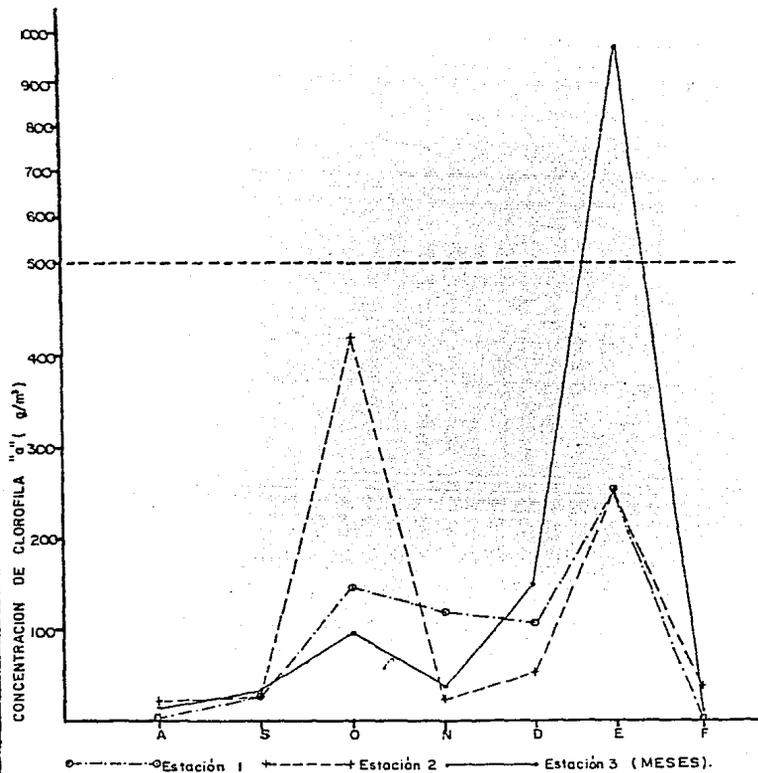


Fig.5.- VARIACION TEMPORAL DE LA CONCENTRACION DE LA CLOROFILA "A" EN EL EMBALSE DE TEMPORAL DE CHAVARRIA.

consume mayor cantidad de oxígeno que la que se produce por fotosíntesis o por difusión de la atmósfera, resultado que se refleja en el aumento de bióxido de carbono en el fondo, así como, una baja producción de clorofila "a".

Por consiguiente el material alóctono (orgánico e inorgánico) durante la fase de dilución y el proceso de mezcla en el mes de septiembre, favorece el aumento de la concentración de clorofila "a" en el mes de octubre, en el cual se inicia la pérdida de volumen y estratificación térmica. Este comportamiento permite posiblemente que parte del material en suspensión sea degradado, facilitando una disponibilidad parcial de nutrientes en el epilimnion, que aunado al aumento de la temperatura en el agua, da como resultado un incremento en la nitrificación y por lo tanto en los -- procesos fotosintéticos. Encontrándose un desfaseamiento entre la disponibilidad de nutrientes y la concentración de clorofila "a".

Durante los meses de octubre a enero, la declinación de la temperatura ambiental y del agua trae como consecuencia corrientes de convección, con la pérdida paulatina de la estratificación térmica (microtermoclinas), permitiendo la circulación de nutrientes en el sistema, que ocasiona el -- segundo pico de producción de clorofila "a" en el mes de enero.

Solo cabe aclarar que éste es mayor al primero debido a una pérdida de volumen (fase de concentración), así como a un mayor tiempo de degradación y oxidación de la materia orgánica que permite una mayor disponibilidad de nutrientes en el embalse.

Cabe mencionar, que las variaciones de la clorofila "a" se ven reflejadas en los valores de pH (Fig. 3.a.), coincidiendo los meses en que se presentan los picos máximos para ambos parámetros. Por lo que a partir -- del pH y de otros parámetros interrelacionados como la alcalinidad y el  $CO_2$ , se pueda inferir como fluctua la producción de clorofila "a" a lo -- largo del tiempo y por ende la población de fitoplancton en este embalse.

Los aspectos antes mencionados se apoyan en observaciones hechas por Brylinsky, 1973; que concluye que el factor morfométrico está más relacionado con la productividad que con los factores edáficos y climáticos. Por otro lado, Ponce (inédito) encontró que el componente forma de la cuencantidad de calor, resultó ser el más importante en la productividad. Tal

componente integrado por el desarrollo del volúmen y la temperatura son - los factores que controlan la velocidad y magnitud de los procesos de crecimiento de los organismos fotosintetizadores.

Finalmente, se puede decir la concentración de la clorofila "a" en - cada una de las estaciones de muestreo es diferente debido a: la profundidad, dirección del viento, aporte de materia orgánica y variación morfométrica y climática.

## ZOOPLANCTON.

El zooplancton en el sistema estuvo constituido por copépodos, cladóceros y rotíferos, los cuales presentan variaciones en sus densidades poblacionales a lo largo del tiempo. (Fig. 6.a.). Esto responde a los ciclos biológicos de cada grupo, a las relaciones tróficas que existen entre ellos y otros organismos así como a sus características intrínsecas combinadas con las condiciones ambientales que imperan en el lugar.

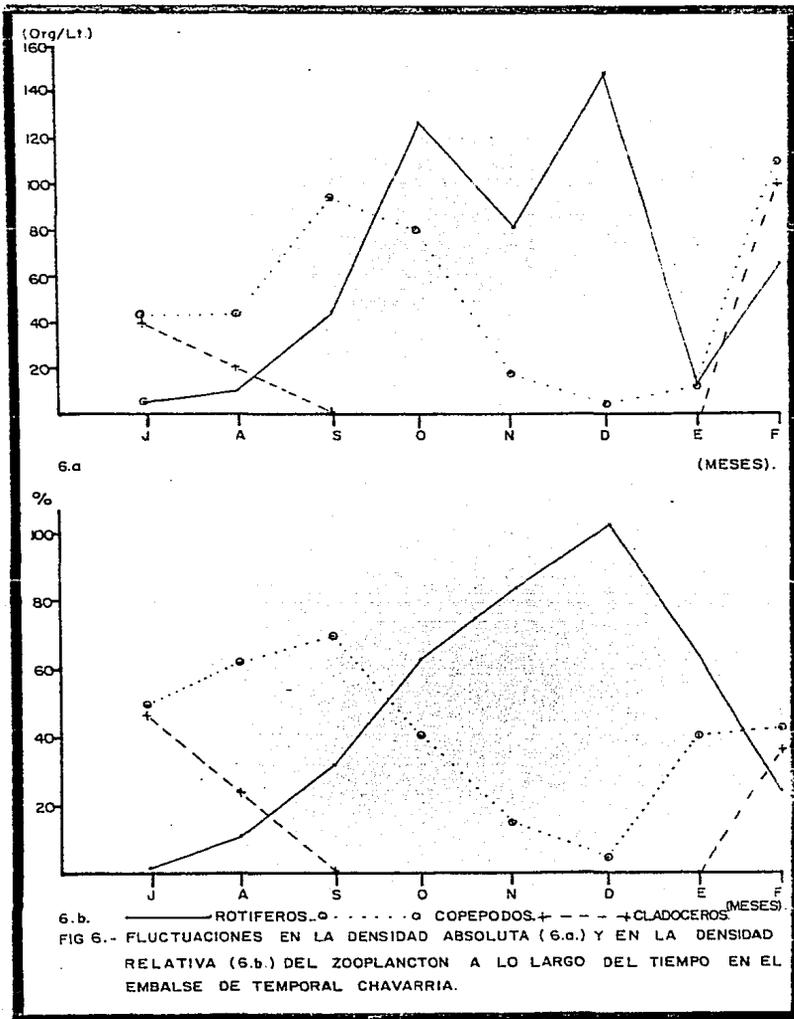
Durante la fase de dilución los copépodos tienden a incrementarse: iniciado en el mes de julio con 37 org/lt, alcanzando para el mes de septiembre una densidad absoluta promedio de 88 org/lt. A partir del cual -- disminuyen constitutivamente durante los tres primeros meses de la fase de concentración teniendo una densidad de 2 org/lt en el mes de diciembre: aumentando en enero y presentándose la máxima en el mes de febrero con -- 102 org/lt.

Por otro lado los rotíferos siguen la misma tendencia en los primeros tres meses de estudio, aunque con densidades absolutas inferiores; teniendo en el mes de julio 3 org/lt y para el mes de septiembre una densidad de 43 org/lt. En la fase de concentración este grupo de organismos presenta variaciones mensuales marcadas, encontrándose dos picos máximos para el mes de octubre y diciembre, con densidades de 122 org/lt y 142 org/lt respectivamente; y dos mínimos, uno en noviembre con 78 org/lt y otro en enero con 13 org/lt; incrementándose en el mes de febrero (54 org/lt).

Los cladóceros tienen una densidad de 36 org/lt en el mes de julio, disminuyendo para los meses siguientes de la fase de dilución, hasta 1 -- org/lt en el mes de septiembre. No presentándose de octubre a enero, apareciendo nuevamente en febrero con una densidad absoluta de 100 org/lt.

Estos tres grupos de zooplancton, se encuentran en las densidades -- más comunes de las poblaciones mixtas o totales, dentro de los siguientes límites: rotíferos de 100-1000 ind/lt, crustáceos de 50 a 500 ind/lt citadas por Margalef (1983).

En general las densidades poblacionales de estos tres grupos son bajas debido a la introducción de 4393 crías y juveniles de peces los cuales se alimentan principalmente de copépodos y cladóceros, según lo re --



portado por Telles (1982). Así mismo, Gannon (1978) menciona que la depredación por peces planctófaos, (carpa plateada y cabezona) puede causar - deterioro en la población de zooplankton, tal como se infiere que sucedió en el sistema, encontrando un bajo porcentaje de estos organismos en los espectros tróficos de los peces de tallas mayores (Fig. 14).

En el sistema se observa la presencia sincrónica de los grupos a lo largo del período de estudio, dependiendo de su adaptación a las condiciones que imperan en el sistema, así como la adecuación a diferentes formas de alimento, que se suceden de acuerdo al desarrollo de las poblaciones - de fitoplancton según Margalef (op. cit.). Esperando que se dé una sustitución de especies, corroborándolo con lo reportado por Armenqol (1982).

El aumento en las poblaciones de copépodos y rotíferos durante la fase de dilución, es debido a la disponibilidad de alimento, resultado del incremento de nutrientes, que ocasiona un aumento en las poblaciones de fitoplancton; así como a la temperatura del agua. Diferiendo el comportamiento de estos dos grupos de octubre a enero, como consecuencia de sus ciclos reproductivos, ya que la reproducción en los copépodos se dá a finales del verano e invierno y la de los rotíferos durante la época de otoño a invierno, lo cual nos demuestra que estos últimos son organismos con características tendientes a estenotermas de agua fría, no siendo así para los copépodos, que al parecer están representados como organismos estenotermos de aguas cálidas.

La disminución de los cladóceros durante la fase de dilución y su desaparición durante los cuatro primeros meses de la fase de concentración, está en función de las fluctuaciones del volumen, así como de los cambios en las condiciones físico-químicas del sistema, principalmente la disminución de la temperatura, ya que como menciona Modlin (op. cit.), los cladóceros son sensibles a los cambios del medio ambiente, encontrando para estos tanques de temporal, que durante la fase de concentración la reproducción está regulada por la producción de epífitos. Además estos organismos tienden a segregarse, apareciendo nuevamente cuando las condiciones ambientales se estabilizan. Pudiéndose considerar que esta población desarrolla - una cohorte principal característica de aguas temporales, presentándose - otra en parte superpuesta a la primera, coincidiendo con lo reportado por

Margalef (op. cit.).

En el mes de febrero se dá un incremento de las tres poblaciones de zooplancton, como respuesta al período de mezcla en este mes, así como a la alta concentración de clorofila "a" en el mes de enero. Pudiendo mencionarse que los factores limitativos de la abundancia y distribución de copépodos, cladóceros y rotíferos, son la temperatura, la cantidad y calidad de alimento disponible en el sistema así como la relación presa-depredador, que se dá por la introducción de peces planctófagos, principalmente la carpa cabezona que tiende a alimentarse de estos organismos.

En este bordo de temporal los rotíferos presentaron una densidad relativa mayor a la de los copépodos y cladóceros que se incrementa hasta el mes de diciembre y que es mayor en la fase de concentración, excepto para el último mes de muestreo (Fig. 6.b.). Siendo esto un indicio de la eutrofia del sistema, ya que los rotíferos dominan bajo estas condiciones. (Gannon, op. cit.)

PECES.

CRECIMIENTO.

RELACION PESO-LONGITUD.

Se obtuvo la relación peso-longitud para las tres poblaciones de peces a lo largo del período de estudio, dadas por las siguientes ecuaciones:

Expresión potencial:

Expresión logarítmica:

- a)  $W = 0.05587 L^{2.9051}$  (Mojarra).  $\log W = 0.05587 + 2.9051 \log L$   
b)  $W = 0.05955 L^{2.5791}$  (Carpa plateada).  $\log W = 0.05955 + 2.5791 \log L$   
c)  $W = 0.09141 L^{2.4770}$  (Carpa cabezona).  $\log W = 0.09141 + 2.4770 \log L$

Donde el valor de "b" para las tres especies es diferente de tres, - por lo que tienen crecimiento de tipo alométrico, cuyo incremento en longitud y peso no sigue una proporción homogénea, según lo reportado por: - Beverton and Holt (1957); Gullan (1966); Ricker (1975); Young and Everhart (op. cit.). Además para estos valores el crecimiento en longitud tiene prioridad sobre el crecimiento en peso (Alagaraja, 1976).

