



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

" I Z T A C A L A "

BO 567/89 Ej. 2

Biología

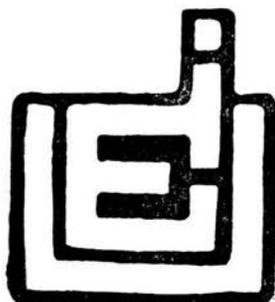
**ESTUDIO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS
DE LA BIOLOGIA DEL CHARAL *Chirostoma*
jordani EN EL EMBALSE TRINIDAD
FABELA, ESTADO DE MEXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A :

SERGIO CHAZARO OLVERA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Por el apoyo siempre -
brindado, por sus con--
sejos y sacrificios; -
Dios los bendiga.

A MIS HERMANOS

Como ejemplo del esfuer-
zo, constancia y volun-
tad. Espero lo entiendan.

A LA FAMILIA MARTINEZ

Por el apoyo brindado -
durante el transcurso -
de mi carrera. De ---
verdad, muchas gracias.

A MI ABUELITA

Por que siempre te ---
recordare.

A MI ESPOSA E HIJOS

Adela, Sergio J. y --
Emmanuel Por su cariño
Paciencia y comprensión
Los quiero.

Con todo cariño a todos
mis compañeros que per-
tenecieron al grupo 03,
y a la profesora Asela
Rodríguez Varela. Por --
su amistad.

A todas las personas que
de alguna manera me ---
proporcionaron su ayuda.
durante el transcurso de
mi carrera.

Un reconocimiento especial a la M. en C. -
Norma A. Navarrete Salgado, a la Bióloga -
Regina Sánchez Merino Por sus acertadas --
observaciones y oportunos consejos.

Al biólogo Arturo Rocha Ramírez y a la ---
bióloga Alba Marquez Espinoza, por sus ---
valiosas sugerencias y correcciones.

Agradezco el apoyo brindado a la asignatura
de Ecología y biología de Campo de la ---
ENEP Iztacala, durante la realización de -
este trabajo.

INDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	5
Objetivos.....	6
Taxonomía.....	7
Descripción.....	7
Ecología.....	8
Distribución en México.....	8
Descripción del área de estudio.....	9
Metodología.....	10
Trabajo de campo.....	11
Trabajo de laboratorio.....	12
Resultados.....	17
Parámetros fisicoquímicos.....	17
Parámetros biológicos.....	19
-Crecimiento.....	19
-Relación peso-longitud.....	20
-Mortalidad y supervivencia.....	21
-Madurez gonadal y fecundidad.....	23
-Hábitos alimenticios.....	24
Discusión.....	27
Parámetros fisicoquímicos.....	27
Parámetros biológicos.....	30
-Crecimiento.....	36
-Relación peso-longitud.....	38
-Fecundidad.....	39
Conclusiones.....	40
Bibliografía.....	42

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el embalse Trinidad Fabela en el Estado de México, donde se colectó a Chirostoma jordani con un chinchorro de paño charalero de 30 metros de longitud, una caída de 3 metros y una abertura de malla de $1/3$ de pulgada.

Se obtuvieron 5 clases de edad, una longitud máxima de 12.7013 cm, un peso máximo de 34.9423 g. Se encontró que la época de reproducción es en primavera y que la talla mínima de reproducción se presenta en esta misma temporada, con una fecundidad promedio de 658 huevecillos, su alimentación es zooplanctofaga y la complementan con organismos del bentos. El factor de condición y el tipo de crecimiento están regulados por el almacenamiento y el suceso reproductivo.

Así podemos concluir que en este sistema se alcanzan -- longitudes y pesos mayores a los reportados por otros autores para esta especie, debido a la presencia de una tasa metabólica alta (.2470). El suceso reproductivo está íntimamente -- relacionado con la dinámica de los parámetros ambientales.

El patrón alimenticio cambia con la estación del año, -- presentando para invierno y primavera a Diaptomus sp, en verano a Streblocerus sp y para otoño a Daphnia sp como alimen-- tos más importantes.

INTRODUCCION.

El agua es el compuesto más abundante sobre la corteza terrestre, y no se distribuye solamente sobre océanos, agua dulce, agua subterránea o vapor de agua de la atmósfera, sino que está circulando constantemente de un lugar a otro. Se ha estimado que el volumen total de agua alcanza una cantidad de 1359×10^9 litros. Cerca del 97% del volumen total corresponde al agua de mar, el 2.25% es agua congelada de los glaciares y capas de hielo polares. La mayor parte restante o sea el 0.75% se encuentra distribuida en el agua dulce de los lagos, ríos y agua subterránea (Sutton, 1986).

El hombre desde sus inicios ha mirado el agua como una importante fuente de alimentación, que complementa los recursos obtenidos en el ecosistema terrestre. Además de la silvicultura y agricultura, la mayor cantidad de investigaciones se ha llevado a cabo en el biología de las pesquerías lo cual resulta de enorme importancia económica (Krebs, 1985).

Los cuerpos de agua dulce proveen al hombre de un aprovechamiento directo de usos doméstico e industrial, así como de una fuente extra de explotación pesquera. Los hábitats de agua dulce pueden ser considerados de forma adecuada en dos series; cuerpos de agua lénticos, con movimientos restringidos como los lagos, lagunas, charcas etc. y los cuerpos de agua lóuticos donde el flujo temporal es más importante, como en los ríos y arroyos. Esta clasificación no incluye a los embalses, ya que estos presentan características de ambos medios

ambientes (Odum, 1971; Armengol, 1983; Margalef, 1983).

Inicialmente los represamientos fueron concebidos para la generación de energía eléctrica y como almacén de agua para riego, en la actualidad se tiende a un aprovechamiento integral en actividades como la pesca (deportiva, comercial y doméstica), la acuicultura, el recreo y el turismo.

Los embalses al ser aprovechados como una fuente de agua pueden ser utilizados en la acuicultura, siendo este un importante recurso de explotación agropecuaria ya que contribuye al mantenimiento de las poblaciones naturales; es fuente de alimento y trabajo, de forma relevante representa para muchos una alternativa de producción en el campo, cuando en este es difícil practicar la ganadería o agricultura.

Por esto último se han realizado numerosos esfuerzos por introducir especies de interés comercial en los lagos y represamientos artificiales. Es importante considerar que estas actividades no han tenido una seria planificación, lo que en ocasiones puede dar buenos resultados o bien acarrear problemas para las especies nativas, mismas que ya están adaptadas a las condiciones imperantes. Por lo anterior es necesario llevar a cabo previas investigaciones tanto en los aspectos biológicos como en los ecológicos de las especies nativas para garantizar su conservación y posible aprovechamiento. *

① México cuenta con una superficie de 120,000 Km²

de aguas interiores, de las cuales el 70% es de suma importancia para su explotación. Así mismo en términos generales nuestro país cuenta con un clima bondadoso para la práctica de la acuicultura (Baca, 1986).]

