

3  
204



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
ZARAGOZA

ESTUDIO DE LOS HABITOS ALIMENTICIOS DE LA ESPECIE  
Chirostoma promelas JORDAN Y SNYDER FAMILIA  
ATHERININAE Y SU RELACION CON LA DISPONIBILIDAD  
DE ALIMENTO, DURANTE EL PERIODO: ABRIL  
DE 1982 A FEBRERO DE 1983, EN LA  
PRESA HUAPANGO ESTADO DE MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

**B I O L O G O**

P r e s e n t a :

**GUILLERMO ARTEMIO BLANCAS ARROYO**



MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## P E S U M E N

En el presente trabajo, se estudian los hábitos alimenticios del charal perteneciente a la especie Chirostomus promelas, y su relación con la disponibilidad de alimento, en la presa Huapango que se encuentra en el estado de México.

Los resultados indican que, la especie Ch. promelas, es un planctófago no obligatorio, correspondiendo a un consumidor secundario, que se alimenta en estado juvenil, principalmente de rotíferos, materia orgánica y sedimentos finos inorgánicos; mientras que en su estado adulto deprende preferencialmente los cladóceros y copépodos. Este patrón alimenticio relativamente definido y constante, varía de acuerdo a: (1) la zona o lugar de colecta, (2) la estación del año, (3) alimento disponible y (4) desarrollo de la especie.

La disponibilidad de alimento (zooplancton), muestra dos picos de proliferación, uno mayor en primavera y otro en otoño. Dentro de la comunidad planctónica, predominan los cladóceros, seguidos muy de cerca por los copépodos; lo cual indica que se trata de un embalse poco productivo.

La presa Huapango, es un embalse de aguas frías, ligeramente ácidas, de blandas a moderadamente duras. Se trata de un cuerpo de agua, que sufre dos periodos de mezcla y de microestratificación térmica; con dos épocas diferentes una de dilución y otra de concentración; periodos que afectaron las propiedades físicas, químicas y biológicas de la presa.

# C O N T E N I D O

INTRODUCCION	PAG. 1
A) ANTECEDENTES	2
B) FUNDAMENTO DE ESTUDIO	6
C) DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	8
OBJETIVOS	12
HIPOTESIS	14
MATERIAL Y METODOS	16
A) TRABAJO DE CAMPO	16
B) TRABAJO DE LABORATORIO	20
C) TRABAJO DE GABINETE	24
RESULTADOS Y DISCUSION	28
HABITOS ALIMENTICIOS	30
DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO	41
MADUREZ GONADICA	57
TRANSPARENCIA DEL AGUA	60
TEMPERATURA DEL AGUA	62
OXIGENO DISUELTO	65
CARBONO INORGANICO	69
DUREZA DEL AGUA	71
CONCLUSIONES	74
APARTADO 1 FIGURAS	80
APARTADO 2 TABLAS	97
LITERATURA CITADA	107
APENDICES	112

## INTRODUCCION

Las especies de Aterfnidos de las aguas dulces de México correspondientes al género Chirostoma, se conocen comunmente con los nombres de Charal y pescado blanco; no obstante, ser especies de importancia económica, han sido poco estudiadas.

Por consiguiente, se deben realizar estudios, que permitan detectar aquellas zonas donde los cuerpos de agua continentales, constituyen una fuente de recursos naturales renovables, canalizando las investigaciones a objetivos específicos, que conduzcan a utilizarlos de una manera más eficiente; especialmente a los organismos que en ellos se desarrollan, teniendo especial interés en las comunidades fcticas, dada su importancia nutricional.

Con base a lo anterior, este trabajo pretende obtener un conocimiento de los hábitos alimenticios de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, y relacionarlo con la fluctuación de la disponibilidad de alimento, tanto espacial como temporal en su ambiente natural (presa Huapango, que se encuentra en el Estado de México), con el propósito de fijar algunos de los fundamentos en la explotación racional del recurso pesquero.

## A) ANTECEDENTES.

La familia Atherinidae, es una de las más representativas de la ictiofauna dulce-acuícola mexicana, no obstante, ha sido relativamente poco estudiada pese a estar constituida por especies de importancia económica.

La mayoría de los trabajos que existen se refieren a aspectos biológicos y taxonómicos del género Chirostoma y hasta ahora algunas investigaciones abocadas a la atherinicultura, quedando éstas, en la fase de cultivos semi-intensivos.

Desde tiempos remotos, se había detectado el género Chirostoma - conociéndolo comúnmente con los nombres de charal y pescado blanco; pero no es sino hasta 1899 cuando Jordan y Snyder describen algunas especies de los lagos de Chapala, Jal., y de Pátzcuaro, Mich., en las corrientes y en los lagos comprendidos en el sistema del Río Lerma, así como, en las cercanías a la ciudad de México. El mismo Jordan, en compañía de Hubbs, en 1919 efectúa varios trabajos en el Lago de Pátzcuaro en los que reportan las siguientes especies: C. bartoni Jordan y Everman; C. patzcuaro - Meek; C. grandocule (Steindachner); C. estor y C. reginis Jordan y Hubbs, esta última propuesta entonces como especie nueva.

En el año de 1931, Cuesta Terrón, describió como una nueva especie a la que denominó C. samani; continuando posteriormente sus

investigaciones en el Lago de Chapala, Jal., en 1935, sin embargo, las observaciones hechas por el profesor Terrón, fueron poco afortunadas al publicar la existencia en este lago del "pescado blanco de Chapala" (*C. estor* Jordan) que corresponde más bien a las especies de *C. ocotlanae* Jordan y *C. promelas* Jordan y Snyder. (De Buen, 1942).

De Buen, en el período comprendido de 1939 a 1944, como asesor de la estación limnológica de Pátzcuaro, trabajó sobre aspectos limnológicos e ictiológicos del lago, describiendo una especie más *C. michoacanae*, dos variedades de *estor*: *pacanda* y *tecuena*; finalmente dentro de la especie *C. bartoni* considera como variedades al *attenuatum* Meek y *patzcuaro* Meek, además de una variedad nueva *janitzio*. Este autor, acepta por tanto, la existencia de las siguientes formas: *C. estor* Jordan; *C. estor* var. *pacanda* De Buen; *C. grandocule* Steindachner; *C. bartoni* Jordan y Evermann; *C. bartoni* var. *janitzio* De Buen y *C. bartoni* var. *patzcuaro* Meek.

El mismo De Buen en 1943, en una serie de notas da a conocer el resultado de las exploraciones en los lagos mexicanos, así como la distribución original de la fauna ictiológica del género *Chirostoma*, en la cual reportó lo siguiente:

Lago Zirahuen, presencia de: *C. estor* Jordan y *C. bartoni* Jordan y Evermann.

Lago Pátzcuaro, presencia de: C. bartoni Jordan y Evermann, C. grandocule (Steindachner), C. michoacanae De Buen y C. estor Jordan.

Lago Cuitzeo, presencia de: C. jordani Woolman, C. bartoni Jordan y Evermann y C. grandocule (Steindachner).

Rfo Lerma, presencia de: C. jordani Woolman, C. labarcae Mèek, C. chapalae Jordan y Snyder, C. consocium Jordan y Hubbs, C. sphynaena Boulanger, C. ocotlanae Jordan y Snyder y Chirostoma promelas Jordan y Snyder.

Para esta última especie (C. promelas Jordan y Snyder), De Buen en su "catálogo de la lista de peces de agua dulce de México", - publicada en 1940, menciona su distribución, aunando así a la región del mercado de Guadalajara, el lago de Chapala, Ocotlan y - la Plama.

Sin embargo, considerando que recientemente la Secretaría de Pesca, ha sembrado en varios cuerpos de agua lénticos pescado blanco acompañado de algunas especies de charales, dado que toman como base, que estas últimas sirven de especies forrajeras al pescado blanco y en otras ocasiones a otros carnívoros introducidos, tales como: Lobina negra y Trucha, Rosas (1976); lo anterior, - complica aún más en la actualidad la tarea de dar una descripción fidedigna de la distribución del género Chirostoma; no obs

tante, tener los registros de estas introducciones resulta difícil, lo que arroja el hecho de encontrar especies no reportadas en cuerpos de agua cercanos al valle de México.

El hecho de que los aterfnidos de este género autóctono (Chirostoma), representan una de las especies más consumidas en el país y por tanto alcanzan altos precios en el mercado; se han encauzado una serie de investigaciones dirigidas a conocer aún más sobre la biología de estos organismos; así se tienen registros de trabajos que datan desde 1961 hechos inicialmente por Solórzano, y el de Rosas (1970), que son los primeros en publicar trabajos sobre cultivo de C. estor del lago de Pátzcuaro, abordan entre otros aspectos, el tema de los hábitos alimenticios de charales, en los cuales reportan que estos peces son de hábitos carnívoros, dado que los alevines después de haber reabsorbido el saco vitelino se alimenta a partir de protozoarios y rotíferos y cuando éstos miden aproximadamente 55 mm, se alimentan de micrústáceos, tales como copépodos y cladóceros. Se han trabajado así mismo, aspectos de desarrollo e incubación de huevos en cautiverio, dentro de los cuales destaca el efectuado por Armejo (1976), reportado como una serie de observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de aterfnidos del lago de Pátzcuaro, Mich.

Dentro de los trabajos realizados con aterfnidos, resulta primor

dial recalcar, las investigaciones que se han encaminado a resaltar la importancia nutricional que representa el consumo de estos aterfnidos; tales como el de Espinoza (1941), donde habla del gran contenido protéico de estas especies e intenta obtener un conocimiento más amplio de la biología del género Chirostoma, como la tesis realizada por Solorzano en 1961. Estos trabajos apoyan el interés por explotar racionalmente este recurso limnológico.

#### B) FUNDAMENTO DE ESTUDIO

Nuestro país cuenta actualmente con un total de 11,991 cuerpos de agua continentales, los cuales representan 861,426 hectáreas, de las cuales, solo 17 embalses naturales presentan dimensiones mayores de 10,000 hectáreas cada uno, y únicamente 3 de ellos proporcionan el 90% de la producción pesquera en aguas continentales, destacándose entre ellos: el lago de Chapala, Jal., con 3 000 toneladas anuales de pescado, de las cuales el 94% son aterfnidos (pescado blanco y charales) y el lago de Cuitzeo, Mich., con 1 000 toneladas por año y una composición en las capturas de 96% de aterfnidos. (Cadena, 1979). Sin embargo, actualmente Cuitzeo, cuenta con aproximadamente el 10% del volúmen de 1979.

Sin embargo, existen otros cuerpos de agua muy productivos, como el de Infiernillo con más de 20 000 toneladas de rendimiento anual; aunque el mayor porcentaje lo ocupan los cíclidos, prin:1

palmente; existen también otros más distribuidos en todo el país, que pese a ser de menores dimensiones, representan un medio de subsistencia para las comunidades aledañas a los mismos, donde aproximadamente el 80% del producto ficticio obtenido, es representado por el aterfido de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder.

Conforme a lo anterior, se destaca la importancia de fomentar la producción pesquera de dicha especie autóctona y con justificada razón, sabiendo que se cuenta con el medio necesario para lograrla. Para impulsar esta producción resulta primordial poseer las técnicas y los conocimientos básicos de la biología de la especie, tales como: condiciones ambientales óptimas para su desarrollo, épocas de reproducción, hábitos alimenticios, etc.

Y es precisamente este último punto, el que constituye el interés central del presente trabajo de investigación; el conocimiento de la disponibilidad de alimento como el de los hábitos alimenticios de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, lo que resulta de suma importancia (al igual que otros aspectos) para llegar a entender algunos de los fundamentos que nos lleven - ya no solo a utilizar este recurso de una forma pasiva, sino adentrarnos en torno a un manejo de la especie en forma intensiva.

### C) DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La presa "Huapango", se localiza entre los 19°53'44" y los - - 20°3'33" latitud Norte y entre los 99°40'00" y los 99°47'00" longitud Oeste; y delimitada por la isoterma 12 y 14°C, y la isoyeta 800 mm. Está situada al extremo Noroeste del Estado de México y pertenece al municipio de Aculco (figura 1); constituye el principal almacenamiento del distrito de riego de Arroyo Zarco, y es alimentada casi exclusivamente por los escurrimientos procedentes de las lluvias de las serranías de Acambay, Maxhido, Tilmilpa, Bucío, San Francisco y San Martín; ya que también es alimentada por algunos manantiales, el aporte de éstos es casi inapreciable.

Dicho embalse, está constituido por un dique de mampostería de 321 m. de longitud y 7.60 m. de altura máxima, cubre una superficie de 2 100 has. y una capacidad de 121 millones de metros cúbicos, con una evaporación de aproximadamente el 42% anual, descargando sus aguas en el río Arroyo Zarco que las conduce a la presa de El Molino, 17 km. al Noroeste.

En el área de estudio se distinguen los siguientes tipos de suelo: planosol mólico, vertisol pélico y feozem y, presenta una mayor proporción de textura de tipo migajón-arcilloso (Carta de uso del suelo DETENAL, 1980).

DETENAL en sus cartas de "tipo de vegetación" para la zona, nos reporta la presencia de: pastizal inducido hacia el Sur y pastizal natural hacia el Noroeste. El uso actual del suelo, se remite a la agricultura de temporal, con siembra de maíz, frijol y calabaza principalmente.

La zona de estudio se encuentra a una altitud de 2 600 m.s.n.m. El tipo de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1973), es C(W<sub>1</sub>)(W)b(1)g, que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación media anual de 640 mm. que ocurre en un promedio de 60 días por año, estando concentradas en los meses de mayo a octubre y siendo escasas en el resto del año. La temperatura media del mes más caliente es superior a los 10°C e inferior a los 22°C.

Los datos registrados para la estación meteorológica del municipio de Acambay, muestran que para el período 1970-1980 (apéndice 1), los vientos tienen una dirección predominante hacia el Noroeste en las estaciones de primavera y otoño, variándose ésta hacia el Este en verano y al Norte en invierno.

Las temperaturas ambientales promedio registradas en el período 1970-1977, aumentaron a 17.4°C a fines de primavera y descendieron a 11.1°C en invierno (ver apéndice 2).

Durante el período 1973-1982, las precipitaciones aumentaron en

los meses de junio, julio y agosto, correspondiéndoles los datos de 139.2, 204.7 y 160.1 mm. respectivamente y escasearon para los meses de marzo con 10.3 mm., diciembre con 15.7 mm. y enero con 20.8 mm. (apéndice 3).

La presa Huapango se encuentra rodeada de distintos poblados, que presentan los siguientes servicios cada uno: (ver figura 2).

- Luz eléctrica, en algunos casos con alumbrado público.
- Existen caminos de terracería y brechas.
- En lo que al agua potable se refiere, ésta sólo se obtiene de algunos pozos profundos situados en cada localidad (actualmente por parte de la SARH, se empezaron a introducir tuberías para abastecer a los poblados de agua potable).
- Existen algunos pequeños comercios, donde los habitantes consiguen productos de primera necesidad, de todos ellos solamente uno cuenta con aparato telefónico, que presta servicio de larga distancia.
- No cuentan con centro médico en la comunidad, teniendo que recurrir a San Andrés Tímilpa o a Jilotepec para encontrar auxilio médico.
- Según el IX censo general de población de 1974 (DETENAL), el número de habitantes del municipio de Acambay, ascendió a 32,977 de los cuales 16,795 correspondía a los hombres y 16,185 a mujeres.

- El municipio de Acambay, solo cuenta con una escuela primaria en donde se imparten los 6 grados de escolaridad, por lo que los estudiantes tienen que ir a Jilotepec, para poder cursar los estudios de secundaria u otros superiores.

## OBJETIVO GENERAL

Analizar cuantitativa y cualitativamente los hábitos alimenticios de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, la fluctuación espacial y temporal del alimento disponible (comunidad zooplanctónica), así como algunos parámetros físicos, químicos, meteorológicos y biológicos durante el periodo abril 82 a febrero 83, en la presa Huapango, Edo. de México.

## OBJETIVOS PARTICULARES

1. Analizar los hábitos alimenticios del charal Chirostoma promelas, conforme a las diferentes tallas de los organismos, por medio de los métodos de: frecuencia ocurrencia, Volumétrico e Índice de importancia relativa de cada grupo trófico.
2. Determinar las variaciones estacionales que sufre el alimento disponible, por medio de un análisis cuantitativo y cualitativo de la comunidad zooplanctónica.
3. Determinar la relación que existe, entre los hábitos alimenticios con la madurez gonádica y con algunos parámetros físicos y químicos del agua (transparencia, pH, temperatura, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, alcalinidad, dureza total y del calcio).

4. Analizar la relación que exista entre los resultados obtenidos de los espectros tróficos de la especie con datos de densidad del zooplancton, (alimento disponible).

## H I P O T E S I S

1. La especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, presentará - un espectro trófico, en la cual los organismos de tallas menores tendrán una marcada predilección por el zooplancton fino (principalmente rotíferos y algunos cladóceros) y los de tallas mayores de alrededor de 55 mm de longitud, mostrarán como alimento preferencial; algunos pequeños crustáceos (copépodos y cladóceros), - détritico y materia orgánica vegetal, teniendo como alimento ocasional algunas larvas de Dípteros y sedimentos inorgánicos; lo - cual se comprobará de acuerdo a las condiciones del lugar. (Rosas, 1970). Se retoma por tanto, la hipótesis de Berbour (1973) de la selección trófica en función de la talla del alimento, don - de se menciona que los charales presentan una especialización - trófica.

2. La época de mayor abundancia de alimento disponible para las tallas pequeñas y medianas principalmente, será la estación de - primavera, debido al aumento de temperatura, condición importante para la reproducción de los organismos del plancton; así como la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton.

3. Por otro lado, se considera que para que los organismos concluyan su crecimiento, se presentará un segundo incremento (aun - que menor que el de primavera), de producción de plancton.

4. Se tendrán deficiencias alimenticias en forma gradual, de otoño a invierno, conforme descende la temperatura, aunada a la deficiente productividad del embalse, como consecuencia de la alta turbidez del agua y por ende, a la poca incidencia de los rayos solares a capas más profundas de la misma.

5. En los organismos en los cuales se observa un avanzado desarrollo gonádico (estados del IV en adelante), según las tablas de Nikolsky (1976), presentarán tractos digestivos parcial o completamente vacíos, debido al poco espacio destinado al estómago, dado el gran tamaño de las gonadas y en las hembras, principalmente, por la razón de que el alimento inmediatamente es aprovechado para encauzar el desarrollo de los huevecillos ricos en vitelo.

## MATERIAL Y METODOS

Previo al trabajo biológico, se levantaron encuestas entre los habitantes de las poblaciones cercanas a las presas: Sta. Elena, Danxho, Xhimojay, San Juanico y Huapango (figura 2), aplicando un cuestionario elaborado con anterioridad (apéndice 4), con el fin de detectar su importancia económica de los cuerpos de agua en los habitantes del lugar; así como las especies fcticas de mayor demanda y consumo; además de investigar quiénes realizan la labor pesquera. El análisis de la información recabada, nos lleveó a elegir la presa "Huapango", como zona de trabajo y a la especie Chirostoma promelas Jordan Y Snyder como organismo de interes para el estudio (especie que se identificó posteriormente, con la ayuda de las claves de De Buen, 1940 y de Alvarez 1950; dado que, no fue posible conseguir las claves de Barbour (1973), que son las más recientes y completas hasta el momento). Estableciendo a continuación los objetivos del presente trabajo y utilizando para su realización, una metodología que constó de las siguientes fases:

### A) TRABAJO DE CAMPO

Las labores de campo se iniciaron con el reconocimiento de la zona de trabajo mediante una incursión previa (marzo de 1982), por medio de la cual, se determinó el número de estaciones donde

lógicas de muestreo (temperatura ambiente, nubosidad, dirección del viento con ayuda de una veleta).

b) Toma de datos de colecta (fecha, hora profundidad máxima de la columna de agua, presencia de plantas acuáticas y color del agua que se aprecie en la superficie, así como su temperatura superficial, la registrada a medio metro y a profundidad máxima, - ayuda de un termómetro con precisión de  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ).

c) Toma de muestras de agua con la botella Van-Dorn de una capacidad de 3 Lt.

d) Colecta de las muestras para las determinaciones de parámetros físicos y químicos a nivel superficial del agua en botellas de plástico de 1 Lt. y de D.B.O. de 300 ml.

e) Colecta del zooplancton con una red de arrastre de 30 cm. de diámetro y luz de malla de 180 (Schwoerbel, 1975), en dirección contraria al viento, por una distancia de 20 m. (distancia adecuada, según los resultados obtenidos de la primera colecta, en la cual se efectuaron arrastres a diversas distancias), a nivel superficial, colocando las muestras en botellas de plástico de 1 Lt.

f) Conjuntamente a los pasos anteriores, se realizó el muestreo de necton, por medio de un arrastre con chinchorro playero de 30 m. de longitud por 2 m de altura, con una luz de malla de

1 cm., también en dirección contraria al viento; para así obtener un tamaño de muestra de 140 organismos (según los cálculos efectuados, ver apéndice 5).

g) Transporte de las muestras hacia la orilla de la presa.

h) Fijación de las muestras de zooplancton en formaldehído al 4%.

i) Selección de la submuestra de necton por tallas, para el estudio de los hábitos alimenticios y fijación de ésta con formaldehído al 8% neutralizado con borax (la elección de las diferentes tallas, fueron resultado de la observación de las distintas longitudes que presentaron los organismos en cada muestra).

j) Determinación in-situ de:

.- El pH del agua, con ayuda de un potenciómetro de campo, marca Corning.

.- Oxígeno disuelto, por el método de Winkler con la modificación del Azida de sodio hecho por Carpenter (APHA, 1982). Técnica que consiste en formar en la muestra de agua, una cantidad de yodo equivalente químicamente al oxígeno presente y valorado por medio de una titulación con tiosulfato de sodio (0.025N).

.- Bioxido de carbono libre, por el método "titrimétrico" (APHA, 1982). El  $\text{CO}_2$  reacciona con el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  para formar  $\text{NaHCO}_3$  que se detecta por una coloración rosa.

.- Alcalinidad, en la cual se valoran todos los  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{HCO}_3$  con algún ácido y detectar la concentración de los compuestos alcalinos con la ayuda de indicadores adecuados (APHA, 1982).

.- Dureza total por el método complejométrico. (APHA, 1982), - el EDTA y sus sales de sodio se agregan a una solución que contenga ciertos cationes como el  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , etc.

.- Dureza del calcio. Cuando se agrega EDTA a una muestra de agua, que contenga tanto  $\text{Ca}^{++}$  como  $\text{Mg}^{++}$ , se combina primero con el calcio, por tanto, éste puede ser cuantificado directamente - cuando el pH se hace lo suficientemente alcalino, para que la mayor parte del magnesio precipite, utilizando un indicador propio para el calcio. (APHA, 1982).

k) Refrigeración y preparación de las muestras para el traslado al siguiente lugar de colecta y cuando el total de éstos se termine, el traslado será finalmente al laboratorio.

Cabe aclarar, que lo anterior se realiza durante 2 días, el primero se trabaja en el lado Oeste de la presa y el segundo al Este de la misma.

## B) TRABAJO DE LABORATORIO

Una vez en el laboratorio, se trabaja conjuntamente, tanto nec-

ton como hábitos alimenticios y disponibilidad de alimento, efectuándose las siguientes labores para cada una de las partes del trabajo de laboratorio:

Necton:

- a) Toma de datos morfométricos (peso, longitud patrón) de los organismos de la muestra, utilizando los datos de la submuestra para el presente trabajo, (los otros datos se manejan en otro estudio paralelo al reportado aquí) con ayuda de una balanza granataria de 0.1 g; de precisión y un ictiómetro graduado en 0.1 cm.
- b) Disección de los organismos, para sexarios y determinar su estado gonádico, según las tablas de Nikolsky (1976).

