



# Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala

"APORTACIONES AL ESTUDIO BIOLÓGICO DEL  
"CHARAL" *Poblana letholepis* (PISCES:  
ATHERINIDAE) DEL LAGO MAAR LA  
PRECIOSA (LAS MINAS), PUEBLA, MEXICO"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L Ó G O  
P R E S E N T A  
ENRIQUE FLORES NEGRETE



Los Reyes, Iztacala, Edo. de Méx.

1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. JAVIER ALCOCER DURAND, por su acertada dirección, y apoyo en la realización de este trabajo.

A la M. en C. Norma A. Navarrete Salgado, al M. en C. Enrique Kato Miranda, y a los Biólogos Regina Sánchez Merino y a José Antonio Martínez Pérez, por sus valiosas sugerencias y correcciones.

Al personal responsable del laboratorio de Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA) por haber facilitado el uso de las instalaciones en donde se llevó a cabo el presente trabajo, así como por el apoyo logístico.

A mis Profesores por haber contribuido a mi formación profesional.

Y a todas aquéllas personas que de alguna manera contribuyeron en la realización del presente estudio.

## DEDICATORIAS

Sirva el presente trabajo para expresar mi gratitud y cariño, a mis  
Padres : Sr Enrique Flores Solórzano,  
Sra. Esperanza Negrete Pulido,  
quienes me han brindado su amor y apoyo.

A mis hermanas : Beatriz, María de Lourdes y Silvia, por compartir los  
momentos de la jornada continua.

A mis amigos.

Traspasar los confines  
es llegar a pensar,  
aproximar la inmensidad,  
y contactarse con el cosmos.

Soy noción de ahora,  
apenas si comprendo la galaxia,  
las luces estelares guían mi sentido,  
voy en pos de conocerte.

(Anónimo).

## INDICE GENERAL

Resúmen. . . . .	i
1. Introducción. . . . .	1
1.1. Antecedentes. . . . .	2
1.2. Area de estudio. . . . .	5
1.3. Clasificación taxonómica. . . . .	8
1.4. Descripción de la especie. . . . .	9
2. Material y métodos. . . . .	10
2.1. Clases de edad y crecimiento en longitud. . . . .	10
2.2. Crecimiento en peso. . . . .	11
2.3. Relación peso-longitud. . . . .	12
2.4. tipo de alimentación. . . . .	13
2.5. Madurez sexual. . . . .	13
2.6. Mortalidad y supervivencia. . . . .	14
2.7. Parasitismo. . . . .	14
3. Resultados. . . . .	15
3.1. Edad y crecimiento en longitud. . . . .	15
3.2. Relación peso-longitud. . . . .	16
3.3. Crecimiento en peso. . . . .	16
3.4. Alimentación y hábitos alimenticios. . . . .	17
3.5. Madurez sexual. . . . .	18
3.6. Mortalidad y supervivencia. . . . .	19
3.7. Parasitismo. . . . .	19
4. Discusión. . . . .	20
4.1. Edad y crecimiento. . . . .	20
4.2. Relación peso-longitud. . . . .	22
4.3. Alimentación. . . . .	23
4.4. Madurez sexual. . . . .	24
4.5. Mortalidad y supervivencia. . . . .	25
4.6. Parasitismo. . . . .	25
5. Conclusiones. . . . .	26
6. Referencias bibliográficas. . . . .	27
7. Tablas. . . . .	32
8. Figuras. . . . .	40

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad principal contribuir al conocimiento de los aspectos básicos de la biología del pez *Poblana letholepis* para sentar las bases para una adecuada explotación del recurso y la importancia que tiene en su ecosistema. Se realizaron muestreos durante 5 meses comprendiendo un periodo de marzo, abril y diciembre de 1989 y otro de enero y febrero de 1990; capturándose a los organismos con redes de cuchara de 1 mm de abertura. Se determinaron clases de edad mediante dos métodos estadísticos, estimándose los valores de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, siendo los valores: -aplicando el método de Cassie (1954)-  $L_{\text{máx}} = 7.9413$  cm,  $k = 0.4836$ ,  $t_0 = 0.7348$  y  $W_{\text{máx}} = 5.8107$  gr; mientras que con el otro método -de Battacharya (1967)- los valores fueron:  $L_{\text{máx}} = 8.7134$  cm,  $k = 0.3147$ ,  $t_0 = 1.5199$  y  $W_{\text{máx}} = 7.5812$  gr. La especie presentó un crecimiento isométrico en todos los meses. El factor de condición más elevado ocurrió en enero (0.0278) y el menor en diciembre (0.0094). Se determinaron los tipos alimenticios bajo una estima volumétrica (en porcientos) determinándose que *P. letholepis* es un consumidor secundario preferentemente zooplanctófono.

Las determinaciones gonádicas se llevaron a cabo usando la tabla de madurez gonádica propuesta por Solórzano (1961). Se determinaron organismos sexualmente maduros en marzo y abril. Con la aplicación de una prueba estadística de la distribución teórica de "z" se obtuvo una proporción sexual 2:1 (67% hembras y 33% machos). Se determinó una talla de reclutamiento de 45 mm para las hembras y de 40 mm para los machos. A partir de la estructura por tallas de la población se obtuvo la mortalidad total ( $Z = -1.2988$ ) y la supervivencia ( $S = 0.2729$ ). Finalmente, se determinó la mayor prevalencia parasitaria durante diciembre (17%).

## I. INTRODUCCION

El estudio sistemático de los cuerpos de agua y los organismos que en ellos se desarrollan, constituye el punto de partida de su conocimiento científico. De este tipo de estudios pueden derivar recomendaciones para lograr el aprovechamiento integral de los mismos, mediante una explotación racional y la aplicación de técnicas de cultivo, de mejoramiento o conservación ambiental (Sevilla, 1981).

En la actualidad es muy importante dar un impulso a los sectores productivos los cuales, en poco tiempo, podrían dar resultados benéficos para el desarrollo del País como es un incremento en los recursos alimentarios (SEPESCA, 1987). La acuicultura en cuerpos acuáticos epicontinentales constituye uno de estos sectores, cuyo desarrollo comenzó en 1960, y que ocupa un lugar primordial en la economía agro-alimentaria. Muchos países desarrollados han generado esa forma de organización técnica y socio-económica (Doumenge, 1986).

La domesticación de la flora y la fauna acuática ha abierto el camino a las técnicas de cultivo y crianza, lo mismo para algas que para peces, crustáceos y moluscos, cuyas producciones alcanzan actualmente un volumen significativo. Las técnicas acuícolas han debido adaptarse a los caracteres biológicos de las especies y a las condiciones específicas de los medios acuáticos (Doumenge, 1986).

→ Es evidente la necesidad de estudiar a los peces nativos de las diferentes regiones con el objeto de que, de acuerdo a sus características, puedan ser cultivados y con ello ampliar su distribución, introduciéndolos en lagos, lagunas y presas, o bien, rehabilitar los lugares en donde éstos han desaparecido. Asimismo, es imprescindible que el pueblo disponga de alimentos de precio accesible y con alto contenido proteínico (como lo constituye la fauna nativa).

La acuicultura, exigente en inversiones públicas y en capitales privados, reclama también un nivel técnico elevado. Las estrategias de ocupación del espacio y de inserción en los mercados producen crecimientos exponenciales que se manifestaron entre 1965 y 1985 en numerosos sectores (Doumenge, 1986). Por lo antes señalado, es esencial el estudio de los aspectos biológicos de los organismos nativos y poder así contribuir al desarrollo de la acuicultura en el País.

Se debe hacer hincapié en el aprovechamiento de las especies silvestres, considerando que han sido fundamentales para la cría de los organismos animales o vegetales que actualmente poseen importancia dentro de la economía y desarrollo de los diferentes grupos sociales ya que tuvieron como punto de partida la selección en el medio silvestre de algunas de las especies y ejemplares que presentaban las mejores características para su reproducción en condiciones controladas (SEPESCA, 1987).

## 1.1 ANTECEDENTES

Una de las familias de peces más características en nuestro País es la Atherinidae, que está ampliamente distribuida tanto en México como a nivel mundial. Son peces de origen marino que suelen ser abundantes en estuarios y lagunas costeras, ya que de ahí penetran a las aguas dulces donde se adaptan con relativa facilidad (Alvarez, y Navarro 1957).

A través de los trabajos de atherinicultura se ha comprobado que éstos son organismos con alta fecundidad y crecimiento rápido cuya reproducción artificial se puede lograr fácilmente. Resolviendo el problema de alimento en las crías, éstas pueden adaptarse a vivir en cautiverio durante cierto tiempo. Por lo anterior es que estos peces presentan grandes perspectivas de cultivo y deben tener un lugar relevante en toda actividad piscícola. Sin embargo, la explotación de estos peces es bastante deficiente ya que por un lado, la atherinicultura alcanza sólo hasta la fase de semicultivo (producción de crías) y, por otro, son pocos los lugares donde se pescan estos organismos (Rosas, 1976).

En México los atherinidos que se consumen predominantemente son el pescado blanco (*Chirostoma estor*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán y los charales de los géneros *Chirostoma*, *Poblana* y *Thyrinops* (provenientes de diversas regiones).

De la Familia Atherinidae, el género *Chirostoma* es el más conocido, mientras que *Thyrinops* y *Poblana* han sido muy poco estudiados. La distribución de este último se restringe a los lagos localizados en la región de los Llanos del Salado, Puebla, en la Laguna de Almoloya, en Chignahuapan, Puebla y en la presa Endó, en Hidalgo (Alvarez, 1970).

La región de los Llanos del Salado es peculiar por la presencia de formaciones lacustres de naturaleza volcánica, alimentados por las aguas de los mantos freáticos y la precipitación pluvial directa, que actualmente existen como lagos de pequeñas dimensiones independientes entre sí, sin comunicación directa entre ellos y con características morfológicas y físico-químicas diferentes y cuya fauna ictiológica es nominalmente distinta (Alvarez, 1950).

Estos lagos o "axalapascos", se hallan localizados en dos grupos : el de Techachalco en la porción noreste de la zona y el grupo de Aljojuca al sur, a unos 15 km al noreste de Ciudad Serdán, Pue. Pertenecen al primer grupo: Alchichica, La Preciosa, Quechulac y Atexcac; el segundo grupo está formado por Aljojuca y Tecuitlapa.

El conocimiento de los elementos ictiofaunísticos y su peculiar distribución en estos lagos es importante desde el punto de vista del aislamiento geográfico y su influencia en fenómenos de especiación, puesto que cada axalapasco constituye actualmente un área independiente, por lo que las poblaciones de peces que en ellos habitan no tienen posibilidad natural de relacionarse entre sí, de tal manera que hay factores importantes que han determinado que cada lago

tenga formas autóctonas características (Alvarez, 1950).

Alvarez del Villar (1950) generó una hipótesis para explicar el porqué de las diferencias de la ictiofauna de los 4 lagos, Alchichica, La Preciosa, Quechulac y Atexcac. El plantea la posibilidad de la existencia de un lago prepleistocénico de gran extensión, el cual debió cubrir toda la zona que ocupan actualmente los 4 lagos aludidos. La hipótesis propone que las aguas del antiguo lago estaban habitadas por una gran población de *Chirostoma*, y a través del tiempo, dicho cuerpo sufrió un descenso en el nivel de sus aguas, determinando que los axalapascos inundados fueran quedando aislados dependiendo de la altitud de sus bordes.

De los 4 lagos en cuestión, Atexcac quedó sin ictiofauna porque tenía los bordes a mayor altitud que el lago en cuestión. La Preciosa cuya altitud mínima está por encima de los 2 400 msnm, fue el segundo que quedó aislado, por lo que la ictiofauna que actualmente lo habita (*Poblana letholepis*) presenta diferencias más profundas con respecto a las formas de los otros dos lagos, diferencias tales que la separan con categoría de especie. Alchichica y Quechulac que poseen bordes cuya elevación máxima es inferior a los 2 400 msnm, debieron haberse independizado posteriormente, de tal forma que los peces que poseen en la actualidad presentan más afinidad de caracteres que sólo permiten separarlos a nivel subespecífico: *Poblana alchichica alchichica* y *P. a. squamata*, (Alvarez, 1950).

Sin embargo, Guerra (1986) encuentra, con base en un análisis morfométrico, que los peces del lago La Preciosa y los de Quechulac son las formas más cercanas y no los de Alchichica y Quechulac como lo menciona Alvarez (1950). Considera que las diferencias que determinó sólo corresponden a un nivel subespecífico, por lo que *Poblana letholepis* pasaría a ser *P. alchichica letholepis*, basándose en análisis de taxonomía numérica y multifactorial.

Mas aún, Gasca (1981) en un estudio geomorfológico del área, demuestra que el lago prepleistocénico propuesto por Alvarez (1950), no existió y que los procesos que permitieron la especiación de los peces, debieron haber sido otros.

Se han llevado a cabo diversos estudios, además de los citados para peces con anterioridad en el área. Entre éstos se cuentan los de anfibios (Calderón y Rodríguez, 1986; Taylor, 1943), de batimetría y morfometría (Arredondo *et al.*, 1983), de físico-química acuática (Arredondo *et al.*, 1984; Díaz y Guerra, 1979), fitoplancton (Arredondo *et al.*, 1984; Piña, 1984) y macrófitas acuáticas (Ramírez-García y Novelo, 1984; Ramírez-García y Vázquez-Gutiérrez, 1989).

El estudio biológico de *Poblana letholepis* reviste gran importancia ya que es un pez endémico del lago de La Preciosa, es un recurso pesquero importante para los pobladores de la zona y, por su agradable sabor, forma parte relevante de la proteína animal de su dieta. El conocimiento de su biología representa posibilidades para la repoblación y distribución a otros cuerpos acuáticos y la factibilidad de llevar a cabo la hibridación con otras especies emparentadas.

Por lo antes citado, el objetivo del presente trabajo es contribuir

al conocimiento de los aspectos biológicos básicos del pez *Poblana letholepis* del lago maar La Preciosa (Las Minas), Puebla, México.

Para conseguir este objetivo se plantearon las siguientes metas:

- Determinar las clases de edad y crecimiento en longitud y peso.
- Determinar la relación Peso-Longitud, en diferentes periodos.
- Determinar los tipos alimenticios en diferentes tallas y periodos.
- Determinar la madurez gonádica en diferentes tallas y periodos.
- Determinar la mortalidad y supervivencia.
- Determinar la prevalencia de parasitismo en diferentes periodos.

## 1.2 AREA DE ESTUDIO

El lago-cráter de La Preciosa (Las Minas) está enclavado en el municipio Guadalupe Victoria, en el Estado de Puebla. Este lago maar se ha originado a través de los procesos considerados en la hipótesis de la fluidización al entrar en contacto los materiales volátiles volcánicos con los acuíferos que se sitúan a profundidades someras. Los conos de explosión son manifestaciones residuales de un vulcanismo intenso que ha ocurrido desde el Terciario Medio hasta el Cuaternario Superior (Gasca, 1981).

El Lago se encuentra entre 19° 22' de Latitud Norte y 97° 23' de Longitud Oeste (INEGI, 1987a) y a una altitud de 2,360 msnm (INEGI, 1986).

El tipo de suelo que circunda al Lago es de aluvi3n, que se caracteriza por tener un relieve en planicie, un espesor de las capas masivas, una permeabilidad mediana, considerándose el suelo como areno-arcilloso de color crema. Adem3s, existe roca ígnea extrusiva ácida que está constituida de brecha volcánica riodacítica compacta, que sobreyace a una toba brechoide ácida silicificada (INEGI, 1987b).