Los represamientos artificiales en México almacenan $200,000 \times 10^6 \text{ m}^3$ de agua (Ortíz, 1975). Estos sistemas presentan características propias y los organismos que a ellos llegan llevan a cabo adecuaciones, o no, a las condiciones imperantes.

2) [Dentro de la clasificación de los organismos de agua dulce, el Necton es uno de los grupos más importantes, por su interés económico, está integrado por anfibios, reptiles, peces e insectos de gran tamaño.] En nuestro país la pesca de las aguas dulces ha tenido gran importancia desde hace ya algunos siglos. Los indígenas emprendieron la pesca dulceacuícola como una actividad continua en ríos y lagos, ya que el pescado de agua salada presentaba problemas principalmente de conservación. En los últimos años por las características geográficas de la República Mexicana, la pesca dulceacuícola se ha desarrollado en lugares de difícil acceso al mar, habiéndose formado núcleos de poblaciones típicamente pesqueros, tal es el caso de Pátzcuaro Mich. y Chapala, Jal. (Cordero, y Gil. 1986).]

3) De los peces de aguas epicontinentales la familia Atherinidae es de gran interés por constituir un importante renglón en las pesquerías, no solo de México, sino de muchos otros lugares del mundo, esta familia se encuentra ampliamente distribuida principalmente sobre la región tem-

plada (Barbour, 1966).

6 Esta es una de las familias con una amplia tradición en México, aquí se incluyen a los charales y pescados blancos que desde la época prehispánica son consumidos, en forma de guisados en aji guidilla seca, como tamal, secos, asados, fritos, en forma de boqueron y en torta (Sierra y Sierra 1977; Ocampo, 1971).

7 Los charales son de tamaño pequeño regularmente miden de 8 a 12 cm, existen alrededor de 20 especies, se distribuyen en los lagos, ríos y presas de la cuenca Lerma-Santiago (Armijo y Sasso, 1976).

8 Dentro de la familia Atherinidae, el género Chirostoma tiene un lugar importante dado que es característico de la Ictiofauna Mexicana. En este género se incluye a la especie Chirostoma Jordani la cual ha llamado la atención de varios investigadores por su amplia distribución y resistencia a condiciones de cautiverio. Sin embargo en general los atherinidos mexicanos, han sido estudiados relativamente poco, no obstante ser especies de considerable importancia económica. (Navarrete, 1981).

ANTECEDENTES.

Sobre el género Chirostoma se han realizado una serie de trabajos que se refieren principalmente a aspectos de taxonomía, dentro de los cuales cabe destacar los realizados por Den Buen en el Lago de Pátzcuaro durante el período comprendido de 1939 a 1947 (in Navarrete, 1981). Rosas (1970) publica un trabajo sobre datos de cultivo de la especie Chirostoma estor del mismo lago.

En lo que respecta a la especie Chirostoma jordani (Wolman) se han realizado numerosos trabajos taxonómicos y de distribución, por autores extranjeros (Wolman, 1884; Bean, 1899; Jordan y Hubbs, 1919; Jordan, Everman y Clark, 1930; Barbour, 1973) y nacionales (Cuesta Terron, 1931; De Buen, 1939, 1940, 1941, 1943, 1945, 1947; Alvarez del Villar, 1950, 1953, 1963; Alvarez del Villar y Cortez, 1962) (in Navarrete, 1981).

Más recientemente Moncayo y hernández (1978) estudian los aspectos ecológicos y biológicos en el embalse Requena Edo. de Hgo.; Navarrete (1981) estudia la biología del charal Chirostoma jordani en el embalse Taxhimay, Edo. de Méx., donde hace una recopilación de la filogenia de este género; Cárdenas (1982) hace un estudio histológico del testículo del macho de la especie C. Jordani.

Sobre aspectos de hábitos alimenticios y reproducción se han trabajado en varias especies de género Chirostoma. Solorzano (1961) trabajo con C.bartoni; Rosas (1973) con C. grandocule y Tellez con Chirostoma humboldtianum (1979).

OBJETIVOS.

Los estudios acerca de la biología y ecología de la especie Chirostoma jordani son escasos, es por esto que el presente trabajo contempló la ampliación de dichos conocimientos, planteandose los siguientes objetivos:

- Determinación de la dieta de C.jordani en el embalse Trinidad Fabela.
- Estimación de la variación de la dieta para cada época del año.
- Determinación de la edad y crecimiento de la especie C.jordani en el embalse Trinidad Fabela.
- Evaluación del factor de condición para cada época del año.
- Determinación de la relación Fecundidad-Longitud.
- Estimación de la mortalidad y supervivencia de la población en las diferentes épocas del año.
- Determinación ^(a) relaciones de los parámetros biológicos de C.jordani con los parámetros físicos y químicos.

TAXONOMIA.

Con base a lo expuesto por Berg (1940), y Lagler (1977).

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Gnatostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Orden:	Mugiliformes
Suborden:	Atherinoidei
Familia:	Atherinadae
Género:	<u>Chirostoma</u>
Especie:	<u>Chirostoma jordani</u> (Wolman 1884)

DESCRIPCION.

La presente descripción está basada en 60 ejemplares procedentes del lago de Cuitzeo, Mich. (Solórzano, 1961; Alvarez Guerra y Pardo, 1968; Aguirre et al., 1973) (in Navarrete, 1981).

El cuerpo es esbelto y comprimido, altura máxima sobre el origen de la primera dorsal 3 a 5 veces en la longitud patrón. Altura mínima 8.0 a 10.5 en la longitud patrón.

Primer aleta dorsal con 3 a 5 espinas, segunda aleta dorsal con 1 espina y 8 a 10 radios. Aleta anal con los primeros radios notablemente más largos que los últimos, presenta una espina y de 16 a 21 radios.

+

Base de la anal muy amplia, cabe 30 a 45 veces la longitud patrón. Aletas pectorales con radios largos y flexuosos. Aletas pelvicas cortas. Cabeza cónica, hocico redondeado y corto. Boca oblicua, labios delgados. Las mandibulas son desiguales y con dientes muy pequeños, la inferior sobrepasa un poco a la superior. El opérculo es redondeado, membranas braquiostegas no unidas al itsmo. Los ojos son grandes, su longitud cubre de 2 a 3.4 veces en la longitud cefálica, presenta iris plateado. Escamas pequeñas de bordes lisos, en una línea se encuentran de 33 a 48. Presenta escamas lacionadas en la región predorsal de los especímenes adultos.

ECOLOGIA.

El charal Chirostoma jordani es característico de aguas dulces presentandose tanto en cuerpos de agua lénticos como lóticos. Esta adaptado a un clima principalmente templado subhúmedo, es rango de temperatura que va de 12 a los 23°C y aguas más bien ricas en oxígeno, y desde turbias a totalmente transparentes. El número de huevecillos producidos es el menor de las especies pertenecientes al género Chirostoma. El desove se realiza en las aguas litorales de los cuerpos de agua, donde los huevecillos se adhieren al sustrato por una serie de filamentos. El tamaño de Chirostoma jordani varía en los diferentes sistemas donde se presenta. (Alvarez, 1970; Barbour, 1973; Navarrete, 1981).