Hábitos alimenticios:

a) Después de tomados los datos morfométricos, se obtuvieron los tractos digestivos de los organismos de la submuestra, colócalos en frascos entomológicos, los cuales tenían 2 ml. de formaldehído al 10% neutralizado con borax; para proceder a su análisis, utilizando los siguientes métodos:

a.1) Método de frecuencia ocurrencia. (Yañez-Arancibia, 1985), Este método nos permite conocer la periodicidad y/o la preferencia con que son ingeridos ciertos alimentos; lo que ayudará a la interpretación final del patrón alimenticio de la especie Chiros toma promelas Jordan y Snyder. Puesto que este método no señala

la cantidad de organismos encontrados, en relación al tamaño del estómago; se procede a utilizar conjuntamente los métodos.

a.2) Método volumétrico; que proporciona el porcentaje de llenado del estómago en relación al volumen del tracto digestivo (Yañez-Arancibia, 1975); a este método se le hicieron varias modificaciones, con el fin de adaptarlos al análisis de contenido estomacal de especies tan pequeñas, como lo son los charales. En primer lugar, para medir el volumen de estómagos tan pequeños, se usa una jeringa conectada a otra microjeringa de precisión de  $0.01 \text{ cm}^3$ , la cual posea agua y por medio del desplazamiento de ésta, se midió el volumen de cada estómago.

Por otro lado, el problema de medir el volumen de los integrantes de cada grupo trófico por separado (copépodos, cladóceros, rotíferos, materia orgánica y sedimentos inorgánicos), se solucionó, con la separación con micropipetas de un número conocido de cada grupo trófico al cual se le mide su volumen posteriormente, así se interpoló el volumen que ocuparía un cierto número de partículas de cada grupo trófico, encontrado en el tracto digestivo de cada organismo.

Para interpretar con una mayor exactitud la importancia de algún alimento específico se recurrió al:

a.3) Método de índice de importancia relativa, (IIR), que se -

la cantidad de organismos encontrados, en relación al tamaño del estómago; se procede a utilizar conjuntamente los métodos.

a.2) Método volumétrico; que proporciona el porcentaje de llenado del estómago en relación al volumen del tracto digestivo (Yañez-Arancibia, 1975); a este método se le hicieron varias modificaciones, con el fin de adaptarlos al análisis de contenido estomacal de especies tan pequeñas, como lo son los charales. En primer lugar, para medir el volumen de estómagos tan pequeños, se usa una jeringa conectada a otra microjeringa de precisión de  $0.01 \text{ cm}^3$ , la cual posea agua y por medio del desplazamiento de ésta, se midió el volumen de cada estómago.

Por otro lado, el problema de medir el volumen de los integrantes de cada grupo trófico por separado (copépodos, cladóceros, rotíferos, materia orgánica y sedimentos inorgánicos), se solucionó, con la separación con micropipetas de un número conocido de cada grupo trófico al cual se le mide su volumen posteriormente, así se interpoló el volumen que ocuparía un cierto número de partículas de cada grupo trófico, encontrado en el tracto digestivo de cada organismo.

Para interpretar con una mayor exactitud la importancia de algún alimento específico se recurrió al:

a.3) Método de índice de importancia relativa, (IIR), que se

aplicó con el conocimiento previo que la combinación de los diferentes métodos, ayudan a una mejor interpretación de la importancia relativa de cada grupo trófico. (Yañez-Arancibia, 1975).

Cabe señalar que como resultado de los tiempos, que los tractos digestivos permanecen en forma l y aunado al tamaño tan pequeño - de los mismos, éstos presentaron distintos grados de deshidratación, lo que impidió en gran medida la utilización satisfactoria del método gravimétrico.

#### Disponibilidad del alimento:

a) Para efectuar los análisis cuantitativos de la muestra de zooplancton, se tifen los organismos de las muestras con una solución de negro de eriocromo, agregando 2 ml. de colorante por cada 100 ml de muestra. Se mide el volumen de cada muestra, después de homogenizarla, se toma 1 ml y se vierte a la cámara de conteo de zooplancton. Se cuantifican los diferentes grupos de la comunidad planctónica animal (rotíferos, copépodos y cladóceros), así como sus estadios larvales presentes en la muestra, con ayuda de un microscopio óptico.

b) Por lo que concierne al análisis cualitativo de las muestras de zooplancton de cada una de las estaciones, se procede una vez teñidos los organismos y homogeneizada la muestra, con una pizeta de pistón (Schwoerbel, 1975), se toma una alícuota de 1 ml.,

se vierte a una cámara de cristal graduada en milímetros, y se identifican los organismos con ayuda de las claves taxonómicas: Edmondson (1959) y Penak (1978).

### C) TRABAJO DE GABINETE

Al tener los datos de las determinaciones mensuales, se procedió a trabajar los resultados y tratarlos estadísticamente de la siguiente manera:

a) Ordenar y tabular los datos por cada mes y lugar de colecta.

b) Efectuar los cálculos necesarios, para la obtención de resultados de métodos y técnicas utilizadas en el análisis de contenidos estomacales, los cuales se mencionan a continuación:

b.1) Método volumétrico: Obtención del valor del volumen de la capacidad real (Ver.), utilizando las siguientes fórmulas para cada uno de los estómagos:

$$\text{Ver} = V_t - V_p$$

Donde:  $V_t$  = Volumen total que desplaza el estómago lleno.

$V_p$  = Volumen del estómago vacío. (pared estomacal)

(Yañez-Arancibia, 1975)

b.2) De acuerdo al método de frecuencia ocurrencia. (Yañez-Aran

cibia, 1975). La expresión matemática para obtener los resultados es la siguiente:

$$F = \frac{N}{NE} \cdot 100$$

Donde: F = frecuencia o periodicidad relativa de aparición de algún alimento,

N = el número de estómagos que contienen dicho alimento

NE = es el total de estómagos analizados; así mismo, se asumió la ecuación de Yasuda (1960), que también toma esta expresión, pero sin expresarla en porcentaje (Absoluta):

$$F = \frac{N}{NE}$$

e interpreta los resultados de la siguiente manera:

Sí  $F < 0.10$  (alimento accidental)

Sí  $0.10 < F < 0.50$  (alimento secundario)

Sí  $F > 0.50$  (alimento preferencial)

b.3) Método de índice de importancia relativa. (Yañez-Arancibia 1975), utilizando la fórmula que a continuación se describe:

$$IIR = \frac{F \cdot V}{100}$$

Donde: IIR = índice de importancia relativa, que tiene cada grupo trófico,

F = frecuencia en porciento de òcurrencia y,

V = porcentaje volumétrico del alimento ingerido por grupo trófico.

Esto determina que la expresión resulte porcentual, con un rango natural de 0 a 100, lo que conlleva a clasificar el alimento ingerido como sigue:

I = IIR de 0 a 10% (grupo trófico de importancia relativa baja)

II = IIR de 10 a 40% (grupo trófico de importancia relativa secundaria).

III = IIR de 40% al 100% (grupo trófico de importancia relativa alta).

Donde los números romanos (I, II, III), significan el área en la cual caen los diferentes tipos de alimento, según su clasificación, en el diagrama trófico combinado. (ver apéndice 7).

c) En lo que concierne a los resultados obtenidos, se agruparon todos conforme a las distintas tallas de los organismos.

d) Se tabularon los datos por estación de muestreo y promedio de los parámetros físicos, químicos del agua; así como, los meteorológicos.

e) Se tabularon los datos resultantes de cada tratamiento por método de análisis de los contenidos estomacales y se obtuvieron los espectros tróficos por mes y por talla.

f) Se tabularon y graficaron, los datos de densidades de la -  
comunidad zooplanctónica, por estación y por mes.

g) Se utilizó la regresión múltiple, para categorizar el efec  
to de cada parámetro físico y químico del agua en las densida-  
des zooplanctónicas. Se aplicó un diseño completamente al azar  
a los datos de porcentos de llenados por estadfos gonádicos, -  
para determinar su diferencia significativa; elaborando el re-  
porte final correspondiente.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El resultado de las encuestas aplicadas a los moradores aledaños a la presa Huapango (apéndice 4), mostraron que aproximadamente un 80% se dedican a la labor pesquera, principalmente en la temporada de mayor demanda del producto; que es el mes de abril (semana santa); no obstante, la pesca es practicada por los ribereños como actividad paralela a la agricultura durante todo el año. Utilizan chinchorros playeros de luz de maya de 1 cm. y de aproximadamente 300 m. de longitud por 2 m. de altura; se organizan de 10 a 15 personas para realizar los arrastres y en ocasiones efectúan dos o más incursiones. Situación que se repite a lo largo y en ambos lados del embalse, por lo que se destaca la intensa explotación pesquera a la cual se ve sometida la presa Huapango, que pese a ser la de mayor extensión del Edo. de México, resulta muy somera ya que sus partes más profundas no van más allá de los 1.90 m.

El producto que obtienen, lo constituyen en un 30% en peso, la carpa dorada (Carassius auratus, pescado que principalmente les interesa) y un 70% de charal, que después de su identificación, se supo que se trataba de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder. A éste último producto, parte lo utilizan para autoconsumo y el resto lo comercializan a los poblados de San Andrés y Jilotepec, principalmente. Se carecen de datos de rendimiento

dado que los pescadores no proporcionan dicha información.

Regularmente los pescadores, no reciben asistencia técnica de ninguna índole, lo que ocasiona, que no se establezcan épocas de veda, ni se respeten a peces en estadíos juveniles, el único contacto establecido fue con el Centro Piscícola de Tiacaque, pero en forma muy aislada; la gran mayoría de la población que práctica la pesca, carece totalmente de asesoría técnica.

Durante la realización del estudio, se encontró que la zona Sur de la presa, donde se ubicó la estación VII, estaba poblado de algunas macrofitas, posiblemente del género Potamogeton; lo que imposibilitaba la colecta de necton, tomando la decisión de eliminar dicha estación. (figura 3)

A lo largo del estudio, se pudo detectar que el nivel del agua, presentó fluctuaciones notables; así, se observó que para la temporada de lluvia (mayo, junio, julio y parte de agosto) se logró la mayor profundidad del embalse (1.90 m), lo que caracteriza una posible época de dilución, mientras que del mes de agosto al mes de febrero del año siguiente, se presentó la época de concentración donde el nivel del agua descendió de tal forma que para el mes de enero fue imposible efectuar la colecta de zooplancton, en las estaciones IV y V; en tanto que, para febrero solo se pudo tomar muestras en tres estaciones: la I, II y la VIII; dado que la línea de costa bajo considerablemente y

desaparecieron así las demás estaciones. Lo anterior se debió a la falta de lluvias en esta época, a la evaporación y a la utilización del agua de la presa para riego de cultivos de invierno.

Por otro lado, las limitaciones de material, transporte y reactivos, imposibilitaron la toma de muestras en los meses de noviembre y diciembre; por lo que se trabajó a principios del mes de enero y febrero para tener datos de la estación invernal.

Se sabe por referencias (De Buen, 1940; Solorzano, 1961), que el charal es planctófago; sin embargo, para corroborar la dieta de esta especie (Chirostoma promelas) se procedió a efectuar el análisis de sus:

#### HABITOS ALIMENTICIOS

Los análisis de los contenidos estomacales practicados a los organismos capturados, a lo largo del estudio, arrojaron información para estudiar el espectro trófico de la especie, a lo largo de su desarrollo y así entender el efecto que tiene la disponibilidad de alimento (zooplancton) en el tipo de dieta del charal en estudio.

Se analizaron un total de 460 tractos digestivos de organismos que previamente se sexaron y se vio el desarrollo gonádico. Los

organismos se dividieron en dos tallas: por un lado, los de longitud patrón de hasta 6 cm. que se clasificaron como juveniles, mientras que los que pasaban de dicha talla, se les denominó arbitrariamente como adultos.

Del total de estómagos, se analizaron 30 de cada talla por cada mes (5 por estación), a excepción del mes de enero, en la cual dos sitios de colecta desaparecieron al descender el volumen del cuerpo de agua, quedando únicamente 4 puntos de captura, lo que dió como resultado 20 tractos digestivos para este mes.

El análisis del contenido estomacal, se basó fundamentalmente en reconocer 5 diferentes tipos de alimento encontrados en los estómagos (grupos tróficos), de los cuales 3 lo constituyen los grandes grupos que componen la comunidad zooplanctónica (copépodos, cladóceros y rotíferos); otro grupo trófico lo forman los restos orgánicos pertenecientes al fitoplancton (semidestruidos por el formol) y partes de organismos zooplanctónicos o de otros animales acuáticos que no se pudieron determinar por estar incompletos y/o en descomposición, denominándose todos éstos materia orgánica o materia orgánica no determinada (MO. o MOND.), y por último se situó a los sedimentos orgánicos (SI.) como el quinto grupo trófico.

Como resultado de los análisis de los tractos digestivos, se encontró que la especie en estudio, presenta distintos hábitos a-

alimenticios a lo largo de su desarrollo. Primeramente se aplicó la ecuación de Yasuda (1960), donde únicamente se considera el número de apariciones que tuvo cada grupo trófico, con respecto al número de estómagos que contiene dicho alimento. Los datos arrojados por dicha ecuación, no muestra con claridad los hábitos alimenticios de la especie; puesto que como se aprecia en la tabla I, tanto el grupo trófico compuesto por los cladóceros, como el de la MOND., aparecieron como alimento preferencial en organismos adultos y en casi todos los juveniles; mientras que los copépodos formaron parte en la dieta de los charales adultos como alimento preferencial (excepto en el mes de enero, por ser alimento poco disponible en dicho período -tabla 2-), en tanto que para los juveniles, este grupo trófico servía como alimento secundario en casi todo el año (a excepción de primavera). Situación análogo ocurrió para el grupo trófico de los sedimentos inorgánicos, que constituyeron el alimento preferencial en todo el año para los adultos y en los juveniles sólo en otoño e invierno, donde se acentúa la época de concentración del embalse (lo que se discutirá más adelante), y como consecuencia, un alto índice de estas partículas. En tanto los rotíferos pasaron a ser un alimento preferencial para los charales juveniles y también en adultos, en los meses de mayo y junio; así como en invierno, lo cual sucedió gracias a la existencia de una mayor proliferación de estos seucocelomados en dicho pe-

rfo, mientras que en el resto del año los charales solo incluyen a los rotíferos como alimento secundario.

Como se aprecia hasta el momento, la sola aplicación del método de frecuencia-ocurrencia para el análisis de contenidos estomacales, y la consiguiente utilización de la ecuación de Yasuda, solo permitió conocer la periodicidad o la frecuencia con que son ingeridos cada grupo trófico; sin embargo, este método no nos señala la cantidad de alimento encontrado, en relación con su tamaño y el tamaño del estómago del pez, dado que la depredación de 10 copépodos que regularmente constituyen un volumen total de  $12 \mu^3$  (Dumont, 1975), representaría simplemente un estómago con alimento, mientras que la misma cantidad de rotíferos solo ocuparía  $0.5 \mu^3$ , lo que significaría un estómago parcialmente vacío, tomando en cuenta el volumen del estómago del charal, que fluctúa alrededor de 0.3 a  $1.8 \text{ cm}^3$ .

Con la aplicación del método volumétrico y su combinación con el de frecuencias, es factible utilizar el de IIR (índice de importancia relativa), el cual arroja los subsecuentes diagramas tróficos combinados por cada talla (figuras de la 4 a la 11), que a continuación se analizan.

Los charales pequeños, que no sobrepasan los 6 cm de longitud patrón, se alimentan preferencialmente de rotíferos durante todo el año, dado que al disponer de una movilidad pausada, no

tan dinámico y rápido, como los adultos, capturan a presas relativamente lentas como los rotíferos (Rosas, 1970). Los rotíferos que migran, lo hacen entre límites relativamente estrechos de 1.5 a 10 m de amplitud (Keratella, Polyarthra), lo que los hace susceptibles a sus depredadores más lentos; mientras que para los crustáceos, la extensión de la migración diaria se sitúa entre 3 y 50 m (Diaphanosoma y pequeños ciclopidos) y hasta 75 m. (Cyclops y grandes diaptómidos) quedando las Daphnias en posición intermedia (George, 1970).

Aunado a lo anterior, estos peces juveniles, también incluyen en su dieta como alimento preferencial a la MO., esto último sucede en los meses de julio, agosto, octubre y enero, puesto que habitualmente los peces pequeños merodean en las zonas litorales, alimentándose de detritus, principalmente; cuando el agua es removida a causa de las lluvias (meses de julio y agosto, principalmente) y dichas partículas abundan dentro del cuerpo acuático. En lo que respecta a los meses de octubre y enero, (fase de concentración), las partículas suspendidas, se encuentran fácilmente como alimento disponible y por tal motivo, aparece también La MOND. y SI. como alimento preferencial.

En el mes de abril, los cladóceros forman parte del alimento preferencial de los charales pequeños (figura 4), a causa de que para dicho mes, se presenta un marcado predominio de esta

población de crustáceos y por tanto significa un abundante alimento disponible para los peces.

Como alimento secundario para los charales juveniles, destaca, principalmente, el grupo trófico de los cladóceros; puesto que como se observa en las figuras de la 5 a la 11, estos microcrustáceos complementan la dieta de la especie durante casi todo el año, excepto en el mes de abril donde los cladóceros figuran como alimento preferencial (figura 4). La depredación continua de estos organismos por los charales juveniles, fue posible gracias a que los cladóceros poseen una menor densidad de órganos sensitivos superficiales, mecánicos o químicos a comparación de los copépodos (Margalef, 1983); lo que los hace susceptibles a estos pequeños peces; sin embargo, dicho grupo trófico figura solo como alimento secundario, debido a que la presión de selección ejercida por sus depredadores, tienden a disminuir la cantidad de pigmento ocular para pasar desapercibidos fácilmente (Margalef, 1983). Si bien Wetzel (1981), asegura que las presas grandes, pero relativamente transparentes, consiguen pasar bastante desapercibidas y así reducir considerablemente la depredación sobre ellas; también menciona que los movimientos lentos y regulares de los cladóceros los hacen más vulnerables a la depredación, que los irregulares y pulsados movimientos de los copépodos (que figuran en este caso como alimento ocasional generalmente). Lo anterior explica el lugar que ocupan los cla

dóceros dentro del aspecto trófico de los organismos juveniles de la especie C. promelas.

Como alimento secundario (aunque con menor regularidad que los cladóceros), se encuentra la MO. (destritus) en el período primaveral y en la estación de otoño (figuras 4, 5 y 9), períodos en los cuales la productividad del embalse aumenta (figura 14); así como las densidades zooplanctónicas, ocasionando una gran lluvia de detritus como resultado de las numerosas relaciones tróficas características de esta época del año.

Los charales juveniles (como ya se mencionó), al no poder depredar eficazmente a cladóceros y copépodos y por tanto tener que conformarse con los rotíferos y la MO., continuamente ingieren sedimentos finos inorgánicos, en busca de partículas asociadas, como la microfauna y flora para complementar su dieta y es por lo que en verano y parte de otoño aparece el grupo trófico de los SI., como alimento secundario (figuras de la 6 a la 9). Sin olvidar que el zooplancton descendió de verano a otoño (figura 14). Situación contraria a los meses de abril, mayo y junio, donde a causa de que la comunidad de peces juveniles dispone de suficiente zooplancton como alimento disponible y no tiene la necesidad de buscar en los sedimentos su alimento.

Por último encontramos como parte de la alimentación secundaria a los copépodos en las dos primeras estaciones del año (figuras

de la 4 a la 8), significando un abundante alimento disponible para los charales juveniles. Posteriormente, éstos disminuyeron en los meses de septiembre, octubre y enero (figura 14), lo que los hizo figurar como alimento ocasional.

Los organismos adultos, por lo contrario, presentan espectros tróficos diferentes a los ya citados, de acuerdo a las figuras 4 a la 11, tanto los copépodos como los cladóceros figuran como alimento preferencial a lo largo de casi todo el año. Si se comparan los tamaños de los copépodos y cladóceros, con el de los rotíferos, los dos primeros resultan presas mucho más grandes, mientras que los últimos, además de ser más pequeños, son relativamente transparentes y sin coloración alguna por lo regular (Barnes, 1977), lo que ocasiona que pasen desapercibidos con mayor facilidad y por tanto, tal parece que la selección de presas por tamaño parece ser características tanto de planctófagos obligatorios, como de los facultativos; como resultado de ella, la variación de las especies supervivientes es favorable a las presas de menor tamaño (Wetzel, 1981).

Debe subrayarse que todos los peces planctófagos de agua dulce, buscan activamente su alimento y seleccionan visualmente cada organismo planctónico que ingieren (Brooks, 1968). Como ya se mencionó, las presas grandes pero relativamente transparentes, como los cladóceros y algunos copépodos, consiguen pasar desa-

percibidos, reduciendo así la depredación sobre ellas (Wetzel, 1981); sin embargo, no debe olvidarse que un animal transparente se hace visible por refracción de la luz, si ésta incide en un ángulo apropiado y el fondo queda poco iluminado; mientras - que por otro lado, su coloración puede considerarse como adaptación positiva a la radiación y negativa frente a los depredadores (Eairston, 1976). En otras palabras, los depredadores ven y atrapan mejor a los más coloreados, pero éstos resisten más - la radiación de onda corta y es por ésto que en aguas poco profundas son obligadamente pigmentados, lo que favorece su depredación; siendo el caso de los cladóceros y copépodos en la presa Huapango, lo cual dió como resultado que ambos crustáceos - significaron el principal sustento alimenticio de los charales adultos durante casi todo el año.

Estos grupos de crustáceos alimentan sustancialmente a los adultos de la especie *C. promelas*, no obstante, se observa un dominio de los cladóceros en los contenidos estomacales analizados (figuras de la 4 a la 9); inclusive en el mes de septiembre, - los cladóceros continúan preferencialmente en la dieta de los - charales, mientras que los copépodos pasan a formar parte del alimento secundario en dicho mes. Margalef (1983), menciona al respecto, que las poblaciones de peces son soportadas especialmente por los elementos del zooplancton de más rápida tasa de - renovación como los cladóceros, comparándolos con los copépodos.

La disponibilidad de alimento, influyen significativamente en la dieta de los charales, puesto que se observa en las figuras 9, 10 y 11, cuando la comunidad zooplanctónica sufre una disminución en su densidad (tabla 2 y figura 14), sus principales componentes (cladóceros y copépodos), solo forman parte del espectro trófico de la especie en estudio como alimento secundario y ocasional; de igual forma los rotíferos pasan a ser alimento importante en la época invernal, cuando su densidad relativa aumenta dentro de la comunidad planctónica. (figura 14).

Cuando el cuerpo de agua sufre una etapa de concentración (figura 13) y abundan consecuentemente los desechos orgánicos y los SI. (al mismo tiempo que el zooplancton disminuye); los peces varían sus hábitos alimenticios, siempre consumiendo el alimento que se encuentra fácilmente disponible, en esta época la MOHD y los SI., los que figuran como alimentos preferenciales. (figura 10 y 11).

Los charales adultos complementan su alimentación con MO. en primavera (figuras 4, 5 y 6), a causa de la amplia producción de detritus característica de una época de gran productividad primaria y secundaria, propia de dichos meses (figura 14); en contraste con lo sucedido en los meses de julio, agosto, septiembre, los charales adultos merodean en los sedimentos en busca de alimento, principalmente en la época de lluvias (Solorza-

no, 1961); de tal forma que dichas partículas representan un alimento secundario para este producto ficticio (figuras 7, 8 y 9).