La precipitación anual en la zona es de 529.1 mm, mientras que la evaporación anual es de 1,866.71 mm. Presenta una alta variación en cuanto a temperatura, encontrándose valores mínimos de -5.5 °C, hasta 30°C máximo, aunque la temperatura media anual es de 14.1 °C (INEGI, 1986). Se presenta un tipo de clima semiseco templado tipo Bsl kw (w). Los vientos dominantes son en dirección SO, con velocidades moderadas de 2.1 a 6 m/seg. En cuanto a la nubosidad, se presentan unos 113 días despejados, 126 medio nublados y 114 nublados (INEGI, 1986).

El Lago se encuentra rodeado por una vegetación de tipo matorral desértico rosetófilo y pastizal, aunque predomina actualmente la agricultura de temporal (cultivos anuales) (INEGI, 1987c).

La forma de La Preciosa es aproximadamente triangular y la longitud máxima es de 1,344 metros, con orientación NE-SO (Arredondo *et al.*, 1983). La forma triangular posiblemente sea el producto de varias erupciones simultáneas que causaron varias oquedades circulares contiguas, que quizás alcancen el número de tres o cuatro (Gasca, 1981).

El flanco noreste alcanza una altitud de 55 m, la máxima sobre el área circundante, que contrasta con una ausencia casi total de depósito en la mayor parte de los otros bordes del Axalapasco.

En toda la periferia se puede observar que las paredes de este Lago, están formadas por el material gris-blanquizco, producto de las erupciones tipo maar. Las capas subyacentes depositadas antes de esta erupción no se observan, pues la altura mínima del borde de la planicie sobre el espejo de agua es de 8 m, por lo que estas capas se encuentran cubiertas por el agua del Lago. No en todo el borde la planicie es cortada abruptamente por la oquedad, existe en algunas zonas una topografía ondulante debida a la presencia de pequeños

cauces formados por la erosión del agua que fluye de la planicie al Lago (Gasca, 1981).

En la porción central del paso lacustre se definen dos subcuencas, una al NO y otra al SO. La primera presenta dos bordes anchos con pendientes suaves que alcanzan los 45 metros, correspondiendo a la mayor profundidad del lago y se encuentra orientada ligeramente hacia el NE. En la segunda subcuenca, las pendientes son menos inclinadas y alcanzan los 40 metros de profundidad. Las isobatas siguen el contorno de la forma externa y en la parte estrecha del lago se observan dos paredes con una fuerte inclinación, orientadas hacia la zona más profunda. Por sus características se considera como un lago volcánico tipo maars (Arredondo *et al.*, 1983).

Los parámetros morfométricos del lago maar La Preciosa tomados de Arredondo *et al.* (1983), son los siguientes:

LONGITUD MAXIMA ( $l$ )	-----1.34 km
ANCHO MAXIMO ( $b$ )	-----0.92 km
ANCHO MEDIO ( $\bar{b}$ )	-----0.52 km
LINEA DE COSTA ( $L$ )	-----3.85 km
AREA SUPERFICIAL ( $A$ )	-----0.78 km <sup>2</sup>
VOLUMEN ( $V$ )	-----16.20 V <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>
PROFUNDIDAD MAXIMA ( $z_m$ )	-----45.50 m
PROFUNDIDAD MEDIA ( $\bar{z}$ )	-----20.72 m
PROFUNDIDAD RELATIVA ( $z_r$ )	-----4.56 %
DESARROLLO DE VOLUMEN ( $D_v$ )	-----1.37
DESARROLLO DE LINEA DE COSTA ( $D_L$ )	-----1.23
PENDIENTE	-----12.70 %
RELACION $\bar{z} : z$	-----0.45
RELACION $l : b$	-----1.46

El agua es transparente, con salinidad que fluctúa entre 1,263 y 1,319 partes por millón, su agua es alcalina con un pH promedio de 8.4 (8-8.9) con altas concentraciones de cloruros y bicarbonatos de sodio y magnesio; el sedimento es de textura arenosa con pH promedio de 6.9 (6.2-8.1) y una baja concentración de nutrimentos (Ramírez y Novelo, 1984). Se localizan algas filamentosas flotando en las orillas y pequeñas agrupaciones de tulares. Las principales algas filamentosas flotantes en el lago son: *Spirogyra* y en menor importancia

*Rhizocionium hieroglyphicum* y *Cladophora*. Las especies de fitoplancton que dominan en La Preciosa son: *Peridiniopsis borgei* y *Synedra acus radians* (Piña, 1984). Mientras que las especies de hidrófitos principales son: *Scirpus californicus*, *Potamogeton pectinatus* y *Juncus andicola* (Ramírez y Novelo, 1984).

El oleaje producido por los vientos influye de manera indirecta en la distribución de dichas especies, principalmente de los hidrófitos enraizados emergentes, erosionando el borde en donde estos vegetales se desarrollan e impidiendo el establecimiento de nuevos individuos, como sugiere Hutchinson (1957).

Algunos de los parámetros (promedio anual) de la zona litoral de La Preciosa son los siguientes:

Oxígeno: 0.1 mg/l, % de saturación: 135, Nitritos (N-NO<sub>2</sub>): 0.002mg/l, Nitratos (N-NO<sub>3</sub>): 0.012mg/l, Fosfatos (P-PO<sub>4</sub>): 0.041mg/l, Demanda Química de Oxígeno (DQO): 35.5mgO<sub>2</sub>/l Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub>): 1.9mgO<sub>2</sub>/l, pH: 8.8, Temperatura : 20.5 (Garzón, com. pers).

### 1.3 CLASIFICACION TAXONOMICA

La ubicación taxonómica de *Poblana letholepis* (Alvarez, 1950) del lago maar La Preciosa (Las Minas), Puebla, México se presenta a continuación (Olvera, 1988):

SUPERCLASE : PISCES  
CLASE : OSTEICHTYS  
DIVISION : EUTELOSTEI  
SUPERORDEN : ATHERINOMORFA  
ORDEN : ATHERINIFORMES  
SUBORDEN : ATHERINIDEI  
FAMILIA : ATHERINIDAE  
GENERO : *Poblana*  
ESPECIE : *Poblana letholepis*

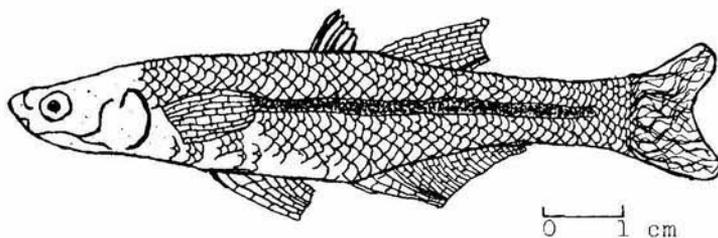


FIG. 1 *Poblana letholepis*.

#### 1.4 DESCRIPCION

La siguiente descripción se basa en la proporcionada por Alvarez (1950).

Cuerpo bastante alargado, altura máxima de 5 a 7 veces en la longitud estándar; altura máxima del pedúnculo caudal 3 veces en la longitud cefálica. Distancia predorsal un poco mayor que la mitad de la longitud estándar. Distancia preanal mucho mayor que la distancia predorsal. El origen de la anal se encuentra siempre en una de las verticales que pasan por el espacio libre comprendido entre las dos dorsales. Distancia interdorsal aproximadamente igual a la longitud de la base de la segunda dorsal.

Longitud cefálica siempre más de 3 veces y media en la longitud estándar. Boca oblicua, pequeña, prognata, longitud mandibular inferior 2 veces y media en la longitud cefálica.

Primera aleta dorsal con 5 espinas flexuosas, la última unida al dorso por una tenue membrana. El origen de esta aleta siempre por delante del de la anal. Segunda aleta dorsal con una espina pequeña y 9 a 13 radios. Base de la segunda dorsal igual a la altura máxima del cuerpo, poco menos de dos veces en la longitud cefálica. Aleta anal extensa, con una espina pequeña y con 15 a 16 radios. Aletas pectorales con 11 a 14 radios.

Aletas pélvicas con una espina y 5 radios, de longitud, como la mitad de la longitud cefálica.

Escutelación incompleta a lo largo del cuerpo, con frecuencia toda la mitad anterior del cuerpo desnuda, especialmente en la región ventral.

En los pocos ejemplares en que la cuenta de escamas es posible hacerlo, se encuentran de 48 a 57 en una serie longitudinal. No se observan poros de la línea lateral en el cuerpo y los canales infraorbitales están interrumpidos en la región debajo del ojo.

En la rama inferior del primer arco branquial hay de 14 a 15 branquiespinas.

Generalmente el peritoneo es negro y en pocas ocasiones claro. Conservados en alcohol presentan color crema-amarillento con la estola relativamente ancha y con el pigmento plateado muy brillante. En vida tienen la transparencia verdosa peculiar de la familia, con el dorso punteado de negro y una mancha nucal muy aparente.

Su distribución es exclusivamente en el lago-maar de La Preciosa (Las Minas), Puebla, México.

## 2.MATERIAL Y METODOS

La captura de los organismos se llevó a cabo utilizando una red de cuchara de 120 cm de diámetro y mango de 3 m, con una apertura de malla de 1 mm. Los lugares de colecta (FIG. 2) se restringieron a aquéllas áreas que presentaron plataforma litoral.

Los organismos se obtuvieron en 5 muestreos comprendiendo los meses de marzo, abril y diciembre de 1989 y de enero y febrero de 1990. Al parecer (pescadores de la zona com. pers.), la temporada de pesca se restringe de diciembre a abril aproximadamente, no capturándose organismos el resto del año.

El material obtenido fue fijado con formol al 10% y etiquetado para su traslado y procesamiento en el laboratorio. En éste se obtuvieron los siguientes parámetros:

### 2.1 RELACION EDAD-LONGITUD (CRECIMIENTO EN LONGITUD Y CLASES DE EDAD)

Se midió la longitud patrón de los organismos con un ictiómetro graduado (mm) a 500 peces por muestreo. Para la obtención de las clases de edad se utilizaron los peces del mes de abril por presentarse un gran número de ejemplares (> 2000) y porque se presentaría, probablemente, una representatividad en las tallas de los peces ya que éstos se encontraban en época reproductiva.

La determinación de las clases de edad se llevó a cabo utilizando el método de Cassie (1954) y el de Bhattacharya (1967). El de Cassie considera las frecuencias relativas acumuladas de las tallas presentes. Al llevar las frecuencias relativas al papel probabilidad es posible localizar los valores de sobreposición de los grupos modales adyacentes, con base en un cambio relativamente brusco en la pendiente de la curva de frecuencias acumuladas y tomándose entonces el promedio de los valores de sobreposición para obtener la longitud de la clase de edad comprendida entre ellos.

El método de Bhattacharya (1967) es gráfico y se basa en la transformación logarítmica de las frecuencias y sus diferencias obteniendo, de esta manera, una dispersión de puntos en los que se identifican las tendencias lineales con pendiente distinta, cuya intersección con el eje de las 'x', corresponde a un grupo de edad.

Se obtuvieron las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938) que requiere conocer la longitud teórica máxima de la especie ( $L_{m\acute{a}x}$ ), la cual se obtiene por el método de Ford-Walford (Bagenal, 1978). A partir de la relación  $L_t$  v.s.  $L_{t+1}$  se traza una recta de  $45^\circ$  que parte del origen. Los datos proporcionados por los métodos de Cassie (1954) y de Bhattacharya (1967) se substituyen en la gráfica representados por puntos, se traza una recta entre esos puntos y el punto donde se interseca con una recta de  $45^\circ$ , se proyecta sobre el eje de las X este punto es el valor de la longitud máxima teórica de la especie ( $L_{m\acute{a}x}$ ). Siendo éste la forma gráfica de obtenerlas.

Por el método estadístico, se realizó una regresión lineal con los

valores  $L_t$  vs  $L_{t+1}$  obteniendo los valores de la pendiente  $b$  y la ordenada al origen  $a$ , los cuales se substituyeron en la fórmula siguiente:

$$L_{\text{máx}} = a / (1 - b)$$

La obtención de las constantes  $k$  y  $t_0$ , resultan de resolver por regresión el modelo de von Bertalanffy (1938).

$$\ln \frac{L - L_t}{L} = K t_0 - K t$$

en donde:

$$a = K t_0$$

$$b = -k$$

$$t_0 = a / [k]$$

Resultando el modelo de crecimiento en longitud:

$$L_t = L_{\text{máx}} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

en donde:

$L_t$  = Longitud del pez a la edad ''t''

$L_{\text{máx}}$  = Longitud máxima teórica de la especie.

$K$  = Tasa de crecimiento individual.

$t$  = Edad.

$t_0$  = Parámetro teórico de ajuste que representa la edad correspondiente cuando la longitud teórica es igual a cero.

## 2.2 CRECIMIENTO EN PESO

Se pesaron a los organismos en una balanza semianalítica marca Sartorius (mg) para relacionar la medida con la longitud para la obtención del factor de condición para cada uno de los meses, y con los peces del mes de abril se obtuvo el crecimiento en peso.

En la determinación del crecimiento en peso se utilizó el modelo de von Bertalanffy (1938), cuya ecuación es la siguiente:

$$W_t = W_{\text{máx}} (1 - e^{-K(t - t_0)})^b$$

en donde:

$W_t$  = Peso del pez a la edad ''t''.

$W_{\text{máx}}$  = Peso máximo teórico de la especie.

$K$  = Tasa de crecimiento individual.

$t_0$  = Parámetro teórico de ajuste que representa la edad correspondiente cuando el peso teórico es igual a cero.

$b$  = Pendiente de la relación peso-longitud (tipo de crecimiento).

*C. J. J. J.*

### 2.3 RELACION PESO-LONGITUD

Esta relación se estimó con la ecuación propuesta por Le Cren (1965, en Weatherley, 1972) que se expresa como sigue:

$$W = a L^b$$

Las constantes  $a$  y  $n$  se obtuvieron con una regresión del tipo:

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

en donde:

$W$  = Peso del pez.

$L$  = Longitud del pez.

$a$  = Factor de condición (ordenada al origen).

$b$  = Tipo de crecimiento (pendiente).

Se obtuvo el "factor de condición" para cada uno de los meses de muestreo para conocer la condición del pez en términos de robustez, gordura, etc.

Para la determinación del tipo de crecimiento se utilizaron los valores obtenidos de "b" y se sometieron a una prueba estadística de "t" para establecer si éstos se alejaban significativamente del valor teórico de 3 (Daniel, 1985). La fórmula utilizada fue:

$$t_c = (bc - bt) / sb$$

En donde :

$t_c$  =  $t$  calculada.

$bc$  = pendiente calculada.

$bt$  = pendiente teórica.

$$sb = \sqrt{\frac{sy^2}{x} \cdot \frac{\sum x - (\sum x^2)}{n}}$$
  
$$\frac{sy^2}{x} = \frac{\sum (y - y_c)^2}{n - 2}$$

En donde :

$x$  = Longitud.

$y$  = Peso.

$y_c$  = Peso calculado.

$n$  = número de datos.

" $t_t$ " =  $t$  de tablas.

grados de libertad =  $n - 2$   
0.95 % de confianza.

y si  $t_c < t_t$  no hay diferencias significativas.

## 2.4 TIPO DE NUTRICION

Se calcularon 6 intervalos de longitud en los peces de acuerdo a la fórmula propuesta por Sturges (1906).

$$k = 1 + 3.322 (\log_{10} n)$$

en donde:

n = número de datos.

k = número de intervalos de clase.

Considerando a estos intervalos, se analizaron los contenidos estomacales para ver si existían diferencias en cuanto a preferencias alimentarias entre éstos, los cuales estuvieron comprendidos de la siguiente manera:

28 mm-----35 mm

36 mm-----43 mm

44 mm-----51 mm

52 mm-----59 mm

60 mm-----67 mm

68 mm-----75 mm

El análisis del contenido estomacal incluyó a los tractos digestivos de las clases señaladas, y fueron considerados 50 organismos para cada muestreo. Se estimó el volumen de cada tipo alimenticio, con respecto del alimento total en cada pez y se expresó en porcentajes. La identificación de los organismos fue con base a Edmonson (1959).