De las tres especies, la mojarra es la que presenta el mayor valor de pendiente "b", y la carpa cabezona el mayor valor de la ordenada al origen "a". Esto responde por una parte al tamaño de introducción de los organismos (el cual fué mayor para la mojarra) al crecimiento propio de cada especie, así como a sus hábitos alimenticios, quedando limitado el crecimiento de las carpas en función a la disponibilidad de alimento, es decir a los incrementos en la concentración de clorofila "a" y zooplankton, que presentan amplias fluctuaciones a lo largo del tiempo (Fig. 5 y 6). Mientras que la mojarra por presentar hábitos alimenticios omnívoros, no se ve afectada fuertemente por la dinámica del bordo, tomando del alimento que se encuentre disponible. Finalmente hay que considerar la competencia interespecífica por el espacio y el alimento, encontrando en algunos meses desplazamiento de una especie por otra.

Comparando la relación peso-longitud de la mojarra en el policultivo con la obtenida para esta especie en monocultivo por Guerra y Peña (inédito) y Palomino (et. al. inédito), se encuentra que en estos últimos aun -

TABLE 3.-COMPARACION DE LAS CONSTANTES DE LA RELACION PESO-LONGITUD  $W=aL^b$  Y DE LA  $E_c$  DE VON BERTALANFFY  $L=L_{\infty}(1-e^{-K(t-t_0)})$  OBTENIDAS PARA LA MOJARRA (*O. Urolepis Hornorum*) EN EL BORDO DE TEMPORAL DE MICHAPA POR GUERRA (INEDITO) Y EN EL DE CHAVARRIA EN MONOCULTIVO POR PALOMINO ET. AL (INEDITO) Y PARA EL POLICULTIVO.

a=ORDENADA AL ORIGEN

$L_{\infty}$ =LONGITUD TEORICA MAXIMA  
QUE ALCANZA EL PEZ.

K=TASA DE CRECIMIENTO

b=PENDIENTE

$W_{\infty}$ =PESO TEORICO MAXIMO QUE ALCANZA EL PEZ  $t_0$ =EDAD TEORICA A LA CUAL  $L=0$

AUTOR.	LUGAR.	RELACION W-L. POBLACION TOTAL a b	$E_c$ DE VON BERTALANFFY. $L_{\infty}$ $W_{\infty}$ TIEMPO. K $t_0$ (cm) (gr) (semanas)	TIEMPO EN QUE ALCANZA LA TALLA MAXIMA (semanas)
GUERRA (INEDITO) MONOCULTIVO DE MOJARRA ( <i>Oregochomis U. Hornorum</i> )	BORDO DE TEMPORAL MICHAPA.	b max. (DICIEMBRE) 2.9865 $0.4329 \times 10^{-3}$ b min. (NOVIEMBRE) 2.4674 $3.4038 \times 10^{-3}$ poblacion tot.	machos y hembras. 14.31 ♂ 91.08 23 0.3705 0.4363 ♂ 13.8 ♂ 84.46 20 0.4471 0.4766 ♀	23 ♂ 20 ♀
PALOMINO. (INEDITO). MONOCULTIVO DE MOJARRA.	BORDO DE TEMPORAL CHAVARRIA.	b max. (NOVIEMBRE) 3.21 $0.1992 \times 10^{-3}$ b min. (ABRIL). 2.31 $0.9167 \times 10^{-2}$	22.65 203.67 50 0.118457 0.1999	50
HERNANDEZ. (INEDITO). POLICULTIVO.	BORDO DE TEMPORAL CHAVARRIA. (Mojarra). (C.Cabezona). (C.Plateada)	OBTENIDA PARA TODOS LOS MESES DE ESTUDIO DE C/U DE LAS ESPECIES 25051 $5.587 \times 10^{-2}$ 24770 $9.141 \times 10^{-2}$ 25719 $5.995 \times 10^{-2}$	17.53 229.34 20 0.3473 0.4815 26.27 299.91 21 0.3196 0.9068 24.56 229.26 17 0.4077 0.7630	20 21 17

que se presentan valores altos de pendiente (b), los valores de la ordenada al origen (a) son muy bajos (Tabla 3). Esto se debe al enanismo de la especie, ocasionado por la sobrepoblación debido a la alta precocidad reproductiva de estos organismos, lo cual se evitó en el policultivo al monosexar machos, para los cuales se reporta un mayor crecimiento en comparación al de las hembras según Huet (op. cit.). Además del beneficio que representa, la siembra de la mojarra con otras especies, que le obligan a optimizar la utilización del recurso por la presión mutua que se ejercen.

#### Ecuaciones de crecimiento.

Se determinaron las clases de edad por el método de Petersen, para cada una de las poblaciones de peces en el policultivo (Fig. 7).

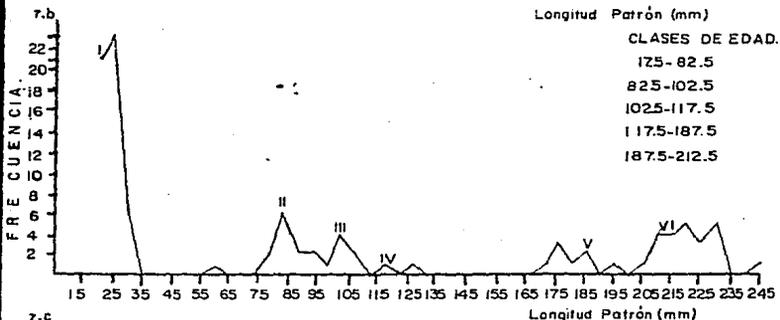
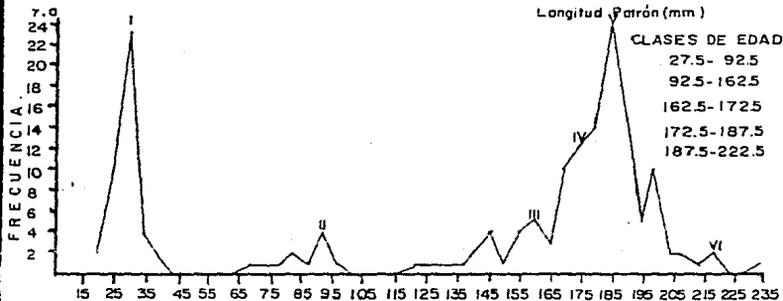
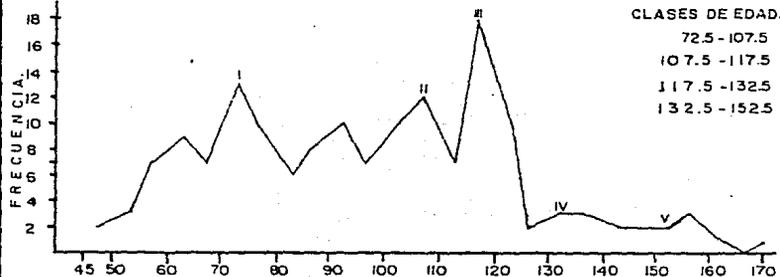
Posteriormente se obtuvieron las constantes de la ecuación de Von Bertalanffy, mediante el gráfico de Ford Walford:

- 1) Lt = 175.327 (1 - e<sup>-0.347302 (t - 0.481528)</sup>) (Mojarra)
- 2) Lt = 245,565 (1 - e<sup>-0.40767 (t - 0.76298)</sup>) (C. plateada).
- 3) Lt = 262,684 (1 - e<sup>-0.319624 (t - 0.906573)</sup>) (C. cabezona).

Como se observa la especie que alcanza una mayor talla es la carpa cabezona en 21 semanas (Fig. 8), le sigue la carpa plateada en 17 semanas (Fig. 9) y finalmente la mojarra en 20 semanas (Fig. 10). La tasa de crecimiento "K" fué menor para la carpa cabezona (0.3196), luego para la mojarra (0.34702) y por último la carpa plateada (0.4076). Presentando un valor de t<sub>0</sub> en orden decreciente en relación a la talla máxima de los organismos.

Los pesos máximos obtenidos para estas especies fueron los siguientes: para la mojarra 229.35 gr. para la carpa plateada 229.26 gr y para la carpa cabezona 299.91 gr.

Así mismo se tiene que el crecimiento de la mojarra fué mayor en este caso que el obtenido por monocultivo en el mismo bordo por Palomino (et. al. op. cit.) en que se estimó para la población total un Loo igual a 22.65 cm y un Woo de 203.37 gr en 50 semanas y en el bordo de Michapa reportado por Guerra y Peña (inédito) en donde se encontró que los machos alcanzan una longitud y peso máximo en 23 semanas (Loo = 14.31 cm y Woo = 91.08 grs) y las hembras en 20 semanas (Loo = 13.8 cm y Woo = 84.46 grs) (Tabla



7.c  
FIG. 7.- CLASES DE EDAD OBTENIDAS A PARTIR DEL METODO DE DISTRIBUCION DE PETERSEN PARA LA POBLACION DE LA MOJARRA (7.a), CARPA PLATEADA (7.b), Y CARPA CABEZONA (7.c).

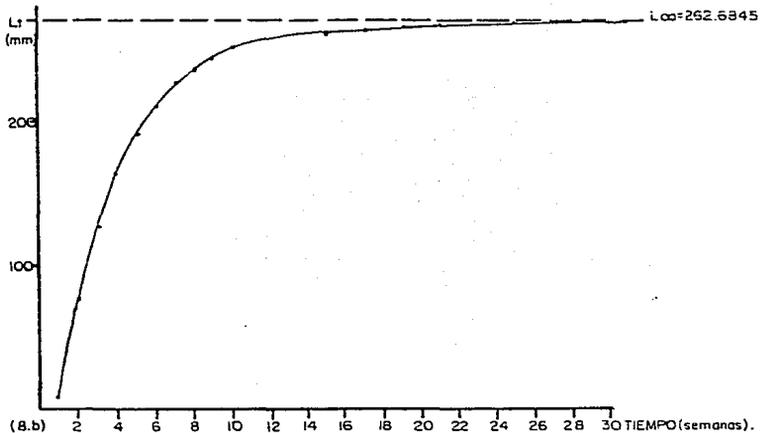
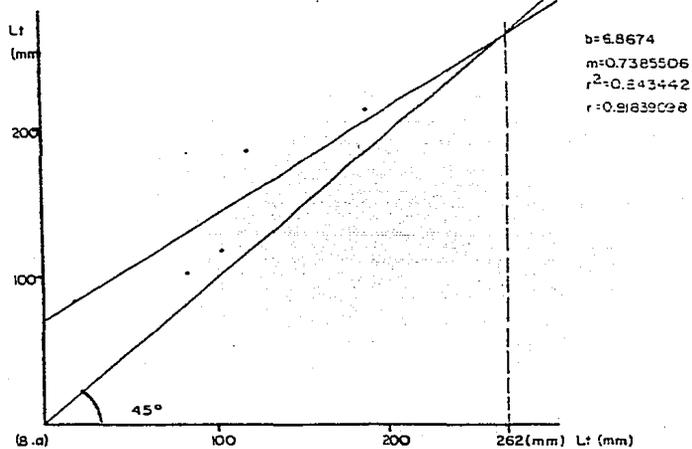
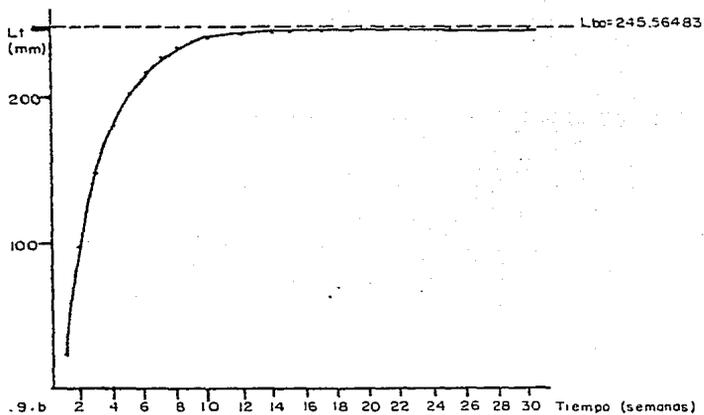
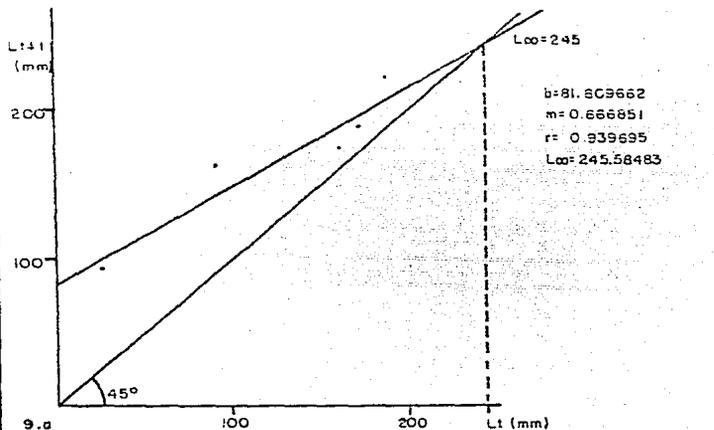