DISTRIBUCION EN MEXICO.

La especie Chirostoma jordani se distribuye a

lo largo de la meseta central de México (fig.1A), abarcando así en su totalidad la cuenca Lerma-Santiago, el Valle del Mezquital y parte de las lagunas de los Llanos de Puebla (Alvarez, 1970, Barbour, 1973).

Los estados donde se ha encontrado esta especie abarcan a Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Texcoco, Ciudad de México, Michoacán, Morelos, Estado de México y Puebla. Es importante mencionar que la distribución de esta especie se ha ampliado por las comunicaciones que existen entre los diferentes sistemas donde se encuentra Chirostoma jordani.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El embalse Trinidad Fabela pertenece al municipio de Atlacomulco de Fabela, está ubicado geográficamente a $99^{\circ} 47' 16''$ y $99^{\circ} 47' 35''$ de longitud oeste y a $19^{\circ} 51' 21''$ y $19^{\circ} 48' 16''$ de latitud norte.

Se incluye en la región hidrológica número doce (Lerma-Chapala-Santiago). Pertenece a la provincia del eje Neovolcánico y a la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Está localizado a 11 kilómetros del Municipio de Atlacomulco, a una altitud de 2700 msnm. Presenta dos afluentes; al sur el arroyo Pueblo nuevo y al norte el arroyo Los Terreros. La Cortina se sitúa al oeste del embalse y se comunica con el arroyo El Salto.

Esta región está caracterizada geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del terciario y cuaternario. Los tipos de rocas son extrusivas como basalto el cual predomina en la parte norte del embalse, lutita y arenisca predominan al sur, este y oeste.

Rodeando el embalse se encuentran los siguientes tipos de suelo: al norte feozem lúvico con textura media; al sur este y oeste vertisol pélico y planosol mólico con textura fina. Se practica la agricultura temporal, permanente y presenta grandes zonas de pastizal inducido.

El clima según Köppen y modificado por García (1964) pertenece al C(W₂) (W) b (i'), siendo este el más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente de P/T mayor a 55, el régimen de lluvias de verano por lo menos es 10 veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que el mes más seco. (CETENAL, 1970).

METODOLOGIA.

La metodología se realizó en dos etapas; la primera de ellas consistió en el trabajo de campo y la segunda en el trabajo de laboratorio.

Los organismos fueron colectados del embalse Trinidad Fabela, en el período comprendido de noviembre de 1983 a octubre de 1984, las colectas se realizaron en las cuatro épocas del año; Primavera (mayo-84), Verano (septiembre-84), Otoño (noviembre-83) e Invierno (enero-84).

Trabajo de Campo.

El muestreo se realizó en 5 estaciones situadas a las orillas del embalse, utilizando como arte de captura un Chinchorro, el cual presenta una longitud de 30 m., una caída de 3 m. y una abertura de malla de 1/3 de pulgada. Los organismos colectados fueron colocados en bolsas de polietileno y se fijaron con formol al 10% para su posterior transporte al laboratorio.

Los siguientes parámetros fisico-químicos fueron evaluados in situ, en dos niveles; superficie y fondo:

Temperatura: ambiental y del agua con un termómetro graduado de -10 a 110°C marca Taylor.

Profundidad: con una sondaleza.

Transparencia: con un disco de Sechii.

Concentración de oxígeno: por el método de Winkler modificado por Alsterberg (Franco, 1985).

Alcalinidad: por titulación con H_2SO_4 al 0.02 N (APHA, 1975).

Dureza: por titulación EDTA de sodio (Ros, 1979).

Ortofosfatos y nitratos: por métodos fotocolorimétricos (APHA, 1975).

Acidez: por titulación con NaOH 0.02 N (APHA, 1975).

PH
Conductividad

Evaluar proporción sexual

Trabajo de Laboratorio.

Los peces se identificaron hasta nivel específico siguiendo las claves de Barbour (1973).

Para la obtención del factor de condición y análisis de contenidos estomacales, se eligieron 50 organismos al azar para cada época, los cuales fuesen representativos de todas las tallas encontradas.

Los contenidos estomacales fueron separados con pinzas entomológicas y aguja de disección con ayuda de un microscopio estereoscópico marca Zeiss.

La determinación de los organismos presentes en los contenidos se realizó a nivel más fino permisible.

La determinación se realizó con las claves de Borror y Dwight (1954), Edmonson (1959), y Pennak (1978).

Para el análisis de los contenidos estomacales se registró la frecuencia y el volumen de los organismos por los métodos propuestos por Levastu (1971).

El método de frecuencia consiste en determinar la ocurrencia de los tipos alimenticios en el contenido estomacal dando una estimación de la proporción de organismos de la población que se alimenta de un grupo de organismos en especial.

La frecuencia de ocurrencia de cada uno de los tipos alimenticios se obtuvo mediante la siguiente fórmula

(Contreras-Balderas 1976).

$$F = \frac{ne}{Ne} (100)$$

donde

F = frecuencia (%)

ne= número de estómagos con un tipo alimenticio

Ne= número total de estómagos análizados.

Para la aplicación del método volumétrico fue necesario llevar a cabo la medición del volumen de desplazamiento individual de los organismos, que consistió en la utilización de paquetes de ellos, registrando el volumen desplazado (Tabla III).

El método volumétrico se basa en el volumen de determinado tipo alimenticio, y se obtuvo en relación al total de tipos alimenticios encontrados en una talla. (Tellez, 1979).

$$V = \frac{v}{Vt} (100)$$

donde

V = volumen (%)

v = volumen de un tipo alimenticio

Vt = volumen total del contenido por talla.

Para el análisis de las preferencias alimentarias se siguió el criterio propuesto por Albertine (1973).

Se realizó la medición de 1850 ejemplares pertenecientes a la época de otoño con un vernier hasta centecimas de centímetro. En seguida se determinó la frecuencia de los organismos en la clase de longitud definida a intervalos de 5 mm.

Con el método de Cassie (1954) se trabajaron los datos en el papel probabilidad, con el fin de fijar las clases de edad. El procedimiento consistió en calcular la frecuencia de los organismos en cada clase de talla, así como la frecuencia relativa acumulada correspondiente a cada clase, empezando por la talla menor.

Una vez obtenidas las clases de edad se obtuvo la longitud máxima por el método de Ford-Walford, el cual consistió en relacionar la longitud de edad con la siguiente. Se obtiene una serie de puntos, a través de los cuales se traza una regresión lineal que corta la bisectriz, determinando así la longitud máxima -- (L_{∞}) sobre el eje de las abscisas (Bagenal 1978).