## 2.5 MADUREZ SEXUAL

Se emplearon los intervalos anteriores de longitud para el estudio de la madurez gonádica y, de igual forma, fueron 50 los organismos analizados de cada muestreo. Las determinaciones de madurez gonádica, fueron hechas siguiendo la clave de madurez propuesta por Solórzano (1961).

La proporción sexual se calculó para cada uno de los meses utilizándose la distribución teórica de "z" como prueba estadística para ensayo de una cola con un nivel de significación ( $\alpha$ ) de 0.10, en el que al graficar los puntos calculados, aquellos que aparezcan dentro del área enmarcada por las curvas, indica la proporción sexual de 1:1 (Guzmán *et al.*, 1982).

## 2.6 MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

De acuerdo a la estructura por edades y siguiendo el decremento en el número de organismos con la edad se estimó el coeficiente de

mortalidad total (Z) por medio de una regresión de tipo exponencial del decremento en el número de individuos con respecto al tiempo (Ricker, 1975).

$$N_t = N_0 e^{-Zt}$$

en donde:

$N_t$  = Número de individuos al tiempo  $t$ .

$N_0$  = Número de individuos al inicio del tiempo  $t$ .

$Z$  = Coeficiente de mortalidad total.

$t$  = tiempo.

La supervivencia (S) de acuerdo a Ricker (1975) se determinó como:

$$S = e^{-Z}$$

## 2.7 PARASITISMO

Los organismos analizados fueron examinados cuidadosamente para registrar la presencia y número de ecto y endoparásitos. Las áreas verificadas fueron branquias, aletas, región cefálica, así como el tracto digestivo.

Se obtuvo el grado de prevalencia (número de organismos parasitados) así como el tipo de parásito en cuestión.

### 3.RESULTADOS

#### 3.1. EDAD Y CRECIMIENTO EN LONGITUD

Se determinaron cinco clases de edad con el método de Cassie (1954) (FIG. 3) con los siguientes valores:

CLASE DE EDAD	LONG. MEDIA OBSERVADA	LONG. MEDIA CALCULADA
I	4.55 cm	4.51 cm
		5.82 cm
		6.64 cm
		7.14 cm
		7.45 cm

El método gráfico de Ford-Walford (en FIG. 4). Los valores de las constantes Bertalanffy (1938) son:

que describe la tasa de crecimiento en el método de Cassie para *Poblana letholepis* es:

$$936 ( t + 0.7348 ) \quad ( \text{FIG. 5} ).$$

Según Chacharya (1967) se determinaron cinco clases de edad con los siguientes valores:

LONG. MEDIA OBSERVADA	LONG. MEDIA CALCULADA
4.77 cm	4.77 cm
5.84 cm	5.84 cm
6.61 cm	6.61 cm
7.18 cm	7.18 cm
7.55 cm	7.60 cm

En este caso, se calculó una longitud máxima de 8.7 cm con el método de Ford-Walford (en Bagenal, 1978) (FIG. 8). Mientras que, con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938), los valores obtenidos fueron:

$$L_{\text{máx}} = 8.7134$$

$$k = 0.3147$$

$$t_0 = 1.5199$$

13, 15-18  
 34-34, 52-53

Quedando la ecuación descriptora de la tasa de crecimiento en longitud con las clases de edad de Bhattacharya para *P. letholepis*:

$$L_t = 8.7134 ( 1 - e^{-0.3147 ( t + 1.5199)} ) \quad (\text{FIG. 6})$$

### 3.2. RELACION PESO-LONGITUD

La relación Peso-Longitud para cada uno de los meses fue de la siguiente manera :

DICIEMBRE:					
	W = 0.0094 L	3.0112	n=512	r=0.9091	(FIG. 9a)
ENERO:					
	W = 0.0278 L	2.4173	n=523	r=0.8721	(FIG. 9b)
FEBRERO:					
	W = 0.0177 L	2.6850	n=500	r=0.8462	(FIG. 9c)
MARZO:					
	W = 0.0232 L	2.5429	n=493	r=0.8207	(FIG. 9d)
ABRIL:					
	W = 0.0153 L	2.8665	n=2025	r=0.8256	(FIG. 9e)

El factor de condición más elevado se presentó en enero y el más bajo en diciembre, mientras que la alometría mayor fue en diciembre y la menor en enero (TABLA 1). Aplicando una prueba estadística de "t" se encontró que no hubo diferencias significativas entre el valor teórico de 3 (crecimiento isométrico) y los valores de crecimiento obtenidos para todos los meses (TABLA 2).

La proporción de tallas varió durante todos los meses (FIG. 10). En diciembre se hallaron organismos de 26 a 70 mm, con una mayor frecuencia en el intervalo de 31 a 35 mm con 251 organismos (48.8%). En enero se encontraron tallas desde 31 hasta 67 mm con una mayor frecuencia de organismos en el intervalo de 36 a 40 mm con 289 organismos (54.8%). Durante febrero la mayor proporción de tallas estuvo entre los 41 a 45 mm con 266 organismos (53.2%) y se hallaron tallas de 31 a 74 mm. En marzo, tallas de 36 a 75 mm, y el intervalo de mayor frecuencia fue de 46 a 50 mm con 203 organismos (41.4%). En abril se cuantificaron 855 organismos, en el intervalo de 51 a 55 mm (43.0%) y tallas de 36 a 75.5 mm.

Como se observa en la figura 10 existe un avance de la moda en las longitudes de los intervalos de talla conforme avanzan los meses y, en cada uno de ellos, la mayor frecuencia de organismos se concentra entre el 40% a poco más del 50% del total de organismos. Asimismo, el promedio de longitud y de peso fue incrementándose desde diciembre hasta abril (TABLA 1).

### 3.3. CRECIMIENTO EN PESO

Se estimó el peso máximo mediante la substitución de  $L_{\text{máx}}$  en la relación Peso-Longitud de Abril.

$$W_{\text{máx}} = 5.8107 \text{ gr.}$$

Por lo tanto, el modelo de crecimiento en peso con las clases de edad de Cassie para *P. letholepis* es:

$$W_t = 5.8107 ( 1 - e^{-0.4836 ( t + 0.7348 )} ) 2.8665 \quad (\text{FIG. 11})$$

Mientras que, con las clases de edad de Bhattacharya, el peso máximo es de:

$$W_{\text{máx}} = 7.5812 \text{ gr}$$

Así, la ecuación que describe el crecimiento en peso con las clases de edad de Bhattacharya para *P. letholepis* es:

$$W_t = 7.5812 ( 1 - e^{-0.3147 ( t + 1.5199 )} ) 2.8665 \quad (\text{FIG. 12})$$

#### 3.4. ALIMENTACION Y HABITOS ALIMENTICIOS

Se encontraron diferencias cuantitativas y cualitativas en el transcurso de los meses de muestreo y entre las distintas tallas de los organismos.

En diciembre, el principal grupo alimenticio lo constituyeron los cladóceros con un 89% y en menor medida larvas de quironómidos y coríxidos. Los cladóceros fueron más abundantes en las tallas menores que en las mayores, pero aún así predominan. Los insectos aparecen sobretodo en los tractos digestivos de las tallas mayores (TABLA 3a).

En enero los cladóceros son el principal alimento constituyendo el 82% y, en menor grado, copépodos y coríxidos. La abundancia de cladóceros va disminuyendo conforme aumenta la talla pero sin dejar de ser el principal alimento. Los copépodos y coríxidos van siendo más abundantes conforme aumenta la talla de los peces. (TABLA 3b). En este mes se encontró, en el 32% de los casos, un hilo delgado de grasa en el tracto digestivo de los peces.

El tipo alimenticio principal en febrero fueron los cladóceros con el 78% y los grupos secundarios fueron los quironómidos, los coríxidos y los zigópteros sobretodo en las tallas mayores (TABLA 3c).

En marzo, el principal tipo alimenticio fueron las larvas de quironómidos con el 41%, después los coríxidos y en menor grado los copépodos. Se encontraron ligeras variaciones de alimentación entre las distintas tallas y no se registraron cladóceros (TABLA 3d).

En abril vuelven a ser los cladóceros el grupo principal con el 89% y en menor grado las larvas y pupas de quironómidos y coríxidos. La abundancia de cladóceros disminuye conforme aumenta la talla de los organismos, fenómeno contrario sucede en el caso de los quironómidos y coríxidos (TABLA 3e).

Los organismos del intervalo de talla menor (28-35 mm) presentaron 4 tipos alimenticios por 10 de los de mayor talla (68-75 mm). Existe un descenso gradual en el consumo de cladóceros conforme aumentan las

tallas de los peces y un aumento en el consumo de quironómidos y corixidos de las tallas menores a las mayores (FIG.13a).

En abril es cuando se observó una mayor diversificación en lo consumido (10 tipos) y la menor diversificación ocurrió en enero (4 tipos); mientras que en febrero y marzo se registraron 7 tipos y en diciembre 9, siendo el total de 13 tipos alimenticios registrados durante los 5 meses (TABLA 4). Dichas variaciones se pueden relacionar a las condiciones ambientales que hacen posible la mayor o menor diversificación alimentaria en el Lago a lo largo de los meses. Fue también evidente la progresión de ese aumento de la diversificación de las tallas menores a las mayores.

En la figura 13b se aprecia que el tipo alimenticio principal por hábitat lo constituyeron los organismos planctónicos (71.5%), en segundo término los organismos bentónicos (16.2%) y, finalmente, los libres nadadores (12.3%), lo que indica que *Poblana letholepis* es un organismo zooplánctofago no estricto (TABLA 4).

La digestión de los quironómidos y de los corixidos no fue total, encontrándose, con frecuencia, restos semidigeridos en la parte posterior del sistema digestivo. En pocos casos se encontraron huevecillos y alevines de *Poblana letholepis* lo que, al parecer, es un hecho incidental.

En la mayoría de los casos el alimento se encontró de medio digerido a no digerido por lo que, al parecer, el momento de su alimentación es durante la noche, dado que los peces se capturaban en la madrugada y esto no les permitía su digestión total.

### 3.5. MADUREZ SEXUAL

Entre diciembre y abril se encontraron todos los estadios gonádicos (I al VII). En diciembre se presentaron estadios gonádicos I, II y III, lo cual muestra un periodo de reposo (TABLA 5a). En enero comienza el periodo de desarrollo y maduración en todas las tallas, con mayor incidencia en los estadios III y IV (TABLA 5b). En febrero la mayor proporción de organismos está en los estadios III, IV y V, lo cual indicó la proximidad de su reproducción (TABLA 5c). En marzo comenzó la reproducción en los ejemplares de mayor talla, mientras que las de menor están próximas a hacerlo o lo están en menor porcentaje (estadios V, VI) (TABLA 5d). Por último, en abril los peces de todas las tallas están en reproducción, aunque las menores no en su totalidad; en el 15% de los de tallas mayores se aprecia el cese de las actividades reproductivas (estadios VI, VII) (TABLA 5e).

Parece ser que las actividades reproductivas se prolongarían por un mes más, y luego vendría un periodo de reposo de 1 a 2 meses y luego otra época reproductiva de verano y, enseguida, un periodo de reposo hasta fin de año. Lo anterior se propone con base en el establecimiento hecho por Vázquez (1982) de que hay una fase reproductiva de julio a septiembre en *Poblana alchichica alchichica*, especie muy emparentada con *P. letholepis* y que dista 4 km. De acuerdo a esta información, es muy probable que existan dos épocas importantes de reproducción, una de marzo a mayo y otra de julio a septiembre.

Se determinó un dimorfismo sexual en *P. letholepis*; el abdomen de la hembra es obscuro y el del macho claro. Además, la talla máxima medida de los machos fue de 63 mm por 75.5 mm de las hembras.

La proporción sexual en las tallas menores (28-35 mm) resultó ser un poco a favor de los machos, en las tallas intermedias (36-59 mm) fue un tanto favorable a las hembras, mientras que en las tallas mayores (60-75 mm) es considerablemente a favor de las hembras porque éstas alcanzan tallas mayores que los machos. La relación sexual obtenida en enero fue de 2:1, mientras que en los otros meses la relación fue de 1:1 (TABLA 6 y FIG. 14).

La talla de reclutamiento a la población ocurre a los 45mm en las hembras y a los 40mm en los machos.

### 3.6. MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

Con los datos del muestreo del mes de abril se realizó la curva de mortalidad, siendo los valores los siguientes:

CLASE DE EDAD	FRECUENCIA	MORT. TEORICA
I	999	1446
II	920	395
III	75	108
IV	21	29
V	10	8

obteniéndose una mortalidad de:  $-Z = -1.2988$

La ecuación que representa la mortalidad para *P. letholepis* con las clases de edad de Cassie (1954) es:

$$N_t = 5301 e^{-1.2988t} \quad (\text{FIG. 15})$$

La supervivencia calculada fue:  $S = 0.2729$

### 3.7. PARASITISMO

En diciembre, el 17% de los peces analizados se encontraron parasitados (por cestodos el 12.8%, por acantocéfalos el 2.1% y por nemátodos el restante 2.1%). En febrero, el 2.6% de los peces examinados estuvieron parasitados por nemátodos y el 2.6% por cestodos. En abril el 6% de los organismos estuvieron parasitados por cestodos, mientras que en enero y marzo no se localizaron parásitos. Los endoparásitos se localizaron en la parte media y posterior del tracto digestivo en todos los casos. No se detectó la presencia de ectoparásitos en *P. letholepis*.

## 4.DISCUSION

### 4.1.EDAD Y CRECIMIENTO

Se aplicaron dos métodos estadísticos distintos para la obtención de las clases de edad con el objeto de estimar, lo más objetivamente posible, los resultados de la dinámica de crecimiento y las edades del recurso para su posterior comparación.

Con el método de Cassie (1954), las inflexiones de la curva de crecimiento se identificaron fácilmente en las 3 últimas clases de edad, siendo más difícil identificarlas para las clases I y II debido a que se contó con un número mayor de puntos (mayor número de peces de tallas menores) dificultando observar claramente la inflexión en esa parte de la gráfica. Por otro lado, con el método de Bhattacharya (1967) las clases se obtuvieron con menor dificultad, ya que cada clase de edad estuvo representada con una tendencia marcada, incluyendo las dos primeras.

El número de clases de edad obtenido con el método de Cassie (1954) para *P. letholepis* es similar a lo observado en otros trabajos sobre charales. Con respecto a su "antecesor" *Chirostoma* (Barbour, 1973b), el número de clases varía de 5 a 7 en *Ch. jordani* (Navarrete, 1981; Cházaro *et al.* 1989), mientras que Gallardo (1977) con base en lectura de otolitos y escamas calcula 5 clases de edad para *Ch. chapalae*. Vázquez (1982) calculó únicamente 3 clases para *Poblana alchichica alchichica*, utilizando el método de Petersen y lectura de escamas y otolitos; sin embargo el método de Petersen se utiliza para crustáceos decápodos ya que enmascara las clases modales en peces (Navarrete com. pers.), y la lectura de anillos de crecimiento en escamas u otolitos no es muy recomendable para este tipo de peces (Navarrete, com. pers.). Es importante mencionar que el cálculo de las clases de edad se hizo con los peces del mes de abril, tiempo en el cual los organismos llevan a cabo actividades reproductivas, por lo tanto, se esperaba encontrar la presencia, tanto de organismos de las tallas mínimas posibles (alevines), como de los ejemplares de tallas mayores (adultos reproductores).