Los peces planctófagos seleccionan los tamaños de sus presas medianamente la vista, lo cual determina que una presa sea "desechada" por un depredador, siendo el caso de los rotíferos (Wetzel, 1981), que además de pasar desapercibidos por su transparencia, son relegados al último término en el espectro trófico de esta especie (adulto) en la mayor parte del año.

Después de haber analizado los espectros tróficos de la especie y observado las diferencias alimenticias entre los juveniles y adultos, se destaca que los organismos se condicionan a un tipo de alimentación específica (por los diversos mecanismos ya analizados) y así llegar a una organización trófica específica dentro de la propia especie. Barbour (1973), menciona que los organismos pertenecientes al género Chirostoma, desarrollan una "especialización trófica" en función al tamaño del alimento; de esta forma minimizan la competencia por alimento "repartiéndose" así los diferentes tamaños de las presas dentro de la misma comunidad de peces. Por tal motivo, los resultados aquí obtenidos respaldan la hipótesis de Barbour (1973), en la solución del complicado problema que representa los hábitos alimenticios de la especie en cuestión.

## DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO

Según las observaciones efectuadas a lo largo del estudio, en lo que concierne a la disponibilidad de alimento, la presa Huapango, ofrece aparentemente pocas perspectivas para cualquier especie zooplanctófaga; puesto que inclusive en la temporada de mayor proliferación para la comunidad zooplanctónica (copépodos, cladóceros y rotíferos), los meses de abril y mayo, con densidades de 174 y 209 organismos por litro respectivamente (tabla 2) las concentraciones caen muy por debajo de las reportadas bibliográficamente, para cuerpos de agua (mesotróficos) en las mismas épocas del año; tan solo Wetzel (1981) habla de cantidades que varían alrededor de 700 microorganismos por litro, Margalef - - (1983) reporta densidades promedio de entre 600 a 1 200 organismos por cada litro de agua; lo cual coincide en gran medida con lo que reporta De Buen (1940), puesto que habla de densidades de 1 300 a 1 500 organismos por litro. Con base a lo anterior se destaca la "crítica situación de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, para poder subsistir con esta escasez de alimento".

El plancton animal al ser el principal, constituyente de la producción secundaria que sustenta a las comunidades fcticas de un embalse; su distribución, abundancia y fluctuación temporal conforman por tanto el alimento disponible para los animales zoo-

planctófagos.

Los datos obtenidos a lo largo del estudio, en lo que se refiere a las fluctuaciones del zooplancton, obedecen a los cambios de los parámetros físicos y químicos que sufre el agua (De Buen 1940); y dado que al observar el comportamiento mensual de la comunidad zooplanctónica y analizar conjuntamente con las fluctuaciones del pH, concentración de oxígeno disuelto, bióxido de carbono, alcalinidad y la dureza del agua, así como la temperatura del agua o inclusive con el lugar de colecta (tablas 3 y 4 y figuras de la 4 a la 11), se podrán observar, las condiciones que imperan en las aguas de la presa Huapango, con respecto a la influencia de dichos factores. Por tal motivo, se recurrió a un tratamiento estadístico (regresión múltiple), que nos ayudó a comprender la influencia que en conjunto y por cada uno tuvo en la producción secundaria.

Un análisis general de las  $R$  y  $R^2$  que arroja la regresión múltiple (apéndice 6), sugiere que el comportamiento del zooplancton a lo largo del tiempo, está determinado por una serie de variables (factores físicos, químicos y biológicos) de las cuales, - las analizadas en este estudio (lugar de colecta,  $CO_2$ ,  $O_2$ , pH, temperatura del agua, alcalinidad, dureza del agua), únicamente influyen en conjunto en un 60.8% (dato que resulta si se toma - al  $R$  como porcentaje), lo cual induce a pensar que el 39.2% res

tante se debe a otros factores, tales como: la depredación por peces planctófagos, la interrelación de los grupos de zooplanc-ton, como son las competencias por alimento y espacio; así como otros factores físicos y químicos que no se determinaron. Wetzel (1981), menciona al respecto, que la dinámica poblacional - del plancton animal, gira en torno a un entramado sistema de re-laciones biológicas de los mismos organismos que viven en un la-go y de las mismas condiciones ambientales, los cuales a su vez influyen directamente en el comportamiento planctónico.

Sin embargo, al analizar con detenimiento las figuras 14 y 15, encontramos que las fluctuaciones de la densidad del zooplanc-ton son regidas principalmente por los cambios de temperatura, en lo que concierne a los parámetros medidos en la presa; lo - que se explica si se recuerda que se trata de organismos denomi-nados poiquiloterms, ya que como se sabe, los aumentos en la temperatura influyen en la velocidad de desarrollo, longevidad, y fecundidad en los organismos acuáticos poiquiloterms, cuya - temperatura depende de la temperatura de su medio ambiente (An-drewartha, 1973; Margalef, 1983; y Odum, 1983). Por ejemplo, - se conoce que en la mayoría de los rotíferos, la dependencia - del tamaño respecto a la temperatura afecta a todas y cada una de las células, éstas son menores a temperaturas más altas (Mar-galef, 1983); lo cual provocó que nuestra red, de una abertura de mala de 180 no fue capaz de capturar a todos los rotiffe-

ros (cuyo tamaño va de 50 a 300  $\mu$ ), por tal motivo, cuando aumenta la temperatura, si bien aumentan las densidades del zooplancton, se registran también pocos rotíferos. En los meses de octubre del 82 y enero y febrero del 83, al descender la temperatura del agua, los rotíferos se reproducen menos, pero crecen en tamaño, lo cual los hace más vulnerables a nuestra red y por ende, se registró un incremento de su participación porcentual en la comunidad zooplanctónica (figuras 14 y 15).

De igual manera, Margalef (1983), revela que, por la brevedad de las generaciones de los cladóceros, éstos manifiestan la influencia de la temperatura en la morfogénesis principalmente, todos producen más organismos, pero algo más pequeños cuando la temperatura es más alta; pero a diferencia de los rotíferos, estos organismos son capturados por nuestra red, por lo que no se reflejó dicho fenómeno en nuestro análisis. Wetzel (1981) al respecto, asevera que, la temperatura hace incrementar la tasa de mudas y las puestas.

Así mismo, se observa en la figura 14 y en la tabla 2, los meses con mayor producción secundaria (zooplancton) del embalse; la más alta en el mes de mayo, en la cual se registró una densidad de 209 orgs. /lt., debida principalmente al mayor incremento que registró la temperatura del agua en esta misma época (22.5°C); el segundo pico de proliferación de la comunidad zoo-

planctónica, lo constituyó el mes de agosto, que aunque en menor proporción 170 org/lt., también representa un factor importante dado que proporciona una mayor cantidad de alimento disponible para las especies planctófagas que habitan en las aguas de la presa Huapango.

Los descensos graduales que se dieron en la comunidad zooplanctónica del mes de mayo al mes de junio (de 209 a 133 orgs/lt.), provocados por el decremento de la temperatura del agua y al aumento del nivel del agua que caracteriza toda época de dilución conjuntamente (figura 13). A diferencia del descenso citado de la comunidad zooplanctónica, el segundo abatimiento progresivo que se registró en los meses de agosto a febrero del siguiente año, fue bastante notable, de tal manera que de 170 orgs/lt que se registraron en el mes de agosto, disminuyeron a 62 en el mes de febrero; lo anterior fue resultado del efecto de la temperatura que no dejó de hacerse patente, puesto que también descendió hasta obtener valores mínimos en febrero (11.3°C). Sin embargo, no hay que olvidar que la causa de estas fluctuaciones se deben también a varios factores como la propia composición del zooplancton, el lugar de colecta y algunos factores físicos y químicos y biológicos del medio acuático, los cuales a continuación se analizan:

Del mes de junio al mes de agosto, no obstante de ser época de

dilución, donde las partículas en suspensión presentan bajas densidades; se detectaron paulatinamente aumentos en las densidades absolutas del zooplánton (figura 14 y tablas 2 y 4), la explicación de dicho fenómeno la proporciona simplemente, el hecho de que en esta temporada, aumentó la temperatura superficial del agua de 18.5°C a 19.6°C, provocando un aumento en la velocidad metabólica de reproducción en los organismos zooplántonicos y por ende su número por litro de agua; lo que se vio apoyado por el efecto que tuvieron las constantes lluvias, que por un lado, proporcionan una mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua a estos animales para satisfacer su demanda (figura 16) y por otro lado, ocasionando que los nutrientes se distribuyeran en todo el cuerpo de agua y facilitaran así un aumento de la productividad primaria y por tanto, el subsecuente incremento del zooplánton (alimento disponible para las especies zooplántonófagas).

En contraste a lo señalado anteriormente, fueron otras las causas que provocaron el aumento en la densidad zooplántonica registrado del mes de abril al mes de mayo, puesto que en esta ocasión, la época de concentración orilló a que se encontrará una gran cantidad de organismos del zooplánton, dado que la temperatura elevada (22.1°C) ocasionó un incremento en la producción secundaria del embalse.

En lo que concierne al tratamiento estadístico, este corroboró el efecto de la temperatura en la dinámica poblacional del plancton animal; ya que esta variable arrojó un valor de R múltiple de 0.523, lo cual habla de que todas las variables al considerarse en porcentaje (Snedecor, 1971), tan solo la temperatura del agua influyó estadísticamente en un 52.3%; seguido en orden de importancia por la dureza del calcio, pH del agua, oxígeno, dureza total, lugar de colecta, bióxido de carbono y por último la alcalinidad debida en este caso a bicarbonatos. A diferencia de las otras variables, la dureza del calcio influyó en las densidades del zooplancton en un 7.7%, que si bien no representa un alto valor, si resulta de gran importancia, puesto que el calcio desempeña un papel importante en la constitución y longevidad de los crustáceos (copépodos y cladóceros), ya que constituye un elemento esencial del caparazón que cubre a estos organismos. (Barnes, 1977); además de que a concentraciones altas, la longevidad de los microcrustáceos disminuye; puesto que sus mudas se sucederán con mayor rapidez. (Hutchinson, 1967).

Las concentraciones de oxígeno disuelto, aparentemente no representan problema alguno para la subsistencia de la comunidad zooplanctónica, (ver tabla 4); en el caso de la alcalinidad, el pH el bióxido de carbono, así como la dureza total se encontró que según los datos influyeron muy poco en los cambios que experimentó la comunidad del zooplancton, puesto que forman un siste-

tema buffer y por tanto su efecto se ve mermado significativamente; lo cual se verificó estadísticamente al tener junto con el lugar de colecta, tan solo un valor de R múltiple de 0.0193 (apéndice 6); en otras palabras, todos estos factores afectaron en este caso en un 1.93% al comportamiento del zooplancton.

Analizando por otro lado la tabla 2, se observa que las estaciones de colecta VIII y IX resultaron las menos productoras, a lo que el zooplancton se refiere y si se revisa la figura 3, se observará que dichos lugares corresponden a la zona pelágica; lo que se explica dado que este cuerpo de agua estaba sometido - continuamente a vientos constantes que se dirigían a las zonas litorales (apéndice 1). "La dispersión de contagio del zooplancton dentro de la zona pelágica en muchos casos es debida a los movimientos del agua. Cuando persiste un viento fuerte durante un período considerable de tiempo, los microcrustáceos tienden a acumularse en el epilimnion, donde van a romper las olas." (Wetzel, 1981).

Dado que el viento, principalmente, determina la distribución del plancton, se observa en el apéndice 1 y la tabla 2, que en los meses de mayo a septiembre, las estaciones II y III, son lugares donde se encontraron casi siempre mayores densidades; puesto que en este período los vientos dominantes se dirigieron al Oeste, justo donde se encontraron dichos lugares. Asimismo, en

el mes de abril, los vientos se dirigieron al Este, dando como resultado que la estación VI presentase una mayor densidad zooplanctónica.

Un factor importante en toda producción secundaria, es la propia dinámica poblacional de la comunidad planctónica; dentro de ella la composición y diversidad de especies, principalmente si se encuentran dentro de ella, especies que ocupan diferentes nichos ecológicos y otros que interactúan en forma de competencia por espacio y alimento, sin olvidar aquellas especies zooplanctónicas, que juegan una función primordial en el propio control demográfico de la comunidad. Por tal motivo, resulta interesante el analizar la composición que presentó la comunidad a lo largo del estudio.

Como aspecto general, se encontró un marcado predominio de cladóceros seguida por los copépodos y por último se ubican los rotíferos (figura 4 y tabla 2). Margalef (1983), menciona que en promedio, los copépodos suelen representar del 35 al 50% de la biomasa del zooplanctón; pero su participación en la producción secundaria es relativamente menor, porque su vida individual es por término medio, más larga que la de individuos de otros grupos; también en biomasa, los cladóceros suelen superar ampliamente a los rotíferos, estos últimos dominan solo en condiciones muy eutróficas.

Los cladóceros son los crustáceos del plancton que ecológicamente se asemejan más a los rotíferos por su tamaño, rápido desarrollo y ciclos reproductivos; lo que los hace ocupar una peculiar posición dentro de la trama trófica del sistema dulceacuicola. Situación que se refleja dentro de la figura 14 y tabla 2, donde se destaca un marcado predominio de los cladóceros, dado que van de un 40 a un 56%, datos de densidades expresados en orgas./litro.

La propia densidad de las especies planctónicas, tiene una singular ingerencia dentro de la dinámica poblacional; de tal forma que en muchas ocasiones, el predominio de ciertas especies provoca la "desaparición" de otras y por tanto inclinan una sucesión pláncónica particular para cada embalse. (Wetzel, 1981).

Analizando la figura 14 y la tabla 2, se destaca que aparte de los cladóceros dominan en densidad a los demás grupos; es a principios de primavera (abril), donde se registró su máximo, que fue del 56%. "Las especies que sufren diapausa en forma de huevos durables, normalmente desarrollan su máximo poblacional en primavera y verano con temperaturas de agua relativamente altas. Aunque lo más general, es que se presente un único período de población máximo; a menudo, aparece un segundo pico en otoño", (Wetzel, 1981). El segundo incremento se presentó en el mes de septiembre, lo que es respaldado por la afirmación antes mencio

nada; así mismo, se registró una ligera disminución de cladóceros en el mes de octubre, donde la mortalidad de cladóceros, especialmente en formas juveniles, normalmente es mayor a fines de verano y principios de otoño, resultado de la competencia por las fuentes de alimento disponibles entre las especies que cohabitan en el mismo lugar (Wetzel, 1981). Por otro lado, los que se desarrollan, principalmente, durante el invierno, tienden a la reproducción sexual en primavera, mientras que las especies cuyo máximo se da en verano, tienden a dar los epiptios en otoño.

Es importante recalcar, que cuando se incrementa la densidad de los cladóceros, la comunidad planctónica en general también sufre un aumento y cuando la participación porcentual de los cladóceros disminuye, se observa un claro descenso en la producción secundaria (figura 14); de lo cual, se destaca que los cladóceros determinan, principalmente, el comportamiento de toda la comunidad planctónica.

De esta forma, la composición porcentual mensual de los copépodos varió de 23 a 35% en número, porcentaje que aumentaría si se transcribe como biomasa; puesto que los copépodos constituyen los organismos de mayor tamaño, comparado con los cladóceros y los rotíferos. Los copépodos forman poblaciones que contienen números comparables de individuos de los dos sexos, vi-

ven más tiempo entre semanas y meses, disponen de más órganos - sensibles a las ondas de presión y su capacidad locomotora es - superior (Margalef, 1983); lo que confiere a estos organismos - un éxito ecológico en las aguas dulces.

Los rotíferos, por lo contrario, participaron con una proporción relativamente baja, que varía de un 9 hasta un 37% (figura 14), lo que haría suponer que el nicho ecológico de los pequeños filtradores, ocupado principalmente por un gran número - de organismos pertenecientes al Phylum Rotatoria, se encontraría pobremente en las aguas de la presa Huapango. Pese a que - los resultados reflejaron dicha escasez de estos organismos, en realidad la participación de ellos en la producción secundaria (en lo que a biomasa se refiere), es mayor de la registrada, ya que por un lado la tasa de renovación de los rotíferos es alta, puesto que su longevidad abarca un par de semanas o menos (Margalef, 1983), y por otro lado, la mayoría de estos pseudocelomados escaparon por entre la malla de la red, dado que la luz de malla era de 180 micras y por ende, hubo una separación selectiva de los animales más corpulentos y proporcionó muestras poco representativas de rotíferos y de larvas nauplios.

A lo largo del estudio, se distinguieron varios grupos de cladóceros, los cuales se clasificaron cualitativa y cuantitativamente, de la siguiente manera: las especies que constituyeron más

del 60% "dominantes", menos de 60% y más de 40% "presentes" y a las que alcanzaban el 40% y por debajo de éste, se les consideró como "escasa". Clasificación que sirvió para saber qué especies predominaban en cada estación del año. (figura 12).

Las especies de cladóceros identificadas, fueron: Daphnia pulex y D. magna, ésta, última, perteneciente al subgénero Ctenodaphnia que se sabe que se hallan frecuentemente en aguas poco profundas y templadas; mientras que Daphnia pulex que es quizás la especie de más amplia dispersión y muy común, especialmente en aguas de pequeño volumen (Berg, 1931).

Acompañando a las "pulgas de agua" (Daphnias), se encontró con frecuencia otro cladócero, éste del género Bosmina. La identificación de este último, sugiere que se trata de la especie D. longirostris de la cual Brock (1980), menciona que: "se trata de una especie que aparte de tener una amplia distribución, soporta un amplio intervalo de temperaturas, se les encuentra en cuerpos de agua templados, muchos de ellos temporales".

Por último, se tuvieron sospechas de tener incluido el género Moina, a fines de invierno, cuando se presentaba fuertemente la época de concentración. Margalef (1983), asegura que este género comprende especies que pueblan las aguas más o menos efímeras de zonas semiáridas, endorréicas, ricas en sulfato manganésico y más o menos salinas. Lo que hace suponer que la presa -

Huapango, en su mayor época de concentración, ofrecía algunas de las condiciones necesarias, para que se presentase dicho organismo; sin embargo, su identificación debe tomarse con cierta reserva.

Los copépodos por lo contrario, exhibieron un comportamiento muy homogéneo a lo largo del período de estudio, donde únicamente a fines de otoño y a mediados de invierno disminuyeron ligeramente (figura 14), lo que coincide con lo que menciona Wetzel (1981), al decir que algunos copépodos pasan varios períodos de diapausa en el sedimento, ya sea en su estado de huevo o de copepoditos, de tal manera que las poblaciones quedan interrumpidas por un período que persiste durante uno o varios meses, regularmente en invierno.

Otra diferencial fundamental, entre los copépodos y otros grupos dominantes en el zooplancton de agua dulce, estriba en que los copépodos atraviesan por una serie de metamorfosis antes de llegar a adultos. "En el curso de su desarrollo cambian paulatinamente su modo y capacidad de locomoción y de obtención de alimento, con lo que inciden de manera diferente en la organización del ecosistema; en otras palabras, cada especie de copépodo equivale a varias especies de otros grupos en lo que se refiere a la partición de nichos ecológicos, pero esta circunstancia quizás no constituya la explicación suficiente de que el nú

mero de especies de copépodos presentes en el plancton de agua dulce sea relativamente pequeño. (Margalef, 1983).

La figura 12, revela claramente la pobre diversidad de copépodos, dado que solamente se identificaron dos géneros: el género Diaptomus, que se encuentra frecuentemente en regiones templadas, el cual predominó en verano y otoño en la presa. El otro género que se detectó, fue el carnívoro Macrocyclus, que al abundar en primavera, mermó la población de Diaptomus, en contraste con lo que sucedió en otoño e invierno, donde se presenta en forma escasa y nula respectivamente.

Por último, los cambios en la distribución estacional de las poblaciones de rotíferos planctónicos, son más complejos, primeramente se observa tanto en la figura 14 como en la tabla 2; que en primavera las poblaciones se incrementan notablemente, seguido de un número constante en verano; mientras que en otoño y en invierno aumenta significativamente la participación de los rotíferos dentro de la composición porcentual de toda la comunidad zooplanctónica. Al respecto Wetzel (1981), menciona que, generalmente un cierto número de especies permanentes, muestran un máximo de densidad a principios de verano en regiones templadas; mientras que otras especies claramente estacionales, pueden dividirse en dos tipos: (a) las estenotermas frías, que desarrollan sus poblaciones en invierno o a principios de primave

ra, y (b) las especies que se desarrollan principalmente en verano, dando dos o más máximos de densidad, especialmente a fines del mismo.

La diversidad de los rotíferos (ver figura 12), nos habla de especies filtradoras, estenotermas frías y carnívoras; donde sin duda, la temperatura y la cantidad y calidad de alimento son factores dominantes en su ciclo reproductivo y en la sucesión de sus poblaciones.

El género Keratella se presentó con frecuencia en invierno y a principios de verano (figura 12). Se sabe que el género Keratella, conocido como estenotermo frío, propio del hipolimnion, desarrollan su máximo en su densidad de población a mediados de invierno, disminuyendo rápidamente en primavera y a principios de verano.

Se detectaron dos especies del género Keratella: K. canadiensis y K. cochlearis, además del género Polyarthra; ambos géneros dominados estenotermos fríos. También se pudo identificar una especie más, con ayuda (al igual que los demás organismos zoopláctónicos) de las claves de Edmonson (1959) y Pennak (1978); la especie encontrada pertenece al género Asplanchna; especie depredadora, que generalmente constituye un componente minoritario dentro de la comunidad de rotíferos, su aparición se limitó al invierno y a principios de verano. Aunque es de destacarse

que, en el presente estudio se detectó con mayor incidencia a dicho carnívoro en invierno.

Todo lo anterior, explica en gran medida, la fluctuación espacial que tuvo cada grupo en particular; desde el punto de vista de su diversidad y composición porcentual dentro de la comunidad planctónica.

#### MADUREZ GONADICA

Solorzano (1963), en trabajos realizados con el género Chirostoma, menciona que los organismos adultos, al presentar un buen desarrollo de sus gónadas, éstas ocupan la mayor parte del espacio interno del animal, restringiendo así el tamaño del tracto digestivo; sin embargo, dicha relación no se guarda siempre. Por tal motivo, el presente trabajo también aborda dicho aspecto.

La hipótesis planteada, menciona que los organismos en los cuales se observe un avanzado desarrollo gonádico (estadios del IV en adelante), según las tablas de Nikolsky (1976), presentarán tractos digestivos parcial o completamente vacíos, dado el poco espacio destinado al estómago por las gónadas de gran tamaño, principalmente en las hembras, puesto que el alimento inmediatamente es aprovechado en la formación de huevecillos ricos

en vítelo.

A simple vista, los resultados de los porcentajes de llenados - de cada estómago (tabla 6) muestran que los organismos con esta dos gonádicos que van de I al III, presentaron en forma general un mayor por ciento de llenado estomacal, comparándolos con los charales con estadfos mayores de IV; lo que corroboró la hi pótesis planteada, pese a lo anterior, es necesario respaldar - la aseveración; por tal motivo, se procedió a tratar estadfsticamente los datos y en vista, éstos se comportaron normalmente. Se planteó un diseño estadfstico completamente al azar (Cochran 1981), dado que el objetivo fue, el de verificar si existen diferencias significativas estadfsticamente entre los porcentos de llenados estomacales entre los dos grupos.

Como resultado del tratamiento estadfstico (tabla 6), se deduce que no siempre se guarda dicha relación, entre el desarrollo go nádico y el llenado de los tractos digestivos; ya que para los meses de abril, junio y agosto sí existió una diferencia significativa entre los valores de los porcentajes de llenados de - los estómagos, entre ambos grupos; mientras que en los meses - restantes, no se detectó diferencias significativas estadfstica mente (con una significancia del 90%).