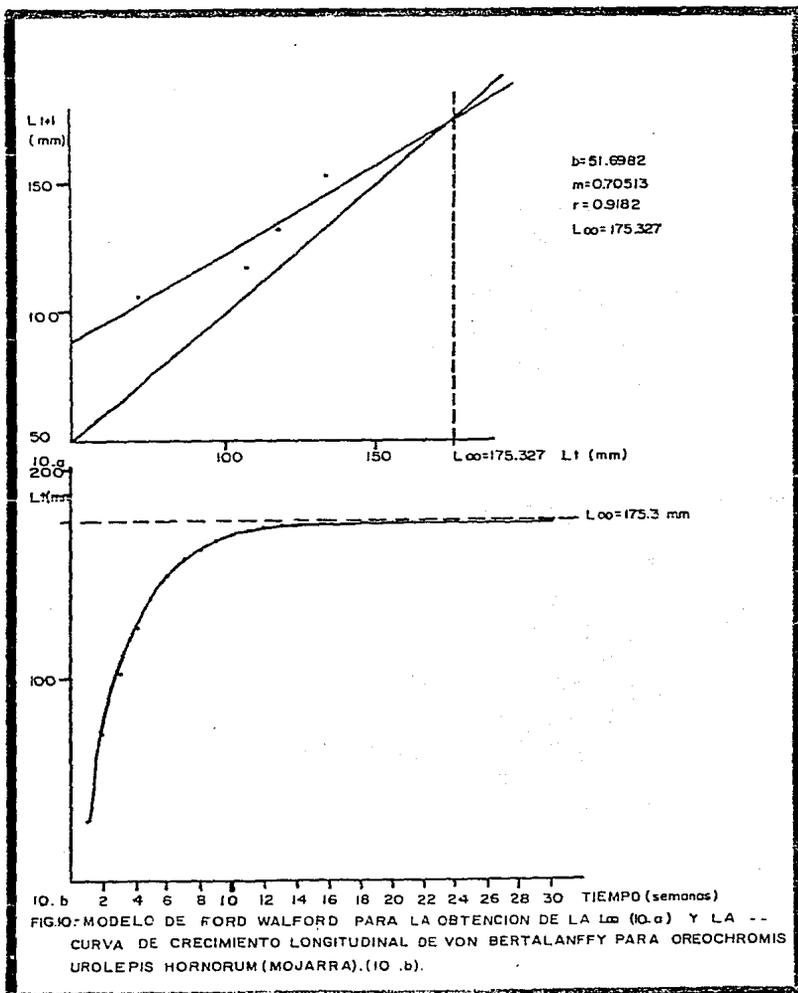
FIG.B.-MODELO DE FORD WALFORD PARA LA OBTENCION DE LA  $L_\infty$  (B.a), Y LA CURVA DE CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE VON BERTALANFFY PARA *ARISTICHTYS NOBLIS* (CARPA CABEZONA), (B.b).



9.a

9.b

FIG. 9: MODELO DE FORD WALFORD PARA LA OBTENCION DE LA  $L_{\infty}$  (9.a) Y LA CURVA DE CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE VON BERTALANFFY PARA HIPOPTALMICHTHYS MOLITRIX (CARPA PLATEADA). (9.b).



3). En este último sistema el 90% de la población estuvo representado por tallas menores a 10 cm, como consecuencia de la alta reproducción que se dió en el mismo.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede observar que el mejor crecimiento de la mojarra se presentó en el policultivo, lo que responde a la siembra monosexada de la especie (machos), evitándose la reproducción y disminuyendo la competencia intraespecífica por sobrepoblación. Así mismo, la influencia que ejercen cada grupo de peces en el policultivo, obligó a optimizar la utilización del recurso; obteniéndose buenos crecimientos favorecidos por las condiciones del sistema. Lo anteriormente citado se comprueba al comparar los crecimientos de estas especies con otros policultivos como el reportado por Rosas (op. cit.), Reyes (op. cit.), Nanne (1981) Moav, et. al. (1977), Dadzie (1982), en condiciones de policultivo extensivo e intensivo, a densidades de carga baja (Tabla 4).

Tasas de crecimiento instantáneas (g).

Con respecto a las tasas de crecimiento instantáneo (crecimiento en porcentaje, de peso húmedo, por día, por pez) se encuentra que del mes de agosto a septiembre la mojarra se incrementó en un 2.25%, posteriormente disminuye hasta noviembre (0.44%), a partir del cual aumenta durante los dos meses siguientes, deteniéndose prácticamente el crecimiento en febrero e incrementándose en marzo. La carpa cabezona y la carpa plateada presentan una tasa de crecimiento instantánea máxima de 16.64% y 13.54% de septiembre a octubre, la que disminuye consecutivamente a lo largo del período de estudio. Presentando un mayor crecimiento la carpa cabezona que la carpa plateada para los cuatro primeros meses a partir de su introducción. Este comportamiento se invierte en el período comprendido entre diciembre y febrero. De febrero a marzo la tasa de crecimiento instantánea de la carpa cabezona duplica la obtenida para la carpa plateada (Fig.5). Estos incrementos se reflejan en los porcentajes de peso ganado, así la carpa cabezona presentó para octubre un valor de 12,372.22% y la carpa plateada 4,970% como consecuencia del rápido crecimiento de estas especies de un estado de cría de 2 cm a 10 cm en un tiempo corto (Juárez, op. cit.). Así como las condiciones favorables del sistema en este mes, como

TABLA 4.- COMPARACION DEL CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO DE LAS TRES ESPECIES DEL POLICULTIVO (Mojarra, C.Cabezona y C.Plataada.) CON DIFERENTES TRABAJOS REALIZADOS EN CONDICIONES DE POLICULTIVO EXTENSIVO E INTENSIVO A DENSIDADES DE CARGA BAJA.

AUTOR	LUGAR	ESPECIE	LONG. INICIAL PROM (cm)	PESO INICIAL PROM (gr.)	LONG. FINAL PROM (cm)	PESO FINAL PROM (gr.)	TIEMPO HEO (meses)	DENSIDAD (org/m <sup>2</sup> ) ó (kg/ha)
ROSAS. (1976)	BORDO DE TEMPORAL OPOPEO, MICH. POLICULTIVO AREA MAX: 5 Ha MIN: 1-3 Ha Z: 1.10 TEMPLADO	C. ISRAEL	-	-	-	1100	9	2100 crías
		C. HERBIVORA	-	-	38	850	9	300 "
		I. MELANOPLÉURA.	-	-	22	300	9	100 "
		I. MOSSAMBICA	-	-	25	230	9	100 "
		I. NILOTICA.	-	-	23	300	9	50 "
		CHARAL PRIETO	-	-	11	53	9	10 000 huecos
		LOBINA NEGRA. PESCADO BLANCO	-	-	30 17	410 46	9	100 crías 80 "
REYES. (1978)	BORDO DE TEMPORAL HERMENEGILDO AGUAS CALIENTES	I. PUNCTATUS (bagre)	-	-	-	226	8	1.09 crías/A
		L. MACROCHIRUS (mojarra)	-	-	-	148	8	1.09 "
		M. SALMOIDES (lobina)	-	-	-	201	8	1.09 "
		C. CARPIO.	-	-	-	357	87	1.09 "
		H. MULTRIX (platada)	-	-	-	336	87	1.09 "
CONDELLA (herbivora)	-	-	-	283	87	1.09 "		
MOAV ET AL. (1977)	ESTANQUES EN JERUSALEM. I POLICULTIVOS	C. COMUN	-	22	-	479	4.2	0.305
		C. PLATEADA	-	133	-	1228	4.2	0.125
		I. AUREA.	-	4	-	183	4.2	0.150
		C. HERBIVORA.	-	188	-	603	4.2	0.033
	INTENSIVOS. 2	C. COMUN.	-	30	-	846	4.2	0.48
		C. PLATEADA 1	-	464	-	1140	4.2	0.052
		C. PLATEADA 2	-	48	-	712	4.2	0.10
		TILAPIA 1	-	97	-	446	4.2	0.105
		TILAPIA 2	-	21	-	256	4.2	0.085
		C. HERBIVORA	-	205	-	726	4.2	0.042

CONTINUA.

AUTOR	LUGAR.	E SPECIE	LONG INICIAL PROM (cm)	PESO INICIAL PROM (gr)	LONG FINAL PROM (cm)	PESO FINAL PROM (gr)	TIEMPO HEO (meses)	DENSIDAD (gr/m <sup>3</sup> ) O ONGA
NANNE (1981)	"28 MILLAS" ESTACION PISCICOLA COLOMB 1º POLICULTIVO.	HIBRIDO, <u>TILAPIA HOR.</u> <u>NORUM X NILOTICA.</u>	13	80	24	248.2	6.5	1 PEZ/m <sup>3</sup>
		C.HERBIVORA	-	60	-	848.6	6.5	PESO
		C.PLATEADA.	-	75	-	1025	6.5	SEMBRADO
		C.COMUN.	-	100	-	1029	6.5	
	2º POLICULTIVO C.HERBIVOR	HIBRIDO, <u>T.HORNORUM X</u> <u>MOSSAMBICA.</u>	13.5	80.7	24.8	315.17	6.5	15 PEZ/m <sup>3</sup>
		C.HERBIVORA.	-	-	80	879.4	6.5	PESO
		C.PLATEADA.	-	-	80	873	6.5	SEMBRADO
		C.COMUN.	-	-	100	800	6.5	20.33 kg
	3º POLICULTIVO.	HIBRIDO, <u>T.HORNORUM X</u> <u>MOSSAMBICA.</u>	9.8	22.1	22.5	307.9	6.5	15 PEZ/m <sup>3</sup>
		C.HERBIVORO.	-	-	75	1318	6.5	PESO SEMBRADO
		C.COMUN.	-	-	100	1035	6.5	DO: 14.05 Kg
	DODZIE (1982)	ESTANQUES EN NIGERIA	<u>T.NILOTICA</u>	-	26	-	108.1	2.87
POLICULTIVO		<u>T.ZILLI.</u>	-	66	-	73.8	2.87	0.17
INTENSIVO		<u>C.CARRU.</u>	-	200	-	273.7	2.87	0.17
CULTIVO MIXTO.		<u>T.NILOTICA</u>	-	10	-	78.4	2.87	0.25
MONOCULTIVO.		<u>T.ZILLI</u>	-	1.5	-	88.9	2.87	0.25
		<u>T.NILOTICA.</u>	-	52.5	-	29.8	1.26	0.50
		<u>T.ZILLI</u>	-	18.9	-	32.3	1.18	0.20
HERNANDEZ (Inédito)	BORDO DE TEMPO- RAL CHAVARRIA	<u>O.V. HORNORUM.</u>	7.17	10.62	15.5	188.56	7.5	0.0643
	POLICULTIVO	<u>C.PLATEADA.</u>	2.77	0.31	17.08	119.74	5.88	0.100
		<u>C.CAREZINA</u>	2.16	0.18	21.18	222.74	5.46	0.05

TABLA 5.-

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CRECIMIENTO EN PESO DE LA MOJARRA, CARPA PLATEADA Y CARPA CABEZONA A LO LARGO DEL PERIODO DE ESTUDIO EN EL FINALESE DE TEMPORAL "CHAVARRIA"										
MESES	DIAS TRAZ CURRIDOS	TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO . " " (%)			INCREMENTO EN PESO . (gr/día)			PESO GANADO . (%)		
		MOJARRA	CARPA PLATEADA	CARPA CABEZONA	MOJARRA	CARPA PLATEADA	CARPA CABEZONA	MOJARRA	CARPA PLATEADA	CARPA CABEZONA
AGOST-SEP	51	2.25	-	-	0.7455	-	-	215.65	-	-
SEP-OCT	28-29	0.66	13.54	16.64	0.4021	0.5682	0.7679	20.23	4970.88	12372.22
OCT-NOV	28	0.439	3.05	4.11	0.3132	0.8103	1.733	13.11	134.98	216.17
NOV-DIC	21	1.14	1.51	2.08	0.9709	0.7005	1.852	26.94	37.24	54.79
DIC-ENE	35	1.45	1.17	0.866	1.8146	0.7851	1.11	66.11	50.67	35.39
ENE-FEB	42	0.044	0.748	0.633	0.0712	0.7186	1.08	1.87	36.94	30.48
FEB-MAR	21	0.655	0.324	0.656	1.1424	0.3757	1.36	14.75	7.053	14.76
P R O M E D I O		0.9483	3.39	4.16	0.78	0.66	1.37	51.24	872.96	2120.63

fueron: el incremento en la concentración de clorofila "a", de la densidad absoluta de los rotíferos, además de la temperatura 29°C, de oxígeno disuelto 10.96 p.p.m. y del pH de superficie 8.35, los cuales son valores que se encuentran entre los rangos óptimos para el crecimiento de estas especies según lo reportado por Anónimo (1982).

De octubre a noviembre el aumento de la biomasa disminuye drásticamente, para la carpa cabezona es de 216.17% y para la carpa plateada de 134.98%. Debido a que los organismos presentan una talla de cría mayor, que se incrementa consecutivamente a lo largo del tiempo siendo cada vez menor el porcentaje en peso ganado (Tabla 5), lo que es ocasionado por el decremento de la temperatura y del oxígeno hacia los meses invernales, -- así como al proceso de descalcificación eolimnética por el abatimiento del CO<sub>2</sub> en superficie. Además en la fase de concentración se dan variaciones poblacionales marcadas en las densidades del fitoplancton y zooplancton, los cuales constituyen el alimento preferente de estos organismos, -- según Juárez (op. cit.).

Para la carpa plateada se presenta en enero un porcentaje de peso ganado mayor en un 13.43% al mes anterior, que coincide con el segundo pico máximo de clorofila "a".

Por otra parte, la mojarra en septiembre presenta un peso ganado de 215.65%, como consecuencia de las condiciones del sistema en la fase de dilución, así como a la falta de competencia con las otras dos especies -- las cuales no se habían introducido. Sin embargo en octubre presentó una disminución drástica a 20.11% ocasionada principalmente por la competencia por alimento con la carpa plateada y carpa cabezona.

En diciembre vuelve a incrementarse, alcanzando un máximo en enero (66.11%) y disminuyendo a 1.87% en febrero y aumentando nuevamente en marzo a 14.75%. Estas variaciones se relacionan con las concentraciones de clorofila "a" y del zooplancton, pero principalmente con la interrelación que existe entre las especies. Observando que en algunos meses unas especies crecen más que otras y viceversa.