Analíticamente tenemos que:

$$y = x \quad \text{bisectriz}$$

$$y = bx+a \quad \text{recta de crecimiento}$$

igualando, tenemos que:

$$x = bx+a$$

y por lo tanto:

$$x = \frac{a}{1 - b} = L_{\infty}$$

Por medio de la expresión de Von Bertalanffy (Ricker, 1975) se determinó el crecimiento individual en longitud de C. jordani durante el período de estudio:

Donde

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

L_t = longitud a la edad t

L_{∞} = longitud máxima

k = coeficiente catabólico

t_0 = edad teórica en la cual la longitud es igual a cero.

Las constantes del modelo se obtienen al linearizar la ecuación anterior:

$$\ln \frac{(L_{\infty} - L_t)}{L_{\infty}} = k t_0 - k t$$

Donde:

$$a = k t_0$$

$$b = k$$

por lo que

$$t_0 = \frac{a}{b}$$

La relación peso-longitud se obtuvo de la ecuación de LeCren (Weatherly, 1972), que se expresa como:

$$W = aL^n$$

Linearizando se tiene que:

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

De acuerdo con Ricker (1975), el factor de condición es el valor de la ordenada al origen de la ecuación anterior. Y "n" nos proporciona al tipo de crecimiento. Dichos valores se determinaron para cada época del año y para la temporada anual.

Utilizando la longitud máxima y los valores de "a" y "n" de la temporada anual se obtuvo el peso máximo (W_{∞}):

012 372.5/102

$$W_{\infty} = aL \omega^n$$

En seguida se aplicó la ecuación de Von Bertalanffy, para el crecimiento individual en peso.

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

Se realizaron pruebas de "t" student (Daniel, 1983), para comparar el valor teórico de "n" igual a 3, con los valores obtenidos en la relación peso-longitud para cada una de las épocas del año y para la temporada total, con el fin de delimitar el tipo de crecimiento que sigue la especie Chirostoma jordani.

La madurez gonadal fue estimada mediante las claves de Solórzano (1961).

La relación fecundidad-longitud se evaluó por medio de la expresión propuesta por Bagenal (1978) y Gerking (1978) para las diferentes tallas:

- Donde
- F = aL^b
 - F = fecundidad
 - a y b = constantes
 - L = longitud

El recuento de los huevecillos se llevó a cabo de acuerdo al método volumétrico de Levastu (1971), el cual consistió en medir el volumen de la gonada en una probeta de 5 ml. Posteriormente se tomó la fracción de esta y se registró el volumen, a esta fracción se le contó el número de huevecillos y se extrapoló al volumen total de la gónada.

La tasa de mortalidad y supervivencia fueron estimadas utilizando el número de organismos de cada clase de talla en cada una de las épocas del año (Ricker, 1975).

Donde

$$N_t = N_{0e^{-zt}}$$

z = mortalidad

La supervivencia se calculó como:

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

S = supervivencia

RESULTADOS.

Parámetros Fisicoquímicos.

Los valores de los parámetros son el promedio de los niveles superficial y fondo. Los resultados obtenidos presentan variaciones significativas a lo largo del período de muestreo.

En la Tabla 1 se muestran los valores promedio correspondientes a los parámetros ambientales para cada época del año.

Como se puede observar el valor mínimo de profundidad se presentó en primavera con 1.550 m., mientras que el valor máximo se observó en el verano con 3.141 m. (fig.2A).

El valor mínimo de transparencia se presentó en la época de otoño con 0.043 m., mientras que la máxima se presenta en invierno con 0.097 m. (fig. 2A).

Con lo que respecta a la concentración de oxígeno, este registró fluctuaciones a lo largo del período de estudio. La concentración mínima correspondió a la época de invierno con 3.260 ppm., posteriormente la concentración de este gas se fue incrementando en las siguientes épocas del año, hasta alcanzar su máximo en otoño con 7.065 ppm. (fig.2B).

La temperatura tanto del agua como del ambiente presentaron variaciones concordantes con la época del año, registrando el valor mínimo para invierno con 12.20 y 13.20°C y la máxima para primavera con 17.65 y 18.80°C en el agua y ambiente respectivamente. (fig. 2A).

Por otro lado la dureza presentó poca variación durante las épocas de verano, otoño e invierno, mientras que en la época de primavera se incrementó hasta alcanzar su valor máximo con 91.35 mg de CaCO_3 /lt. (fig. 2C).

En la alcalinidad se observó un comportamiento similar al de la dureza, presentando su valor máximo en primavera - con 91.6 mg de CaCO_3 /lt. (fig. 2C).

La acidez se comportó de manera inversa a la alcalinidad y por tanto su valor mínimo lo presentó en primavera con 6.9 mg de CaCO_3 /lt y el máximo en invierno con 13.3 mg de CaCO_3 /lt (fig. 2D).

Con lo que respecta a los nutrientes, los fosfatos totales presentaron su valor mínimo en primavera (7.040 microgramos At. de PO_4 /lt) y el máximo en invierno (33.275 microgramos At de PO_4 /lt). Por el intervalo manejado de la

técnica para la detección de nitratos no se registraron cantidades significativas de este nutriente.

Parámetros biológicos.

Crecimiento.

Con la utilización del método de Cassie (1954) en el cual se relacionó la frecuencia acumulada relativa con la longitud patrón en el papel probabilidad (fig. 3) se encontraron 4 inflexiones de las cuales se determinaron 5 clases de edad y su correspondiente longitud promedio (Tabla III).

La longitud máxima (L_{∞}) calculada por el método de Ford-Walford (Fig 4) a partir de los valores anteriores fue:

$$L_{t+1} = 2.7651 + 0.7823 L_t$$

$$L_{\infty} = \frac{2.7651}{1 - 0.7823}$$

$$L_{\infty} = 12.7013 \text{ cm.}$$

Al linealizar el modelo propuesto por Von Bertalanffy y con la aplicación de la regresión a dicho modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

$$k = -0.2470$$

$$t_0 = -0.1974$$

$$r = 0.999$$

El modelo de crecimiento en longitud quedó estructurado de la siguiente manera:

$$L_t = 12.7013(1 - e^{-0.2470(t+0.1974)})$$

La curva que describe esta ecuación se presenta en la figura 5.

Para la obtención del modelo de crecimiento en peso se utilizó la longitud máxima y los valores de a y " n " de la temporada anual, obteniéndose el resultado siguiente:

$$W_{\infty} = 0.010 (L_{\infty})^{3.210}$$

$$L_{\infty} = 12.7013$$

$$W_{\infty} = 0.010(12.7013)^{3.210}$$

$$W_{\infty} = 34.9423 \text{ g.}$$

El modelo de crecimiento en peso quedó estructurado de la siguiente manera:

$$W_t = 34.9423 (1 - e^{-0.2470(t+0.1974)})^{3.210}$$

La curva que describe la ecuación se presenta en la figura 6.

Relación Peso-Longitud.

La obtención de la relación peso-longitud para todo el período de estudio se obtuvo de una muestra de 200 individuos correspondientes a las 4 épocas del año (fig. 7), quedando el modelo estructurado de la siguiente manera:

$$W = 0.010 L^{3.210}$$

$$r = 0.981$$

Los valores del factor de condición y del tipo de crecimiento se obtuvieron para cada época del año y para la temporada anual.