No hay que olvidar, que los charales que presentaron estadfos - gonádicos menores de IV, por lo regular son pequeños y como ya

se discutió, estos organismos se alimentan principalmente de rotíferos, los cuales por ser de menor tamaño, no llenan el estómago, lo cual arroja datos de tractos parcialmente vacíos, lo que afecta en el análisis estadístico, por tal motivo, en algunos meses no se cumple la relación que se estableció con anterioridad entre el llenado del tracto digestivo y el desarrollo gonádico de la especie C. promelas.

Según los resultados obtenidos (tabla 6), la especie se reproduce preferencialmente en dos épocas del año, la primera en el mes de mayo y por segunda ocasión en el mes de septiembre y octubre; sin embargo, a lo largo del año, se encontraron organismos con estadios gonádicos avanzados, lo que hizo suponer que esta especie también se reproduce a lo largo de todo el año. Por otro lado, no fue posible determinar, a qué talla se reproduce la especie, puesto que los resultados no guardaron una relación homogénea al presentarse organismos de tallas pequeñas con estadios gonádicos avanzados y animales de tallas grandes con estadios que iban de I al IV.

Por último, se analiza en el presente trabajo, las condiciones físicas y químicas del agua de la presa, para poder entender algunas otras causas que afectaron el desarrollo de la comunidad zooplanctónica (alimento disponible para la especie C. promelas)

## TRANSPARENCIA DEL AGUA

La poca transparencia del agua reflejada en los datos de lecturas al disco de Secchi (tabla 4) 9.7 cm en el mes de abril y 3.3 cm, en febrero del siguiente año, como datos mayor y menor respectivamente. Lo anterior habla de una gran cantidad de partículas suspendidas en el agua, dentro de las cuales destacan por su abundancia las arcillas, lo que impide en gran medida la penetración de la energía solar, necesaria para que el fitoplancton realice su proceso fotosintético, dando como resultado una escasa productividad primaria en el embalse y por ende, una baja densidad zooplanctónica.

Lo anterior, coincide con lo que explica Wetzel (1981), quien asegura que la transparencia al disco de Secchi, está influenciada por las características de absorción de la luz, tanto del agua como de la materia disuelta y, partículas suspendidas en ella; además menciona, que una cantidad significativa de luz puede ser reflejada y dispersada por el sedimento y partículas en suspensión, tanto en la zona litoral como en las áreas someras del lago; así como por el fondo de los lagos de profundidad moderada, y es precisamente el caso de la presa Huapango, que es un embalse somero, en donde el nivel del agua no va más allá de 1.70 m de profundidad en sus partes más profundas y que

en realidad ésta alcanza medidas promedio, aproximadamente de - 1.0m en épocas de lluvia.

Lo anteriormente expuesto, explica la poca transparencia del agua de la presa. El efecto de los vientos y lluvias sobre la paca de agua, provocó agitamiento de los sedimentos y éstos entrans en suspensión y aumentan la cantidad reflejada y dispersada de la luz en el agua, lo cual aumenta considerablemente su turbidez.

A lo largo del estudio se detectó un proceso de dilución en los meses de mayo, junio y julio, provocado por la época de lluvias en la cual, se alcanzaron precipitaciones de 130, 120 y 110 mm, respectivamente (apéndice 3); en el mismo periodo se observaron nubosidades de aproximadamente 90 % a 80 %, identificándose nubes de tipo Cumulus congestus y Cumulusnimbo, que diagnostican precipitaciones violentas acompañadas de descargas eléctricas - (Clausse, 1968). En dicha época de dilución, el nivel del agua ascendió, provocando entre otras cosas disminución en la transparencia del agua, debido al agitamiento.

Si bien el mes de abril de 1982, no cae dentro de la época de lluvias, si se presentan algunas en primavera, lo que aunado a la época incidencia de vientos fuertes, aumentó el nivel del agua y no ocasionó agitamiento de sedimentos y por tanto ocasiono la mayor lectura al disco de Secchi; situación contrastante

a lo que ocurrió en los meses de enero y febrero del siguiente año, en donde la transparencia al disco fue de 5.3 a 3.3 cm, - respectivamente (tabla 4), ocasionada principalmente por un - marcado descenso del nivel del agua; la ausencia total de lluvias y por la consiguiente época de "concentración".

#### TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura del agua, constituye uno de los parámetros físicos más importantes a estudiar, cuando se trata de adentrarse en la dinámica de cualquier embalse. Considerando que las condiciones climáticas de la zona determinan en gran medida el comportamiento térmico (Valentyne, 1978), es importante analizar la ubicación de la presa Huapango; con lo que respecta a dichas características: La altura sobre el nivel del mar alcanza los 2 600 m y el tipo de clima, según Köppen, con la modificación de García (1973), corresponde a un templado subhúmedo.

Del comentario anterior, se analizan las condiciones de temperatura a las que está sometida la presa, y estas hablan de aguas regularmente frías, lo que se puede observar si se toma en cuenta que el cuerpo de agua se encuentra entre las isotermas de 12 y los 14°C, teniéndose registros de temperatura ambiental más alta de 22.1°C, en el mes de mayo de 1982; y de -

10.5°C, para febrero de 1983, como la más baja.

El comportamiento presentado por la temperatura superficial del agua, guarda una relación directa con las fluctuaciones térmicas ambientales, puesto como se observa en la figura 15 y tabla 4; cuando aumenta la temperatura ambiental, aumenta la del agua de la presa; mecanismo que se explica, puesto que cuando la incidencia de la luz es mayor, calienta la capa superficial y los sedimentos, principalmente, en este embalse por ser somero, Wetzel (1981), al respecto menciona que... "En aguas someras, tanto en todo el lago como en zonas litorales, los sedimentos pueden absorber cantidades significativas de radiación solar, y este calor es transferido parcialmente al agua; sin embargo, el calor terrestre generalmente es pequeño al compararlo con la absorción directa de la radiación solar por el agua".

Los resultados obtenidos, muestran fluctuaciones de temperatura entre cada uno de los lugares de colecta, debidas, principalmente, a la hora que se realizó ésta y al porcentaje de nubosidad presentado en esos momentos (figura 17). Es de destacarse, por lo tanto, que las estaciones I y VIII (que fueron las que se trabajaron a primeras horas del día), presentaron los datos más bajos de temperatura superficial del agua y, cuando en algunas de las otras estaciones se registraban temperaturas mínimas, en el horizonte se observaba un alto índice de nubes impidiendo

que la energía solar calentara las masas superficiales del agua de la presa.

Los rayos solares al penetrar en el agua, van siendo reflejados y dispersados por las partículas en suspensión, ocasionando un gradiente de absorción de calor por parte de las capas de agua a diferentes profundidades. La figura 13, muestra con claridad el comportamiento térmico de la columna de agua, en la cual destaca una época de estratificación bien definida a fines de primavera y a principios de verano; así como, una más que se empezaba a notar en los meses de enero y febrero, correspondiendo a la estación invernal. El primer mecanismo de estratificación térmica es debido al calentamiento de la capa superficial del agua, lo que trae como consecuencia una diferencia de densidades de masas y agua, las cuales impiden, en gran medida, la circulación vertical de capas frías y calientes; proceso que se repite en sentido invertido en la época de estratificación invernal.

A fines de invierno, la temperatura ambiental empieza a aumentar, así como a mediados de verano comienza a disminuir, desaparecen las diferencias de densidades de capas de aguas, lo que facilita la circulación de éstas, provocando las dos subsecuentes épocas de mezcla.

Lo anteriormente citado, habla de un cuerpo de agua templado, que experimenta (según los resultados) dos periodos de mezcla y una pequeña estratificación térmica.

Sin embargo, "en aguas someras, la profundidad no es suficiente para mantener el epilimnion e hipolimnion típicos, pero las capas de agua muestran un reducción de temperatura al aumentar la profundidad. La pequeña estratificación es común en áreas someras resguardados, de lagos grandes o en su totalidad si es somero", (Wetzel, 1981), como ocurre en la presa Huapango.

#### OXIGENO DISUELTO

El oxígeno es el parámetro más importante de los lagos, este gas, evidentemente, es esencial para el metabolismo de todos los organismos acuáticos, que presentan una respiración de tipo aeróbico. "Las propiedades de solubilidad y, sobre todo, la distribución del oxígeno en los lagos son esenciales para comprender la distribución, el comportamiento y el crecimiento fisiológico de los organismos acuáticos". (Wetzel, 1981).

Un panorama temporal de la variación temporal del gas, lo puede reflejar la figura 16 la tabla 4; donde se destaca, por un lado la gran cantidad de oxígeno disuelto en la capa super

ficial del agua, dado que los datos fluctúan entre los 5.6 y - 9.4 mg/lit, lo que hace suponer que los organismos acuáticos - que se desarrollan en la presa Huapango, no sufren déficit de oxígeno, dado que: Hutchinson (1967) y Wetzel (1981), las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto en el agua, que éstos pueden soportar van de 3.0 a 4.0 mg/lit. Se puede apreciar dos meses que registran altas cantidades de oxígeno disuelto, siendo éstos: agosto, con 9.1 mg/lit y febrero, con 9.4 mg/lit; así como, los meses de menor concentración que fueron: abril y mayo con 6.7 y 5.6 mg/lit, respectivamente. Para explicar lo anterior, es necesario tener presente que la incidencia de vientos dominantes se ve acentuado en la superficie de la presa continuamente, las altas turbulencias de las capas de agua, ocasionan que una de las fuentes más grandes de oxígeno en el agua (la - atmósfera) provea continuamente al agua de este gas.

Analizando con detenimiento las figuras 15 y 16, se observa el comportamiento que ha tenido la concentración de oxígeno a lo largo del estudio. Se destaca que en la mayoría de los meses, conforme aumenta la temperatura del agua, disminuye la concentración de oxígeno y cuando la temperatura se abate, el oxígeno soluble se incrementa. Lo anterior lo respalda Hutchinson (1967) y Wetzel (1981), quienes mencionan que a mayor temperatura del agua, la solubilidad de los gases ( $O_2$ ,  $CO_2$ , etc.) disminuye gradualmente y viceversa. Se destaca que en el mes de

mayo, la baja concentración de oxígeno se debe al gran consumo por parte del zooplancton que en este mismo período presentó la mayor densidad registrada (209 orgs./lt), como lo muestra la figura 14; además del consumo de oxígeno por los animales y plantas, y en especial, por la respiración bacteriana. En aguas libres se da una oxigenación puramente química de la materia orgánica disuelta, lo que explica la poca cantidad de oxígeno detectado para este mes, aunado a lo anterior, no se debe olvidar, el efecto de la temperatura que para este mismo mes ascendió a 22.5°C.

Lo mismo sucede para los meses de abril y julio, donde los incrementos de temperatura afectaron la solubilidad del gas, efecto que se sumó a la alta demanda de oxígeno por parte de los organismos del zooplancton y a la oxidación de la materia orgánica flotante, lo que se reflejó en los descensos del vital gas.

En la época de concentración, los sedimentos y materiales en suspensión, irán aumentando paulatinamente, de igual manera, el gasto de oxígeno se incrementa razonablemente, lo cual se detectó, principalmente en el mes de enero de 1983, donde se tienen datos promedio de 7.6 ppm.

Los ascensos graduales que se detectaron para los meses de junio y agosto, con 8.1 mg/lt y 9.1 mg/lt, respectivamente, se -

deben principalmente, a que esta temporada correspondo a una é poca marcada como dilución; dado que el régimen de lluvias aumentó, provocando una mayor turbulencia de la superficie del agua; así como un incremento en el volumen de la presa, mientras que por otro lado, el consumo de este gas disminuye, puesto que la población zooplanctónica bajó su densidad de 209 a 130 y 170 orgs/lit y por ende, sus requerimientos de oxígeno por respiración. Sin embargo, es para el mes de febrero cuando se da la mayor concentración de oxígeno disuelto en el agua; pero en esta ocasión (sin olvidar que la baja temperatura del agua aumentó considerablemente su solubilidad), la responsabilidad de tal elevación, la comparten las altas turbulencias de la capa superficial del agua por efectos del viento y principalmente, el escaso consumo de oxígeno por acción de la respiración de la biota zooplanctónica, que para este mes presentó la menor densidad, siendo ésta de 62 organismos por litro.

Como el cuerpo de agua resulta generalmente somero, la distribución horizontal del oxígeno disuelto, guarda una homogeneidad a lo largo de la superficie del lago (Hutchinson, 1967).

Las variaciones de oxígeno, guardan una relación estrecha entre los puntos de colecta y la hora de trabajo (figura 17), se observa que cuando aumenta la temperatura (16.30 hrs.), también se incrementa la concentración de oxígeno así como su pro

ceso inverso a otras horas del día; lo que contrasta con lo explicado anteriormente, aunque no debe olvidarse que a las horas luminosas se alcanza la mayor producción de oxígeno.

### CARBONO INORGANICO

El carbono de los sistemas de aguas continentales, se halla principalmente, en forma de productos en equilibrio con el ácido carbónico; en menor proporción aparece formando parte de compuestos orgánicos en forma de carbono detrítico disuelto y particulado, y una pequeña parte se encuentra en los seres vivos en forma de carbono, (Wetzel, 1981).

Las concentraciones de bióxido de carbono libre en el agua, alcalinidad debida a carbonatos y bicarbonatos y pH del agua; se explican fácilmente si se recuerda la dinámica e interrelaciones que guardan estos parámetros químicos en cualquier embalse. Al aumentar el pH, la presencia de  $\text{CO}_2$  libre va disminuyendo y se va incrementando la cantidad de bicarbonatos, acentuándose los carbonatos si el pH se eleva más allá de 10.6, de tal forma que, en aguas alcalinas, regularmente el  $\text{CO}_2$  no se encuentra fácilmente en el agua; mientras que en aguas neutras o ligeramente ácidas la presencia de carbonatos disminuye considerablemente, (Golterman, 1969).

Los resultados obtenidos, indican que la presa Huapango es un cuerpo de agua que presenta fluctuaciones temporales de pH, - provocadas, principalmente, por las épocas de concentración y dilución, pues como se observa en las figuras 16 y 18, y en la tabla 4, el pH sufre un descenso no progresivo de abril a los meses de mayo, junio y parte de julio (5.87, 5.91 y 6.5, respectivamente). Puesto que por constituir la época de dilución y las concentraciones de sales de  $\text{HCO}_3$ , principalmente, se ven disminuidos, ocasionando que el  $\text{CO}_2$  libre se incremente a este pH, principalmente en el mes de mayo con 4.24 mg/lit y de julio con 6.49 mg/lit, como resultado del proceso de respiración de la densidad de los organismos. (figura 16)

En contraste con lo que sucede en los meses de agosto y febrero, el pH del agua se torna alcalino, registrándose valores de 7.45 y 7.84 para cada mes; puesto que por un lado, paulativamente la densidad zooplanctónica disminuye y por ende, existió menos producción de  $\text{CO}_2$  por respiración (figura 16), lo cual aunado con el descenso del nivel del agua (época de concentración), las sales de carbonatos y principalmente de carbonatos, se concentran aún más en el agua, aumentando la alcalinidad de ésta, en la misma temporada.

Para los meses de septiembre y enero, el pH del agua se torna alcalino, debido a que probablemente la mayoría del carbono in

orgánico, se encuentra en forma de sales de bicarbonatos, razón por la cual se detectaron solo pequeñas cantidades de  $\text{CO}_2$ .

Las concentraciones del ion hidrónico en el agua (pH), guardaron una distribución homogénea a lo largo de la superficie del agua, variando únicamente en forma temporal (tabla 4), lo que se explica si se considera que se trata de un cuerpo de agua somero y la incidencia de vientos ayuda a la circulación superficial de todas las sales.

#### DUREZA DEL AGUA

La dureza del agua es resultado de la solución de rocas y minerales alcalinoterreos del suelo y del aporte en forma directa de desechos ricos en carbonatos de calcio y magnesio, como piedras calizas y dolomita que prevalecen en la corteza terrestre, pero que fácilmente entran en disolución en el agua, como lo son las aguas epicontinentales, (Boyd, 1979).

Tomando en cuenta, la importancia de la dureza del agua, que consiste en que cada uno de sus componentes, desempeña un papel importante en el metabolismo de los organismos autótrofos y los seres vivos en general, se debe ubicar a la presa Huapango dentro de la escala de clasificación que reporta Boyd (1979);

dado que las aguas de la presa presentan una dureza total de - 46.31 mg/lit en el mes de junio y de 148.12 mg/lit para el mes - de febrero; se le puede denominar como agua "blanda a moderadamente dura".

Lo mismo que la alcalinidad, los cambios de dureza total en el agua, obedecen a los efectos que acarrear las épocas de dilución y concentración, observándose, que para la época de lluvia (mayo, junio y julio), la concentración de iones de calcio y magnesio en forma de carbonatos se ve disminuida, reflejada - por los valores cercanos a 46.3 mg  $\text{CaCO}_3$  por litro (tabla 4, y figura 19); después de la época de lluvia, la posible erosión de las tierras aledañas a la presa, ocasionada por los escurrimientos, aportaron sales al cuerpo de agua (entre ellas: sales de carbonatos de calcio y magnesio), lo cual aumentó notablemente la concentración de estos compuestos en el agua; provocando que la dureza total ascendiera para el mes de agosto. Sin embargo, la mayoría de estas sales, inmediatamente fueron precipitándose por la falta de movimiento turbulento de las aguas en el mes de septiembre y otra gran parte fue aprovechado por los seres vivos acuáticos, lo que trajo como consecuencia que la dureza del agua bajara nuevamente, proceso que resultaría perdurable para los siguientes meses; puesto que al verse disminuido el volumen del agua de la presa, como característica de la época de concentración, la proporción de iones de cal

cio y magnesio en el agua aumentaron notablemente, observándose así el mayor valor de dureza total en el mes de febrero - (148.12 mg/lit), mismo mes que se detectó el nivel más bajo del agua.

Lo anteriormente citado proporciona un panorama amplio de algunas de las condiciones que imperaron dentro del cuerpo de agua, lo que ayudó a comprender algunas de las causas que determinaron el comportamiento de los organismos que se desarrollan en las aguas de la presa Huapango.

## CONCLUSIONES

1) La presa Huapango, se encuentra sometida a una intensa labor pequera a lo largo de todo el año.

2) La especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder, se ubica dentro de las zooplancatófagas no obligatorias, variando su alimentación de acuerdo a: el alimento disponible, la estación del año, movilidad, transparencia y tamaño de las presas y el estado de desarrollo que presenten los orgaminos de esta especie; destacándose que los organismos experimentan una "especificación trófica", de acuerdo al tamaño del alimento, "repartitiéndose" las presas dentro de la comunidad de peces.

3) Los animales que pasan de los 6.0 cm de longitud patrón, se alimentan preferencialmente de rotíferos durante todo el año, al igual que de materia orgánica y sedimentos inorgánicos en la época de concentración de la presa.

4) La alimentación secundaria de los charales pequeños, la constituyen los cladóceros en casi todo el año, y en las épocas de lluvia la materia orgánica y los sedimentos inorgánicos, teniendo como alimento ocasional a los copépodos.

5) EL espectro trófico de los organismos adultos, reveló que estos animales seleccionan visualmente a sus presas, buscando

las activamente, depredando con mayor eficiencia a los animales coloreados y de mayor tamaño. Por tal motivo, el alimento preferente de los peces adultos, lo constituyen los crustáceos (copépodos y cladóceros), a lo largo de casi todo el año; destacan los cladóceros, por presentar una mayor tasa de renovación y por lo tanto de formar una mayor proporción de alimento disponible.

6) Cuando el alimento disponible sufre una disminución significativa, los copépodos y los cladóceros, pasan a formar parte de la dieta en forma de alimento secundario y/o ocasional; lo que significó, que los sedimentos finos inorgánicos y la materia orgánica formen parte del alimento preferencial en la época de mayor concentración del embalse.

7) Los organismos adultos recurren a los fondos, para complementar su alimentación con detritus y sedimentos finos inorgánicos, en busca de microflora y fauna que se encuentran asociada a éstos; ocasionalmente se alimentan de rotíferos, sin embargo depredan estas presas con mayor frecuencia, cuando disponen abundante de este grupo trófico o bien cuando sufren déficit de los demás grupos, lo que sucede en invierno principalmente.

8) La disponibilidad de alimento, ofrece pocas perspectivas para cualquier especie zooplanctófaga; cuyas bajas densidades del zooplancton, se deben a particulares condiciones limnológicas.

cas que prevalecen en la presa.

9) Las variaciones estacionales de la comunidad zooplanctónica, son causadas principalmente por las fluctuaciones de la temperatura del agua.

10) La comunidad planctónica animal, ofrece dos periodos de "abundante" alimento disponible a las especies zooplanctófagas a lo largo del año; la más importante en primavera y la otra en otoño, provocadas principalmente por el incremento de la temperatura del agua y la temporada de lluvias.

11) A fines de otoño y conforme entra la época invernal, la presa va sufriendo un gran déficit de zooplancton, ocasionando una gran presión alimenticia a los peces que se alimentan del plancton animal; como consecuencia de la falta de lluvias (poco aporte de nutrientes) y las bajas temperaturas del agua.

12) En contraste con la gran influencia de la temperatura en la concentración zooplanctónica, se ubica la alcalinidad del agua de la presa, la cual no influyó significativamente en las fluctuaciones de la comunidad zooplanctónica.

13) Los cladóceros predominan en número a lo largo del estudio sobre los copépodos y mayormente sobre los rotíferos; aunque estos últimos, además de incrementar su densidad poblacional notablemente en invierno, participan en una mayor propor-

ción en la producción secundaria del embalse; dado que las bajas densidades registradas de rotíferos, fueron resultado de la selectividad de la luz de malla de la red utilizada.

14) El predominio en biomasa de los copépodos, indica que la presa Huapango es un cuerpo de agua maduro, con una tasa de renovación baja (poco productivo); así como rico en materia orgánica solo en invierno, reflejado por el predominio de rotíferos en dicha estación fría.

15) La comunidad zooplanctónica está formada esencialmente por Daphnia pulex y magna; Bosmina longirostris. Diptomidos de diversos tamaños y del gran carnívoro Macrocyclus; en tanto que por los rotíferos participan las especies Keratella canadiensis, K. cochlearis; los géneros Polyarthra y el carnívoro Asplanchna, especies zooplanctónicas, que constituyen una comunidad de un cuerpo de agua somero, participando todas ellas en una sucesión que se somete a su vez a las condiciones del embalse.

16) El desarrollo gonádico de los organismos maduros, provoca la reducción del espacio visceral, lo cual produce un llenado incompleto del estómago, los cuales se presentan parcialmente vacíos. Sin embargo, la dieta de los organismos (el tamaño de las partículas de alimento preferencial, grande para los adultos y pequeño para los juveniles); influyen de tal manera que

esta relación no se cumple siempre.

18) Los fuertes vientos que incidieron en la superficie del agua y las intensas lluvias, en combinación con lo somero de la presa, ocasionaron una baja transparencia del agua (debida a las arcillas principalmente), durante todo el período de estudio; reduciendo así, la penetración de la energía solar y por lo tanto limitando gradualmente la productividad de la presa.

19) La presa Huapango, es un cuerpo de agua "templado", de aguas regularmente frías, ubicándose en épocas de estratificación, una a principios de verano y la otra en la estación invernal, con sus dos consecuentes épocas de mezcla; siendo la presa un cuerpo de agua somero, donde la profundidad no es suficiente para mantener el epilimnio e hipolimnion típicos.

20) Las fluctuaciones térmicas de la columna de agua, son regidas por: la estación del año, el clima, la temperatura ambiental y la nubosidad y vientos presentes.