El crecimiento en longitud se ajusta a la forma de un crecimiento rápido en las primeras edades, para luego disminuir hasta cerca de la longitud máxima teórica, en la cual se presentó una asintotía. El crecimiento en peso es bajo en las primeras edades para luego aumentar hasta cerca del peso máximo, esto se ajusta a lo que Lagler *et al.* (1984) menciona con referencia a la forma de crecimiento general para peces.

Las tasas de crecimiento ( $k=0.4836$  edades Cassie, y  $k=0.3147$  edades Bhattacharya) son altas, como consecuencia de esto, son peces de corta longevidad y alcanzan sus tallas máximas teóricas en un tiempo relativamente corto (Gulland, 1971). Se trata de una población ictiológica con predominio de individuos jóvenes. Un crecimiento rápido evita una mayor depredación, y una preponderancia en las relaciones competitivas intraespecíficas o interespecíficas (Gallardo, 1977).

La longitud máxima determinada con el método de Cassie (7.9413 cm) parece baja porque se encontraron ejemplares de 7.55 cm, diferencia de 0.3913 cm entre el valor máximo registrado y el valor máximo teórico. Tomando en consideración que los ejemplares obtenidos provenían de capturas realizadas en una zona litoral, es posible que se pudiesen capturar organismos de tallas mayores en la zona pelágica del lago, en donde suelen habitar los peces más longevos (Gallardo y Laguarda, 1985). Asimismo, la primera clase de edad resultó con un valor elevado porque la determinación de las clases de edad se realizó con el grupo de peces de talla mayor (de abril).

Con el método de Bhattacharya (1967) la longitud máxima de 8.7134 cm parece ser más concordante con la realidad debido a que tendrá que transcurrir un tiempo prolongado en la vida de los peces para que éstos pudiesen llegar a dicha longitud máxima. Existe una diferencia de 1.1634 cm entre la longitud máxima registrada y la longitud máxima teórica, que transformada a tiempo es un valor considerable tomando en cuenta la forma del crecimiento en los peces, ya que es paulatinamente menor a través del tiempo.

Vázquez (1982) determinó una longitud máxima teórica de 7.3 cm para *Poblana alchichica alchichica* del lago maar Alchichica, Pue. organismo muy emparentado con *P. letholepis*; además, De Buen (1945) reporta una longitud máxima de 6.1 cm para *P. a. alchichica*. De esta manera, la diferencia entre la longitud máxima teórica y la longitud máxima registrada es de 1.2 cm. Navarrete (1981) calculó una longitud máxima de 6.6 cm para *Ch. jordani* de la presa Taxhimay, Edo. de Méx. y Cházaro *et al.* (1989) una de 12.7 cm en el embalse Trinidad Fabela, Edo. de Méx. para el mismo *Ch. jordani*, mientras que Gallardo (1977) determinó una longitud máxima de 14.8 cm para *Ch. chapalae* del lago Chapala, Jal., variaciones debidas a la especie en cuestión y, posiblemente, al tamaño del embalse donde se encuentran (SEPESCA, 1987).

Existe una gran variabilidad de tallas máximas entre los distintos charales, que van desde los 5 cm en La Laguna de Villa Corona, Jal., hasta los de 20 cm del Lago de Pátzcuaro, Mich. (Rosas, 1976). Enseguida se proporcionan algunas de las tallas máximas reportadas para charales de los géneros *Chirostoma* y *Poblana*: *Ch. grandocule* 14 cm del lago de Pátzcuaro, Mich. (Rosas, 1976); *Ch. compressum* 11.05 cm del lago Pátzcuaro, Mich. (Rosas, 1976); *Ch. bartoni* 12.6 cm del lago Pátzcuaro, Mich. (Solórzano, 1961); *Ch. riojai* 7.85 cm de la laguna Victoria, Edo. de Méx. (Solórzano y López, 1965a); *Ch. jordani* 7.0 cm de la cuenca del río Lerma (Soto, 1953); *Ch. chapalae* 15.7 cm del lago Chapala, Jal. (De Buen, 1945); *Ch. consocium* 8 cm del lago Chapala, Jal. (De Buen, 1945); *P. ferdebueni* 7.08 cm de la laguna de Almoloya, Pue. (Solórzano y López, 1965b); *P. hidalgoi* 5.67 cm de la presa Endó y río Tula, Hgo. (Alvarez, 1953). En la región de los Llanos del Salado, se han llegado a coleccionar peces de 8.3 cm de longitud patrón para *P. alchichica squamata* de Quechulac, de 7.62 cm para *P. letholepis* en el lago La Preciosa (Alvarez, 1950) y de 7.55 cm en este trabajo; y de 6.1 cm en el lago de Alchichica para *P. a. alchichica* (De Buen, 1945). Dichas variaciones de talla sugiere la gran plasticidad genética de los charales en los distintos cuerpos de agua y se observa cierta tendencia en los organismos, de que pueden alcanzar tallas mayores en los cuerpos acuáticos más extensos, aunque

son varios factores más a considerarse , como son los factores bióticos (Lagler et al. 1984).

Los pesos máximos obtenidos presentan mayores diferencias que las longitudes máximas teóricas. Rosas (1976) reporta variaciones de peso para charales de los 3 a los 30 gr., Vázquez (1982) calcula un peso de 2.7 gr para *P. a. alchichica*, Cházaro et al. (1989) uno de 34.4 gr para *Ch. jordani*, mientras que en el presente trabajo se calcularon dos, con el método de Cassie: 5.8 gr y con el de Bhattacharya: 7.6 gr, diferencias que se pueden deber a las distintas especies y ambientes como se ha observado anteriormente en otros trabajos (SEPECA, 1987).

#### 4.2. RELACION PESO-LONGITUD

El factor de condición más elevado se determinó en enero, coincidiendo con lo encontrado por Lizárraga (1981) para *Ch. estor* del lago de Pátzcuaro, Mich. En ambos sitios se presentan las temperaturas más bajas del año en este mes coincidiendo con una etapa prerreproductiva (inicio de una etapa de desarrollo) por lo que la actividad principal del organismo es concentrar gran parte de su energía en su desarrollo corporal; inclusive, se encontró para *P. letholepis* un hilo delgado de grasa en el 32% de los peces analizados, lo cual confirmó el grado de gordura.

En Diciembre el factor de condición fue el más bajo debiéndose, probablemente a la combinación de un grado mayor de parasitismo (17% de los organismos analizados), ya que los parásitos producen una pérdida de peso corporal en los peces (Cheng, 1978) y a una escasez de fito y zooplancton en esta época al decrecer el fotoperiodo (Gallardo, 1977).

En Abril, el factor de condición fue el segundo más bajo, fenómeno que se asoció a las actividades reproductivas del pez, gran parte de la energía del organismo se canaliza a la creación de gametos con la consecuente pérdida de peso corporal y, por lo tanto, baja del factor de condición (Navarrete, 1981).

El factor de condición obtenido para *P. letholepis* (0.0094-0.0278) resultó mucho más alto con respecto a *P. a. alchichica* (0.0000016) del lago Alchichica (Vázquez, 1982) y menor a *Ch. jordani* (0.018-0.047) de la presa Taxhimay Edo. de México (Navarrete, 1981). y también por debajo del de *Ch. chapalae* (0.514-0.625) del lago Chapala Jalisco (Gallardo, 1977). Dichas diferencias reflejan los distintos ambientes, épocas, así como el estado fisiológico del pez (Ricker, 1975). Observándose que el factor de condición de la especie es bajo (peces poco robustos) debido probablemente a la baja productividad del Lago lo que propicia una producción secundaria reducida, que a la postre viene siendo el alimento principal de la especie aludida.

En las relaciones Peso-Longitud se aprecia cómo el peso se incrementa poco en las primeras longitudes para luego aumentar notablemente en la típica relación exponencial, indicando que sucede más rápido el crecimiento en longitud que el de peso como menciona Ricker (1975).

En todos los meses el tipo de crecimiento fue isométrico, indicando que el peso específico y la forma del cuerpo permanecen constantes a través del tiempo independientemente del tamaño de los ejemplares (Ricker, 1975) Una prueba de "t" confirmó que no existieron diferencias significativas ( $\alpha = 0.95$ ) entre los coeficientes determinados y el valor teórico de 3. Por lo tanto los organismos presentaron un crecimiento proporcional en los meses estudiados.

#### 4.3. ALIMENTACION

El nivel trófico en todos los meses mostró que la especie en estudio es carnívora. Los resultados mostraron que los tipos alimenticios varían entre las distintas tallas de los peces en proporción y diversificación del alimento consumido.

Las diferencias en las proporciones de lo consumido entre las distintas tallas pueden deberse a la abundancia de las presas y a su talla, ya que la estructura de un animal fija los límites del tamaño de las presas de que se alimenta (Krebs, 1985). Se ha podido observar que los organismos más pequeños se alimentan preferentemente de crustáceos y los de tallas mayores de crustáceos y de larvas de insectos (Gallardo, 1977, Rauda y García, 1989) como acontece en *P. letholepis*. Asimismo, las diferencias se puede deber a una forma de segregación ecológica para disminuir la competencia, de este modo los organismos jóvenes pueden ocupar nichos ecológicos distintos de los adultos (Margalef, 1983).

La diversificación de la alimentación en el tiempo está asociada al cambio en los factores ambientales como ocurre en abril. En esta época del año (primavera) hay un florecimiento del fitoplancton al aumentar el fotoperiodo, lo que genera las condiciones adecuadas para lograr una mayor diversificación alimenticia (Lagler *et al.*, 1984).

Los charales permanecen en las capas superficiales y de media agua generalmente cercanas a las orillas de los Lagos en donde obtienen su alimento (Gallardo, 1977), debido a ello es que se presenta una gran variación en los tipos de alimento que consumen.

El principal tipo alimenticio lo constituyeron los cladóceros como una consecuencia de su relativa abundancia natural en el cuerpo de agua durante ese tiempo; pero, cuando hay escasez de cladóceros (marzo), los peces cambian a otros tipos alimenticios, aumentando el consumo de copépodos y otros organismos como larvas de insectos, moluscos y, quizás accidentalmente, vegetales (semillas y pastos acuáticos), probablemente la escasez de los cladóceros se debió a sus típicos brotes o ciclos de población caracterizados por uno o varios aumentos de población con una disminución de forma no previsible, dependiendo mas bien del Lago en que vivan (Barnes, 1984).

El grado de digestión del alimento sugirió que los individuos de tallas mayores comienzan con antelación la hora de alimentación, dado que se observa un mayor grado de digestión en éstos que en los de tallas menores.

Al parecer, la especie es selectiva en lo que consume cuando hay abundancia de sus presas; la selectividad consiste en una visualización y captura de las presas de talla mayor cuando existen en gran abundancia, ya que éstas le proveen de una cantidad mayor de energía que la gastada en capturarlas. Esta selectividad desaparece cuando no existe una abundancia de las presas de talla mayor y consumen lo existente (Margalef, 1983; Wetzel, 1983).

El espectro trófico es similar al de otros charales de otros cuerpos acuáticos, en donde predominan los copépodos, cladóceros y larvas de insectos, aunque el principal zooplancton en este trabajo estuvo constituido por cladóceros, como también en *Ch. bartoni* del Lago de Pátzcuaro (Solórzano, 1961), mientras que en los otros estudios predominan los copépodos (Gallardo 1977, Navarrete, 1981) debido a que la diferencia de ambientes, probablemente, propicia una dominancia de cladóceros en los primeros y de copépodos en los segundos.

#### 4.4. MADUREZ SEXUAL

Los estadios de reposo de *P. letholepis* (I,II,III) se presentaron en diciembre, los de desarrollo y maduración (IV, V) en enero y febrero y los de maduración y desove (V, VI) en marzo y abril. La época reproductiva queda delimitada de marzo a abril, concordando con lo reportado por SEPESCA (1987) en que la época de reproducción más importante para charales es de marzo a abril.

El reclutamiento en las poblaciones de peces es muy variable de un año a otro (Krebs, 1985). Los resultados obtenidos muestran que la talla de reclutamiento ocurre a los 40 mm en los machos y a los 45 mm en las hembras. Resultados similares en cuanto a que los machos son reclutados a tallas menores, obtuvieron Solórzano (1961) para *Ch. bartoni* -para los machos con 65 mm y de 75 mm para las hembras- y Morelos y García (1985) -de 58 mm para los machos y de 63 mm para las hembras- en *Ch. attenuatum*, ambas especies del lago de Pátzcuaro, Mich.

El reclutamiento es un parámetro importante e indicador del momento en que los organismos maduran sexualmente, señalando la longitud donde se encuentra la mayor cantidad de individuos (Gómez, 1980), siendo una de las principales finalidades de su determinación, la utilización de estos datos para el establecimiento de normas de protección de la especie (Solórzano, 1961).

La proporción de sexos varió en los distintos meses, fluctuando desde una proporción 1:1 en diciembre, febrero, marzo y abril, a una de 2:1 en enero (hembras-machos). Probablemente esta diferencia se deba a que en enero al comenzar la etapa de desarrollo, las hembras presentan un crecimiento más rápido que los machos y con ello, tienen mayores probabilidades de supervivencia. Grassé (1958) y Lagler *et al.* (1984) mencionan este fenómeno -de que las hembras alcanzan tallas mayores que los machos en muchas especies de peces- éste último autor considera que dichas diferencias de talla pueden deberse a la acción de factores genéticos que con frecuencia están correlacionados con patrones de conducta heredados, es decir; el mayor tamaño aparece a menudo asociado con el Padre más "importante". Solórzano (1961)

reporta una proporción 1.5:1 para *Ch. bartoni* y Morelos y García (1985) una de 1.68:1 para la misma especie. Lizárraga (1981) reporta una proporción sexual para *Chirostoma estor* de 1.5:1. De acuerdo con Pianka (1978 en Morelos y García, 1985) es ventajosa la existencia de una mayor cantidad de hembras en la especie ya que, a mayor número de hembras, mayor número de crías se reclutarán a la población, siempre y cuando un macho pueda ser capaz de fecundar los huevecillos de una hembra.

#### 4.5. MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

La mortalidad afecta de una manera distinta a cada clase de edad, este decremento se puede considerar como una descripción realista. Las mortalidades mayores ocurren en los peces de tallas menores por la predominancia de individuos jóvenes en la estructura de la población, lo que se traduce en supervivencias bajas. Alrededor del 27% de los organismos pasan de una edad a la otra causada por muerte natural (depredación, enfermedad, cambios ambientales desfavorables, escasez de alimento, etc.) y por pesca (Gulland, 1971).

Al existir una supervivencia baja, esto se compensa con un crecimiento rápido y una estructura por tallas en la población que permite la continua recuperación a través del tiempo y donde se observa una alta proporción de jóvenes como consecuencia de la explotación a la que está sujeta la población (Margalef, 1983). La mortalidad alta calculada para *P. letholepis* era de esperarse, ya que Gulland (1971) considera que los peces con un valor elevado de "k", generalmente, tienen una mortalidad natural elevada como es el caso de *P. letholepis*.

#### 4.6. PARASITISMO

La mayor prevalencia se registró en Diciembre con el 17% de peces infestados, registrándose al mismo tiempo, valores altos de intensidad parasitaria en algunos peces (hasta 22 parásitos por organismo). El índice de prevalencia de diciembre se relacionó con la temperatura del agua del Lago así, cuando la temperatura baja, la prevalencia aumenta como es mencionado por Granath y Esch (1983). En febrero y abril la prevalencia es baja y la intensidad parasitaria, a lo sumo fue de 2 parásitos por pez. En enero y marzo no se encontraron parásitos posiblemente debido a que hay un aumento en la temperatura del agua o a que el ciclo de vida de los parásitos no tenga que ver con los peces (como hospederos) en esos momentos según sugiere Cheng (1978).