El factor de condición es similar en las épocas de invierno y primavera (0.010) disminuyendo en el verano hasta 0.005 y volviendo a elevarse en el otoño a 0.009. En lo que se refiere a los valores del tipo de crecimiento, estos fueron semejantes en las épocas de otoño, invierno y primavera, elevándose notablemente en el verano. El valor del factor de condición para la temporada anual fue de 0.010 y el del tipo de crecimiento fue de 3.210. De la figura 7 a 11 se muestra el comportamiento de la relación peso-longitud para cada época del año y para la temporada anual.

Mortalidad y Supervivencia.

Para la obtención de la mortalidad y supervivencia de cada época se utilizaron las clases de edad y el número de organismos de cada una de ellas. Con los datos obtenidos se construyeron las curvas de mortalidad.

La ecuación que representa la mortalidad en primavera es:

$$N_t = 1625 e^{-1.132t}$$

Donde

$$z = -1.132 = \text{mortalidad}$$

La supervivencia se estimó directamente como:

$$S = e^{-1.132}$$

$$S = 0.322$$

La curva que describe esta ecuación se presenta en la figura 12.

La ecuación que representa la mortalidad en verano es:

$$Nt = 1120e^{-1.386t}$$

$$z = -1.386 = \text{mortalidad}$$

La supervivencia obtenida fue:

$$S = e^{-1.386}$$

$$S = 0.250$$

La curva que describe esta ecuación se presenta en la figura 13.

La ecuación que representa la mortalidad en el otoño es:

$$Nt = 4332e^{-1.656t}$$

$$z = -1.656 = \text{mortalidad}$$

La supervivencia obtenida fue:

$$S = e^{-1.656}$$

$$S = 0.191$$

La curva que describe esta ecuación se presenta en la figura 14.

La ecuación que representa la mortalidad en el invierno es:

$$Nt = 2565e^{-2.259t}$$

$$z = -2.259 = \text{mortalidad}$$

La supervivencia obtenida fue:

$$S = e^{-2.259}$$

$$S = 0.104$$

La curva que describe esta ecuación se presenta en la figura 15.

Madurez Gonadal y Fecundidad.

La talla mínima de reproducción se presentó en primavera con 3.87 cm, en base a esta se procedió al análisis de la madurez gonadal en las cuatro épocas del año.

En la época de primavera se observó que los estadios de madurez gonadal II y III representaron el 29%, mientras que los estadios V y VI registraron solo el 14% para las tallas comprendidas entre 3.8 y 4.4 cm , para el intervalo de talla comprendido entre 4.5 y 5.1 cm. el 100% de los organismos estaban en el estadio VI.

En la época de verano para el intervalo de talla de 3.8 a 4.4 cm. el estadio IV presentó el 50%, mientras que para el intervalo de 4.5 a 5.1 cm. el más alto valor lo registraron el estadio V con el 48% y el estadio VI con el 22%.

Para el otoño el valor más alto para el intervalo de 3.8 a 4.4 cm. lo presentó el estadio I con el 57%, mientras que en el intervalo de 4.5 a 5.1 cm. fue el estadio III con el 67%.

Finalmente para la época de invierno en los individuos de ambos intervalos se registraron el 86 y 100% respectivamente en estadio II de madurez gonádica (fig. 16).

La fecundidad se relacionó con la longitud quedando el modelo estructurado de la manera siguiente:

$$F = 35.351 L^{1.898}$$

$$(r = 0.981)$$

El número máximo de huevecillos encontrado fue de 915 en un organismo de 5.5 cm. de longitud, mientras que el mínimo fue de 473 huevecillos para un organismo de 3.87 cm. ambos de la época de primavera. la fecundidad promedio fue de 658 huevecillos.

El modelo anteriormente descrito nos predice que al alcanzar la longitud máxima (12.7013 cm.) el número de huevecillos sería de 4401 (fig. 17).

Hábitos Alimenticios.

Dentro del contenido estomacal de Chirostoma jordani se encontraron organismos del zooplancton (Copepoda: Diaptomus sp, Cyclops sp; Cladocera: Daphnia Sp, Bosmina sp, Diaphanosoma sp, Ceriodaphnia sp, Streblocerus sp, Alonella sp) y Diptera: Pseudochironomus sp,; Hemíptera: Trichocorixa sp, pertenecientes al zoobentos; registrandose también larvas de Chirostoma en los contenidos alimenticios.

Los peces mostraron diferencias en sus hábitos alimenticios tanto en tallas como en las épocas, por lo que el análisis se llevó a cabo tomando estas consideraciones.

Se formaron dos intervalos de talla para detectar las diferencias alimentarias:

Intervalo de longitud (cm)

2.0 - 3.9

4.0 - 5.9

Se realizó el análisis trófico de estos grupos cada época del año y sólo en otoño se anexó el intervalo comprendido de 6.0 a 7.9 cm.

El análisis de contenidos alimenticios con el método volumétrico, mostró que en la época de primavera para el intervalo de talla de 2.0 a 3.9 cm. el alimento que presentó mayor porcentaje fue Diaptomus sp seguido de Diaphanosoma sp y Daphania sp (fig. 18-I). En cuanto a frecuencia los grupos más importantes fueron en orden de porcentaje Diaptomus sp y Daphania sp (fig. 19-I).

Para la talla de 4.0 a 5.9 cm el alimento más importante en cuanto al volumen y frecuencia fué Diaptomus sp (figs. 18-II y 19-II).

Para la época de verano en el intervalo de talla de 2.0 a 3.9 cm. volumétricamente los alimentos más importantes fueron Streblocerus sp, Diaptomus sp y Pseudochironomus sp (fig. 20-I), mientras que por su porcentaje de frecuencia el alimento más importante fue únicamente Streblocerus sp (fig. 21-I).

Con lo que respecta a la talla de 4.0 a 5.9 cm el alimento más importante en cuanto al volumen fué Streblocerus sp, Diaptomus sp y Pseudochironomus sp, (fig. 20-II), y en cuanto a frecuencia fueron Streblocerus sp, Diaptomus sp, Alonella sp y Bosmina sp. (figura 21-II).

El análisis de contenidos alimenticios en otoño con el método volumétrico para la talla de 2.0 a 3.9 cm. -

mostró como grupos más importantes a Daphnia sp y Diaptomus sp (fig. 22-I), y con frecuencia más elevada a Daphnia sp y Diaptomus sp (fig. 23-1).

En el intervalo de 4.0 a 5.9 cm. los alimentos que presentan una mayor importancia en cuanto al volumen fueron, Daphnia sp y Diaptomus sp (fig. 22-II), y por el método de frecuencia fueron estos mismos tipos alimenticios (fig. 23-II).

Para el intervalo de 6.0 a 7.9 cm. volumétricamente los grupos más importantes fueron Daphnia sp, Cicadellinae y Trichocorixa sp (fig. 24-III), para el método de frecuencia fueron Daphnia sp y Diaptomus sp (fig. 25-III).