21) La presa Huapango somera en todas sus partes, guarda una homogeneidad en las concentraciones de oxígeno disuelto a lo largo de toda la superficie del agua. La acción del viento y de las lluvias, proveen continuamente por vía de la atmósfera de oxígeno al cuerpo acuático; de tal forma que las concentra-

ciones de oxígeno disuelto son suficientes para satisfacer los requerimientos en todo el año de los organismos acuáticos que allí se desarrollan: además de que, las fluctuaciones de las densidades del zooplancton como las variaciones temporales de la temperatura del agua, influyeron en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

22) El agua de la presa, se ubica dentro de las aguas blandas a moderadamente duras y ligeramente ácidas; encontrándose que, tanto los cambios de la alcalinidad como de la dureza, obedecen principalmente a los efectos que acarrearán las épocas de dilución y concentración que sufre el embalse.

APARTADO 1  
FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA PRESA HUAPANGO

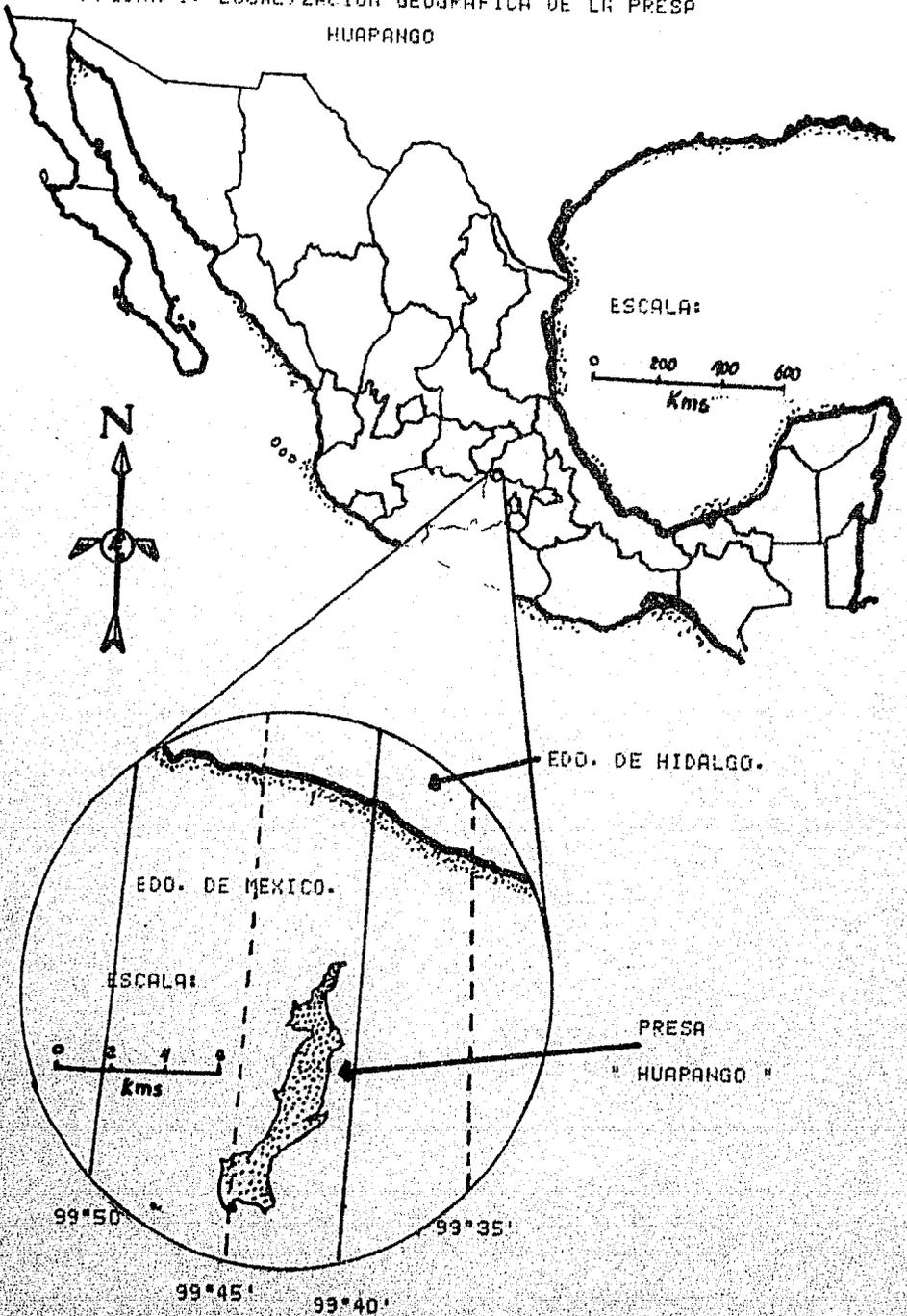
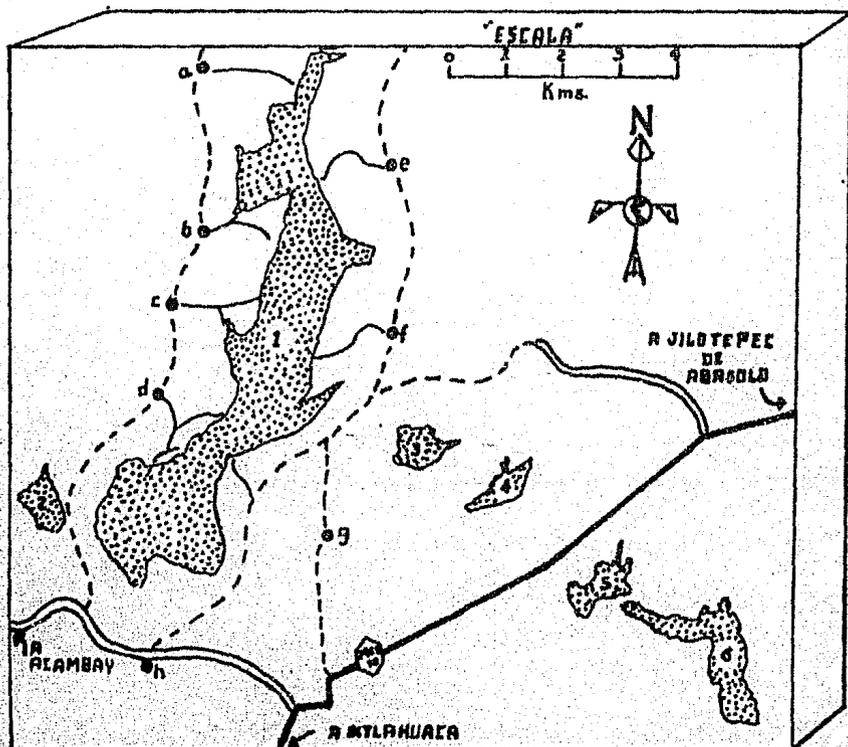


FIGURA 2: HIDROLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO Y VIAS DE ACCESO  
A LA PRESA HUAPANGO

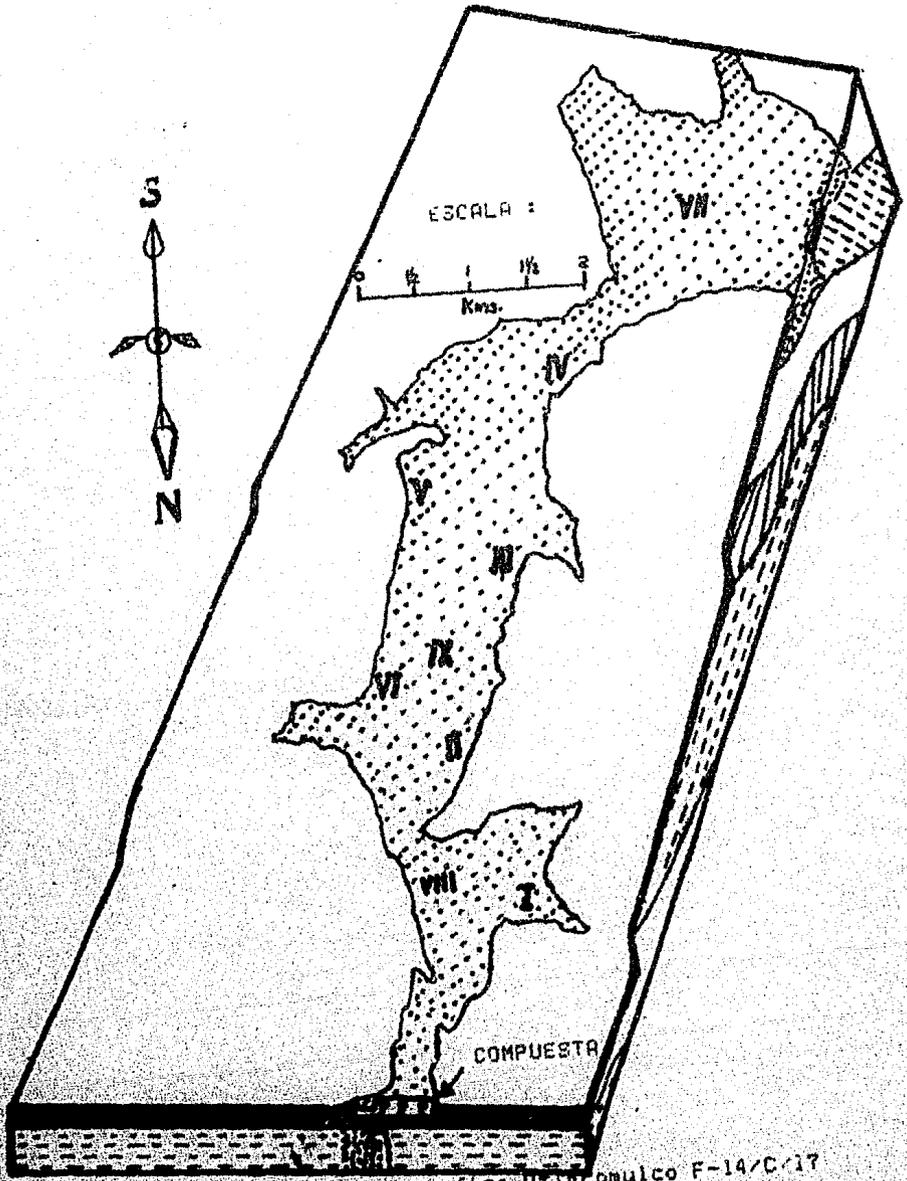
- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1 = PRESA HUAPANGO    | a = El Azafrañ  |
| 2 = PRESA SAN JUANICO | b = Los Pilones |
| 3 = PRESA LA HUARACHA | c = Las Arenas  |
| 4 = PRESA XHIMOJAY    | d = San Juanico |
| 5 = PRESA STA. ELENA  | e = Alameda     |
| 6 = PRESA DANXHO      | f = Huapango    |
|                       | g = El Palmito  |
|                       | h = Zarcagoza   |



- Carretera Federal
- Camino Pavimentado
- - - Brecha
- Vereda

Tomada de la carta topográfica "Atlixcomulco F-14/C/17"

FIGURA 3: UBICACION DE LAS ESTACIONES DE ESTUDIO EN LA PRESA HUIPANGO



Tomada de la carta topografica Huiaconulco F-14/C/17

FIGURA 4: DIAGRAMAS TROFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE - Chirostoma promelas POR TALLAS. ABRIL - 1982.

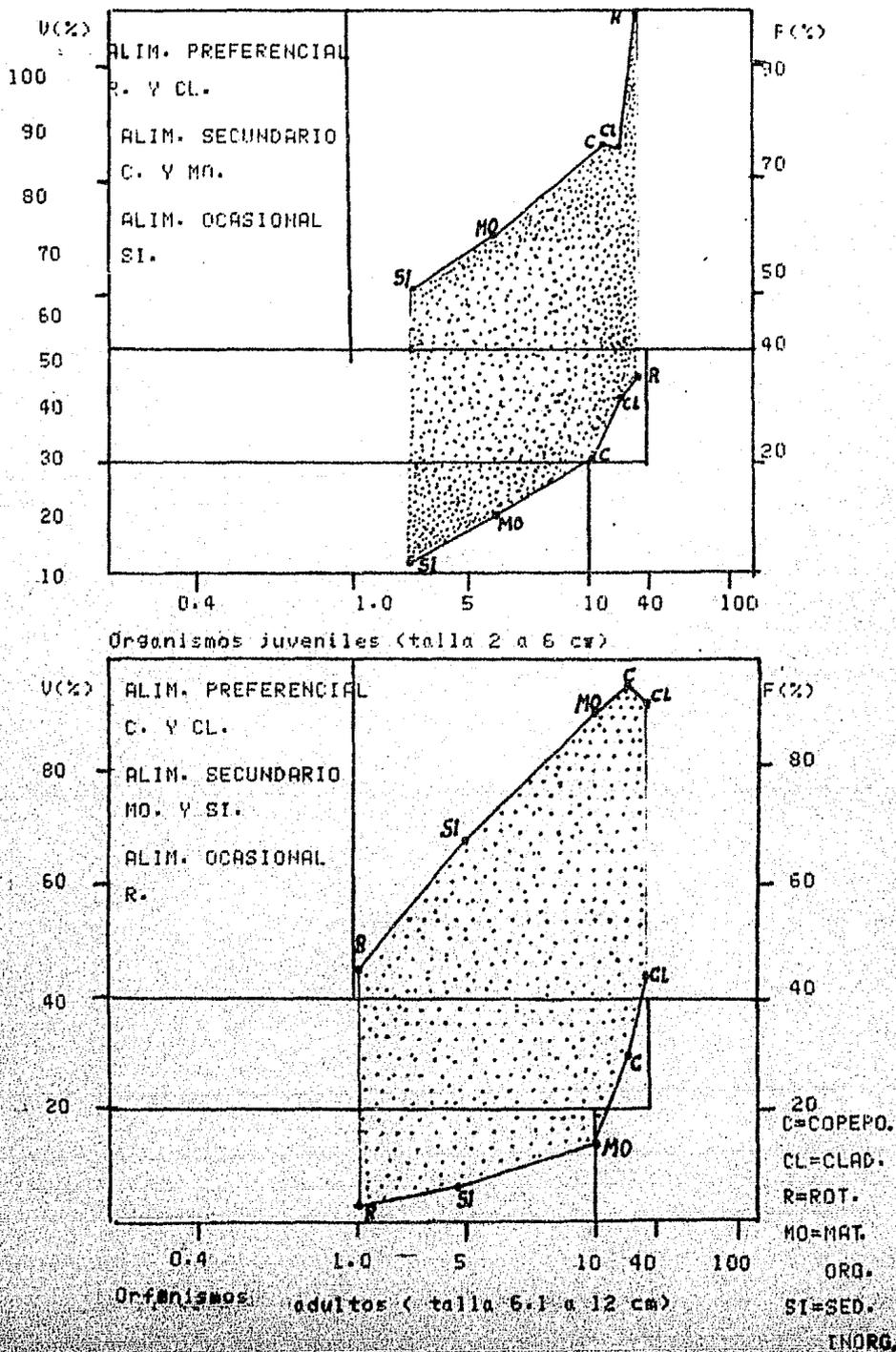


FIGURA 5: DIAGRAMAS TRÓFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE *C. promeloides*  
 POR TALLAS (MAYO, 1982)

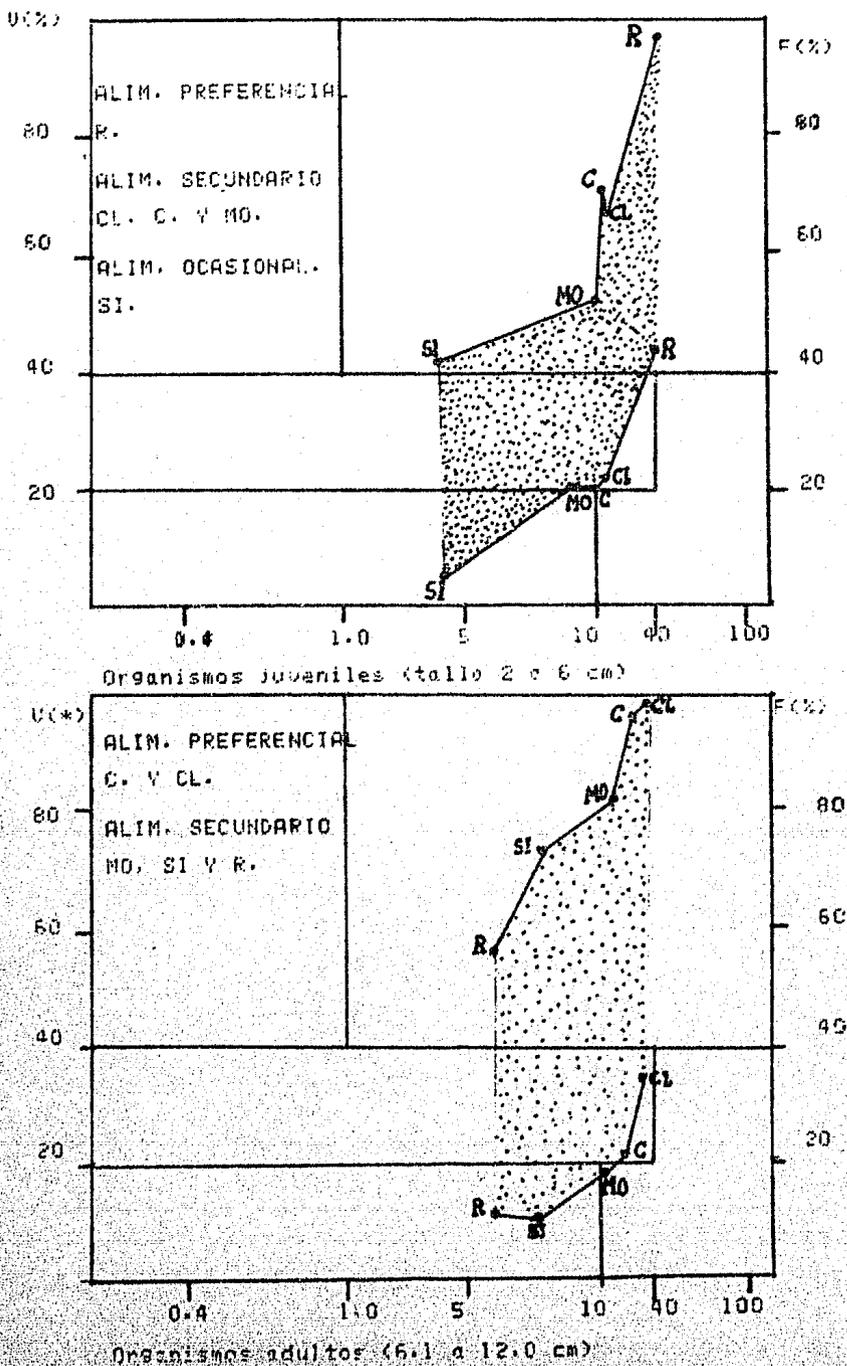
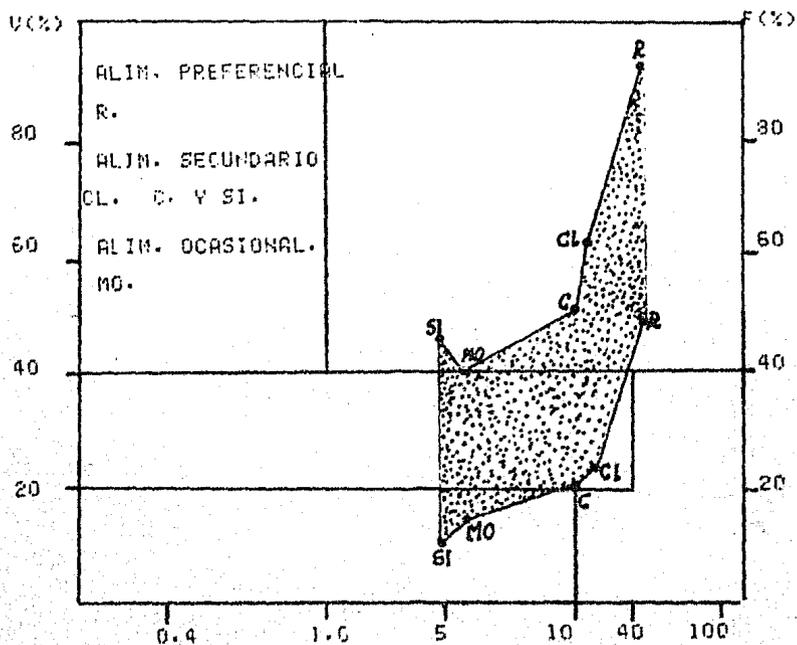
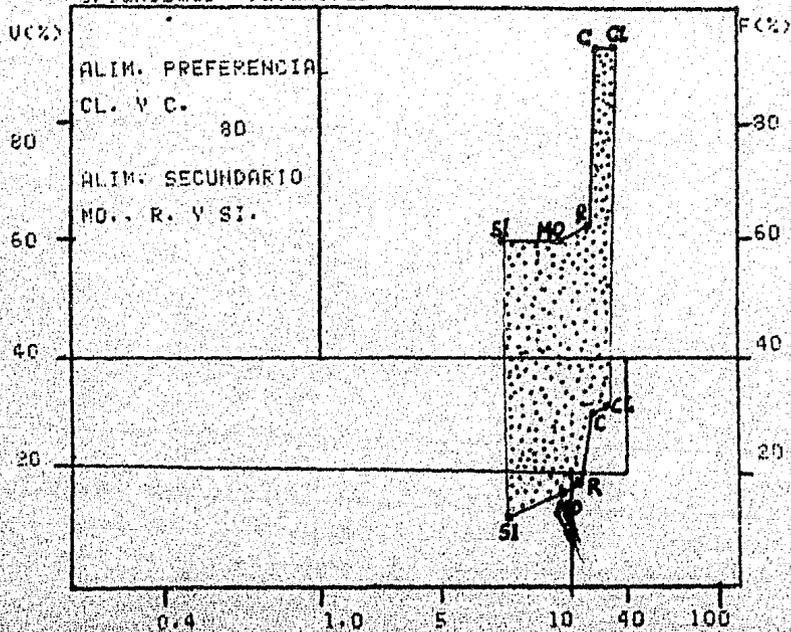


FIGURA 6: DIAGRAMAS TRÓFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
*C. promelas* POR TALLAS (JUNIO, 1962).