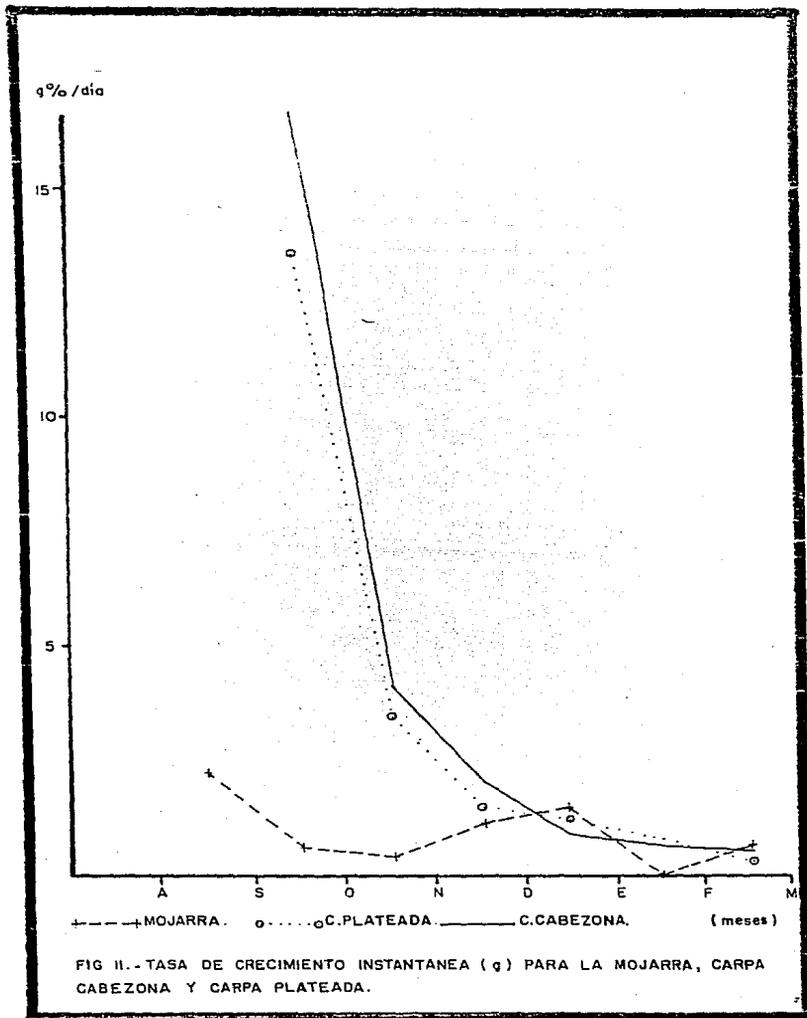
Por otra parte el incremento promedio en peso diario para la carpa cabezona fué de 1.37 g/día, para la carpa plateada de 0.66 g/día y para --

la mojarra de 0.78 g/día. Siendo bajos estos valores comparados con los obtenidos por otros autores tales como Dadzie (op. cit.) que encuentra -- una velocidad de crecimiento de 1.3 g/día para la Tilapia nilotica en combinación con Tilapia zilli (0.9 g/día) y carpa común (3.2 g/día); Moav -- (op. cit.) que cita para policultivos con mojarra, carpa común, plateada y herbívora con densidades de carpa baja (6130 y 9240 peces/ha) en estanques fertilizados con estiércol de vaca líquido, incrementos de 1.2 a -- 1.9 g/día para la mojarra y de 5.4 a 8.7 para la carpa plateada en 126 -- días. La tasa de crecimiento instantáneo promedio para la carpa plateada (3.39%) en el bordo de temporal Chavarría fué mayor que la obtenida por -- Moav (op. cit.) para esta especie (0.71, 1.76 y 2.19). Mientras que para la mojarra (0.9483) fué menor a lo reportado por este autor (2.92, 1.98 y 1.21%).

Se encontró que el tamaño de introducción es determinante en el crecimiento de la especie en el policultivo. Las carpas como se introdujeron en un tamaño de cría (2 a 2.7 cm), presentaron un crecimiento rápido durante los primeros meses, tanto en peso como en longitud, disminuyendo consecutivamente a lo largo del estudio.

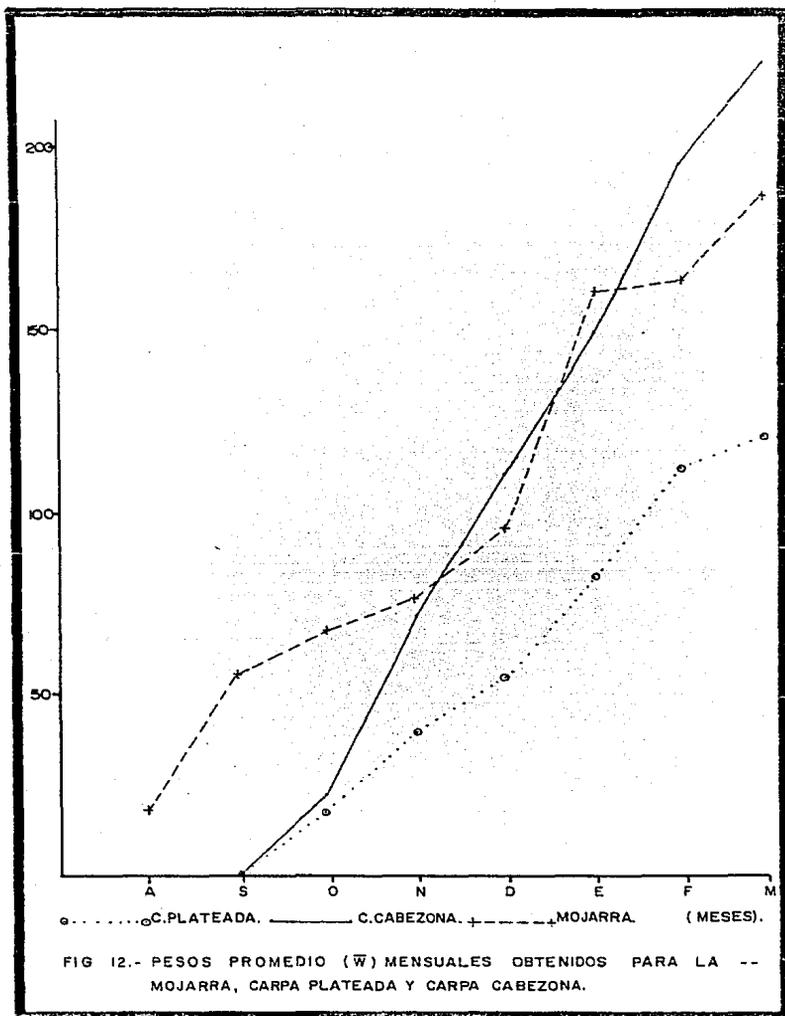
Los valores promedios de "g" para las carpas se consideran altos, ya que presentan un crecimiento en peso superior al 2.5%, descrito por Hasting (1976) como el mejor para el cultivo de peces. Mientras que la mojarra presenta un valor intermedio.

Finalmente los pesos promedios mensuales obtenidos para cada especie van de un mínimo de 0.18 gr en el mes de septiembre a 222.74 gr en marzo para la carpa cabezona y de 0.33 gr a 119.76 gr para la carpa plateada en los mismos meses. Es decir un crecimiento de 222.56 gr y 119.43 gr en seis meses respectivamente para ambas especies. Estos valores son bajos comparados con los reportados por Juárez (op. cit.) para la técnica de policultivo por edades mezcladas en que a partir de alevines de 0.5 cm se obtienen pesos de 170 gr, con un incremento de biomasa de 3400% en 170 días -- (5.6 meses). Y con el cultivo de juveniles en que se siembran estos dos -- grupos de carpas con tallas de 12 a 17 cm se obtienen pesos de 250 gr en verano, al ser cultivados con la carpa herbívora, negra o brema wuchan como especies principales. O con la técnica de policultivo por categorías --



que a partir de alevines se alcanzan pesos promedio de 250-300 gr para la carpa cabezona y plateada en 190 días. Por lo que se puede considerar que el crecimiento de las carpas en el embalse fué bueno, teniendo en cuenta que las condiciones físico-químicas y biológicas del mismo no son controlables.

La mojarra tuvo un crecimiento de 168.93 gr en 7 meses, a partir de un peso promedio de introducción de 17.63 gr en agosto a 186.56 gr en marzo. Como se observa en la Fig. 12, la mojarra presentó pesos promedio mayores que la carpa plateada a lo largo del estudio. Mientras que la carpa cabezona superó en términos generales el crecimiento en peso de la mojarra a partir del mes de diciembre. Esto es debido por una parte a que la carpa cabezona presenta una tasa de crecimiento mayor que el de la carpa plateada (Juárez, op. cit.). Así mismo la carpa plateada fué la especie más afectada por la competencia de alimento, pues durante los primeros meses las otras dos especies ingerieron fitoplancton en gran proporción (Figs. 13 y 14). Por otra parte, en el sistema se presentaron temperaturas superiores a los 20°C, llegando hasta los 29°C (Fig. 1.b.), las cuales son óptimas para el desarrollo de la mojarra (Huet, op. cit.), valor de pH en superficie y fondo cercanos a 7 (Fig. 3.a.) y oxígeno disuelto entre 2.84 p.p.m. y 11.07 p.p.m. en superficie (Fig. 2.6.), considerando que el valor ideal de pH para cada especie es 7 y de oxígeno disuelto 5 p.p.m. (Palemón y Noriega, 1986).



## HABITOS ALIMENTICIOS.

Durante los meses de septiembre a noviembre la mojarra se alimentó predominantemente de fitoplancton (50%), seguido de materia orgánica y un bajo porcentaje de sedimento. En diciembre consumió materia orgánica (60%) y zooplancton (30%). Y en enero se alimentó principalmente de materia orgánica (Fig. 13).

Para la carpa cabezona en octubre y diciembre se encontró en el tracto digestivo un mayor porcentaje de fitoplancton, además de zooplancton y materia orgánica. Mientras que la carpa plateada ingirió para estos meses fitoplancton y materia orgánica en la misma proporción. En febrero y marzo las carpas consumieron casi exclusivamente materia orgánica (90%) (Fig. 14).

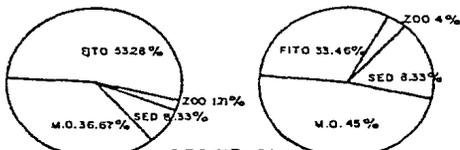
El fitoplancton encontrado en los tractos digestivos estuvo constituido por las siguientes divisiones en orden de importancia: clorofíceas en gran abundancia (+70%), cianofíceas (30%) y en un mínimo porcentaje bacteriofíceas. Para el zooplancton el grupo que predominó fueron los rotíferos y en segundo término los copépodos.

Con base en los espectros tróficos obtenidos para las tres poblaciones de peces a lo largo del período de estudio se deduce que estos estuvieron en función de la disponibilidad de alimento, de la competencia por el mismo y de una cierta selectividad en relación a los hábitos alimenticios de cada especie. Así durante los primeros meses de estudio los altos porcentajes de fitoplancton encontrados en los tractos de las tres especies, hablan de la alta disponibilidad de este alimento, favorecido por la eutrofia del sistema que tiende a incrementarse conforme disminuye el volumen, variando la dinámica poblacional del plancton rápidamente. Encontrando que la carpa plateada en estos meses fué la especie más afectada por la competencia de alimento debido a que el fitoplancton es su alimento preferencial, según Juárez (op. cit.).

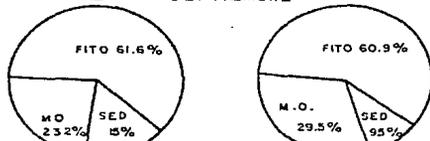
Por otra parte se observa una marcada relación entre el crecimiento en peso de las especies y la disponibilidad de alimento preferencial (Tabla 5, Figs. 13 y 14). Así en el mes de diciembre aunado al incremento en la densidad absoluta de copépodos y a las bajas concentraciones de cloro-

ESTOMAGO.

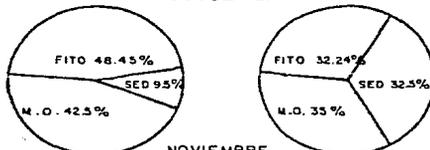
INTESTINO.



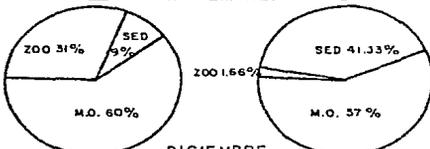
SEPTIEMBRE



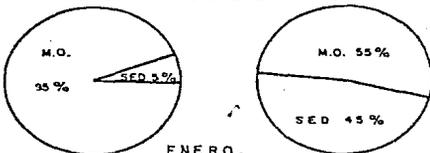
OCTUBRE.



NOVIEMBRE.



DICIEMBRE.



ENERO.

FIG 13.-VARIACION MENSUAL DE LOS ESPECTROS TROFICOS DEL CONTENIDO DE LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE O.UROLEPIS HORNORUM.