En los análisis de los contenidos estomacales para el invierno en la talla de 2.0 a 3.9 cm. con el método volumétrico los grupos más importantes fueron Diaptomus sp y Daphnia sp (fig. 26-I) y en cuanto a frecuencia fué Diaptomus sp (fig. 27.I).

En el intervalo de 4.0 a 5.9 cm. los grupos más importantes tanto en volumen como en frecuencia fueron Diaptomus sp Daphnia sp y Pseudochironomus sp (figs. 26-II y 27-II).

DISCUSION.

Parámetros Fisico-químicos.

De manera general los parámetros presentaron fluctuaciones a lo largo del período de estudio.

En la profundidad presentó su valor mínimo en primavera a causa de la utilización en actividades de riego, aunado a la disminución de lluvias en esta época. En el verano se presentó la mayor profundidad debido a que es la época de máximas precipitaciones en esta región. Para el otoño e invierno este parámetro descendió dado que ya no se presentan lluvias en este período (CETENAL, 1970).

La transparencia presentó valores muy bajos y poca variación en primavera, verano y otoño y solo se incrementó en la época de invierno. Esto puede ser explicado primeramente por que en primavera como se observó la profundidad es la menor registrada durante todo el período de estudio, esto ocasionó que hubiese acumulación de materia orgánica e inorgánica particulada y en solución lo cual disminuyó la transparencia (Stepanek, in Wetzel, 1981). Para el verano la precipitación ocasionó un acarreo de materiales, por lo que dicho parámetro se mantiene bajo. Una de las causas principales que ocasiona el movimiento de la materia en el sedimento es el viento, esto causa una disminución en la transparencia para la época de otoño.

Los datos de este parámetro son muy bajos (0.06 m en promedio) comparados con otros sistemas como Valle de Bravo con 0.70 m (Chavez, 1986), Taxhimay con 0.62 m (Navarrete, 1981), San Felipe con 0.60 m (Cházaro, 1987), la causa radica en el tipo de material que rodea este sistema el cual está formado principalmente por limos (Kato et al, 1984).

La temperatura del agua y el ambiente mostraron un comportamiento concordante a la época del año y al cambio en el volumen del sistema. Los valores máximos se presentaron en Primavera, esto es explicado porque en esta época se registró la menor profundidad y por lo tanto la influencia de la energía proveniente del sol es mayor. En el verano aunque la temperatura ambiental no cambió notablemente la del sistema si decreció, debido a que en esta época se presenta la máxima profundidad. En el otoño la temperatura ambiental se mantuvo, al disminuir la profundidad ocasionó que la temperatura del agua tuviese un ligero incremento. En el invierno se presentó el valor mínimo de temperatura ambiental lo que ocasionó que la temperatura del agua también disminuyera.

En las épocas de verano y otoño se presentaron los valores más altos de oxígeno disuelto, como consecuencia de la acción de los vientos, a la no utilización en la oxidación de la materia que se encuentra suspendida, al aporte por parte de los afluentes y en menor escala a la disminución de la temperatura para estas épocas.

Como se anotó los vientos y la precipitación para

esta región disminuyen en la época de invierno, lo que provoca que la concentración de oxígeno decrezca por la contribución de los afluentes y de la energía eólica, así mismo el hecho de presentarse una elevación en la transparencia sugiere que la materia que se encontraba suspendida ha pasado a formar parte del fondo por lo que se está utilizando el oxígeno en la oxidación de estos materiales. Para primavera hay un ligero incremento en la concentración de oxígeno lo cual puede estar relacionado con un probable incremento en la producción, ya que la transparencia se vió disminuida dado que también es afectada por los organismos fotosintetizadores (Wetzel, 1981).

La alcalinidad registra principalmente los aniones de carbonatos, bicarbonatos e hidróxilos. En el caso del sistema la alcalinidad se debe principalmente a los bicarbonatos.

Este parámetro presentó su valor máximo en primavera ya que es en este mes donde se registró la mínima profundidad lo que ocasionó que hubiese una concentración de los aniones presentes en el sistema. Para el verano al incrementarse el nivel de profundidad del embalse provocó que se diluyeran los aniones causantes de la alcalinidad ocasionando que este parámetro disminuyera y se mantuviera sin cambios drásticos para otoño e invierno ya que el nivel de profundidad también se mantiene.

En cuanto a la dureza, se comportó de manera similar a la alcalinidad. En primavera hubo concentración de los iones causantes de este parámetro, (Ca^{++} y Mg^{++}) y para

las épocas de verano, otoño e invierno se diluyeron estos iones.

La acidez está determinada por el bióxido de carbono libre y los ácidos orgánicos y minerales. Este parámetro presentó variaciones inversas a la alcalinidad como era de esperarse el valor mínimo se registró en primavera. Para verano el acarreo de CO_2 y ácidos orgánicos y minerales por los afluentes incrementaron el valor de acidez para esta época, manteniéndose para otoño e incrementándose ligeramente en invierno.

Por lo que respecta a los fosfatos el acarreo por parte de los afluentes ocasionó que estos se fueran acumulando hasta presentarse el máximo en invierno. La disminución para primavera puede estar dada por la depositación con algunos otros elementos como el calcio (Hutchinson, 1969).

No se presentaron cantidades considerables de nitratos lo que sugiere que este nutriente es escaso en el sistema y por lo tanto la sensibilidad manejada por la técnica no permite su detección.

Por las bajas concentraciones de ambos nutrientes el embalse puede ser clasificado como oligotrófico (Wetzel 1981).

Parámetros Biológicos.

Como se puede observar fué en la época de primavera donde encontró mejor representados a los estadios de madurez IV, V y VI, en comparación con las otras temporadas,

lo que nos indica que es en esta época donde se realiza el proceso reproductivo de Chirostoma jordani, esto coincide con lo reportado por Navarrete (1981) para esta especie en el embalse Taxhimay.

El presentar el máximo desarrollo de la gonada trae como consecuencia que el factor de condición (a) se mantenga sin cambio respecto de las temporadas de otoño e invierno.

En primavera se registra un decremento de la profundidad y en los fosfatos, además de un aumento en la temperatura y en la cantidad de alimento pequeño, lo cual es aprovechado por los jóvenes charales. Así mismo es importante considerar que la disminución en la profundidad pone al descubierto una mayor extensión de sustrato disponible para la fijación de los huevecillos.

En primavera se dan las mejores condiciones ambientales para la población de C.jordani y por lo tanto la mortalidad disminuye incrementándose la supervivencia. Sin embargo la mortalidad no deja de ser alta, debido a que es en esta época donde se realiza la máxima actividad reproductiva, y por lo tanto los organismos están gastando la energía en este proceso, lo cual los debilita y les causa la muerte.

En el verano hay una menor cantidad de organismos en estadio reproductivo. En esta época se registró la menor condición y esto se debe a que la mayoría de los organismos ya han liberado sus productos gonádicos, además que la acumulación de grasa sobre el tracto digestivo es menor que en las épocas de otoño e invierno.