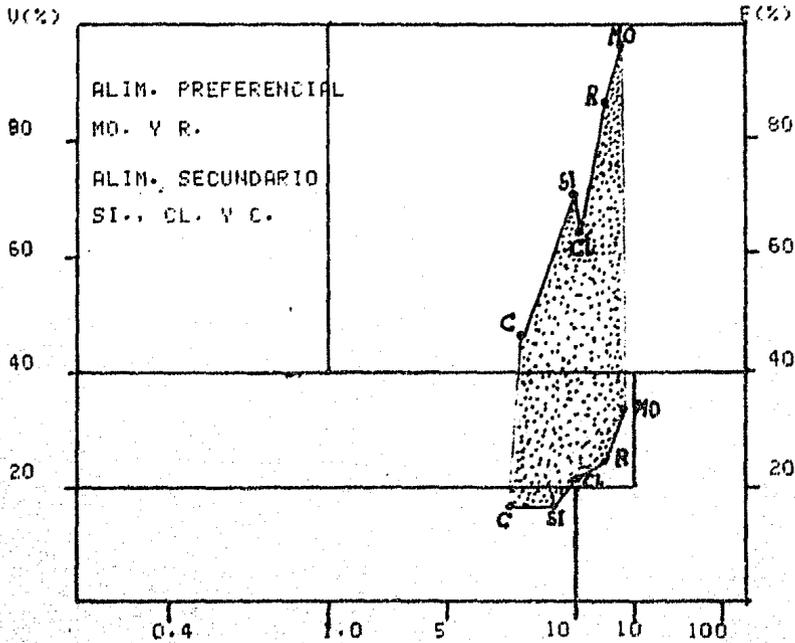


Organismos juveniles (talla de 2 o 6 cm)

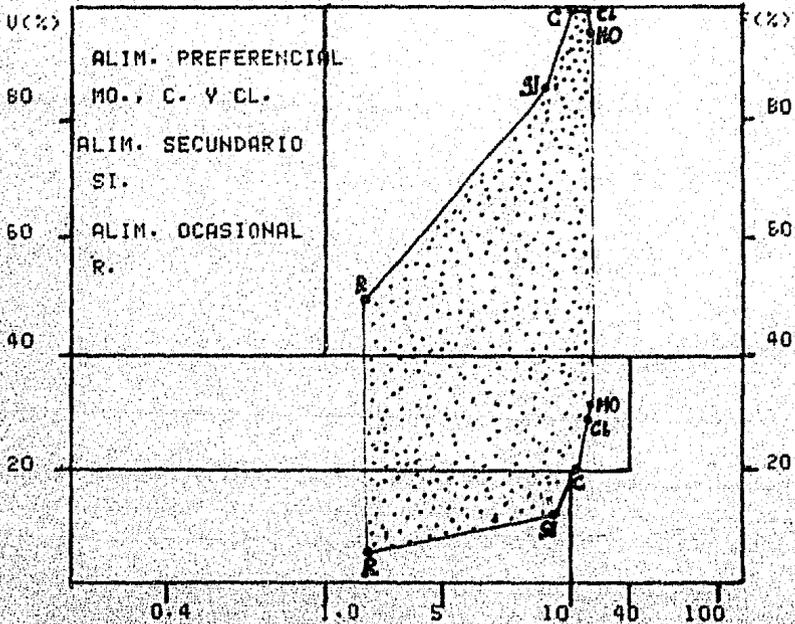


Organismos adultos (talla 6.1 a 12 cm)

FIGURA 7: DIAGRAMAS TROFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
*C. promelas* POR TALLAS (JULIO, 1982)



Organismos juveniles (talla 2 a 6 cm)



Organismos adultos (talla de 6.1 a 12 cm)

FIGURA 8: DIAGRAMAS TROFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
C. promelas POP TALLAS (AGOSTO, 1982)

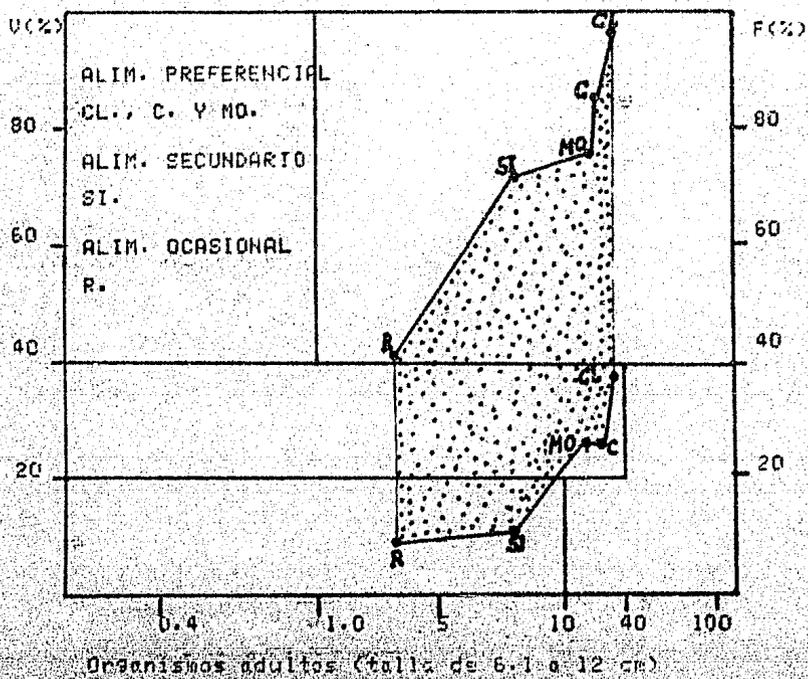
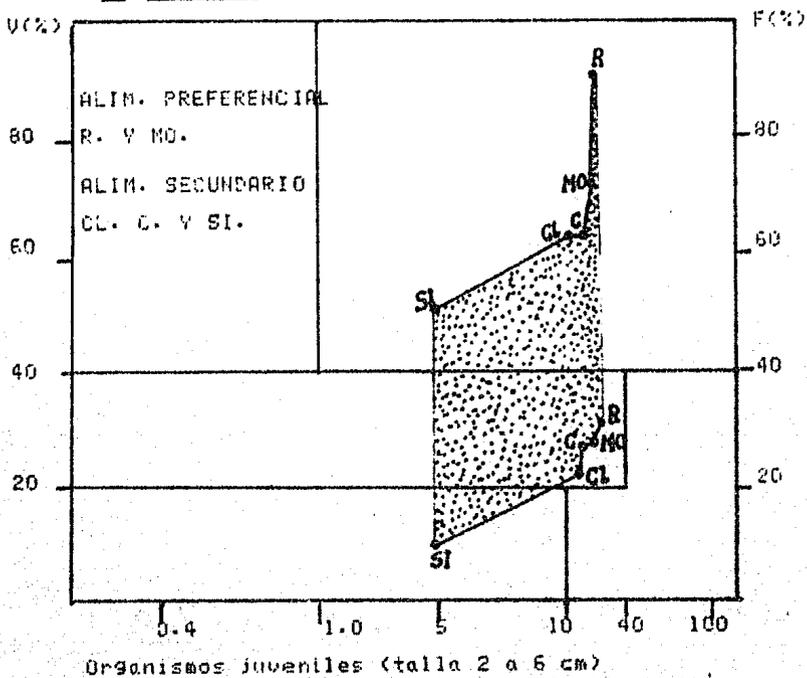


FIGURA 9: DIAGRAMAS TRÓPICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
C. promelas POR TALLAS (SEPTIEMBRE, 1982)

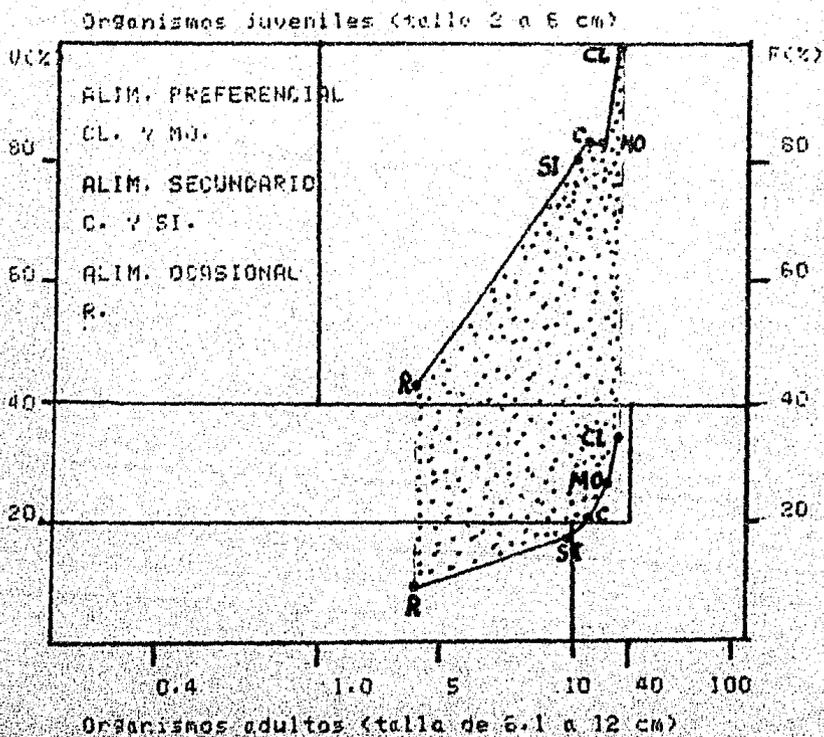
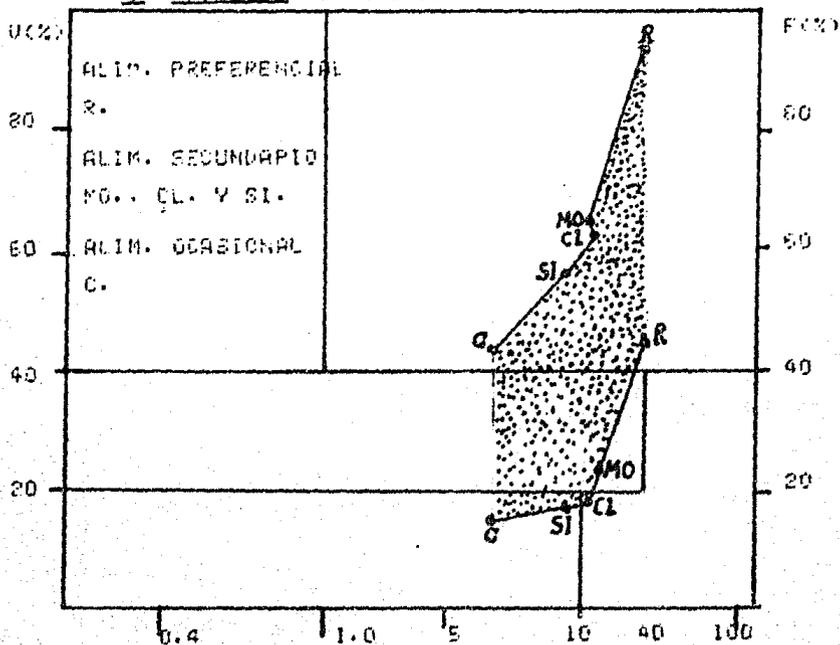


FIGURA 10: DIAGRAMAS TRÓFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
*C. promelas* POR TALLAS (octubre, 1982)

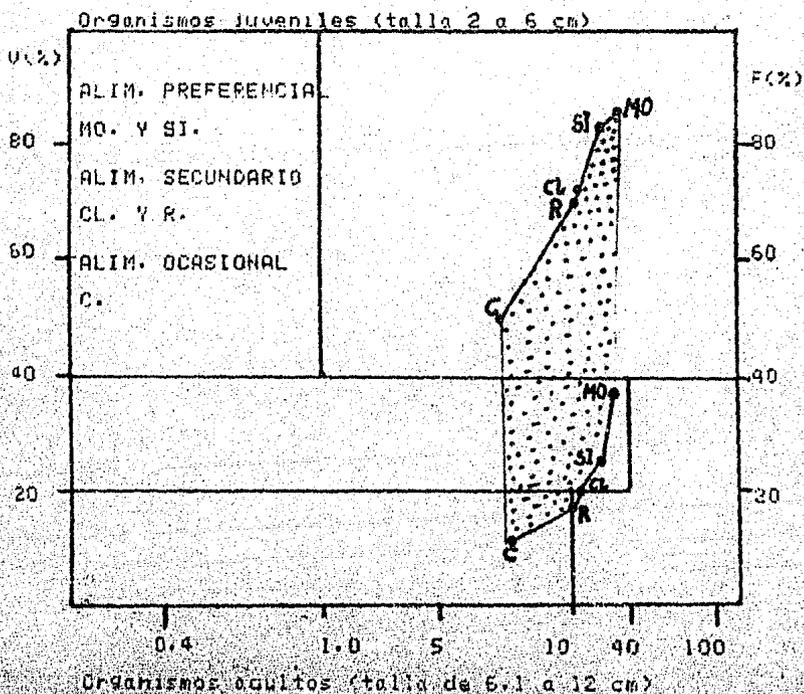
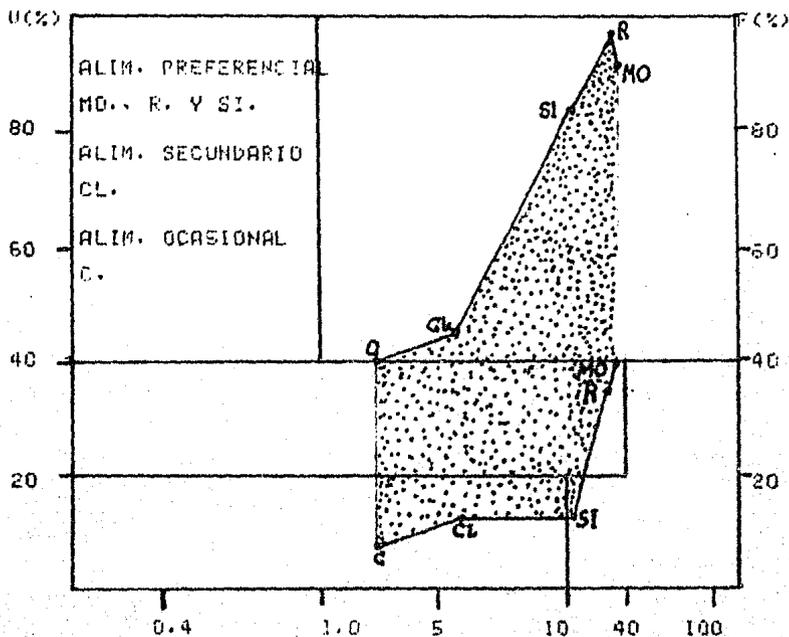


FIGURA 11: DIAGRAMAS TROFICOS COMBINADOS DE LA ESPECIE -  
*C. promelas* POR TALLAS (ENERO, 1983)

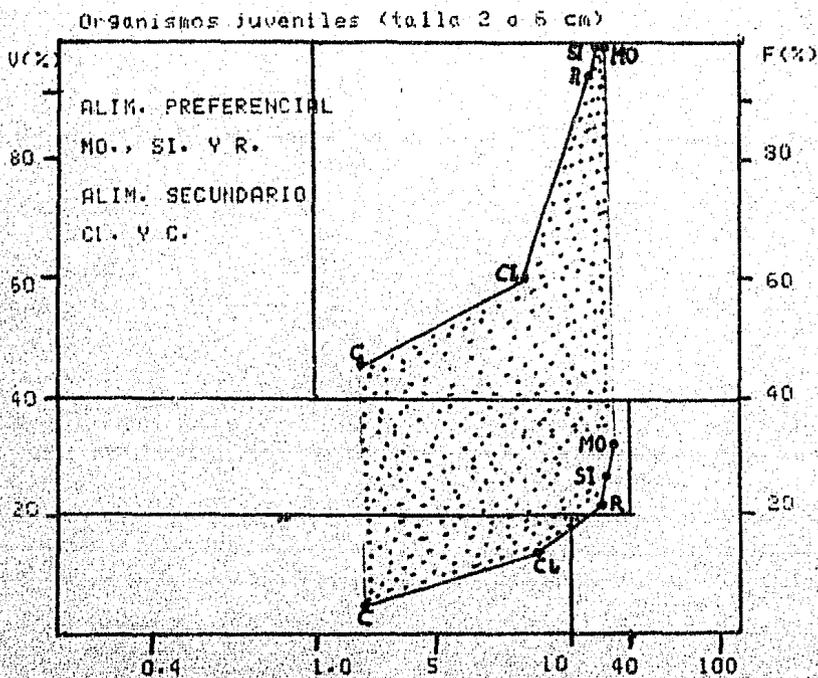
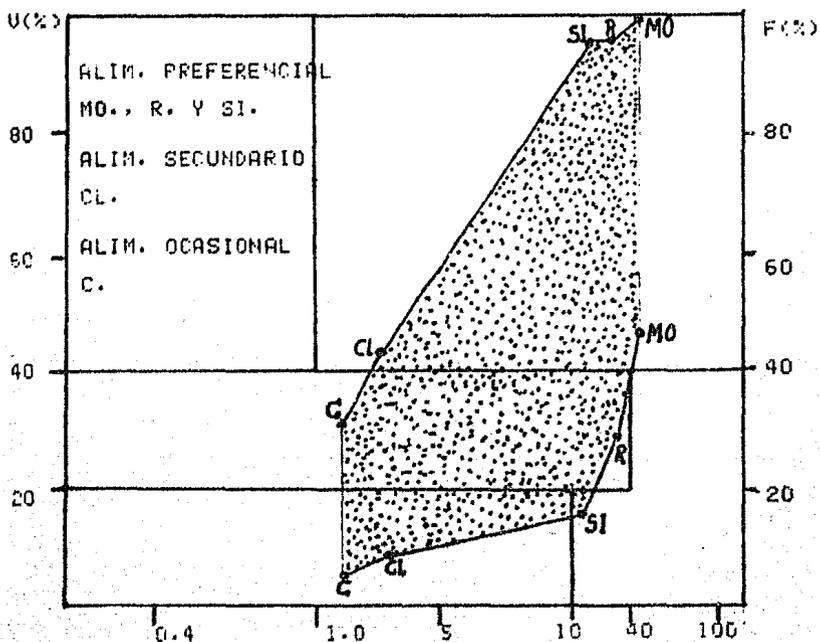


FIGURA 12: DOMINANCIA CUALITATIVA DE LAS ESPECIES - -  
 .PLANCTONICAS EN CADA ESTACION DEL AÑO

ESPECIE	PRIM.	VER.	OTOR.	INV.	
<b>CLADOCEROS</b>					
Daphnia magna	D	P	P	A	
Daphnia pulex	P	E	D	P	
Bosmina longirostris	P	R	P	A	
"Moina sp"	A	A	A	P	
<b>COPEPODOS</b>					
Diaptomus sp	E	D	D	P	
Macrocyclus sp	U	P	E	A	
<b>ROTIFEROS</b>					
Keratella cochlearis	E	E	E	D	
Keratella canadiensis	P	E	A	D	
Aplanchna sp	E	A	A	A	

D = DOMINANTE  
 E = ESCAZA  
 A = AUSENTE  
 P = PRESENTE

FIGURA 13: VARIACION DEL NIVEL DEL AGUA DE LA PRESA HUAPANGO  
 FASES DE CONCENTRACION Y DILUCION, ASI COMO LAS  
 ISOTERMAS DE LA COLUMNA DE AGUA

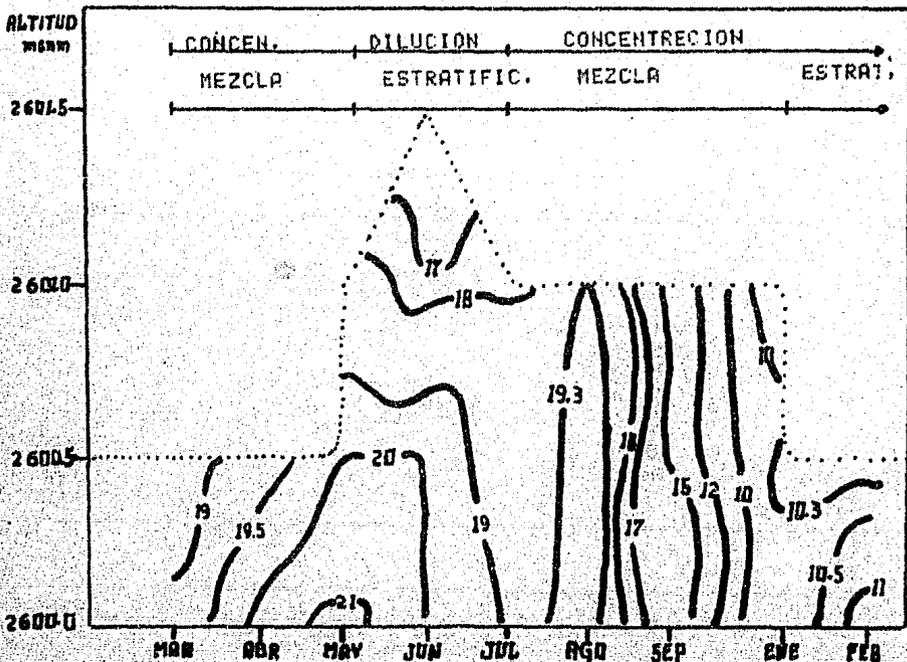
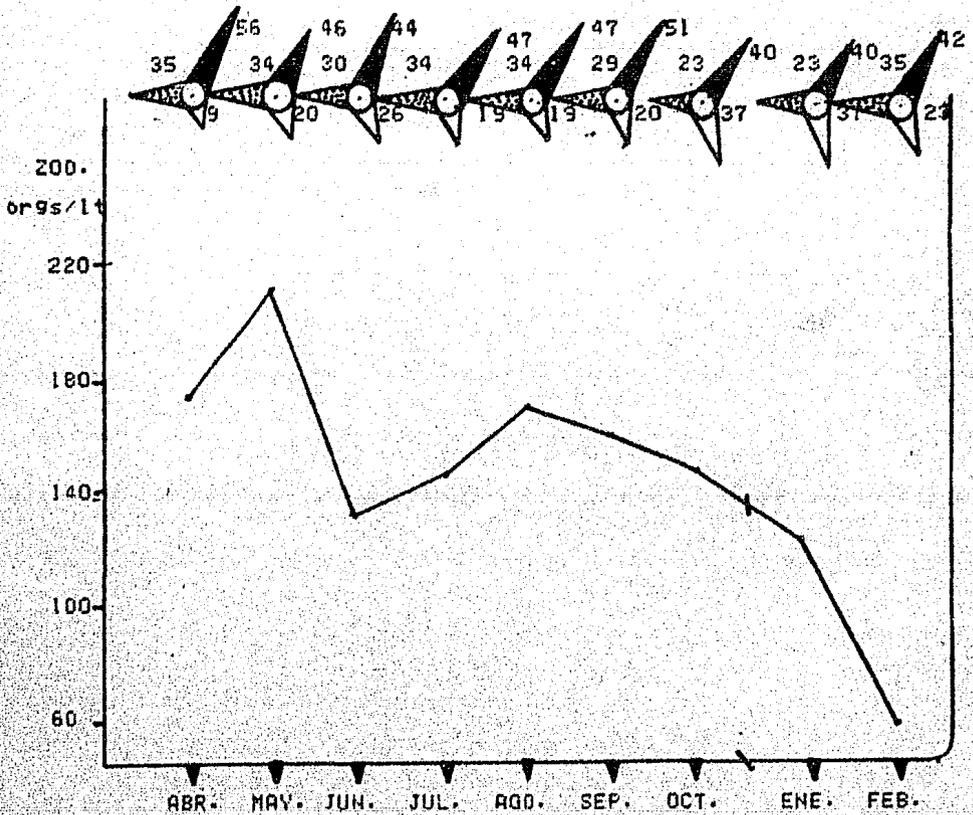


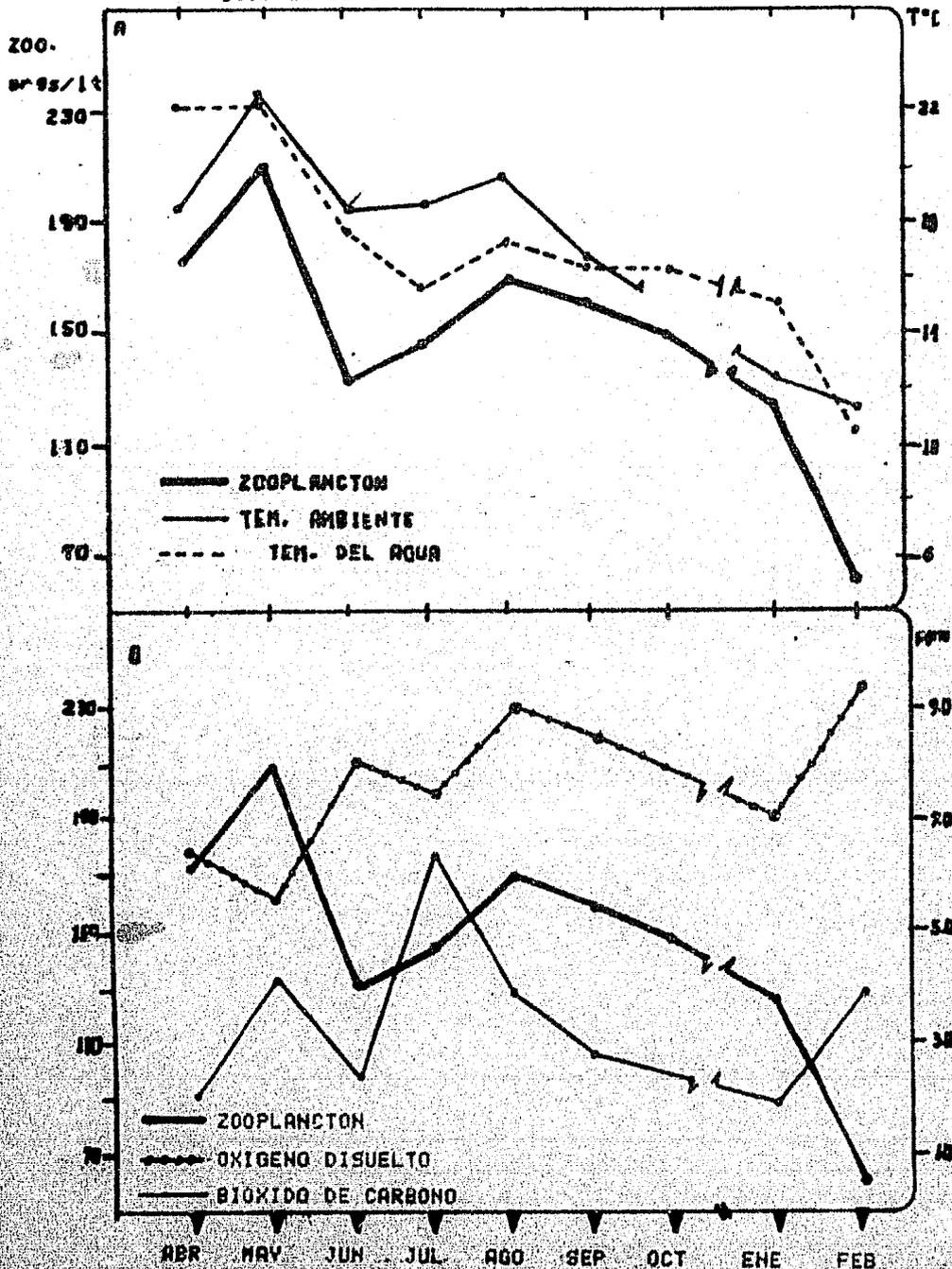
FIGURA 14: FLUCTUACION TEMPORAL DE LA COMUNIDAD ZOOPLANC-  
TONICA, DADA EN DENSIDAD ABSOLUTA Y COMPOSICION  
PORCENTUAL POR GRUPOS.