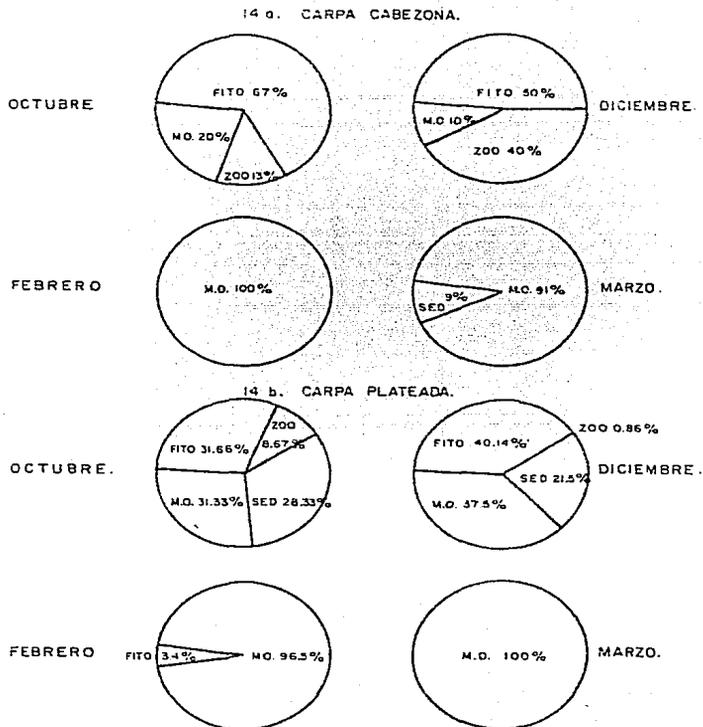


FIG 14.- VARIACION MENSUAL DE LOS ESPECTROS TROFICOS DEL CONTENIDO DE LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE ARISTICTHIS NOBILIS (14 a) Y DE HIPOPHTALMICHTHYS MOLITRIX (14 b).

fila "a" (Figs. 5 y 6) se favorece el crecimiento de la carpa cabezona y disminuye el crecimiento de la carpa plateada, debido a que la primera especie se alimenta predominantemente de zooplancton y la segunda de fitoplancton (Juárez, op. cit.). Mientras que en enero se invierte este comportamiento ya que se presenta un máximo en la concentración de clorofila "a" y disminuye la densidad absoluta de copépodos. En el mes de febrero los tres grupos de zooplancton incrementan su población y desciende la concentración de clorofila "a", por lo que el crecimiento de la carpa cabezona permanece casi constante y el de la carpa plateada desciende. En este mes y marzo, en que se presenta el volumen mínimo en el sistema la concentración de materia orgánica es mayor (reflejado en la transparencia Fig. 2.a.), por lo que en los tractos digestivos de estas especies filtradoras se encuentra este alimento en máxima proporción.

La mojarra por ser un pez omnívoro, consumió el alimento de mayor disponibilidad en el sistema, por lo que la alimentación de esta especie varió más a lo largo del tiempo. Se presentan dos picos máximos de crecimiento, uno al final de la fase de dilución, en donde se encontró el máximo volumen y un período de mezcla, así como una temperatura óptima. Y el otro a mediados de la fase de concentración en diciembre y enero, en los que disminuye la temperatura, pero se presentan picos máximos en la concentración de clorofila "a" y zooplancton debido a la marcada dinámica poblacional del plancton, como consecuencia de la disminución gradual del volumen y el aumento en la concentración de la materia orgánica. Observando que los desfases mensuales que se presenta entre la concentración de nutrimentos, la población de fitoplancton (concentración de clorofila "a") y de zooplancton son determinantes en el crecimiento de los peces, primordialmente de las carpas que presentan hábitos alimenticios definidos.

Es importante considerar que las carpas ejercieron una presión en la mojarra, que la obligó a optimizar la utilización del recurso, primordialmente en cuanto al alimento particulado y en suspensión. Principalmente en la fase de concentración, en donde se reduce la zona fótica, desplazándose las especies hacia las capas superficiales del cuerpo de agua, aumentando la competencia por el espacio.

#### FACTOR DE CONDICION MULTIPLE.

Las ecuaciones de regresión múltiple para cada una de las especies icticas del policultivo fueron:

- 1)  $W = 0.0897 L^{2.076} A^{0.622}$  (Mojarra).
- 2)  $W = 0.1258 L^{1.717} A^{0.8271}$  (C. Plateada).
- 3)  $W = 0.8219 L^{0.919} A^{1.303}$  (C. Cabezona).

A partir de las cuales se obtuvieron los KM de cada población. Encontrando un valor promedio de 9.2461 para la mojarra, 12.6875 para la carpa plateada y 83.1758 para la carpa cabezona. Con valores de desviación estándar de 1.3723, 2.4081 y 19.5708 respectivamente.

La carpa cabezona fué la especie que tuvo una mejor robustez, debido a que presentó la mayor longitud y peso en el policultivo, lo cual responde a la alta tasa de crecimiento instantánea de esta especie (Tabla 5); a las condiciones del sistema, sobre todo en cuanto a la calidad, cantidad y frecuencia de alimento, considerando que este embalse es productivo y altamente dinámico por las fluctuaciones en el área y el volumen como se discutió anteriormente.

La robustez de la carpa plateada fué baja debido al desplazamiento que sufrió por parte de las otras dos especies durante los primeros meses de la fase de concentración, los cuales ingirieron fitoplancton en gran proporción y que es el alimento preferencial de esta especie.

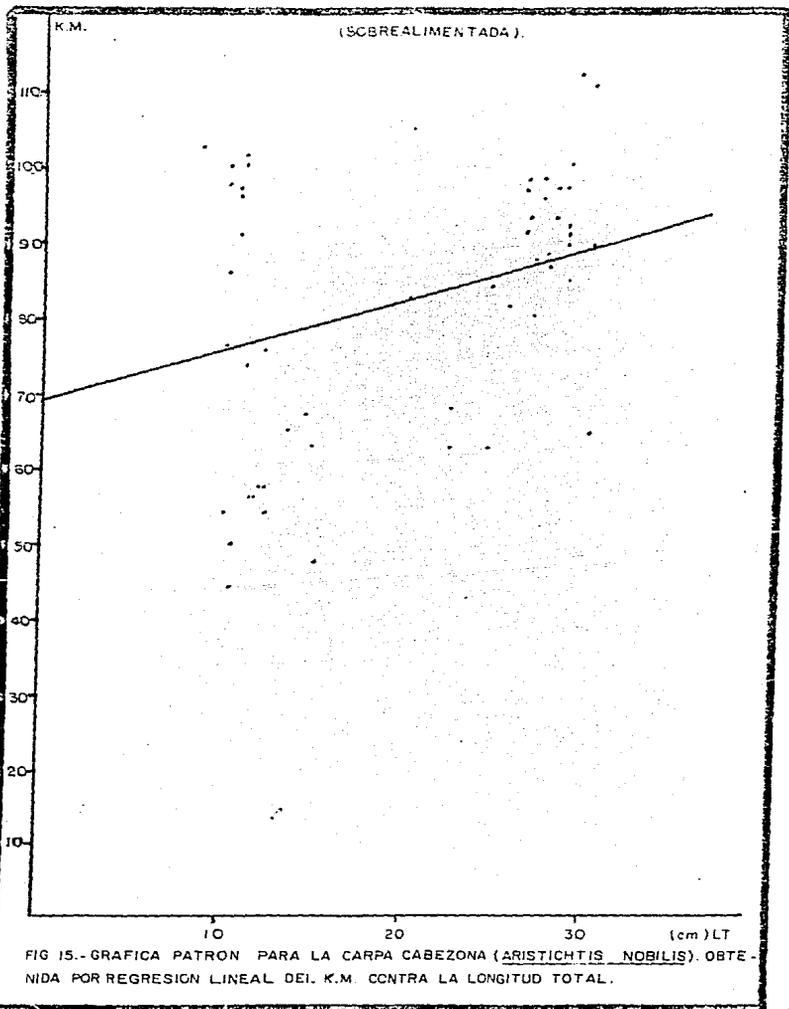
Los valores de condición múltiple de las carpas son más altos que el de la mojarra, como consecuencia de las características propias de estas especies. Los ciprínidos tienen una reproducción tardía (2 a 3 años), mientras que este cíclido presenta una madurez gonádica precoz. La velocidad de crecimiento en las carpas es mayor que el de la mojarra.

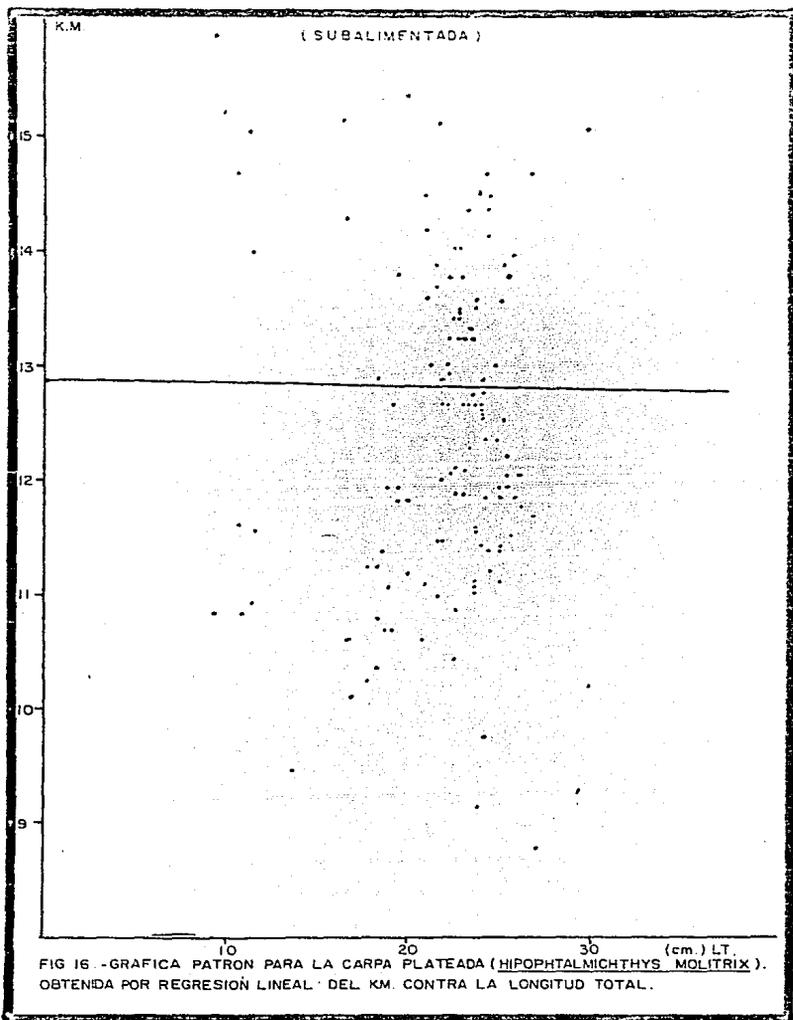
La mojarra y la carpa cabezona muestran una distribución de la mayoría de los valores de KM por encima de las gráficas patrón (Figs. 15 y 16) por lo que la alimentación de éstas especies fué buena, según lo reportado por Kuri (1979). Mientras que la carpa plateada estuvo subalimentada (Fig. 17), ya que el 55% de los valores del KM están por debajo de la recta, como resultado de la competencia por el alimento, lo cual se refleja

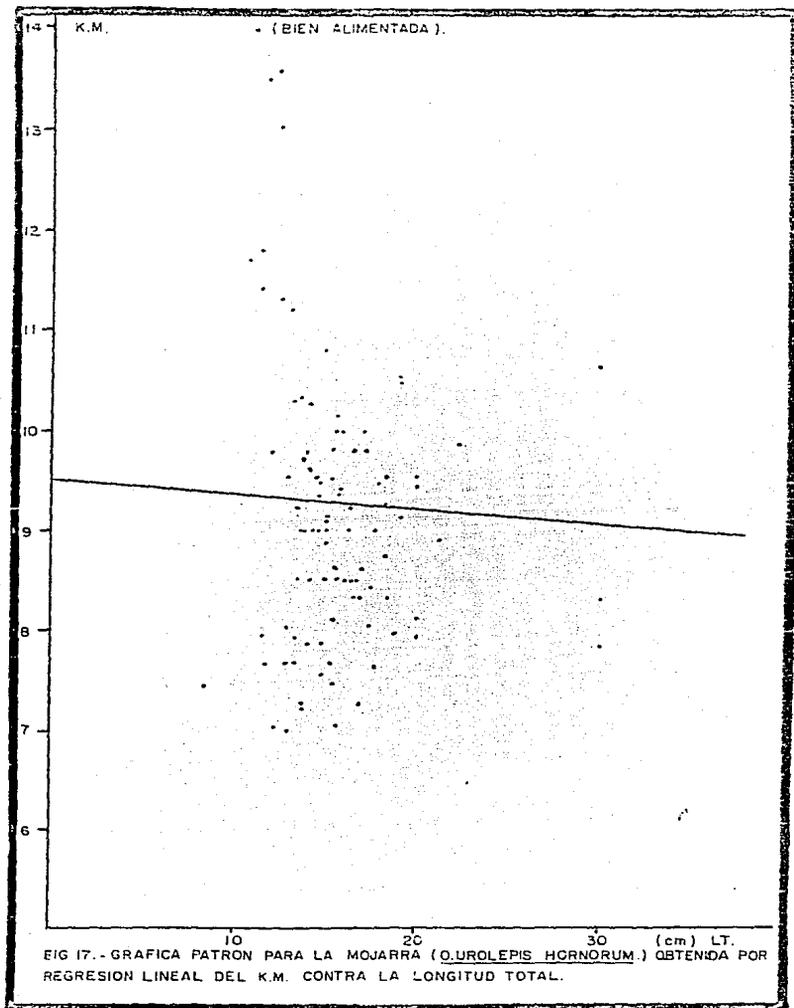
TABLA 6.

FACTOR DE CONDICION MULTIPLE, COEFICIENTES DE VARIACION, CONSTANTES DE LA REGRESION MULTIPLE  $W = aL^b A^c$  Y COEFICIENTES DE CORRELACION MULTIPLE ENTRE EL KM. Y LAS VARIABLES DEL FACTOR I PARA LAS TRES ESPECIES DEL POLICULTIVO.