## 5.CONCLUSIONES

-Los modelos de crecimiento en longitud y peso obtenidos para *Poblana letholepis* fueron:

$$\begin{aligned} \text{Método Cassie:} \quad & Lt = 7.0413(1 - e^{-0.4836(t+0.7348)}) \\ & Wt = 5.8107(1 - e^{-0.4836(t+0.7348)})_{2.8665} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Método Bhattacharya:} \quad & Lt = 8.7134(1 - e^{-0.3147(t+1.5199)}) \\ & Wt = 7.5812(1 - e^{-0.3147(t+1.5199)})_{2.8665} \end{aligned}$$

-El tipo de crecimiento de la especie fue isométrico. El valor más elevado del factor de condición se obtuvo en enero (0.0278) y el más bajo en diciembre (0.0094).

-*Poblana letholepis* es un consumidor secundario preferentemente zooplanctófago (cladóceros principalmente).

-Se encontraron organismos sexualmente maduros en marzo y abril. La proporción sexual promedio fue de 2:1. La talla de reclutamiento reproductivo de las hembras ocurre a los 45 mm y en los machos a los 40 mm.

-La mortalidad total determinada para la especie fue:  $Z = -1.2988$  y se calculó una supervivencia de:  $S = 0.2729$ .

-En diciembre se obtuvo la prevalencia mayor de parasitismo con el 17% de los organismos. Registrándose solamente endoparásitos en la región media y posterior del tracto digestivo de los organismos.

## 6.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez, V. J. 1950. Contribución al conocimiento de los peces de la región de los Llanos, Estado de Puebla (México). An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx. 6: 81-107.
- Alvarez, V. J. 1953. Aterínido nuevo del río Tula (Hidalgo, México) (Pisc., Atherinidae). Ciencia. 13 (1): 25-28.
- Alvarez, V. J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Serie de Inv. Pesq. Est. 1: 122-129.
- Alvarez, V. J. 1972. Algunos ejemplos de especiación en peces mexicanos. Sobretiro de Acta Politécnica Mexicana. XIII (60): 81-80.
- Alvarez, V. J. y Navarro, G. L. 1957. Los peces del Valle de México. Sría de Marina, Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas (Ed). México. 62 pp.
- Arredondo, F. J., Borrego, E. L., Castillo, D.R. y Valladolid, L. M. 1983. Batimetría y morfometría de los lagos "Maars" de la Cuenca de Oriental, Puebla, México. Biótica. 8 (1) : 37-47.
- Arredondo, F. J., Vera, O. y Ortiz, A. O. 1984. Análisis de componentes principales y cúmulos, de datos limnológicos en el lago de Alchichica, Puebla. Biótica. 9 (1) 23-39.
- ~ Bagenal, T. B. 1978. Methods for assesment of fish-production in fresh-water. Blackwell Scientific Publications (Ed.). Londres. 365 pp.
- Barbour, C. D. 1973a. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae) : a species flock from the Mexican Plateau. Copeia. 3 : 533-556.
- Barbour, C. D. 1973b. The sistematics and evolution of the genus *Chirostoma* Swainson (Pisces, Atherinidae). Tulane studies in Zoology and Botany. 3 (18) : 97-141.
- Barnes, R. D. 1984. Zoología de los invertebrados. Interamericana (Ed.). México. 1157 pp.
- Bhattacharya, C. 1967. A simple method of resolution into gaussian components Biometrics. 23 : 115-135.
- Calderón, S. I. y Rodríguez, M. T. 1986. Estado actual de las especies del género *Ambystoma* (Amphibia: Caudata) de algunos lagos y lagunas del Eje Neovolcánico Central. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 55pp.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability papers in the analisys of size frecuency distribution. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 5 : 513-522.

- Cházaro, O. S., Navarrete, S. N. y Sánchez M. R. 1989. Reproducción y crecimiento del charal *Chirostoma jordani* (Woolman) del embalse Trinidad Fabela, Estado de México. Revista de Zoología. 1: 10-18.
- Cheng, C. T. 1978. Parasitología general. A. C. (Ed.) Madrid. 690 pp.
- Daniel, W. W. 1985. Bioestadística. Limusa (Ed.). México. 485 pp.
- De Buen, F. 1945. Investigaciones sobre ictiología mexicana I. Atherinidae de aguas continentales de México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. 16 (2): 475-532.
- Díaz, P. E. y Guerra, M. C. 1979. Estudio limnológico de los axalapascos del estado de Puebla; resultados preliminares. Memorias del Seminario de Ecología. IPN México. 20 pp.
- Doumenge, F. 1986. La révolution aquacole I. Annales de Géographie. Año 45, 531: 445-482.
- Doumenge, F. 1986. La révolution aquacole II. Annales de Géographie. Año 45, 531: 529-586.
- Edmonson, P. W. 1959. Fresh-water Biology. John Wiley (Ed.). Nueva York 1248 pp.
- Gallardo, C. M. 1977 Contribución al estudio del Charal de Chapala *Chirostoma chapalae* (Atherinidae, Mugiliformes). Tesis de Licenciatura. Fac. de Cienc. UNAM. México. 99 pp.
- Gallardo, C. M. y Laguarda, F. A. 1985 La reproducción de los peces. Información Científica y Tecnológica. 7 (11): 10-13.
- Gasca, D. A. 1981. Algunas notas de la génesis de los lagos-cráter de la cuenca de oriental Puebla-Tlaxcala-Veracruz. Col. Cienc. Prehistoria. 98. Inst. Nal. Antrop. Hist. (Ed.). México. 55 + iii pp.
- Gómez, L. M. 1980. Dinámica de poblaciones de recursos pesqueros. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. (Inédito).
- Granath, O. W. y Esch, G. W. 1983. Temperature and other factors that regulate the composition and infrapopulation densities of *Botriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in *Gambusia affinis* (Pisces). J. Parasitol. 69 (60): 1116-1124.
- Grassé, P. P. 1958 Traité de Zoologie. Tomo XIII 3er. fascículo Mason Et Cie Editeurs Paris. pp 1835-1933.
- Guerra, M. C. 1986 Análisis taxonómico poblacional de peces aterínidos (*Chirostoma* y *Poblana*), de las cuencas endorreicas del extremo sur del altiplano Mexicano. An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx. 30: 81-113.
- Gulland, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Acribia (Ed.). Zaragoza. 164 pp.

- Guzmán, M., Rojas, L. y González D. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del 'charal blanco' *Macrobranchium tenellum* en relación con factores medioambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Gro., México. (Decapoda Palemonidae). An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9 (1): 67-80.
- I.N.E.G.I. 1986. Anuario estadístico de Puebla 1985. Tomo I. Gob. del Edo. de Pue. (Ed.). México 1-73 pp.
- I.N.E.G.I. 1987a. Carta topográfica Guadalupe Victoria E14 B35. Esc. 1: 50 000. Sría de Prog. y Presup. México.
- I.N.E.G.I. 1987b. Carta geológica Guadalupe Victoria E14 B35. Esc. 1: 50 000. Sría de Prog. y Presup. México.
- I.N.E.G.I. 1987c. Carta de uso del suelo y vegetación Guadalupe Victoria E14 B35. Esc. 1: 50 000. Sría de Prog. y Presup. México.
- Krebs, J. C. 1985. Ecología. Harla (Ed.) México 753 pp.
- Laevastu T. 1980. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Acribia (Ed.) Zaragoza. 243 pp.
- Lagler, K. F., Bardach, J., Miller, R. y May, P.D. 1984. Ictiología AGT (Ed.). México. 489 pp.
- Lizárraga, T. E. 1981. Composición de tallas, pesos, sexos y relaciones biométricas del pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan 1879), a partir de la captura comercial en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. CICIMAR La Paz, BCS. IPN. México. 31 pp.
- Margalef, L. R. 1983. Limnología. Omega (Ed.). Barcelona. 1176 pp.
- Morelos, L. M. y García L. F. 1985. Aspectos reproductivos del 'charal prieto' *Chirostoma attenuatum* Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) en el lago de Pátzcuaro, Mich. Bol. Coord. Inv. Cient. Univ. Mich. San Nicolás de Hidalgo 77-83.
- Navarrete, S. N. 1981. Contribución a la biología del charal (*Chirostoma jordani*) de la presa Taxhimay. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México. 86 pp.
- Olvera, G. H. 1988. Estudio citogenético del charal *Chirostoma jordani* (Pisces-Atherinidae) del lago viejo del bosque de Chapultepec de la ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM. México. 49 pp.
- Petersen, C. G. 1903. What is overfishing?. J. Mar. biol. Ass. UK. 6: 587-594.
- Piña, E. P. 1984. Variación estacional del fitoplancton en tres axalapazcos de la cuenca de La Oriental, Puebla. Tesis de Licenciatura. ENCB., IPN. México. 41 pp.

- Rauda, O. J. y García L. F. 1989. Análisis trófico de *Chirostoma patzcuaro* Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., Méx. Bol. Coord. Inv. Cient. Univ. Mich. San Nicolás de Hidalgo. 3: 23-29.
- Ramírez, G. P. y Novelo, R. A. 1984. La vegetación acuática de seis lagos-cráter del estado de Puebla, México. Bol. Soc. Bot. México 46: 75-88.
- Ramírez, G. P. y Vázquez, G. F. 1989. Contribuciones al estudio limnobotánico de la zona litoral de seis lagos cráter del Estado de Puebla. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México., 16 (1) :1-16.
- Ricker, W. E. 1968. Methods for Assessment of fish production in fresh waters. IBP Blackwell Scientific Publs (Ed.). Oxford y Edinburgo. 3 : 197-225.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 191 : 395.
- Rosas, M. M. 1976. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Inst. Nac. de Pesca (Ed.). México. 135 pp.
- Secretaría de Pesca 1987. Manual técnico para el aprovechamiento de existencias silvestres. SEPESCA (Ed.). México. 67 pp.
- Sevilla, M.L. 1981. Introducción a la acuicultura. Continental (Ed.). México 111 pp.
- Solórzano, P. A. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro, Mich. Sria. de Ind. y Conex., Dir. Gral. de Pesca. SEPESCA (Ed.). México. 70 pp.
- Solórzano, P. A. y López, Y. 1965a. Nueva especie de *Poblana* capturada en La Laguna de Almoloya o Chignahuapan, Estado de Puebla (México). Ciencia, 23 (5): 209-213.
- Solórzano, P. A. y López, Y. 1965b. Nueva especie de *Chirostoma* capturada en La Laguna de Victoria o de Santiago Tilapa, Estado de México. Ciencia, 24 (3-4): 145-150.
- Soto, G. A. 1953. Peces de la Cuenca de México. Estudio Zoológico y Etnológico. Tesis de Licenciatura. Fac. de Cienc., UNAM. México. 44 pp.
- Sturges, H. A. 1906. The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association. 21: 65-66.
- Taylor, E. H. 1943. A new ambystomid salamander adapted to brackish water. Copeia. 3: 151-156.

- Vázquez, H. M. 1982. Contribución al conocimiento de la biología de *Poblana alchichicae alchichicae* De Buen (Pisces-Atherinidae) del lago cráter de Alchichica, Pue. Tesis de Licenciatura. ENCB., IPN. México. 30 pp.
- Weatherley, H. 1972. Growth and Ecology of fish population. Academic Press (Ed.). Londres. 122 pp.
- Welzel, G. R. 1983. Limnology. Saunders (Ed.). Filadelfia 767 pp.

## 7.TABLAS

- Tabla 1. Valores de la relación peso-longitud en los distintos meses.
- Tabla 2. Prueba estadística ''t'' aplicada a los valores de la relación peso longitud en distintos periodos.
- Tabla 3a. Porcientos de los grupos alimenticios durante diciembre de 1989.
- Tabla 3b. Porcientos de los grupos alimenticios durante enero de 1990.
- Tabla 3c. Porcientos de los grupos alimenticios durante febrero de 1990.
- Tabla 3d. Porcientos de los grupos alimenticios durante marzo de 1989.
- Tabla 3e. Porcientos de los grupos alimenticios durante abril de 1989.
- Tabla 4. Organismos encontrados en los contenidos estomacales de *Poblana letholepis*.
- Tabla 5a. Porcientos de los estadios gonádicos durante diciembre de 1989.
- Tabla 5b. Porcientos de los estadios gonádicos durante enero de 1990.
- Tabla 5c. Porcientos de los estadios gonádicos durante febrero de 1990.
- Tabla 5d. Porcientos de los estadios gonádicos durante marzo de 1989.
- Tabla 5e. Porcientos de los estadios gonádicos durante abril de 1989.
- Tabla 6. Proporción sexual en los distintos periodos.

	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.
FACTOR DE CONDICION	0.0094	0.0278	0.0177	0.0232	0.0153
CRECIMIENTO	3.0112	2.4173	2.6850	2.5429	2.8665
LONGITUD PROM. (cm)	3.6059	3.9382	4.3614	5.0300	5.4000
LONG. MAXIMA (cm)	7.0000	6.9000	7.5000	7.5000	7.5500
LONG. MINIMA (cm)	2.6000	3.1000	3.1000	3.7000	3.7000
PESO PROM. (gr)	0.4692	0.7818	0.9532	1.5300	1.9900
PESO MAXIMO (gr)	3.1400	3.0100	5.2500	4.5000	5.0000
PESO MINIMO (gr)	0.1700	0.4100	0.5000	0.5000	0.6000

TABLA 1 VALORES DE LA RELACION PESO-LONGITUD EN LOS DISTINTOS MESES PARA *P. letholepis*.

MESES	n	Sb	Tc	TT 0.95
DICIEMBRE	3.0112	5.6000	0.0020	1.960
ENERO	2.4173	1.1266	-0.5172	1.960
FEBRERO	2.6850	0.6408	-0.4916	1.960
MARZO	2.5429	5.0286	-0.0909	1.960
ABRIL	2.8665	8.6129	-0.0155	1.960

TABLA 2 PRUEBA ESTADISTICA "T" APLICADA A LOS VALORES DE LA RELACION PESO-LONGITUD EN DISTINTOS PERIODOS PARA *P. letholepis*.

TALLAS (mm)	28-35	36-43	44-51	52-59	60-67	68-75	$\bar{x}$
CLADOCERA	98.88	93.43	87.69	85.11	80.83	50.00	89.06
COPEPODA	0.56	0.36	-	1.50	0.83	-	0.30
CHIRONOMIDAE	0.56	4.28	9.68	10.62	12.50	-	6.27
CORIXIDAE	-	1.22	0.63	2.77	3.34	20.00	1.86
OSTRACODA	-	0.43	0.44	-	-	10.00	0.70
GASTEROPODA	-	-	1.56	-	-	10.00	0.96
ACARINA	-	0.21	-	-	-	-	0.06
ZIGOPTERA	-	-	-	-	2.50	10.00	0.75
PISCES	-	0.07	-	-	-	-	0.04

TABLA 3a PORCIENTOS ESTIMADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS ALIMENTICIOS DURANTE DICIEMBRE DE 1989 PARA *P. letholepis*.

TALLAS (mm)	28-35	36-43	44-51	52-59	60-67	68-75	$\bar{x}$
CLADOCERA	97.50	91.34	80.00	75.25	71.25	45.00	82.18
COPEPODA	-	1.33	16.54	18.15	8.75	20.00	8.19
CHIRONOMIDAE	2.50	1.33	-	3.30	9.17	-	3.02
CORIXIDAE	-	6.00	3.46	3.30	10.83	35.00	6.61

TABLA 3b PORCIENTOS ESTIMADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS ALIMENTICIOS DURANTE ENERO DE 1990 PARA *P. Letholepis*.