- = CLADOCEROS
- ◐ = COPEPODOS
- = ROTIFEROS



FIGURAS 15 y 16 : FLUCTUACION TEMPORAL DEL ZOOPLANCTON US

TEMPERATURA DEL AGUA Y AMBIENTAL (A); Y VARIACIONES DE OXIGENO Y BIOXIDO DE CARBONO (B)



**FIGURA 17:** VARIACIONES PROMEDIO DE OXIGENO DISUELTUO, CON LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA, SEGUN LA HORA

**FIGURA 18:** FLUCTUACION TEMPORAL DEL ZOOPLANCTON VS ALCALINIDAD Y PH DEL AGUA

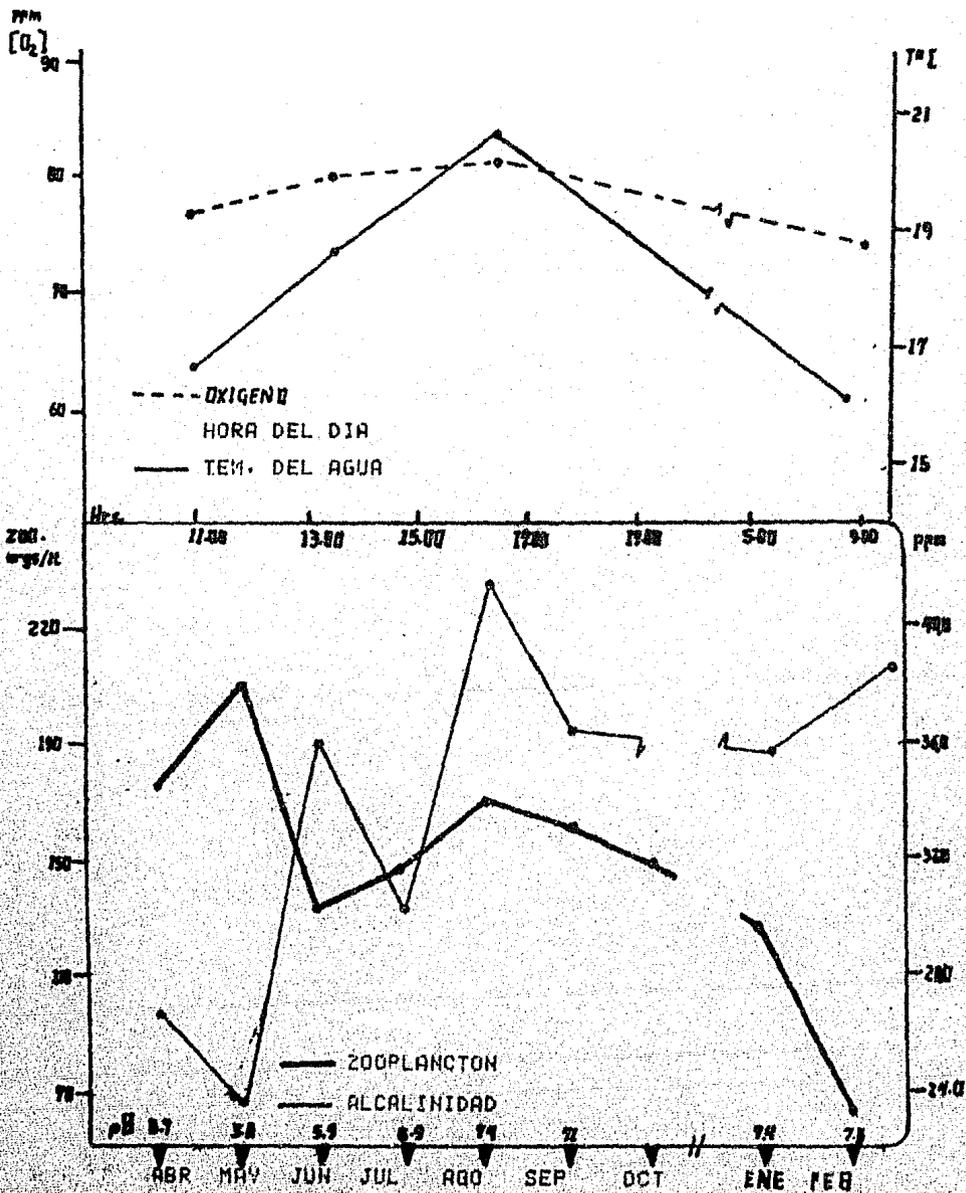
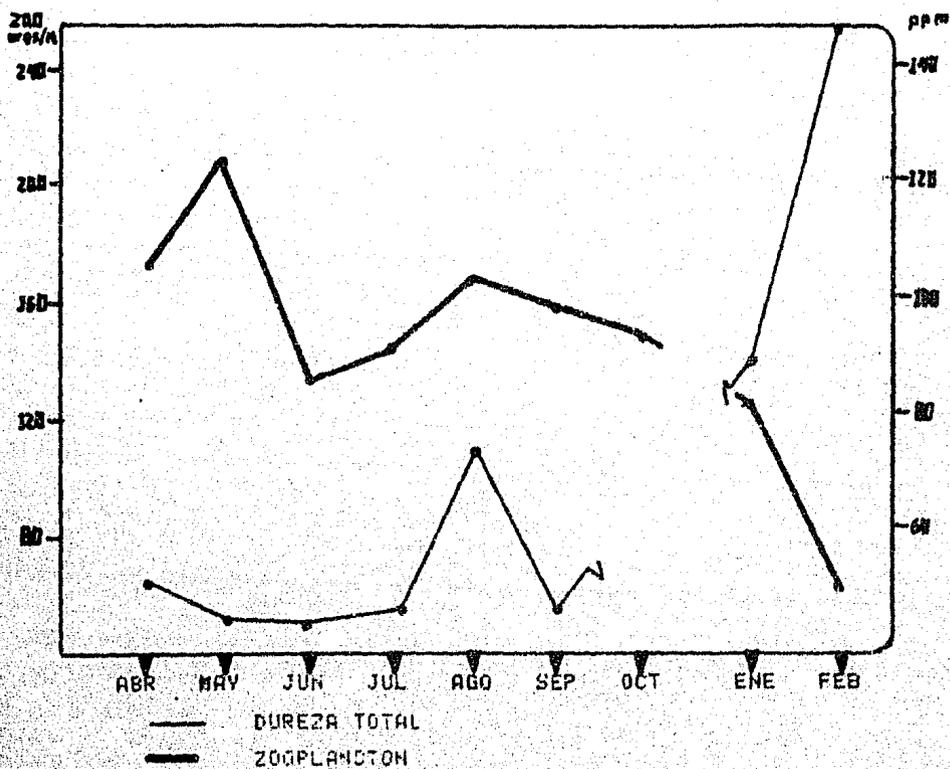


FIGURA 19: FLUCTUACION DE LA DENSIDAD DEL ZOOPLANCTON Y LA DUREZA TOTAL DEL AGUA



APARTADO 2

TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACION DEL ALIMENTO ENCONTRADO EN TRECTOS  
 DIGESTIVOS DE LA ESPECIE *Ch. promelas*, DE ORGANIS-  
 MOS JUVENILES (J) Y ADULTO (A), UTILIZANDO LA - -  
 ECUACION DE YASUDA (1960)

MES		COPEPODOS	CLADOCEROS	ROTIFEROS	MOND.	S. I.
ABRIL	J	0.76	0.76	1.0	0.6	0.5*
	A	0.96	0.93	0.43*	0.9	0.66
MAYO	J	0.7	0.66	0.96	0.53	0.43*
	A	0.96	1.0	0.56	0.8	0.7
JUNIO	J	0.5*	0.63	0.93	0.4*	0.4*
	A	0.93	0.93	0.66	0.6	0.6
JULIO	J	0.46*	0.63	0.86	0.96	0.7
	A	1.0	1.0	0.5*	0.9	0.86
AGOSTO	J	0.63	0.63	0.9	0.7	0.5*
	A	0.83	0.96	0.4*	0.76	0.73
SEP	J	0.43*	0.63	0.43*	0.66	0.56
	A	0.83	1.0	0.4*	0.8	0.8
OCT.	J	0.4*	0.4*	0.9	0.9	0.83
	A	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8
ENERO	J	0.3*	0.4*	0.95	1.0	0.9
	A	0.45*	0.6	0.95	1.0	1.0

$$\text{ECUACION DE YASUDA} = F = \frac{N}{NE}$$

F = FRECUENCIA DE APARICION DE ALGUN ALIMENTO

N = No. DE ESTOMAGOS CON DICHO ALIMENTO

NE = No. TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS

DECISION: SI  $F < 0.10$  ALIMENTO OCACIONAL \*

$0.10 < F < 0.50$  ALIMENTO SECUNDARIO \*

ALIMENTO PREFERENTE SI  $F > 0.50$

TABLA 2: DENSIDADES RELATIVAS Y ABSOLUTAS (ORGS/LT), DE ---  
ZOOPLANCTON, POR LUGAR DE COLECTA Y POR MES.

EST.	COP.				CLAD.				ROT.				TOTAL			
	COP.	CLAD.	ROT.	TOTAL	COP.	CLAD.	ROT.	TOTAL	COP.	CLAD.	ROT.	TOTAL	COP.	CLAD.	ROT.	TOTAL
I	36	29	17	82	33	94	18	200	31	73	14	118				
II	51	98	16	165	21	86	22	189	67	64	15	146				
III	54	209	6	269	120	114	71	305	104	54	20	178				
IV	65	53	6	124	36	29	80	145	28	77	72	177				
V	42	60	13	115	65	35	68	218	43	58	50	151				
VI	157	179	39	375	53	78	115	247	23	47	91	161				
VIII	-	-	-	-	37	215	11	263	10	49	12	71				
IX	24	49	14	87	18	77	8	103	8	50	4	62				
TOTAL	61	97	16	174	71	97	49	209	39	59	35	133				
	ABRIL				MAYO				JUNIO							
I	33	62	13	108	47	81	20	148	30	70	29	129				
II	99	70	16	185	103	99	21	223	53	122	17	192				
III	100	113	23	236	97	99	55	251	118	111	23	252				
IV	37	80	64	181	51	91	56	198	34	101	54	189				
V	45	69	46	160	56	72	51	181	64	68	17	150				
VI	40	41	48	129	51	50	48	148	31	37	98	166				
VIII	19	59	11	89	24	68	9	101	20	57	9	86				
IX	21	50	5	76	25	77	9	111	18	78	16	112				
PROM.	48	68	28	146	57	80	34	170	46	81	33	160				
	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE							
I	19	53	20	92	13	30	21	64	15	21	14	50				
II	82	89	27	198	79	65	18	162	45	35	16	96				
III	51	94	47	192	17	42	67	126	-	-	-	-				
IV	18	40	91	149	-	-	-	-	-	-	-	-				
V	44	68	63	175	-	-	-	-	-	-	-	-				
VI	29	49	113	191	24	66	61	151	-	-	-	-				
VIII	18	48	40	106	15	52	21	128	5	22	12	39				
IX	13	39	32	84	23	42	57	122	-	-	-	-				
PROM.	34	60	54	148	29	50	41	125	22	26	14	62				
	OCTUBRE				ENERO				FEBRERO							

---No se trabajó.

TABLA 3: DATOS DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS, NUBOSIDAD Y -  
 DENSIDAD ZOOPLANCTONICA POR MES Y LUGAR DE COLECTA.

VARIABLES. EST.	A B R I L								PROM.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Zoo.org/lt	82	165	269	124	115	375	-	86	174
T°C agua	17	18	19	20	21	17	-	17	18.4
pH	6.7	6.7	6.6	6.8	6.8	6.7	-	6.7	6.7
Oxig. PPM	6.3	6.4	6.4	6.9	5.9	7.0	-	6.1	6.4
Biox. carb. PPM	1.9	2.1	2.9	2.9	1.0	1.9	-	-	2.19
Alc. PPM	28	27.2	29.6	24	24.8	25.6	23.2	-	26
Dur. T. PPM	40.9	50.2	46.5	42.7	50.2	27.4	-	48.3	52.3
Dur. Ca PPM	26.8	29.3	26.3	32.8	22.3	53.6	-	41.7	33.2
% Nubes	10	40	60	50	0	50	-	0	35
Trans. cm	16	10	7.5	7.5	7.0	9.0	-	11	9.75
M A Y O									
Zoo.org/lt	200	189	305	145	218	247	263	103	209
T°C agua	26	21	24	22	18	20	24.5	25	22.5
pH	6.3	5.8	5.5	5.5	6.0	5.8	6.3	5.8	5.87
Oxig. PPM	5.7	5.9	6.2	6.2	6.2	4.9	4.5	5.8	5.6
Biox. carb. PPM	4.9	2.9	1.0	6.9	2.6	6.9	6.9	2.0	4.24
Alc. PPM	24.8	28	27.2	16	3.6	24.4	32	24	23.5
Dur. T. PPM	37.2	46.5	34	48.3	44.6	55.8	57.6	43.7	46.6
Dur. Ca PPM	17.9	22.3	18.6	14.1	17.8	17.8	16.4	14.1	17.4
% Nubes	40	70	50	70	100	50	70	50	54
Trans. cm	9.5	9.0	7.0	2.0	7.5	9.5	10	9.5	8.75
J U N I O									
Zoo.org/lt	118	146	178	177	151	161	71	62	133
T°C agua	18	19	19	22	15	19.5	18	18	18.5
pH	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.0	5.91
Oxig. PPM	8.0	8.1	7.4	8.0	8.8	8.4	7.6	9.0	8.16
Biox. carb. PPM	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5
Alc. PPM	32	33.2	33.6	44	44	36.3	30.8	35.2	36
Dur. T. PPM	31	42.7	48.3	57.6	52	50.2	30.6	57.6	46.3
Dur. Ca PPM	25.3	15.6	14.1	18.5	18.6	24.6	6.4	20.8	18.1
% Nubes	0	20	5	30	80	80	0	100	39.4
Trans. cm	8.0	8.0	7.0	6.5	7.5	6.5	9.0	5.5	7.37

TABLE 3: CONTINUACION...

VARIABLES. T/	J U L I O								
	I	11	111	1111	11111	111111	1111111	11111111	111111111
Zoo. org/lt	108	185	206	181	160	129	89	76	146
T°C agua	16.5	24	22	21	15	16.5	17	16.5	16.6
pH	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.5	6.5	6.5
Oxig. PPM	7.4	7.3	7.8	8.1	6.9	7.4	7.6	7.4	7.5
Biox. carb. PPM	5.9	5.9	5.9	4.9	5.9	6.9	5.9	7.9	6.99
Alc. PPM	32	32.6	29.6	30.4	28.2	29.6	32	31.2	30.8
Dur. T. PPM	46.5	48.2	49.3	47.4	50.2	50.0	46.5	50.2	48.4
Dur. Ca PPM	14.1	12.6	16.4	18.6	20.1	14.9	15.6	18.6	18.4
% Nubes	30	25	70	60	70	50	90	90	61
Trans. cm	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	10.0	6.5	7.31
A G O S T O									
Zoo. org/lt	148	223	251	198	183	149	101	111	170
T°C agua	20	21	22	22	16	18	20	18	18.6
pH	7.5	7.3	7.7	7.6	7.4	7.4	7.2	7.4	7.45
Oxig. PPM	9.4	9.2	9.1	9.7	8.4	6.9	8.8	10.5	9.1
Biox. carb. PPM	2.9	2.9	2.9	3.4	4.9	5.9	2.9	4.9	3.99
Alc. PPM	41.5	40	49.2	40.8	38.4	33.6	50.8	36.3	41.4
Dur. T. PPM	61.7	66	79.2	70.4	102	70.4	66	85.8	75.2
Dur. Ca PPM	22	17	22.4	24.6	31.7	27.1	20.2	21.7	27.1
% Nubes	10	10	20	20	10	5	10	2	11
Trans. cm	9.5	7.0	6.0	5.0	8.0	11	9.8	6.0	7.93
S E P T I E M B R E									
Zoo. org/lt	129	192	252	189	150	165	85	112	160
T°C agua	15	17	19	21	15	15	18	15	16.8
pH	7.5	6.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.2	7.0	7.18
Oxig. PPM	7.8	8.0	9.5	9.3	9.2	9.0	7.6	8.4	9.6
Biox. carb. PPM	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	-	2.85
Alc. PPM	37.6	35	35	33.6	37.6	34.4	39.2	36	36.2
Dur. T. PPM	47.7	47.9	49.1	48	49.7	46.6	46.1	51.9	46.4
Dur. Ca PPM	22.0	23.3	33.4	27.2	25	25.6	21.6	37.9	27.1
% Nubes	35	30	60	20	10	15	80	15	39
Trans. cm	7.0	6.0	9.0	6.5	6.0	8.5	7.0	6.0	7.12

TABLA 3: CONTINUACION...

VARIABLES./EST.	E N E R O / 1983									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Zoo.orgs/lt	64	162	126	-	-	151	128	122	136	
T°C agua	15	11	15	-	-	10	14	10	12.5	
pH	7.7	7.2	7.0	-	-	7.8	7.6	7.3	7.4	
Oxig. PPM	6.4	8.6	9.0	8.0	-	-	6.0	9.0	7.1	
Biox.carb. PPM	1.4	1.4	1.6	1.4	-	-	2.6	2.9	1.92	
Alc PPM	36.8	36	35.2	34.4	-	-	36.8	36	35.8	
Dur. T. PPM	105.6	86.4	89	108	-	-	67.2	84	90.7	
Dur. Ca PPM	32.7	28.8	29.8	33.6	-	-	25.4	31.7	30.4	
% Nubosidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trans. cm	6.0	6.0	4.5	-	-	5.0	5.5	8.0	5.3	

VARIABLES./EST.	F E B R E R O / 1983									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Zoo. orgs/lt	50	96	-	-	-	-	39	-	62	
T°C agua	11	13	-	-	-	-	10	-	12.3	
pH	7.9	7.7	-	-	-	-	7.9	-	7.8	
Oxig. PPM	9.0	9.2	-	-	-	-	9.91	-	9.4	
Biox. carb. PPM	2.99	6.99	-	-	-	-	1.3	-	3.99	
Alc. PPM*	36.8	44.8	-	-	-	-	34.4	-	36.6	
Dur. T. PPM	110	204	-	-	-	-	129.7	-	148.1	
Dur. Ca PPM	42.3	56.8	-	-	-	-	34.6	-	44.6	
% Nubes	15	10	-	-	-	-	5	-	10	

ACOTACIONES:

--= no se determinó

Números romanos = lugares de colecta

TABLA 4: DATOS PROMEDIO DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS, NUBOSIDAD Y DENSIDAD ZOOPLANCTONICA POR CADA MES.

VARIABLES.	MES.ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	ENE.	FEB.
Zoo.org/lit	174	209	133	146	170	160	126	62
T°C agua	18.4	22.5	18.5	18.6	19.6	16.8	12.5	11.3
pH	5.7	5.3	5.9	5.5	7.4	7.1	7.4	7.2
Oxig. PPM	6.4	5.6	8.1	7.5	9.1	8.6	7.1	9.4
Bióx.carb. PPM	1.19	2.24	2.56	5.49	3.99	2.85	1.92	3.99
Alc. PPM *	26.0	23.5	36.0	30.8	41.4	36.3	35.8	38.6
Dur. T. PPM	52.3	46.6	46.3	48.4	75.2	48.4	30.0	148.12
Dur. de Co PPM	33.2	17.4	18.0	16.3	27.1	27.1	30.8	44.6
% nubes	35	54	39.4	61	11	39	0	44.5
Trans. cm	9.75	8.75	7.37	7.31	7.93	7.12	5.86	3.33

\* la alcalinidad fue debida a bicarbonatos en todas las ocasiones.

TABLA 5: PORCIENTOS DE FRECUENCIA Y VOLUMEN. DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE Chirostoma promelas, EN LA PRESA -- HUAPANGO, POR MES.

CONTENIDO ESTOMACAL (30 ejemplares/mes)	(ABRIL-1982)			
	ADULTOS		JUVENILES	
	FRECUENCIA (%)	VOLUMEN (%)	FRECUENCIA (%)	VOLUMEN (%)
COPEPODOS	95.6	30.2	75.6	20.8
CLADOCEROS	93.3	44.1	75.6	32.2
ROTIFEROS	43.3	3.1	100	34.1
SEDIM. INORGANICOS	66.6	7.6	50	6.62
MATERIA ORGANICA	40	13.8	60	10.7
	(MAYO-1982)			
COPEPODOS	96.6	23.8	70	20
CLADOCEROS	100	34.7	55.6	23.6
ROTIFEROS	56.6	11.1	96.6	44.8
SEDIM. INORGANICOS	73.3	10.6	43.3	10.6
MATERIA ORGANICA	83.3	19.3	53.3	20.2

TABLA 5: CONTINUACION...