Así mismo en esta temporada aún se realiza la actividad reproductiva por lo que el cambio de los factores abióticos resulta ser más drástico incrementando la mortalidad y por tanto disminuyendo la supervivencia.

Durante las épocas de otoño e invierno se encontró a la mayoría de los organismos en los primeros estadios de madurez gonádica (I, II y III).

La condición se mantuvo sin cambio significativo para estas épocas, debiéndose ésto principalmente a la acumulación de reservas, ya que es en estas épocas donde se encontró el mayor número de organismos que presentaron el tracto digestivo completamente cubierto de grasa.

En la época de otoño hay una disminución en la cantidad de tipos alimenticios y es en esta temporada donde se presenta una mayor densidad en la población de los charales así como también organismos con las más altas longitudes, lo cual genera relaciones competitivas más agudas ocasionando canibalismo, lo cual incrementa la mortalidad.

Es en la época de invierno donde se registra la máxima mortalidad (-2.259). Esto se debe a que en esta época se presentan los menores valores de temperatura y concentración de oxígeno, parámetros que afectan directamente la sobrevivencia de los organismos.

El estudio de las relaciones tróficas es una parte básica de la ecología de las aguas dulces. El entendimiento

cabal de los ecosistemas acuáticos requiere de una serie de investigaciones cuyos objetivos principales radican en dar la potencialidad trófica del ecosistema.

Así se tiene que para la época de primavera en el intervalo de talla de 2.0 a 3.9 cm. con el método de frecuencia los alimentos preferenciales fueron Diaptomus sp y Daphnia sp, los secundarios Bosmina sp y los accidentales Cyclops sp y Ceriodaphnia sp. Para el intervalo de 4.0 a 5.9 cm. los alimentos preferenciales fueron Diaptomus sp, Daphnia sp y Diaphanosoma sp, mientras que los secundarios fueron Bosmina sp y Cyclops sp. Con el método volumétrico en ambos intervalos de talla los alimentos que presentaron mayor importancia fueron Diaptomus sp, Daphnia sp, Diaphanosoma sp y Bosmina sp. Como se puede observar se sitúa a ámbos intervalos de esta época como zooplanctófagos.

En la época de verano se observa un importante cambio en cuanto a los resultados obtenidos. Con el método de frecuencia en el intervalo de 2.0 a 3.9 cm., el único alimento preferencial fue Streblocerus sp, los secundarios fueron Diaptomus sp, Bosmina sp, Cyclops sp, Alonella sp y Pseudochironomus sp y los accidentales fueron Daphnia sp, Ceriodaphnia sp y Trichocorixa sp. Para el intervalo de talla de 4.0 a 5.9 cm. los alimentos preferenciales fueron Streblocerus sp, Diaptomus sp, Alonella sp y Bosmina sp, los secundarios fueron Cyclops sp, Pseudochironomus sp y Daphnia sp, solo se presentó Diaphanosoma sp como alimento accidental. Con el método volumétrico los alimentos más importantes en ambos intervalos de talla fueron Streblocerus sp, Diaptomus sp y Pseudochironomus sp. Estos resultados nos muestran que

para ambos intervalos de talla la alimentación es de tipo zooplanctófaga complementada con organismos procedentes de bentos.

Para el otoño en el intervalo de 2.0 a 3.9 con el método de frecuencia los alimentos preferenciales fueron Diaptomus sp y Daphnia sp, como secundario a Bosmina sp y Pseudochironomus sp y como accidental a Trichocorixa sp. Para el intervalo de talla de 4.0 a 5.9 cm. el alimento preferencial lo formaron Daphnia sp y Diaptomus sp, como secundario Bosmina sp, Pseudochironomus sp y Trichocorixa sp. En el intervalo de 6.0 a 7.9 cm. los tipos alimenticios preferenciales fueron Daphnia sp y Diaptomus sp, los secundarios fueron Pseudochironomus sp y Trichocorixa sp, y los accidentales Donacia sp, larvas de Chirostoma y los insectos de la subfamilia Cicadellinae. Con el método volumétrico en el intervalo de 2.0 a 3.9 cm. los alimentos mejor representados fueron Daphnia sp, Diaptomus sp y Pseudochironomus sp, para el intervalo de 6.0 a 7.9 cm. fueron Daphnia sp, Cicadellinae y Trichocorixa sp. Por lo anterior se sitúa a los tres intervalos de talla como zooplanctófagos con complementación alimentaria bentónica, - siendo esta más marcada que en la época anterior. Además el presentar la mayor abundancia Chirostoma jordani en esta temporada (Navarrete, 1984) aumenta la probabilidad de interacciones intraespecíficas como el canibalismo, por lo que se encuentran pequeños individuos en los contenidos estomacales este último comportamiento también fue observado por Navarrete (Com. per.) para la especie Chirostoma humboldtianum en el embalse San Felipe Estado de México, donde la densidad de C. humboldtianum fue la más elevada de la comunidad íctica de este sistema.

Para la época de invierno el único alimento, preferencial en la talla de 2.0 a 3.9 cm. fue Diaptomus sp, mientras que los secundarios fueron Daphnia sp, Bosmina sp, Diaphanosoma sp, Cyclops sp y Pseudochironomus sp. Para el intervalo de 4.0 a 5.9 cm. los alimentos preferenciales fueron Diaptomus sp, Daphnia sp y Pseudochironomus sp, presentando solo a Bosmina sp como alimento secundario. Con el método volumétrico para el primer intervalo de talla los alimentos con mayor porcentaje fueron Diaptomus sp, Daphnia sp y Bosmina sp. Para el intervalo de talla de 4.0 a 5.9 cm. fueron Diaptomus sp, Daphnia sp y Pseudochironomus sp. Así por lo anterior, el intervalo de talla de 2.0 a 3.9 cm. se sitúa como zooplanctófago y el de 4.0 a 5.9 cm. como zooplanctófago con complementación alimentaria bentónica.

La preferencia alimentaria por los diferentes organismos formadores de la dieta de Chirostoma jordani, estuvo dada principalmente por la abundancia que estos presentaron a lo largo de la temporada anual. Así observamos que para las épocas de invierno y primavera el organismo más abundante fue Diaptomus sp, para verano Streblocerus sp, y para otoño Daphnia sp. También podemos notar que Diaptomus sp fue la especie más abundante durante toda el año (Elías, et al 1984) por lo que fue ampliamente incluido en la dieta de C. jordani.

Podemos observar que al aumentar la longitud de los charales, los requerimientos alimentarios cambian, así los organismos de longitudes mayores buscaran aquellos recursos que les provean de una mayor cantidad de proteínas por su tamaño. Este problema lo resuelven con la utilización de los tipos alimentarios bentónicos. En el caso de los -

organismos pequeños la alimentación zooplanctófaga reduce el gasto de energía, la cual es utilizada más bien para el crecimiento.