TALLAS (mm)	28-35	36-43	44-51	52-59	60-67	68-75*	$\bar{x}$
CLADOCERA	62.50	80.56	92.67	70.16	58.19	-	77.84
COPEPODA	7.50	1.66	-	5.19	1.36	-	1.21
AMPHIPODA	-	-	3.33	4.93	1.36	-	1.75
CHIRONOMIDAE	-	2.22	-	10.22	20.00	-	6.49
CORIXIDAE	30.00	10.00	1.33	-	4.55	-	5.95
OSTRACODA	-	-	-	5.25	7.27	-	2.16
ZIGOPTERA	-	5.56	2.67	4.25	7.27	-	4.60

TABLA 3c PORCIENTOS ESTIMADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS ALIMENTICIOS DURANTE FEBRERO DE 1990 PARA *P. letholepis*.

\*Los organismos presentaron el tracto digestivo vacío.

TALLAS (mm)	36-43	44-51	52-59	60-67	68-75	$\bar{x}$
COPEPODA	31.50	6.00	-	-	3.13	9.81
CHIRONOMIDAE	31.50	46.00	55.00	55.00	40.50	40.59
CORIXIDAE	31.50	46.00	40.00	41.00	40.50	37.71
ACARINA	-	-	-	-	3.13	0.81
PISCES *	-	2.00	-	4.00	4.35	3.88
PLANTAE **	5.50	-	5.00	-	5.26	6.39
PROTOZOA	-	-	-	-	3.13	0.81

TABLA 3d PORCIENTOS ESTIMADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS ALIMENTICIOS DURANTE MARZO DE 1989 PARA *P. letholepis*.

\*Huevos y alevines de pez.

\*\*Constituido por macrófitas acuáticas y diatoméas.

TALLAS (mm)	36-43	44-51	52-59	60-67	68-75	$\bar{x}$
CLADOCERA	96.00	97.00	95.00	91.00	71.00	88.75
CHIRONOMIDAE	1.50	-	-	-	22.75	6.06
CORIXIDAE	2.50	1.50	2.00	5.00	5.00	3.50
GASTEROPODA	-	-	1.00	1.50	-	0.37
ACARINA	-	0.50	-	0.50	-	0.25
PISCES *	-	0.50	0.50	0.50	0.25	0.32
ZIGOPTERA	-	0.50	-	0.50	0.75	0.43
CAMBARIDAE	-	-	1.00	0.50	-	0.13
DIPTERA	-	-	-	-	0.25	0.06
PLANTAE **	-	-	0.50	0.50	-	0.13

TABLA 3e PORCIENTOS ESTIMADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS ALIMENTICIOS DURANTE ABRIL DE 1989 PARA *P. letholepis*.

\*Huevos y alevines de pez.

\*\*Macrófitas acuáticas y diatoméas.

HABITAT	GRUPO	ORGANISMOS
PLANCTON	COPEPODA	Ciclopoidea.
PLANCTON	CLADOCERA	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> , <i>C. pulchella</i> , <i>Daphnia pulex</i> , <i>D. catawba</i> , <i>D. parvula</i> , <i>D.</i> <i>parvula</i> , <i>D. laewis</i> , <i>Bosmina</i> <i>sp.</i> , <i>Diaphanosoma sp.</i>
BENTOS	PLANTAE	Diatomeas, semillas, pastos acuáticos.
BENTOS	PROTOZOA	Cilliata.
BENTOS	AMPHIPODA	TALITRIDAE: <i>Hyalella azteca</i> .
BENTOS	DECAPODA	CAMBARIDAE: <i>Cambarellus sp.</i>
BENTOS	INSECTA	CHIRONOMIDAE: <i>Chironomus sp.</i>
BENTOS	ARACHNIDA	Acarina.
BENTOS	OSTRACODA	
BENTOS	GASTEROPODA	PHYSIDAE: <i>Physa sp.</i>
BENTOS	PISCES	ATHERINIDAE: Huevos de <i>P. letholepis</i> .
NEUSTON	INSECTA	Corixidae, Zigóptera.
NECTON	PISCES	ATHERINIDAE: Alevines de <i>P. letholepis</i> .

---

TABLA 4 ORGANISMOS ENCONTRADOS EN LOS CONTENIDOS ESTOMACALES DE *Poblana letholepis*.

TALLAS\ESTADIOS (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
28-35	100	-	-	-	-	-	-
36-43	27	73	-	-	-	-	-
44-51	-	93	7	-	-	-	-
52-59	-	78	22	-	-	-	-
60-67	-	50	50	-	-	-	-
68-75	-	-	100	-	-	-	-

TABLA 5a PORCIENTOS DE LOS ESTADIOS GONADICOS DURANTE DICIEMBRE DE 1989 PARA *P. letholepis*.

TALLAS\ESTADIOS (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
28-35	20	80	-	-	-	-	-
36-43	-	20	60	20	-	-	-
44-51	-	-	53	47	-	-	-
52-59	-	-	32	68	-	-	-
60-67	-	-	3	97	-	-	-
68-75	-	-	-	90	10	-	-

TABLA 5b PORCIENTOS DE LOS ESTADIOS GONADICOS DURANTE ENERO DE 1990 PARA *P. letholepis*.

TALLAS\ESTADIOS (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
28-35	10	40	50	-	-	-	-
36-43	-	-	50	42	8	-	-
44-51	-	-	13	74	13	-	-
52-59	-	-	5	72	23	-	-
60-67	-	-	-	33	67	-	-
68-75	-	-	-	-	100	-	-

TABLA 5c PORCIENTOS DE LOS ESTADIOS GONADICOS DURANTE FEBRERO DE 1990 PARA *P. letholepis*.

TALLAS\ESTADIOS (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
28-35	-	-	-	-	-	-	-
36-43	-	-	30	48	22	-	-
44-51	-	-	-	68	26	6	-
52-59	-	-	-	25	50	25	-
60-67	-	-	-	10	60	30	-
68-75	-	-	-	-	45	55	-

TABLA 5d PORCIENTOS DE LOS ESTADIOS GONADICOS DURANTE MARZO DE 1989 PARA *P. letholepis*.

TALLAS\ESTADIOS (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII
28-35	-	-	-	-	-	-	-
36-43	-	-	-	34	54	12	-
44-51	-	-	-	6	61	33	-
52-59	-	-	-	-	49	51	-
60-67	-	-	-	-	30	70	-
68-75	-	-	-	-	5	80	15

TABLA 5e PORCIENTOS DE LOS ESTADIOS GONADICOS DURANTE ABRIL DE 1989 PARA *P. letholepis*.

	H	M	H/H+M	LOGCH+M	PROP. SEXUAL
DICIEMBRE	19	17	0.5278	1.5563	1:1
ENERO	41	12	0.7736	1.7243	2:1
FEBRERO	26	18	0.5909	1.6435	1:1
MARZO	20	17	0.5405	1.5682	1:1
ABRIL	18	18	0.5000	1.5563	1:1
$\bar{x}$	124	82	0.6019	2.3139	2:1

TABLA 6. PROPORCION SEXUAL DE *Poblana letholepis* EN LOS DISTINTOS PERIODOS.

## 8.FIGURAS

Figura 1. *Poblana letholepis*.

Figura 2. Localización del área de estudio.

Figura 3. Clases de edad obtenidas con el método de Cassie.

Figura 4. Longitud máxima teórica obtenida con el método de Ford-Walford con las clases de edad de Cassie.

Figura 5. Modelo de crecimiento en longitud con las clases de edad de Cassie.

Figura 6. Modelo de crecimiento en longitud con las clases de edad de Bhattacharya.

Figura 7. Clases de edad obtenidas con el método de Bhattacharya.

Figura 8. Longitud máxima teórica obtenida con el método de Ford-Walford con las clases de edad de Bhattacharya.

Figura 9a. Relación peso-longitud en diciembre de 1989.

Figura 9b. Relación peso-longitud en enero de 1990.

Figura 9c. Relación peso-longitud en febrero de 1990.

Figura 9d. Relación peso-longitud en marzo de 1989.

Figura 9e. Relación peso longitud en abril de 1989.

Figura 10. Variaciones de la distribución de las tallas en los distintos meses.

Figura 11. Modelo de crecimiento en peso con las clases de edad de Cassie.

Figura 12. Modelo de crecimiento en peso con las clases de edad de Bhattacharya.

Figura 13a. Espectro trófico por talla en los 5 meses.

Figura 13b. Espectro trófico por tipo de hábitat en los 5 meses.

Figura 14. Proporción sexual en los distintos periodos

Figura 15. Curva de mortalidad.

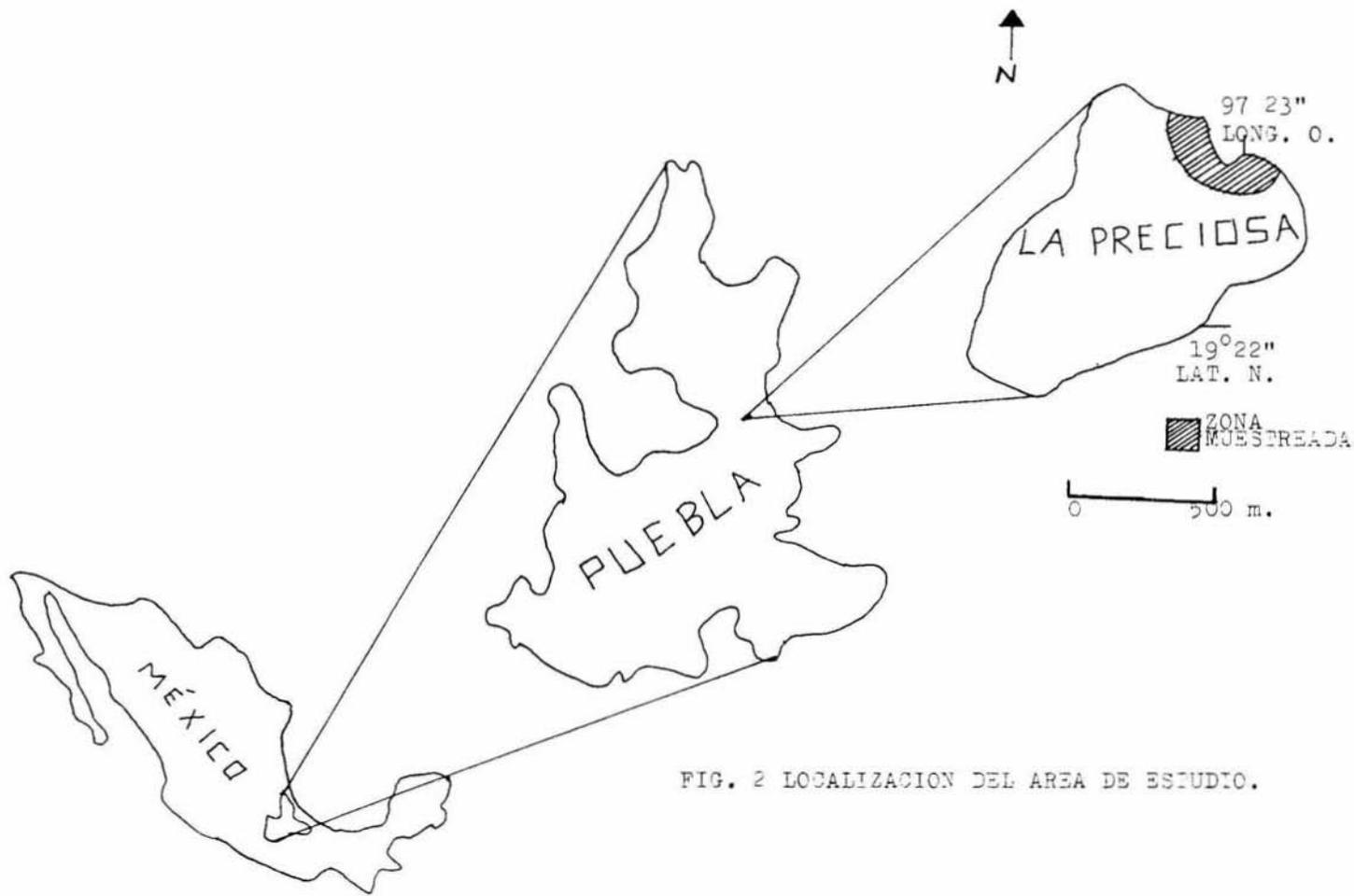


FIG. 2 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

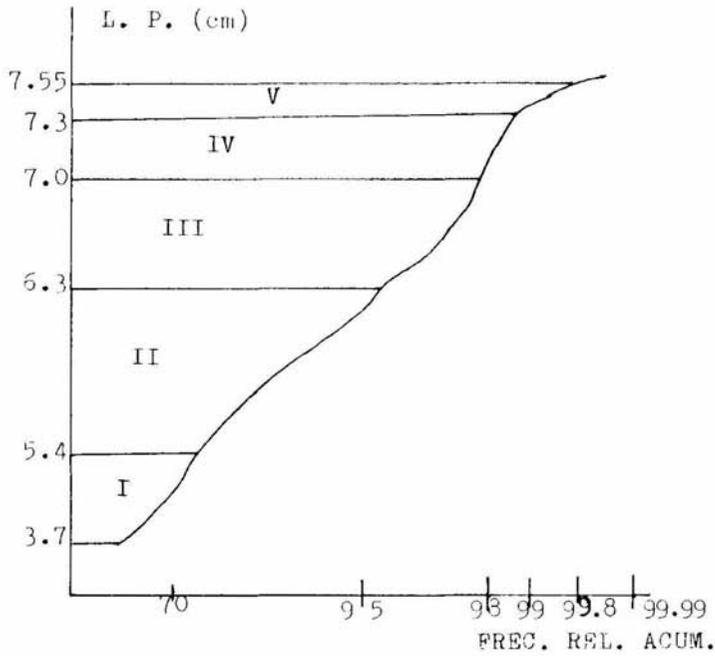


FIG.3 CLASES DE  
 EDAD OBTENIDAS  
 CON EL METODO  
 DE CASSIE PARA  
Poblana  
letholepis.

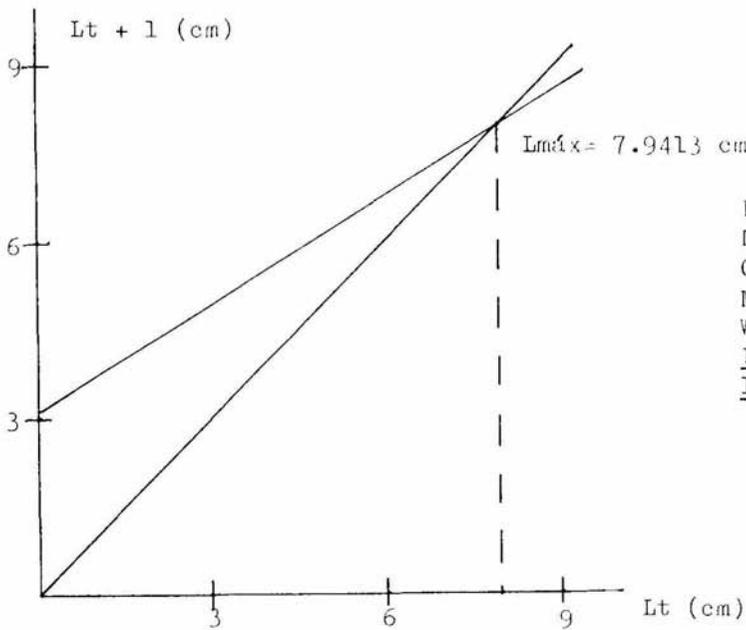


FIG.4 LONGITUD  
 MAXIMA TEORICA  
 OBTENIDA CON EL  
 METODO DE FORD/  
 WALFORD PARA  
Poblana  
letholepis.