	MOJARRA.	C.CABEZONA.	C.PLATEADA.	
KM. (PROMEDIO).	9.2461	83.1758	12.6875	
Longitud total prom. (cm).	15.26	20.09	21.50	
V%	15.34	36.71	18.42	
Altura promedio (cm).	5.32	4.63	5.08	
V%	18.87	39.90	21.94	
Peso promedio (gr).	76.21	121.65	101.21	
V%	48.37	75.32	42.25	
$W = aL^b A^c$	cte a	0.0897	0.8219	0.1258
	b	2.076	0.9195	1.717
	c	0.622	1.303	0.8271
Coeficientes de correlación Múltiple.	s u p o n.	0.9746	0.7003	0.7326
		KM.- Factor I	0.9999	0.9818







en los espectros tróficos (Figs. 13 y 14).

Por otra parte, los valores de KM obtenidos para la mojarra fueron mayores en comparación a los reportados para el monocultivo de esta especie por Guerra y Peña (op. cit.), los cuales presentaron valores menores de tres como consecuencia de la alta reproducción, sobrepoblación, competencia intraespecífica y enanismo en la especie. Lo que se evitó en el policultivo al monosexar la especie (machos). Además la mejor robustez se dió como resultado de la presión "benéfica" que ejercieron las especies en el policultivo.

Finalmente los coeficientes de correlación múltiple obtenidos entre el KM y las variables del factor I, temperatura, dureza total, dureza de calcio, alcalinidad y conductividad de superficie y fondo (Tabla 6), corroboran la influencia de estas sobre la condición y crecimiento de las especies. Encontrando una mayor correlación con los valores del fondo, lo que nos habla de la importancia de los procesos que se dan en el sistema: como la descalcificación epilimnética, la reducción de la zona fótica en la fase de concentración, así como de la influencia de los procesos de estratificación y mezcla, y mineralización del agua en la productividad.

## ANALISIS DE FACTOR

Para establecer el número de factores que determinan el comportamiento del sistema, se consideran aquellos que explican el 85% del total de la variación. Así mismo, para discriminar las variables que deben entrar en un análisis, se emplean las que presentan valores de carga de al menos 6/10 del mayor de los coeficientes del factor en cuestión (Arredondo, et. al. op. cit.).

La proporción de varianza total acumulada es de 84.4% para los cinco primeros factores. Presentando la mayor variación los factores I (40%), II (19.7%) y III (12.4%), los cuales explican el 79% de la variación total del sistema (Tabla 7).

Los factores obtenidos de la matrix rotada varimax están constituidos por las siguientes variables: el factor I por la temperatura, dureza total, dureza de calcio, alcalinidad y conductividad todas para ambos niveles (superficie-fondo) (Tabla 8). La primera variable es la que influye en los procesos de estratificación y mezcla que determina la distribución de nutrientes, gases y sólidos disueltos. Las durezas y alcalinidad son variables importantes en el curso de la mineralización del agua, y la conductividad una medida de la variación de estos parámetros los cuales fluctúan en función del área y volumen del sistema. Esta relación ha sido reportada por varios autores tales como Daborn y Clifford (op. cit.) Khalaf y Mc. Donald (op. cit.), Arredondo et. al. (op. cit.) y Ponce (op. cit.).

Los factores responsables de la mineralización del agua son elementos de proporcionalidad constante y por presentar correlaciones altas - - (más del 50% de la varianza en común) (Tabla 7), se pueden integrar en un grupo denominado minerales según Margalef et. al. (op. cit.). Por otro lado, estas variables constituyen en gran parte al factor edáfico (Ryder, 1973) y pueden medirse por medio de la alcalinidad.

Por otro lado el factor II está constituido por la transparencia, alcalinidad, superficie, bióxido de carbono libre para ambos niveles, copépodos y cladóceros. La transparencia es una medida indirecta de la presencia de fitoplancton, así como de arcillas y otros materiales sólidos en suspensión y disueltos. La alcalinidad juega un papel importante en el --

TABLA 7.

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

VARIABLES.	FACTOR.	EIGENVALOR.	PCT. DE VAR.	PCT. ACUMULADO
V1 PROFUNDIDAD.	1	8.79546	40.0	40.0
V2 TRANSPARENCIA.	2	4.34054	19.7	59.7
V3 TEMPERATURA SUP.	3	2.71781	12.4	72.1
V4 OXIGENO SUPERFICIE.	4	1.52780	6.9	79.0
V5 CO <sub>2</sub> SUPERFICIE.	5	1.17742	5.4	84.4
V6 ALCALINIDAD SUPERFICIE.	6	0.90951	4.1	88.5
V7 DUREZA TOTAL SUP.	7	0.77850	3.5	92.0
V8 DUREZA DE CALCIO SUP.	8	0.48449	2.2	94.2
V9 P.H. SUPERFICIE.	9	0.40818	1.9	96.1
V10 CONDUCTIVIDAD SUP.	10	0.26197	1.2	97.3
V11 COPEPODOS.	11	0.16300	0.7	98.0
V12 CLADOCEROS.	12	0.13417	0.6	98.6
V13 ROTIFEROS.	13	0.10926	0.5	99.1
V14 TEMPERATURA FONDO.	14	0.06037	0.3	99.4
V15 OXIGENO FONDO.	15	0.04184	0.2	99.6
V16 CO <sub>2</sub> FONDO.	16	0.03320	0.2	99.7
V17 ALCALINIDAD FONDO.	17	0.02680	0.1	99.9
V18 DUREZA TOTAL FONDO.	18	0.01352	0.1	99.9
V19 DUREZA DE CALCIO FON.	19	0.00873	0.0	100.0
V20 P.H. FONDO.	20	0.00559	0.0	100.0
V21 CONDUCTIVIDAD FONDO.	21	0.00246	0.0	100.0
V22 CLOROFILA "a"	22	0.00066	0.0	100.0

TABLA 8 .

VARIABLES QUE CONSTITUYEN LOS 5 FACTORES PRINCIPALES.

FACTOR 1.	FACTOR 2.	FACTOR 3.	FACTOR 4.	FACTOR 5.
TEMP. SUP.	TRANSPARENCIA	OXIGENO SUP.	P.H. SUPERFICIE.	PROFUNDIDAD.
TEMP. FONDO .	ALCALINIDAD SUP	CONDUCTIVIDAD FON	CLOROFILA "a".	OXIGENO FONDO.
DUREZA TOT. SUP.	BIOX. CARBONO SUP	DUREZA TOT. FON.		
DUREZA TOT. FON.	BIOX. CARBONO FON	DUREZA CALCIO FON.		
DUREZA CALCIO SUP.	COPEPODOS.	P.H. FONDO.		
DUREZA CALCIO FON	CLADOCEROS.	ROTIFEROS.		
ALCALINIDAD FON.				
ALCALINIDAD SUP.				
CONDUCTIVIDAD SUP				
CONDUCTIVIDAD FON.				

equilibrio del carbono inorgánico, resultando lógica su interrelación con el  $\text{CO}_2$ , el cual es determinante en la fotosíntesis. Finalmente la presencia de estos dos grupos de zooplancton es una respuesta a la disponibilidad de alimento.

El factor III comprende al  $\text{O}_2$  libre superficie, conductividad, dureza total, dureza de calcio y pH del fondo y rotíferos. Donde la relación de los rotíferos con las durezas y la conductividad es consecuencia de la abundancia de estos organismos filtradores en aguas eutróficas, como es el caso del bordo de estudio. Así como el efecto de las concentraciones de calcio en la longevidad y morfología de este grupo, según lo citado -- por Wetzel (op. cit.). El  $\text{O}_2$  como producto principal de la fotosíntesis, da un índice de la producción del sistema, caracterizándose este por una zona trofogénica y otra trofolítica en donde la demanda de  $\text{O}_2$  es mayor debido fundamentalmente a la acción bacteriana y a la concentración de sólidos disueltos, incrementándose por la acción dinámica de la interfase sedimento-agua (Arredondo, et. al. op. cit.).

En el factor IV se encuentra el pH de superficie y clorofila "a". Mediante el valor de pH podemos inferir las variaciones del sistema carbono inorgánico, definiendo al sistema como "bicarbonatado". Encontrando Margalef (op. cit.) una alta correlación de la alcalinidad y la concentración de clorofila "a", en donde las mayores concentraciones de clorofila se observan en condiciones intermedias de alcalinidad.

Por último en el factor V están la profundidad máxima y el oxígeno del fondo, siendo la primera una variable que depende del volumen, encontrándose dentro de los parámetros que influyen en la naturaleza volumétrica del proceso de mineralización (Ponce, op. cit.). Por otro lado, se ve su influencia sobre el  $\text{O}_2$  de fondo que se encuentra afectado por la interrelación agua-sedimento, la cual viene dada por la relación profundidad-media-profundidad máxima ( $\bar{Z} : Z_m$ ).

Como se observa existen algunas variables que definen dos factores, dependiendo del grado de complejidad, es decir de la proporción de la varianza en la variable dependiente dada por cada factor. Por ejemplo la -- conductividad de superficie da una proporción de varianza de 62.4% en el factor I y 27.29% en el factor III, por lo que no se puede caracterizar --

un solo factor como fenómeno particular.

En términos generales los factores antes citados quedan enmarcados dentro del proceso de mineralización del agua y su relación volumétrica, es decir la interrelación de la concentración de sales y sólidos disueltos en función de la fase de dilución y concentración. Así como de la influencia térmica que define los períodos de mezcla y estratificación. Caracterizándose el sistema como productivo en función a éstas relaciones y a las establecidas con la clorofila "a" y la profundidad máxima.

Las variables que presentaron la mayor comunalidad (proporción de la varianza total de cada variable) arriba del 96% fueron la dureza total de superficie, y la conductividad para ambos niveles. Valores superiores al 90% e inferiores al 96%  $\text{CO}_2$  y alcalinidad de superficie, cloróceros, alcalinidad, dureza total y de calcio de fondo. Y del 85% al 89% dureza de calcio sup., pH sup., y temperatura superficie-fondo. Las demás variables presentan comunalidades inferiores al 85% (Tabla 7).

Al observar las gráficas de los coeficientes asociados a las variables para cada par de factores, se encuentran las relaciones ya discutidas, además de otras interesantes tales como la proximidad de rotíferos y la clorofila "a" en las gráficas de los factores 1-2, 1-5 y 2-5; la transparencia con copépodos en la gráfica 1-3. Encontrando una relación de estos grupos de zooplancton con la disponibilidad de alimento. La alcalinidad-clorofila "a" en la gráfica de los factores 2-3, que coincide con la relación establecida por Margalef (op. cit.). Fig. 18.

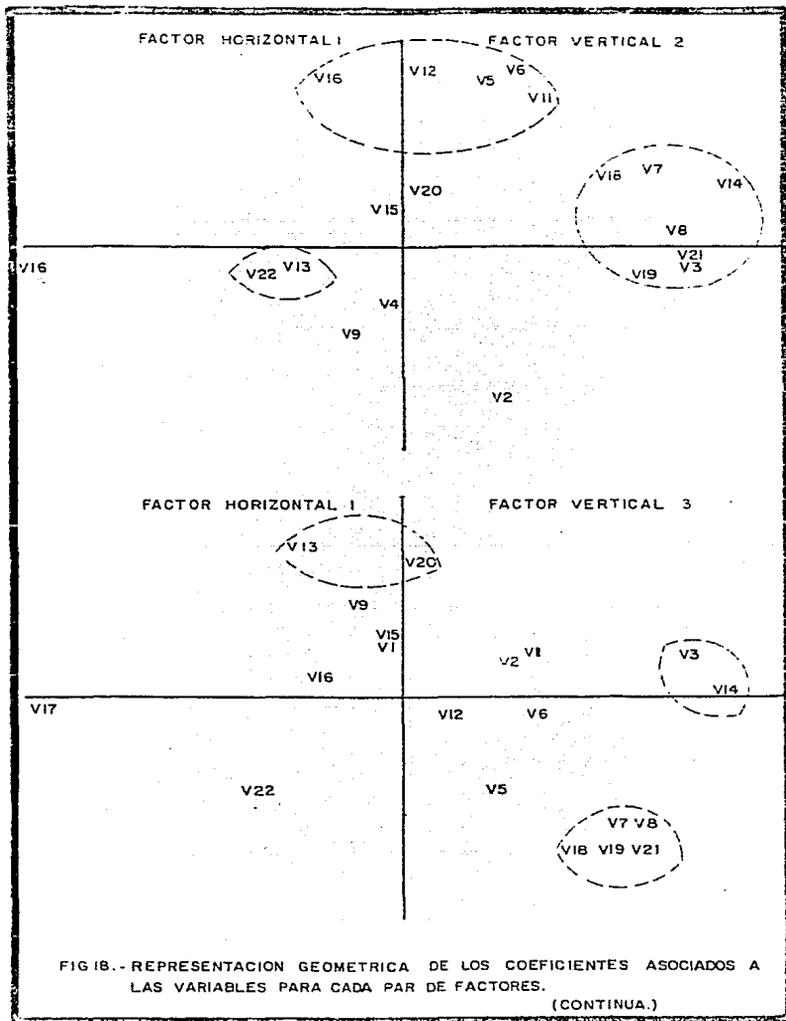


FIG 18.- REPRESENTACION GEOMETRICA DE LOS COEFICIENTES ASOCIADOS A LAS VARIABLES PARA CADA PAR DE FACTORES.

(CONTINUA.)