CONTENIDO ESTOMACAL (30 ejemplares/mes)	(JUNIO, 1982)			
	ADULTOS		JUVENILES	
	FRECUENCIA (%)	VOLUMEN (%)	FRECUENCIA (%)	VOLUMEN (%)
COPEPODOS	92.3	30.2	60	21.3
CLADOCEROS	93.3	32.3	63.3	24.5
ROTIFEROS	63.3	16.5	93.3	49.2
SEDIM. INORGANICOS	60.6	13.1	46.6	11.0
MATERIA ORGANICA	60	16.5	40	15.2
			(JULIO, 1982)	
COPEPODOS	100	34.7	46.6	17.2
CLADOCEROS	100	29.7	63.3	22.8
ROTIFEROS	50	7.0	86.6	25
SEDIM. INORGANICOS	86.6	12.2	70	17.6
MATERIA ORGANICA	96.6	31.4	96.6	33.3
			(AGOSTO, 1982)	
COPEPODOS	86.6	25.5	63.3	27.2
CLADOCEROS	96.6	28.5	63.3	27.3
ROTIFEROS	43.3	9.51	90	31
SEDIM. INORGANICOS	73.3	11.3	50	10.6
MATERIA ORGANICA	76.6	26.3	73.3	28
			(SEPTIEMBRE, 1982)	
COPEPODOS	83.3	20	43.3	15.8
CLADOCEROS	100	34.8	63.3	23.3
ROTIFEROS	43.3	10.6	93.3	44.7
SEDIM. INORGANICOS	80	18.4	56.6	16.6
MATERIA ORGANICA	83.3	21.7	66.6	17.8
			(OCTUBRE, 1982)	
COPEPODOS	60	12.8	40.0	8.2
CLADOCEROS	73.3	20	46.6	13.3
ROTIFEROS	70	17.9	96.6	35.2
SEDIM. INORGANICOS	83.3	25.7	83.3	14.8
MATERIA ORGANICA	86.6	37	90	38.9

TABLA 5: CONTINUACION...

CONTENIDO ESTOMACAL (20 ejemplares)	(ENERO, 1983)			
	ADULTOS		JUVENILES	
	FRECUENCIA	VOLUMEN	FRECUENCIA	VOLUMEN
	(%)	(%)	(%)	(%)
COPEPODOS	45	6.3	30	6.4
CLADOCEROS	60	14.4	40	7.7
ROTIFEROS	95	22.4	95	28.6
SEDIM. INORGANICOS	100	27	95	16
MATERIA ORGANICA	100	30.2	100	46

TABLA 6: PORCIENTOS DE LLENADO DE LOS ESTOMAGOS, SEGUN EL DESARROLLO GONADICO: (A) ESTADIOS I, II, III Y (B) ESTADIOS IV, V, VI (NIKOLSKY, 1976).

ABRIL		MAYO		JUNIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
(A)	*(B)	(A)	(B)	(A)	*(B)	(A)	*(B)	(A)	*(B)
50.0	25.0	50.0	40.0	42.8	27.2	22.2	25	21.4	33.3
52.9	27.2	50.0	33.3	20.0	25.0	22.2	23.0	26.3	37.5
53.2	30.0	22.0	37.5	22.2	16.6	25.0	36.3	45.4	33.3
53.8	33	30.0	36.4	27.7	27.7	30.5	40.0	22.2	33.3
57.1	35.7	33.3	18.1	22.2	23.0	50.0	41.7	27.2	37.5
60.0	37.5	46.1	28.5	30.4	23.0	46.1	31.0	36.6	25.0
61.4	41.6	46.6	23.5	40.0	16.6	27.27	23.7	30.4	16.6
66.6	42.1	22.2	27.2	36.3	23.7	35.7	40.0	30.0	25.9
68.4	43.7	27.2	36.7	46.4	23.0	36.3	23.0	38.4	25.0
72	47.3	33.3	41.1	22.2	23.0	42.8	28.5	36.3	16.6
	50.0		23.07	36.4	25.5	44.0	31.0	39.4	31.0
			47.0		23.0	30.4	20.0	23.0	25.7
			44.4		28.5	41.9	10.0	30.4	23.0
			25.0	23.0	30.0	23.0		25.42	
					23.0	30.00	23.0		25.4

TABLA 51. CONTINUACION...

JULIO		OCTUBRE		ENERO/82	
(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
33.3	28.8	17.8	28.0	17.6	25.9
23.8	28.5	15.7	20.0	22.2	25.0
40.0	28.8	31.0	20.0	30.43	46.15
46.1	20.0	12.3	25.0	33.3	20.0
46.6	23.0	25.0	25.4	30.0	23.53
41.6	42.8	33.8	14.2	20.0	28.5
48.3	33.3	23.8	23.0	25.9	28.6
33.3	33.3	23.8	26.5	30.0	-
45.0	40.7	30.0	14.2	30.4	--
41.6	16.6	21.7	13.0	28.6	-
40.7	23.0	27.2	26.0	33.3	-
58.8	35.7	28.0	27.27	30.4	
42.8	31.0		25.7	35.7	
33.3	23.5				
	31.0				
23.52					

\* = MES DONDE SE DETECTO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA, CON EL DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR. (COCHRA, 1981)

NDIA - DONDE NO APARECEN DATOS, NO SE ANALIZARON OROS, O NO SE PUDO OBSERVAR SU DESARROLLO GONADICO.

LITERATURA CITADA

- 1) ALVAREZ J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. Sec. Mar. Dirc. Gral. Pesc. Indust. Comex. México. 136 pp.
- 2) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1982. Análisis de aguas y aguas de desecho, incluyendo sedimentos bentónicos y lodos. Ed. Interamericana. New. York. 609 pp.
- 3) ANDREUWARTHA H. G. 1973. Introducción al estudio de poblaciones animales. Ed. Alhambra. Madrid 332 pp.
- 4) ARMIJO O. A. y SASSO V. 1976. Observaciones Preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de atherinidos. Chirostoma spp. del lago de Patzcuaro Mich. Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática. México 1-12.
- 5) BARBOUR D. C. 1973. A Biogeographical history of Chirostome (Pisces: Atherinidae): a species flock -- the Mexican plateau.
- 6) BERG K. 1931. Studies on the genus Daphnia O.F. Müller with special reference to the mode of reproduction. Vidensk. Medd. dansk Naturh. For. 222 pp.
- 7) BARNES R. D. 1977. Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana. 540 pp.
- 8) BOYD C. E. 1979. Water quality in warmwater fish-ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station. Auburn Alabama. 359 pp.
- 9) BROOKS J. L. 1968. The effects of prey size selection by lake planktivores. USA. Syst. Zool. 17:273-291.
- 10) BROCK D. A. 1980. Genotype sucesión in the cyclomorphosis of Bosmina longirostris. Freshwater Biology 10:239-243.

- 11) CADENA R. J. y MARTINEZ H. J. (inédito) 1979. 111 - Avance del inventario nacional de cuerpos de agua epicontinentales, rendimiento potencial e importancia para la acuicultura. Depto. de Pesca. Manuscrito 600 pp.
- 12) CLAUSSE R. y FACY L. 1968. Las nubes. Ediciones Martinez Roca. Barcelona. 185 pp.
- 13) COCHRAN W. G.; COX G. 1981. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México. 661 pp.
- 14) CUESTA T. C. 1931. Chirostoma samani. Nov. An. Inst. Biol. U.N.A.M. México. 2(3). 235-241.
- 15) DE BUEN, F. 1940. Métodos de investigación planctónica seguidos en la estación limnológica de Pátzcuaro Mich. Depto. Mar. Nal. 4:39-47.
- 16) ----- 1940. Lista de peces de agua dulce de México, en preparación de su catálogo. claves. Sec. Mar. Nal. 2: 1-66.
- 17) ----- 1942. Los peces del lago de Chapala en una nota del profesor Cuesta Terrón, 1935. Invest. Nat 4(3-4). 211-232.
- 18) ----- 1943. Los lagos michoacanos y características generales. El lago Zirahúen. Rev. Soc. Mex. - Hist. Nat. 2(2).68-78.
- 19) DETENAL 1980. Cartas topográficas. Tepelí del Rio. -- E-14/A/16, Polotitlan, F-14/C/87 y Atlacomulco -- F-14/C/17. Comisión de Estudios del Territorio -- Nacional. México.
- 20) DUMONT H. J. de ELDE. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of cladocera, copepoda and rotifera from the plankton, periphyton and -- benthos of continental waters. Oecology Berlin. 19: 75-97.
- 21) EDMONSON W. T. 1959. Fresh-water biology. Word. Henry Baldwin Edition New-York. 248 pp.

- 22) ESPINOZA R. M. 1941. Estudios bromatológicos del pez codo blanco (Ch. ester Jordan). Invest. Est. Limn. Patzcuaro Mich. 8:1-8.
- 23) GARCIA E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geo. U.N.A.M. 246 pp.
- 24) GEORGE N. G. & C. H. 1970. Diurnal migration in -- three species of rotifers in Sunfish lake, Ontario. Limnol. Oceanog. 15:218-229.
- 25) GOLTERMAN H. L. 1969. Methods for Chemical Analysis of fresh-waters. Blackwell Scientific Publications. num.8 Oxford 213 pp.
- 26) HAIRSTON N. G. 1976. Photoprotection by carotenoid pigments in the copepod Diatomus neohansis. Proc Nat. Acad. USA. 73: 971-974.
- 27) HUTCHINSON G. I. 1967. A treatise on Limnology. Geography, physics, and chemistry. John Wiley and -- Sons. New-York 115. pp.
- 28) JORDAN D. S. & C. L. HUBBS. 1919. A monographic review of the family of Atherinidae on Silivensides Leland Stanford Junior Univ. Series. 87 pp.
- 29) JORDAN D. S. & J. O. SNYDER 1899. Notes on a collection of fishes from the rivers of Mexico, with -- description of twenty new species. Bull. U.S. -- Fish. Comm. 19:115-145.
- 30) JUAREZ P. R. 1982. La acuicultura y su organización en México. "Memorias del curso de 'Técnicas de piscicultura'. U.N.A.M. -----
- 31) MARGALEF P. 1983. Limnología. Ed. Omega Barcelona. 1001 pp.
- 32) NIKOLSKY . 1976. The ecology of fishes. Academic -- press inc. New-York. 353 pp.

- 33) ODUH F. E. 1983. Ecología. Ed. C.E.C.S.A. México. - 236 pp.
- 34) PENNAK R. W. 1978. Fresh-water Invertebrate of the United States. Miller Interscience Publication. 469 pp.
- 35) ROSAS M. M. 1970. Pescado blanco (Chirostoma ester) su fomento y su cultivo en México. Sect. Ind. Com. Ins. Nal. de Inv. Biol. Pesc. 79 pp.
- 36) ----- 1976. Peces dulce acuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Inst. Nal. de Pesc. en México. 79 pp.
- 37) SCHMOERBEL J. 1975. Métodos de hidrobiología. Hermann Blume Ediciones. Madrid 262 pp.
- 38) SNEDECOR G. COCHRAN W. 1971. Métodos estadísticos. Ed. Continental. Madrid. 705 pp.
- 39) SOLÓRZANO P. A. 1961. Contribución a la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro, Mich. (Chirostoma bartoni Jordan y Evermann, 1906). Sect. Ind. Com. Direc. Gral. de Pesca e Ind. Conex. México. -- 67 pp.
- 40) ----- 1963. Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro, Mich. (Chirostoma ester Jordan 1879) México. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesc. Direc. Gral. de Pesc. e Ind. Conex. México.
- 41) VALLENTYNE R. JOHN 1978. Introducción a la limnología. Ed. Omega. Barcelona. 169 pp.
- 42) YAREZ-ARANCIBIA L. A. 1975. Sobre los estudios de peces sobre lagunas costeras. Nota científica y métodos. Anales de Cien. del Mar y Limn. U.N.A.M. - - 2(1): 52-57.
- 43) ----- 1976. Prospectivas biológicas y ecológicas del bagre marino Galeichthys cuerulescens en el sistema lagunar costero de Guerrero México. Anales de Cien. del Mar y Limn. U.N.A.M. 186 pp.

- 44) YASUDA F. 1960. The types of food habits of fishes ---  
assured by stomach contents, examination. Bull. -  
Japanese. Soc. Sci. Fish. 26(7): 653-662.
- 45) METZEL G. R. 1981. Limnologia. Ed. Omega. Barcelona.  
679 pp.

A P E N D I C E 1

"ALGUNOS DATOS METEOROLOGICOS DEL MUNICIPIO DE ACAMBAY EDO DE MEXICO"

DEPARTAMENTO DE CLIMATOLOGIA \_\_\_\_\_ VIENTOS DOMINANTES  
 ESTACION Acambay EDO. México CLAVE 15-001  
 CLAVE DE ESTACION Termo-Pluvio-Evap. ORGANISMO SRH  
 LATITUD 19°57' ALTITUD 2 550msnm LONGITUD 99°51'

AÑO / MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGD.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1960	C	C	C	C	C	NE	C	NE	C	C	C	C
1970	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C
1971	C	C	C			C	E	C	E	E	N	E
1972	S					E	E	E	E	E	NE	E
1973	N	E	SW	S	NE	NE	E	E	N	C		E
1974	NE	S	W	E	E	E	E	NE	E	NE	NE	N
1975		E	E	N	C	E	N	E	N	N	H	N
1976	N	N	N	W	N	E	E	E	E	N	N	H
1977	W	N	S	N	E	E	E	E	E	N	N	N
1978	N	W	N	N	N	E	E	E	N	N	N	W
1979	N	N	S	E	E	E	E	E	E	NE	N	N
1980	N	N	N	S	E	E	E	E	E	E	N	N
1982*			e	e	W	W	W	W	W	W	S	

- \* = DATOS TOMADOS EN CAMPO

N NORTE  
 S SUR  
 E ESTE  
 W OESTE  
 NE NORESTE  
 C CONFUSO  
 SW SUROESTE

A P E N D I C E 3

ALGUNOS DATOS METEOROLOGICOS DEL MUNICIPIO DE ACOMBAH EDO.  
DE YUCATAN

DEPARTAMENTO DE CLIMATOLOGIA-----TEMPERATURA  
ESTACION Acambah EDO. Yucatan CLAVE 15-001  
CLAVE DE LA ESTACION Temp-Pluvio-Inde. ORGANISMO SRH  
LATITUD 19°57' LONGITUD 99°51' ALTITUD 2 550 msnm

MES/AÑO

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	PROM.
ENE.	11.2	12.0	11.9	11.6	12.1	9.3	9.6	11.5	11.1
FEB.	11.5	12.0	12.0	14.0	12.8	13.1	11.8	12.4	12.5
MAR.	14.5	14.8	13.6	16.3	15.3	15.7	15.7	12.5	15.4
ABR.	16.3	15.1	17.1	15.7	15.3	18.5	15.0	16.5	16.6
MAY.	16.8	17.2	17.5	17.5	19.1	17.1	15.2	17.5	17.4
JUN.	15.9	15.6	15.9	16.6	16.4	16.0	16.4	16.7	16.4
JUL.	15.4	15.3	15.5	15.6	14.5	15.5	14.3	16.3	15.3
AGO.	15.3	14.7	15.0	15.5	14.7	15.4	12.1	15.9	14.8
SEP.	15.3	15.8	15.2	16.3	16.0	14.2	15.8	15.5	15.5
OCT.	14.7	14.8	14.5	15.0	13.6	14.2	12.4	14.8	14.3
NOV.	11.9	12.9	14.8	13.6	10.6	15.2	11.2	14.0	13.0
DIC.	12.1	12.2	12.5	11.7	10.6	10.3	13.5	12.6	11.9
PROM.	14.4	14.3	14.6	15.0	14.5	14.6	13.7	15.0	

- 114 -  
A P E N D I C E 3

" ALGUNOS DATOS METEOROLOGICOS DEL MUNICIPIO DE ACAMBAY EDO.  
DE MEXICO"

DEPARTAMENTO DE CLIMATOLOGIA-----PRECIPITACION  
 ESTACION Acambay EDO. México CLAVE 15-001  
 CLAVE DE LA ESTACION Temp-Pluio-Evap. ORGANISMO SRH  
 LATITUD 19°57' LONGITUD 99°51' ALTITUD 2 550msnm

MES/AÑO

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	PROM.
ENE.	52.5	8.0	4.0	0.0	inap	78.0	48.0	0.0	17.3
FEB.	24.0	0.0	11.0	15.7	25.0	15.0	46.0	0.0	17.0
MAR.	0.0	24.0	2.0	21.0	0.0	1.0	29.0	26.0	12.8
ABR.	0.0	19.0	15.0	7.0	12.0	45.0	30.0	10.0	18.7
MAY	95.5	80.0	58.0	85.0	24.0	85.0	31.0	130.0	73.6
JUN.	181.0	71.0	166.0	213.0	98.0	99.0	121.5	120.0	133.6
JUL.	171.2	250.0	129.0	173.0	186.0	228.0	173.0	110.0	177.2
AGO.	182.5	227.0	161.0	51.0	110.0	221.0	123.0	850.0	145.0
SEP.	103.0	174.0	102.0	167.7	123.0	182.0	47.0	51.0	119.0
OCT.	17.0	128.0	44.0	203.0	4.0	9.0	133.0	51.0	73.6
NOV.	0.0	33.0	20.0	34.0	20.0	16.0	inap	0.0	15.3
DIC.	0.0	27.0	21.0	7.0	62.0	6.0	6.0	10.0	17.3

A P E N D I C E A

" CUESTIONARIO APLICADO A LAS POBLACIONES ALEMANAS A LOS CUERPOS DE AGUA "

- 1.- ¿Se realiza labor pesquera en el cuerpo de agua?
  - 1.1 - No
    - 1.1.2 - ¿Por qué?
    - 1.1.3 - ¿Posibilidades de realizarlo?
  - 1.2 - Si
    - 1.2.1 - ¿Quiénes lo realizan?
- 2.- ¿Qué peces se obtienen más comunmente?
- 3.- ¿Cada cuando pescan?
- 4.- ¿Qué arte de pesca utilizan?
- 5.- ¿Aproximadamente, cuanto obtienen en cada jornada?
- 6.- ¿A quién y a cuanto se vende el producto obtenido?
- 7.- ¿Período anual de trabajo?
- 8.- ¿Se guarda algún registro de pesca?
- 9.- ¿Se tiene asistencia técnica o algún otro tipo de relación con alguna dependencia pesquera?
- 10.- ¿La pesca es labor única o complementaria?
- 11.- ¿Qué tipo de pescado le agrada más a la población?

NOTA: La encuesta se realizó por medio de pláticas, para impedir de alguna manera, que los entrevistados, se intimiden y por tanto, no contesten con la verdad.

A P E N D I C E 5

" TAMAÑO DE LA MUESTRA DE NECTON (CALCULOS. FORMULA) "

El número de repeticiones requeridas para una población dado (P): de obtener un resultado significativo, se puede obtener, gracias a la siguiente fórmula:

$$n = 2(\sigma/\Delta)^2 (t_1 + t_2)^2$$

(COCHRAN, 1951)

donde:  $\Delta$  = diferencia verdadera que se desea detectar.

$\Delta$  = error estándar verdadero por unidad

$t_1$  = valor significativo de t en la prueba de significancia.

$t_2$  = valor de t en la tabla ordinaria correspondiente a  $2(1-P)$

n = número de repeticiones o tamaño de la muestra.

El número de grados de libertad en t y t depende de n.

Se trabajó con una probabilidad del 90% y gracias a las muestras piloto, se pudo suponer el primer valor de n, resultando éste de una cifra definitiva de 140 organismos.

APPENDICE 6: REGRESION MULTIPLE ZOOPLANCTON (DEFINICION orgs./lt) vs.  
PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS Y ESTACION DE TRABAJO.

ZOOPLANCTON

06/26/85

PAGE

FILE TESTS (CREATION DATE = 06/26/85)

\*\*\*\*\* MULTIPLE REGRESSION \*\*\*\*\* VARIABLE LIST 1  
REGRESSION LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. XI DE ORS

SUMMARY TABLE

VARIABLE		MULTIPLE R	R SQUARE	RSD CHANGE	SIMPLE R		QETA
X3	TEMP	0.52318	0.27372	0.27372	0.52318	12.24300	0.47791
X9	DUREZA CA	0.53222	0.35073	0.07790	0.403405	1.16574	0.48462
X4	PH	0.59834	0.35901	0.07723	-0.17551	-13.58671	-0.13507
X5	O2	0.67035	0.34008	0.08205	-0.18594	-1.353467	-0.12097
X8	DUREZATOT	0.69147	0.34176	0.03169	-0.16559	-0.3713352	-0.15560
X2	EST	0.69483	0.34581	0.03405	-0.34025	11.21938	0.17147
X6	CO2	0.63735	0.33960	0.03178	0.38447	0.298553	0.27118
X7	HCO3	0.60533	0.37006	0.00047	-0.15196	-41.23047	0.03233
(CONSTANT)							

A P E N D I C E 7

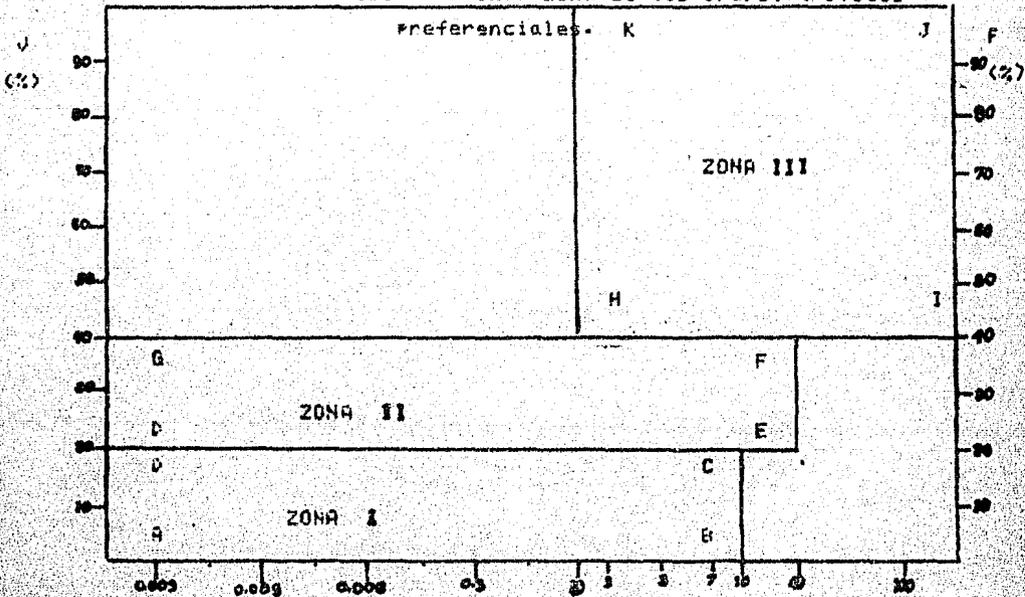
" CUADRO DE RELACION DE VOLUMEN, FRECUENCIA E INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA REPRESENTAR Y EVALUAR ESPECTROS TRAFICOS CUANTITATIVOS. DIAGRAMA TRAFICO COMBINADO.

Los 3 cuadrantes quedan definidos de la siguiente manera:

CUADRANTE I = (ABCD), zona de los grupos tráficos accidentales, ocasionales o circunstanciales.

CUADRANTE II = (DEFG), zona de los grupos tráficos secundarios.

CUADRANTE III = (HIJK), zona de los grupos tráficos preferenciales.



$$IIR = \frac{F * U}{100} (\%)$$

(VAREZ-ARANCIBIA, 1976)