# CRECIMIENTO EN LONGITUD CON LAS CLASES DE EDAD DE CASSIE

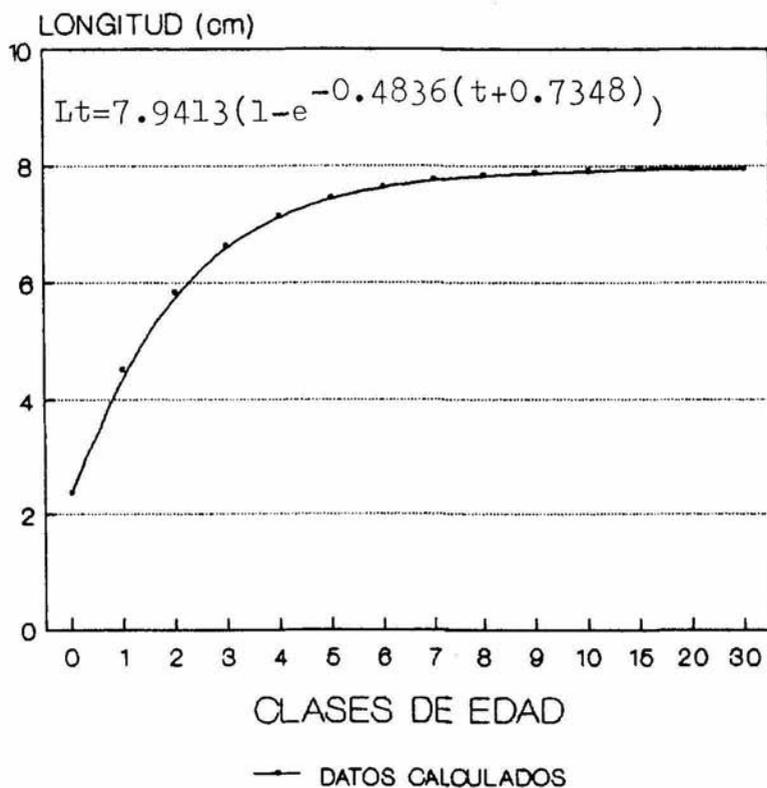


FIG.5 MODELO DE CRECIMIENTO PARA  
Poblana letholepis DEL LAGO  
MAAR LA PRECIOSA, PUEBLA.

# CRECIMIENTO EN LONGITUD CON LAS CLASES DE EDAD DE BHATTACHARYA

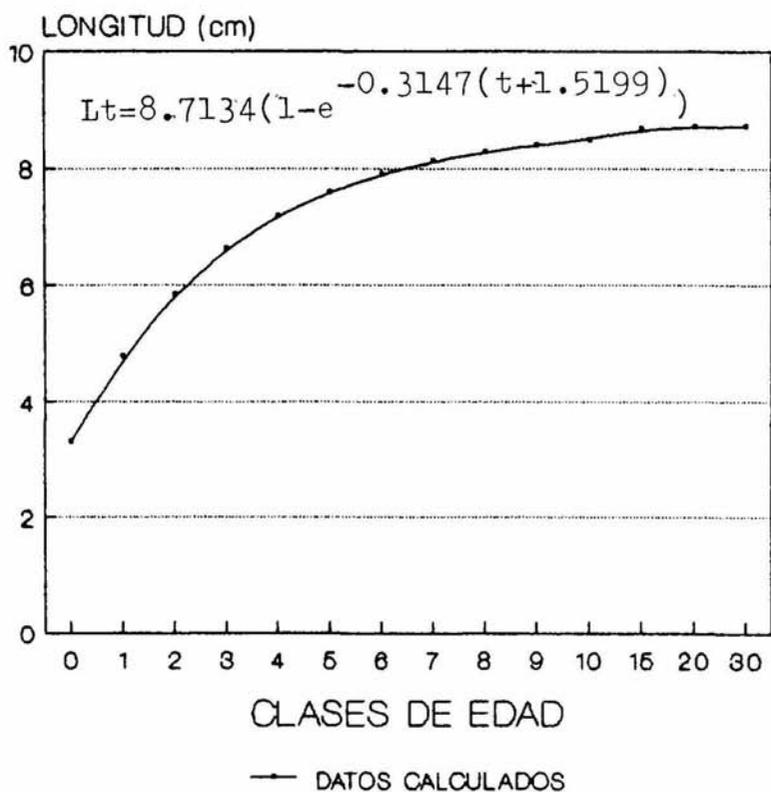
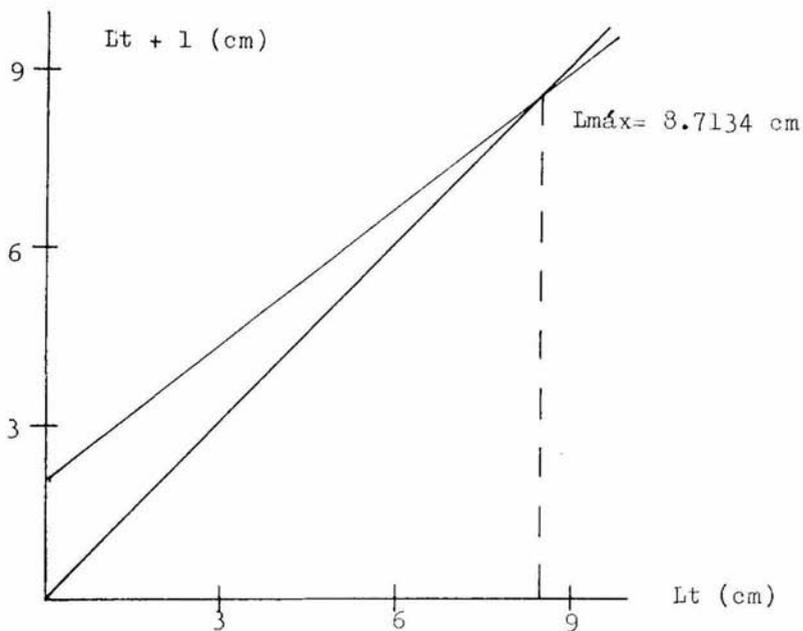
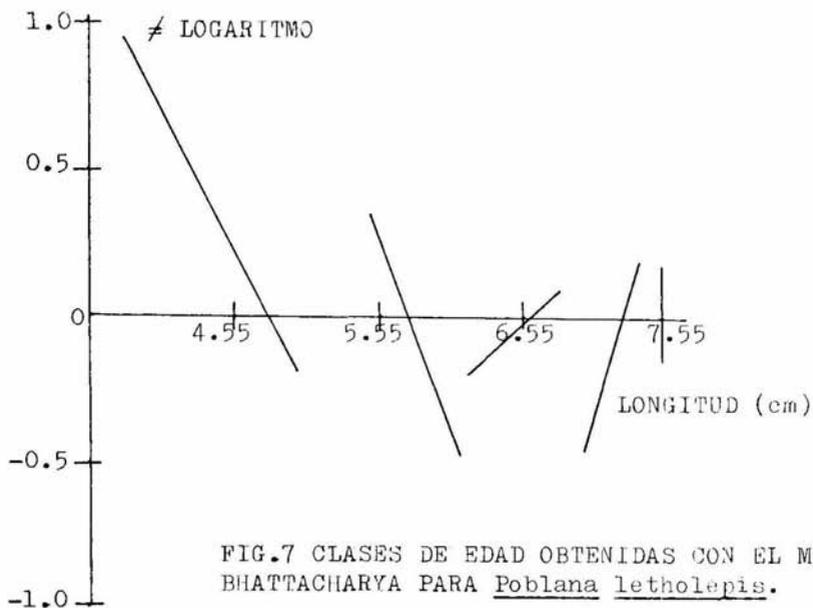
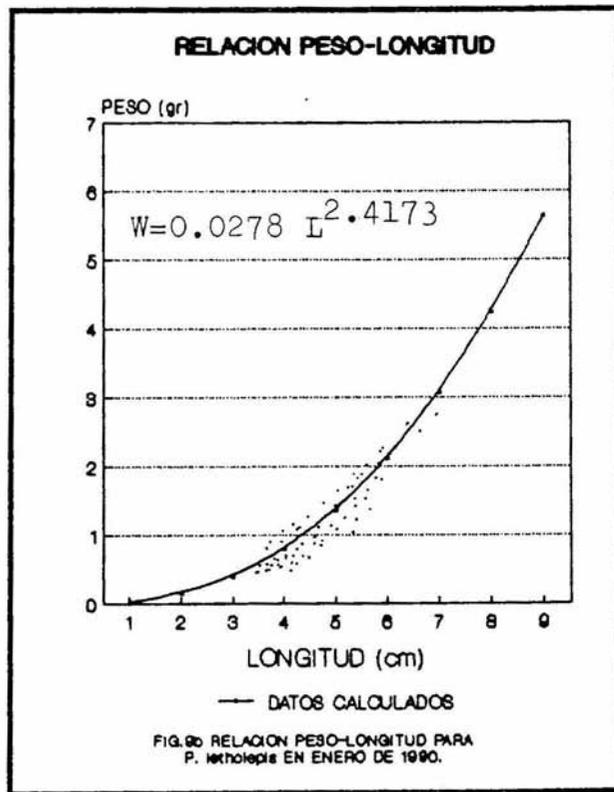
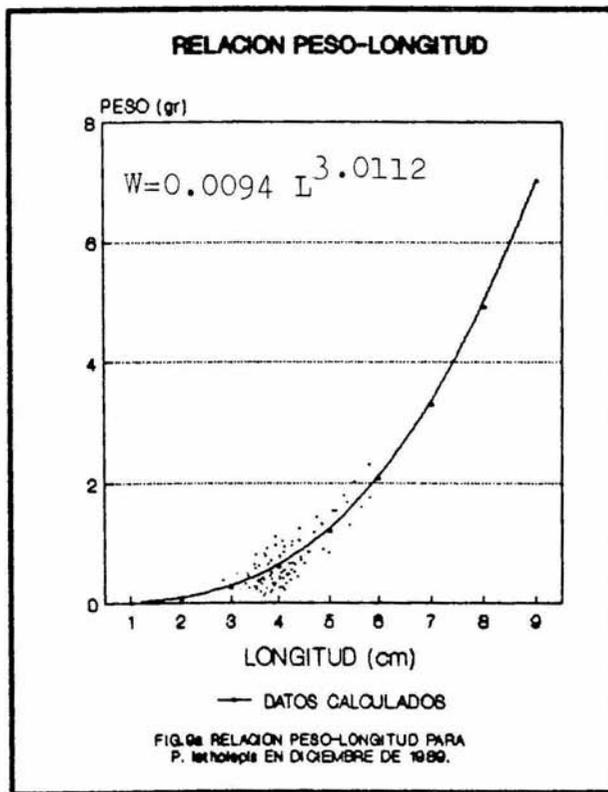
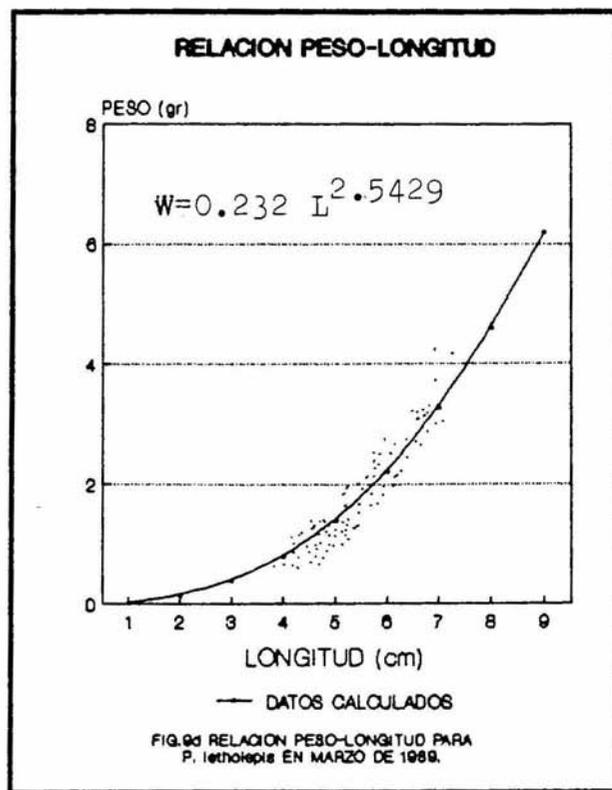
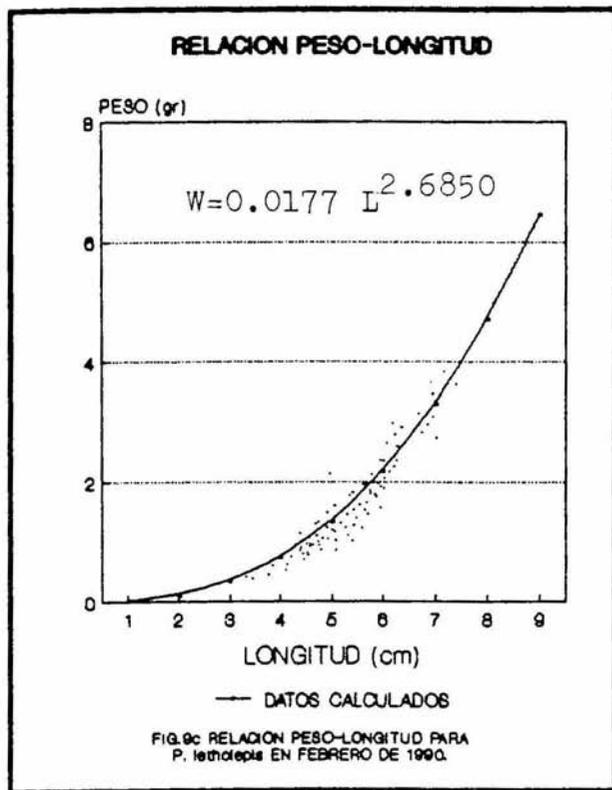
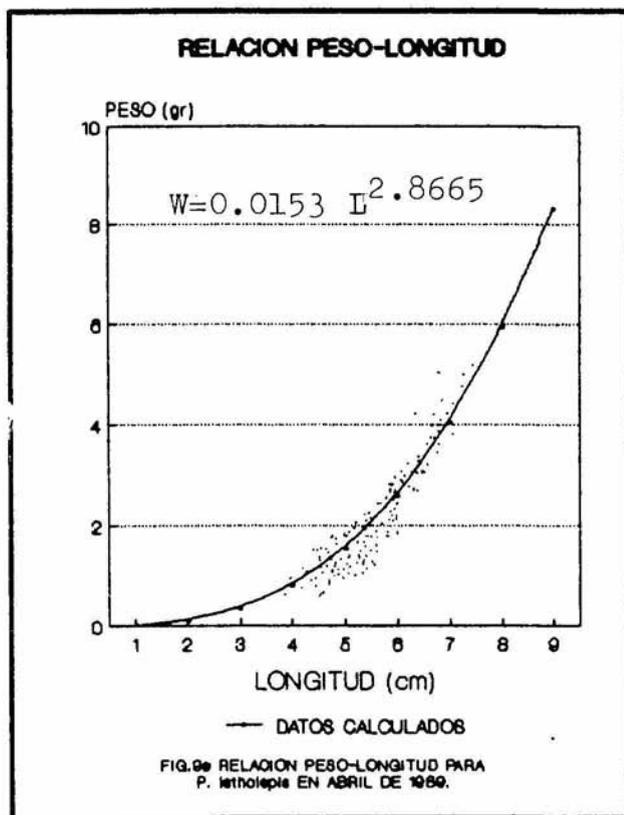


FIG.6 MODELO DE CRECIMIENTO PARA  
Poblana letholepis DEL LAGO  
MAAR LA PRECIOSA, PUEBLA.