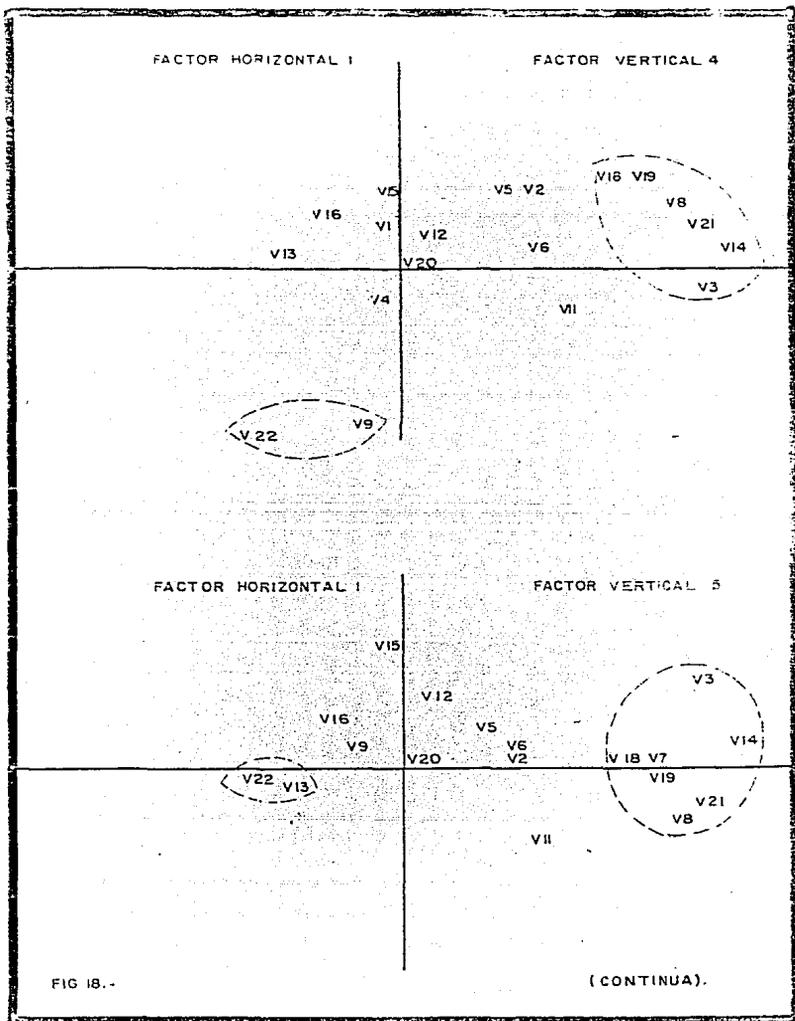


FIG 18.-

(CONTINUA).

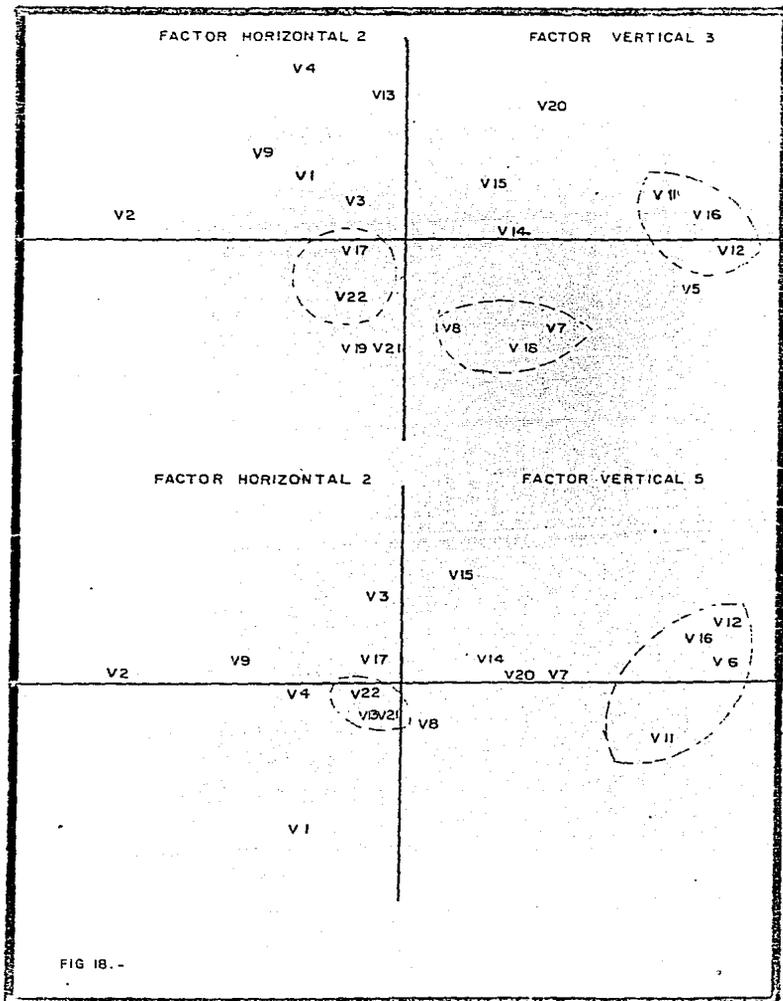


FIG 18. -

## ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL MANEJO DEL SISTEMA.

Para el manejo del bordo de temporal "Chavarría", se deben considerar con base en esta investigación y a experiencias de otros autores, algunos factores importantes tales como: el climático, morfométrico, edáfico y biológico, ya que entre estos factores existe una alta interrelación. Así dependiendo de las condiciones anuales del tiempo atmosférico, en cuanto a precipitación pluvial y temperatura ambiental, se presentarán fluctuaciones del área y volumen en el embalse, definiéndose dos fases, una de dilución y la otra de concentración, que están estrechamente relacionadas con las variaciones en la concentración de sales y sólidos disueltos. Además se establecerán los procesos de mezcla y estratificación en el sistema los cuales determinan la velocidad de reciclaje de los nutrientes, así como la distribución de los gases en la columna de agua, los cuales influyen directamente en la productividad biológica del sistema.

Así mismo hay que destacar las características propias de este bordo, como son el que presenta un área máxima mayor a las dos hectáreas, en donde la incidencia de ganado que abreva en el sistema es alta, depositando gran cantidad de estiércol, lo que en un momento dado favorece la productividad del sistema, ya que la velocidad de degradación de la materia orgánica es alta, debido a la baja estabilidad de la estratificación térmica.

Ahora bien, este sistema tiende a ser altamente productivo, encontrando concentraciones de clorofila "a" superiores a los  $5 \text{ mg/m}^3$  y una densidad absoluta de rotíferos propios de cuerpos de agua eutróficos, tendiendo el embalse a la hipereutrofia hacia los meses finales de la fase de concentración.

Por otra parte la técnica de policultivo resulta ser adecuada para el manejo de este tipo de bordo ya que se utiliza toda la columna de agua, -- ocupando las especies diferentes nichos ecológicos, ejerciéndose una presión entre estas que les obliga a optimizar el recurso. Las características propias de las carpas como su plasticidad ecológica y sus hábitos alimenticios definidos, así como el cultivo monosexado de la mojarra con lo que se controla la sobreproducción y con alimentación omnívora provoca que se obtengan buenos crecimientos en lapsos de tiempo corto. Según la expe -

riencia de este primer ensayo se recomienda la siembra desfasada de las especies. Introduciendo en el primer mes de la fase de dilución la mojarra con un tamaño de cría, por ser la especie que presenta una menor tasa de crecimiento y por su aceptabilidad para el consumo. La carpa plateada después de un período de mezcla en que se espera un aumento en la población de fitoplancton. Y la carpa cabezona al mes siguiente en que se espera un incremento en la población de zooplancton. Dando la oportunidad a la carpa plateada de alcanzar una mayor talla, puesto que la carpa cabezona presenta un crecimiento más rápido. O bien sembrando la carpa cabezona con una talla juvenil en los meses invernales de la fase de concentración en que se presentan picos en la concentración de clorofila "a" y zooplancton; con lo que se asegura alcanzar mejores tallas para las tres especies.

Otra alternativa sería trabajar un policultivo con mojarra, carpa cabezona y carpa barrigona (sp, detritívora), puesto que se reduciría la competencia por el alimento planctónico y se aprovecharía al máximo las condiciones del sistema en la fase de concentración, en que se encuentra una gran cantidad de materia orgánica y las variaciones poblacionales del plancton tiende a ser muy dinámica aportando constantemente células muertas de fitoplancton y zooplancton que serían utilizadas como alimento para la carpa barrigona.

Finalmente se considera que este tipo de cultivo son redituables debido a que las especies que se introducen no necesitan de ningún cuidado especial, la cantidad de alimento que se debe suministrar es nulo, el esfuerzo de trabajo realizado por el hombre es mínimo, y solo se necesita personal en la introducción de los organismos, para hacer un monitoreo a mediados del estudio y en la cosecha. Considerando que las dificultades para la captura se reducen cuando el sistema presenta un mínimo de volumen.

Se requiere una mejor organización de los pobladores para que no permita la captura de los organismos antes de tiempo, así como una capacitación técnica sobre el manejo de estos sistemas. Por otro lado, se puede implementar un sistema para el manejo de los desechos orgánicos por medio de la construcción de corrales cercanos al bordo o con la utilización de compostas o biodigestores, lo que llevaría a obtener mejores rendimientos.

## CONCLUSIONES.

- El comportamiento limnológico del embalse estuvo determinado por el factor climático, morfométrico, edáfico y biológico: siendo las más importantes los dos primeros.
- El sistema según el valor del desarrollo de la línea de costa (1.18) -- tiende a una forma circular.
- Los valores inferiores al 2% de la profundidad relativa ( $Z_r$ ), indican - que las paredes del sistema presentan poca pendiente, provocando una baja estabilidad en la estratificación térmica del bordo.
- De acuerdo a los valores de la relación  $\bar{Z} : Z_m$  (0.47) y del desarrollo del volúmen, (1.47), el embalse tiene una forma sinusoide elíptica, cuya conformación permite una mayor acumulación de sedimento.
- El bordo presentó dos fases: una de dilución durante los meses de julio a septiembre, en que se incrementó el área y volúmen como consecuencia de la precipitación pluvial en esta época. Y la otra de concentración - en la época de sequía del mes de septiembre al mes de febrero disminu - yendo el área y el volúmen. Estas dos fases se caracterizaron por la dilución y concentración de sales y sólidas disueltas.
- Las variaciones térmicas del embalse tienen una marcada relación con la variación de la temperatura ambiental.
- En el sistema se presentaron dos períodos de estratificación: uno del mes de julio a agosto y el otro de octubre a enero y dos procesos de -- mezcla relativamente cortos en septiembre y febrero.
- El oxígeno presentó curvas clinógradas, típicas de cuerpos de agua eu - tróficos; estableciéndose dos zonas: una superficial o zona trofogénica caracterizada por una elevada concentración de oxígeno disuelto y otra

en el fondo o zona trofolítica con una alta demanda de oxígeno disuelto con valores bajos de concentración; encontrándose una estratificación - de tipo química.

- El bióxido de carbono presentó una curva clinógrada inversa con respecto al oxígeno disuelto. Encontrando que las relaciones del  $\text{CO}_2$  estuvieron íntimamente ligadas a las características del suelo y rocas del - - área (calizas), así como a la descomposición de la materia orgánica y - respiración de los organismos.
- El bordo tiene aguas de tipo bicarbonatadas, las cuales son adecuadas - para la producción piscícola ya que contienen cantidades variables de - carbonato.
- Los valores de dureza de calcio, de magnesio y total en la fase de dilu - ción en comparación con los de la fase de concentración fueron superio - res, debido principalmente al acarreo de material alóctono en la época de precipitación pluvial. Mientras que para la fase de concentración es - tos valores estuvieron en función del componente biótico y autoregula - ción del sistema.
- En la fase de concentración se da un proceso de descalcificación epilim - nética, causado por la disminución de  $\text{CO}_2$  en superficie.
- Según el análisis de factor, las variables que explican en mayor propor - ción la variación del sistema son: la temperatura, la dureza total, la dureza de calcio, la alcalinidad y la conductividad. La primera determi - na el comportamiento hidrológico del embalse y las otras variables cons - tituyen en gran parte el factor edáfico.
- De acuerdo a las concentraciones de clorofila "a" el sistema es eutrófi - co, tendiendo a la hipereutrofia hacia los últimos meses de la fase de concentración.

- En el sistema se observó la presencia sincrónica de los grupos de zooplancton a lo largo del período de estudio, dependiendo de su adaptación a las condiciones que imperaron en el sistema.
- El incremento de los rotíferos en la fase de dilución y las densidades absolutas máximas que presentaron en la fase de concentración, dan un indicio de la eutrofia del sistema.
- En el embalse se presentaron desfaseamientos mensuales entre los procesos de mezcla (remoción de nutrientes) los incrementos en la concentración de clorofila "a" y la densidad absoluta del zooplancton.
- La relación peso-longitud de las especies ícticas del policultivo estuvo dada por las siguientes ecuaciones:  $W=0.05587 L^{2.9051}$  para la mojarra,  $W=0.05955 L^{2.5791}$  para la carpa plateada y  $W=0.09141 L^{2.4770}$ , para la carpa cabezona. En donde se observa que el valor de b es diferente de tres, lo que corresponde a un crecimiento de tipo alométrico.
- De acuerdo al modelo de Von Bertalanffy, las tallas y pesos máximos obtenidos para las especies fueron los siguientes: para la mojarra 17.53 cm. y 229.35 gr. en 20 semanas; para la carpa plateada 24.56 cm. y 229.26 gr. en 17 semanas y para la carpa cabezona 26.27 cm. 299.91 gr. en 21 semanas.
- La tasa de crecimiento instantánea máxima de la carpa cabezona fue de 16.64% de la carpa plateada de 13.54% y de la mojarra de 2.25% con un incremento en porcentaje de peso ganado de 12,372%, 4,970% y 215% respectivamente.
- Los pesos promedio obtenidos en este estudio para cada una de las especies del policultivo fueron de: 222.56 gr. para la carpa cabezona y 119.43 gr. para la carpa plateada en seis meses y 168.93 gr. para la mojarra en 7 meses.

- El fitoplancton encontrado en los tractos digestivos estuvo constituido por las siguientes divisiones en orden de importancia: clorofíceas, cianofíceas y bacilariofíceas. Para el zooplancton el grupo que predominó fué el de los rotíferos y en segundo término los copépodos.
- Los espectros tróficos obtenidos estuvieron en función de la disponibilidad de alimento, de la competencia por el mismo y de una cierta selectividad en relación a los hábitos alimenticios de cada especie.
- En el sistema se encontró una marcada relación entre el crecimiento en peso de las especies y la disponibilidad de alimento preferencial. Que dando limitado el crecimiento de las carpas a los incrementos en la concentración de clorofila "a" y del zooplankton; obligando a la mojarra a consumir alimento particulado y en suspensión.
- Con la siembra monosexada de la mojarra (machos), se evitó la competencia intraespecífica por sobreproducción, y como consecuencia el enanismo en la especie.
- Con la técnica de policultivo, se aprovechó toda la columna de agua del bordo, al ocupar las especies diferentes nichos ecológicos, los cuales se traslaparon al reducirse la zona fótica en la fase de concentración y en respuesta a la disponibilidad de alimento.
- El incremento promedio en peso diario para la carpa cabezona fué de 1.37 g/día, para la mojarra de 0.78 g/día y para la carpa plateada de 0.66 g/día.
- En el embalse se obtuvieron buenos crecimientos en peso, principalmente para la carpa cabezona y la mojarra que estuvieron en función al tamaño de introducción de los organismos, a las tasas de crecimiento propias de cada especie y a la presión mutua que ejercieron en el policultivo que les obligó a optimizar la utilización del recurso.

- Las ecuaciones de regresión múltiple para cada una de las especies ícticas del policultivo fueron:

$$\begin{array}{lll} 1) W = 0.0897 L^{2.076} A^{0.622} & \text{(Mojarra)} \\ 2) W = 0.1258 L^{1.717} A^{0.8271} & \text{(Carpa plateada)} \\ 3) W = 0.8219 L^{0.9195} A^{1.303} & \text{(Carpa cabezona)} \end{array}$$

- El KM promedio para cada especie fué: 9.2461 (mojarra), 83.1758 (carpa cabezona) y 12.6875 (carpa plateada). Siendo alta la condición para las dos primeras especies como consecuencia de una buena alimentación, y baja para la tercera por subalimentación debido a la competencia intraespecífica por el fitoplancton.
- Se encontró una elevada correlación múltiple entre el factor de condición (KM) y las variables del factor I, corroborando la influencia de éstas en la condición y crecimiento de las especies ícticas.

LITERATURA CITADA.

- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington. 874 pp.
- Alagaraja. 1976. Application of Von Bertalanffy's growth model to *Setipinna* phasa (Hamilton) when growth is allometric. Aquaculture. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterterdam.
- Anónimo. 1981 a. Nomenclatura de Morelos. Secretaría de Programación y -- Presupuesto. México. 28 pp.
- Anónimo. 1981 b. Síntesis Geográfica de Morelos, México. SPP. Coord. Gral. de los Servicios Nals. de Estadística, Geografía e -- Informática.
- Anónimo. 1982. El Cultivo de la Carpa. Dirección General de Org. y Capacitación Pesquera Secretaría de Pesca. México.
- Armengol, J. 1982. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico. (LA RECHERCHE).. 2(11): 168-178.
- Arredondo F.J.L. y García C.J.L. 1982. La conducta físico-química y el -- rendimiento pesquero de un estanque de temporal tropical utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, México. Revista Latinoamericana -- de Acuicultura 12: 6-13.
- Arredondo F.J.L. et. al. 1982. Aplicación de Técnicas de Análisis Multivariado en el Estudio de Embalses Temporales. Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. U.N.A.M. Comunicaciones Técnicas. Serie Naranja. No. 300 60pp.
- Balarin, D.J. 1979. Tilapia. A guide to their biology & culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, University of Sterling, Scotland.
- Barclay, M.H. 1966. An ecological study of a temporary near Auckland, New Zealand, Aust. J. Mar Freshwat Re. 17: 239-258.
- 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.
- Boyd, E. 1979. Water Quality in warmwater fish ponds Auburn. University. U.S.A. 354 pp.

- Brylinsky, H. and K.H. Mann. 1973. An analysis of factor governing productivity in lakes and reservoirs. *Limnol. Oceanogr.* 18 (1): 1-14.
- Brylinsky, H. 1980. Estimating the productivity of lakes and reservoirs. - In the functioning of freshwater ecosystem by Le Cren and Lowe. Cambridge. 411-453 pp.
- Cadena, R.I.R. et. al. Inédito. Inventario Nacional de Cuerpos de Agua -- Epicontinentales de México. Secretaría de Pesca. Manuscrito (1979). 600 pp.
- Cole, G.A. 1979. Text book of limnology. 2a. edition. Mosby S. Louis Missouri. 426 pp.
- Daborn, G.R. and Clifford, H.G. 1974. Physical and chemical features of an aestival pond in western Canada. *Hidrobiología.* 44(1): 43-59.
- Dadzie, S. 1982. Species combination in tilapia culture. *Aquaculture* 27: 295-299.
- Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933 *J. Marine Biol. Assn.* 19: 305-384.
- Gannon, J.E. and Stemberger, R.S. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and Rotifers) as indicator of water quality. - *Trns. Amer. Micros. Soc.* 97: 16-35.
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de -- Koppen. (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 3a. ed. Offset Larrios, S.A. México. 252 pp.
- Greeson, P.E. et. al. 1977. Techniques of Water-Resources Investigation of the United States Geological Survey. Book 5. United States Government Printing Office. Washington.
- Guerra, H.E.A. y Peña, M.B. (Inédito). Estudio del crecimiento de *Dreochromis hornorum* (Trewavas, 1980) en relación a las -- condiciones limnológicas del embalse permanente de Michapa, Edo. de Morelos. México. Tesis. U.N.A.M., - E.N.E.P. Zaragoza. 1985. 70 pp.
- Gulland, J.A. 1966. Métodos de Análisis de Poblaciones de Peces. FAO. ONU.
- Gulland, J.A. 1971. Manual de Métodos para Evaluación de las Poblaciones de Peces. Ed. Arbis. Zaragoza. 164 pp.

- Hakanson L. 1981. A manual of Lake Morphometry. Springer-Verlag. Berlin Herdelberg, New York 77 pp.
- Huet, M. 1978. Tratado de Piscicultura. 2a. ed. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 745 pp.
- Hutchinson, G.E. 1957. A treatase on Limnology. (1) John Wiley E. Sons - New York, 1015 pp.
- Juárez P.R.J. 1982. La Piscicultura en la República Popular China. Informes de la experiencias adquiridas en la República Popular China durante la visita oficial efectuada - del 4 de agosto al 10. de octubre de 1979. Secretaría de Pesca. México. 105 pp.
- Kenk, R. 1949. The animal life of temporary and permanent ponds in Southern Michigan, Misc. Publs. Mus. Zool. Univ. Mich. 71: 66 pp.
- Kuri-Nivón, E. 1979. Determinación del Factor de Condición Múltiple (KM). Manuales Técnicos de Acuicultura, Departamento de - Pesca, México, 1(1): 11-20.
- Langbein, B.W. 1961. Salinity and Hidrology of closed lakes. Washington, U.S. Govt. Print. Off. U.S. Geological Survey. Professional paper 412. 20 pp.
- Lehman, T.J. 1975. Reconstructing the rate of accumulation of lake sediment: The effect of sediment focusing. Departamen - of Zoology, University of Washington, seattle, Washington. Quaternary Research 5, 541-550.
- Lovshin, L.L. et. al. 1974. El cultivo intensivo del híbrido macho de Tilapia hornorum (macho), T. nilotica (hembra) en NOR este de Brasil. La Acuicultura en América Latina. - Actas del Simposio de Montevideo.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega, S.A. Barcelona. 1010 pp.
- Medina, G.M. 1980. El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de la carpa de Israel (Cyprinus carpio specularis) hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963). Manuales Técnicos de Acuicultura. Depto. de Pesca, México 1 (1): 34.
- Moav, R., Wohlforth, G., Schoerder, G L., Hulata, G. and Barash, H., - - 1977. Intensive policulture of fish in freshwater -- ponds. I. Substitution of expensive feedsby liquid cowmanure. Aquaculture, 10: 25-43
- 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. INP 24: 25 pp.
- Mosley, A. 1932. A biological study of temporary pond in Western Canada. Amer. Nat. 66: 236-249.
- Moya, R. 1972. La Riqueza Escondida del Charco. Técnica Pesquera 55: 18-23.
- Nanne, H. 1981. El Cultivo de la Tilapia en Costa Rica, Rev. Lat. Acuí. México. 7: 1-36.
- Neumann, J. 1959. Maximum Depth and Average Depth of Lakes. J. Fish. Res. B.D. Canadá 16(6): 923-927.
- Oduleye, S.O. 1982. Growth and growth regulations in the cichlids. Aquaculture 27: 301-306.
- Odum, E.P. Ecología. 3a. ed. Interamericana. México. 639 pp.
- Padua, J. 1978. Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS): - Oferta y Condiciones para su Utilización e Interpretación de Resultados. Cuadernos del CES. 12: 104 pp.
- Palemón, A.H. y Noriega, C.P. 1986. La Tilapia y su Cultivo. Secretaría de Pesca. FONDEPESCA. México. 59 pp.
- Palomino, S.G.E. (Inédito). Evaluación de algunos parámetros bióticos y abióticos, relacionados con el crecimiento de la Tilapia sp. en el bordo de temporal "Chavarría" Municipio de Coatlán del Río, Estado de Morelos, México. Tesis. U.N.A.M. E.N.E.P. Zaragoza. 1984. 66 pp.
- Pennak, R.W. 1978. Fresh Water invertebrates of the United States. 2nd. ed. John Wiley & Sons. New York, 803 pp.
- Ponce, P.J.T. (Inédito). Estudio del comportamiento físico-químico y de productividad primaria en un embalse temporal, utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos. México. Tesis. U.N.A.M. E.N.E.P. Iztaca la. 1983. 30 pp.
- Porras, D. 1981. Estudio Preliminar para la Evaluación de Charcas Temporales. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 8: 16-22.
- Preto, M.R. 1982. Modulo de producción de Tilapia nilotica macho a ni -

- vel de granja para el policultivo de peces. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 14: 43-45.
- Reyes, B.H. 1978. Semicultivo de peces en el embalse Hermenegildo, Ags. Memorias del 2do. Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Tomo II. Depto. de Pesca. Dir. Gral. de -- Acuicultura. México. 2285-2289.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statics of fish populations. Department of the Environment. Fisheries and Marine Service. Ottawa. 381 pp.
- Rosas, M.M. 1976. Explotación piscícola de Charcos Temporales y permanentes en el Estado de Michoacan. INP/Si 38 pp.
- Rowe, R. 1965. The fauna and ecology of temporary pools in Western Canada. Verh. Internat. Verien. Limnol. 16: 557-584.
- Ryder, R.A. Henderson, H.F. Kudhongavin A.W. 1973. Assesing Fishery Potentials of Lakes and Reservoirs. J. Fish Res. Board Can. 30: 2000-2009, Canadá.
- Samuels, B.W. and Nuzzi R. 1979. Correlación de la producción de fito -- plancton, diversidad de especies, y dominancia con datos físico-químicos en un estanque de la costa. - Hidrobiología. 64: 233-237.
- Schowerbel, J. 1975. Métodos de Hidrobiología. Ed. Blume. España. 262 pp.
- Siegel, S. 1972. Estadística no paramétrica aplicada a la Ciencias de la Conducta. 2a. ed. Trillas, México, 346 pp.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1979. Biometría. Principio y métodos estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume. España. 832 pp.
- Spataru, P. 1977. Gut contents of silver carp- *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)- and some trophic relations to other -- Fish species in a polyculture system. Aquaculture. -- 11: 137-146.
- Stout, M.V. 1964. Studies on temporary ponds in Cantenbury, New Zealand, Verh. Int. Verien. Limnol. 15: 209-214.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Canadá. 310 pp.
- Telles, R.C. 1982. El zooplankton y su papel en la piscicultura. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 12: 14-19.

- Teshima, S. Ojeda, G.G. and Canazawa, A. 1978. Nutritional Requeriments of Tilapia. Utilization of dietary protein by Tilapia zilli mem. Fac. Fish Kagoshima. Univ. Vol. 27, No. 1: 49-57.
- Trewavas, E. 1980. Generic groupings of Tilapiini in used in aquaculture. Netherland. Acuaculture 27: 72-81.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10: 181-243.
- Walford, L.A. 1946. Anew graphic method of describinf the growth of animals. Biol. Bull. 90 (2): 141-147.
- Welch. 1952. Limnological Methods. Philadelphia. Blakiston Co. 381 pp.
- Wetzel, R.G. 1979. Limnological analyses. Saunders Company, Philadelphia. 357 pp.
- Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona. 679 pp.
- Wheaton, F.W. 1982. Acuacultura. "Diseño y Construcción de Sistemas" A. G.T. Editor S.A. México.
- Willemsen, E.W. 1973. Understanding statistcal readoning W.N. Freeman and Company. San Francisco. 222 pp.
- Yarón, Z. 1964. Notes on the ecology and entomostraca fauna of temporary rainpools is Israel Hydrobiology. 24: 489-513.
- Yañez-Arancibia. 1976. Observaciones sobre Muqil curema Valencienses 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).
- Youngs, W.A. and Everhart, W.H. 1981. Principles of fishery science. 2nd. ed. Cornell University Press. New York. 349 pp.