## DISTRIBUCION DE TALLAS

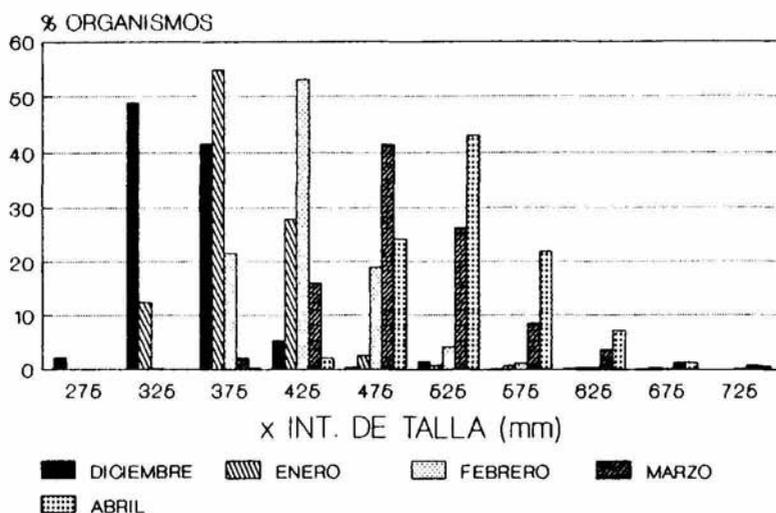


FIG.10 VARIACIONES DE LA DISTRIBUCION DE LAS TALLAS EN LOS DISTINTOS MESES PARA *P. Letholepis* DE LA PRECIOSA.

# CRECIMIENTO EN PESO CON LAS CLASES DE EDAD DE CASSIE

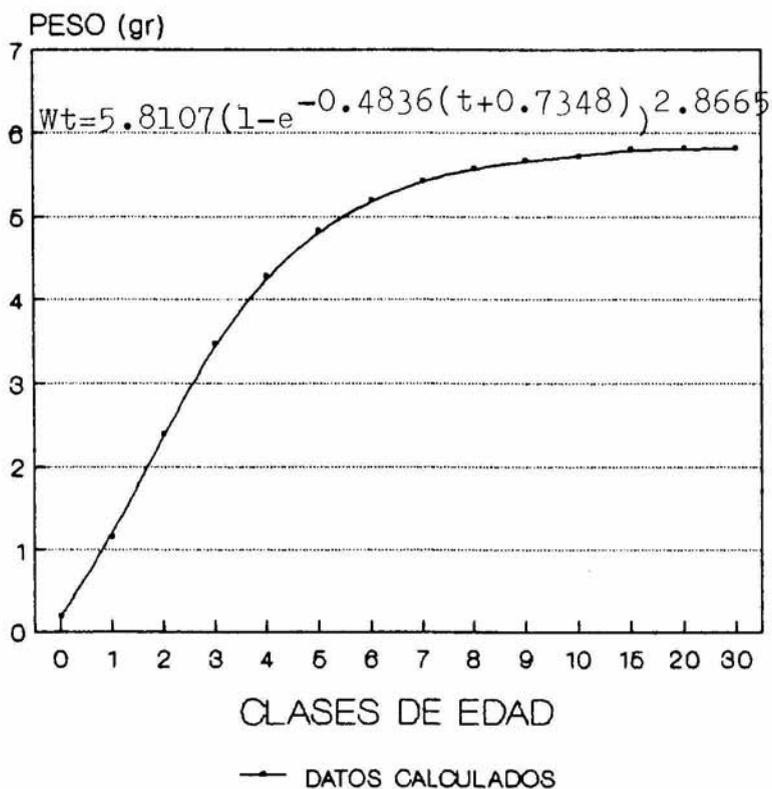


FIG.11 MODELO DE CRECIMIENTO PARA  
 Poblana letholepis DEL LAGO  
 MAAR LA PRECIOSA, PUEBLA.

# CRECIMIENTO EN PESO CON LAS CLASES DE EDAD DE BHATTACHARYA

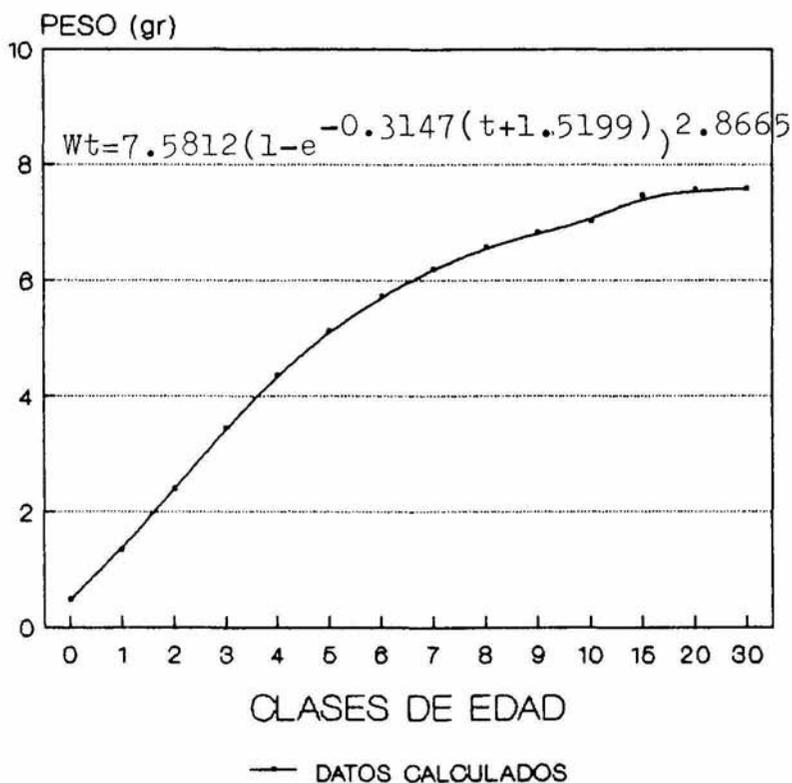


FIG.12 MODELO DE CRECIMIENTO PARA  
 Poblana letholepis DEL LAGO  
 MAAR LA PRECIOSA, PUEBLA.

## ESPECTRO TROFICO POR TALLA

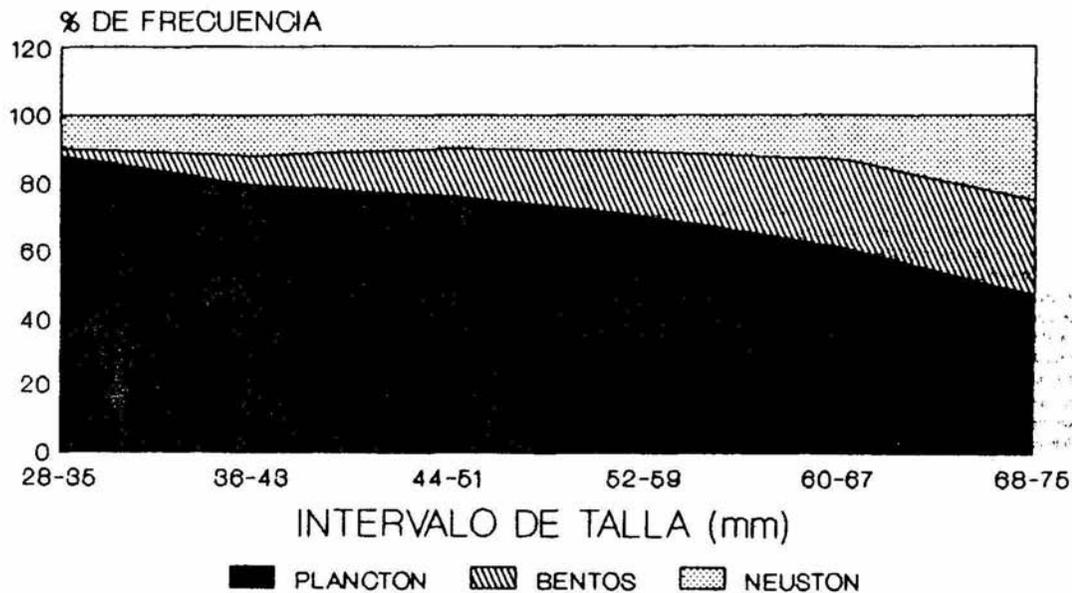


FIG.13a ESPECTRO TROFICO DE LOS 5  
MESES POR TALLA DE *P. letholepis*  
DEL LAGO MAAR LA PRECIOSA.

## ESPECTRO TROFICO POR HABITAT

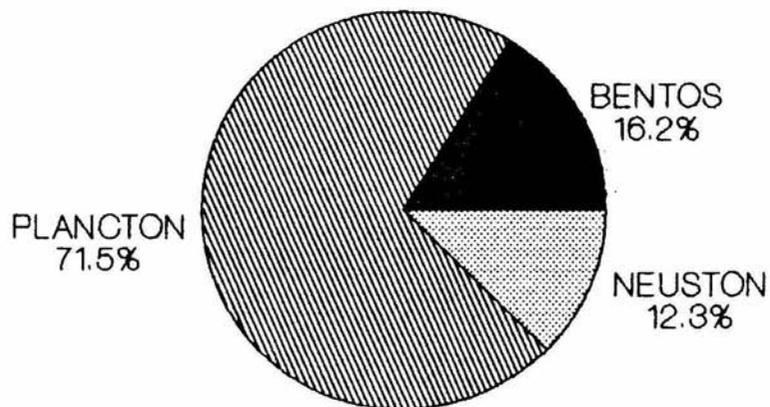


FIG.13b ESPECTRO TROFICO DE LOS 5  
MESES POR HABITAT DE *P. letholepis*  
DEL LAGO MAAR LA PRECIOSA.

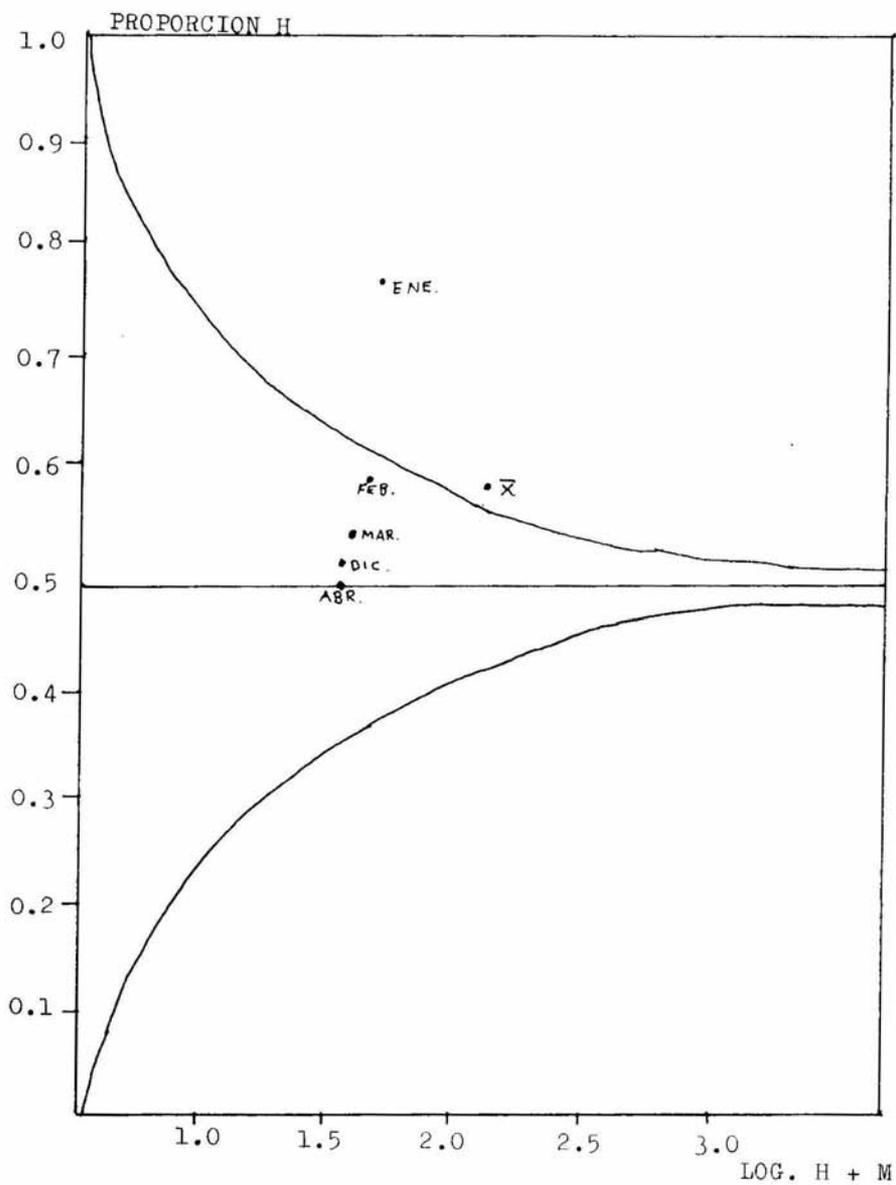


FIG.14 PROPORCION SEXUAL DE *P. letholepis* EN LOS 5 MESES Y EL PROMEDIO (CON UN  $\alpha = 0.95$ ).

# MORTALIDAD

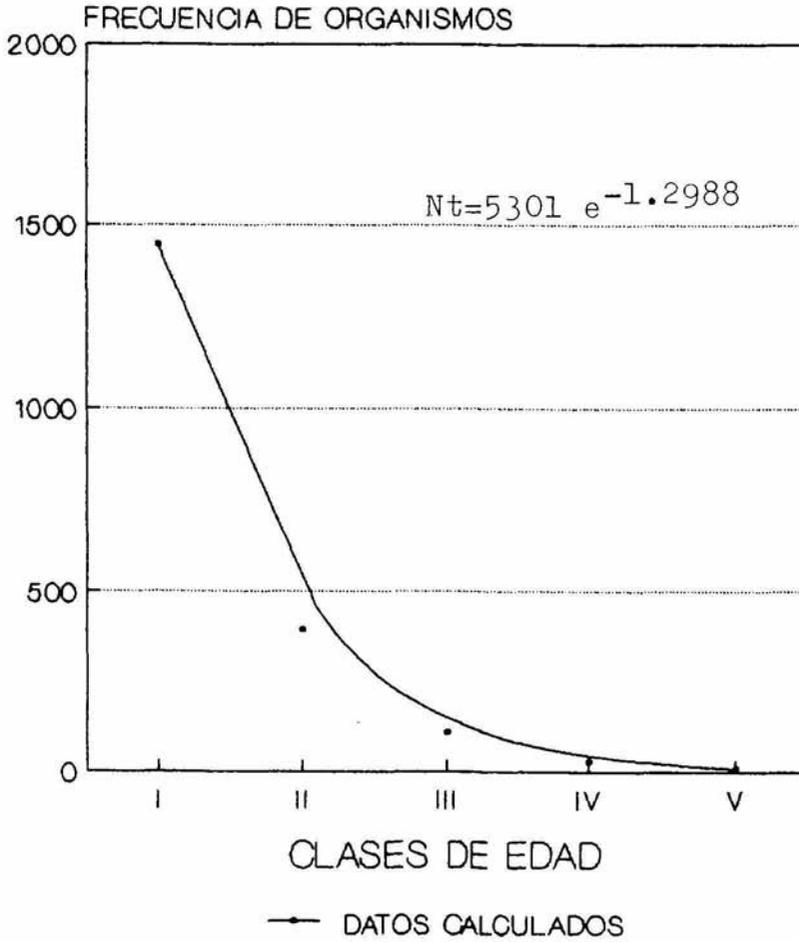


FIG.15 CURVA DE MORTALIDAD PARA *Poblana letholepis* DEL LAGO MAAR LA PRECIOSA.