Debido a que en las dietas de Chirostoma jordani se encontraron organismos representantes tanto del zooplancton como del zoobentos podemos decir que esta especie es un consumidor de tipo primario, y por su espectro trófico tiene como alimento preferencial al zooplancton y lo complementa con organismos de bentos, ese comportamiento concuerda con lo reportado con Navarrete (1981) en el embalse Taxhimay.

Crecimiento.

En el presente estudio se encontraron cinco clases de edad, donde posteriormente con la utilización de estas se obtuvo una longitud máxima de 12.7013 cm. Este valor es notablemente mayor al reportado por De Buen (1945), Barbour (1973) y Navarrete (1981), que registraron una longitud patrón no mayor de 6.5 cm en los sistemas estudiados. Sin embargo Barbour (1973) también reporta una longitud de 9.1 cm en el Lago de Chapala para Chirostoma jordani.

En base a lo anterior se puede observar que el tamaño de C.jordani estará influenciado directamente por la alimentación y los factores ambientales de cada uno de los sistemas donde se presenta esta especie.

Navarrete en (1981) realizó un trabajo similar al presente en el embalse Taxhimay, por lo que se consideró rele-

vante hacer una comparación de los resultados de ambos trabajos.

Parámetros de Taxhimay	Parámetros de (Trinidad Fabela, 1984)
L ∞ 6.573	12.7013
W ∞ ----	34.9423
k -0.3675	-0.2470
to -0.6298	-0.1974

Como se puede observar los valores de la tasa metabólica (k) son altos en ambos estudios, lo que permite a C.jordani alcanzar los pesos y longitudes máximos en intervalos de tiempo corto. Sin embargo al ser menor la "k" del presente estudio al reportado por Navarrete (Op.cit.) se tiene que los incrementos en longitud y peso se realizan de una manera más lenta lo que se traduce en la obtención de una mayor longevidad y posibilidad de alcanzar mayores longitudes y peso.

El presentar un valor hipotético "to" menor al obtenido por Navarrete (op.cit) sugiere que la determinación de las clases de edad del presente estudio tienen un menor grado de desfase con las clases de edad reales.

En las gráficas de los datos obtenidos con la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy, tanto en peso como en longitud se observa que en las primeras edades (1-5) los incrementos son altos y conforme aumenta la edad el crecimiento disminuye hasta hacerse asintótico.

Relación Peso-Longitud.

El valor de "n" en la relación peso-longitud ($W=aL^n$) nos proporciona la información acerca del tipo de crecimiento que presentan los organismos, y este puede ser de tipo alométrico o isométrico.

El crecimiento alométrico se da cuando una propiedad física o fisiológica de un organismo varía con el tamaño - de este, mientras que el crecimiento isométrico indica que las propiedades permanecen constantes o uniformes a través del tiempo (Begon, 1986).

En la relación peso-longitud un tipo de crecimiento isométrico estará representado por un valor teórico de 3, y se establecerá por tanto que el peso será igual al cubo de la longitud multiplicado por una constante (a). En el caso del crecimiento alométrico este valor será diferente de 3 (Bagenal, 1978).

Para determinar si existían o no diferencias significativas entre el valor obtenido de "n" y el valor teórico de 3 para cada época del año y para la temporada anual se realizó una prueba estadística de "t" student (Daniel, 1983), la ecuación y los resultados obtenidos se presentan en la tabla V.

Se encontró que había una diferencia significativa entre los valores de "n" y el teórico (3) en todas las épocas y para la temporada anual, por lo tanto se deduce que el tipo de crecimiento de C.jordani es alométrico.

Para las épocas de primavera y verano este tipo de crecimiento estará dado por la presencia de un mayor número de organismos en estadio reproductivo, mientras que en otoño e invierno este tipo de crecimiento se debe a que los organismos tuvieron una mayor cantidad de grasa cubriendo el tracto digestivo. Ambos factores propician el mismo comportamiento del crecimiento para la temporada anual.

Fecundidad.

La fecundidad es un término generalmente empleado para describir el número de huevos producidos, y varía con la cantidad de alimento disponible, la temperatura del agua, la temporada del año, etc.

La fecundidad de C.jordani se incrementa con el aumento en la longitud, sin embargo el número de huevecillos en este sistema es muy reducido ya que se encontró que para un individuo de 5.5 cm. la fecundidad es de 915 huevecillos, siendo este el número máximo encontrado, Navarrete (1981) reporta para esta especie 1870 huevecillos para un organismo de 6.05 cm en el embalse Taxhimay. La fecundidad es considerablemente menor a la de las especies pertenecientes a este género, Rosas (1973) reporta de 15 000 a 20 000 huevos para Chirostoma estor, García (1976) (in Navarrete, 1981) registra de 5 000 a 7 000 huevos para Chirostoma lucius.

CONCLUSIONES.

En el embalse Trinidad Fabela la profundidad juega un papel determinante sobre la mayoría de los parámetros físicos y químicos.

Es un sistema con una alta cantidad de partículas disueltas y en suspensión y por lo tanto de baja transparencia.

Dadas las concentraciones de nutrientes el sistema es considerado como oligotrófico.

La principal temporada de reproducción de Chirostoma jordani es en primavera.

En primavera se registró la talla mínima de reproducción con 3.87 cm.

Se presenta una longitud máxima de 12.7013 cm y un peso máximo de 34.9423 g, con una tasa metabólica alta (0.2470) para C.jordani en este sistema.

El crecimiento de C.jordani es de tipo alométrico y el factor de condición estuvo regulado por los cambios corporales que se suscitaron debido al almacenamiento y a la reproducción.

En general la mortalidad de C.jordani es muy alta, lo cual está en relación tanto con los parámetros medio ambientales como con los factores intrínsecos de la población.

La fecundidad promedio de C.jordani fue de 658 huevecillos, siendo la más baja de las especies de este género.

Chirostoma jordani es un consumidor primario, zooplanctófago, cuyo comportamiento alimentario está dado por la disponibilidad del alimento presente a lo largo del año.

Los hábitos alimenticios varían en función de la edad del organismo, de acuerdo a los requerimientos nutricionales y como estrategia para evitar la competencia intraespecífica.

El patrón alimenticio cambia con al estación del año presentando para invierno y primavera a Diaptomus sp, para verano a Streblocerus sp y para otoño a Daphnia sp como alimentos más importantes.

Dada la alta densidad poblacional de C.jordani, se presenta el comportamiento de canibalismo en este sistema.

B I B L I O G R A F I A .

- Alvarez, J. 1970. Peces Mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio. INP. México. Estudio I: 52-56, 86-92, 120-178.
- Albertine, B.J. 1973. "Biología des stades juveniles de téléostéens Mugilidae *Mugil auratus Risgo 1819 *Mugil capito* Cuvier 1929 et *Mugil saliens* 1810". I Régime alimentaire. *Aquaculture*, 2:251-266.
- APHA, AWWA, WCPF. 1975. Standard methods for the examination of water and Waste water. USA.
- Armengol, J. 1983. Ecología del zooplancton de los embalses. *Mundo Científico*. 2(II): 168-178.
- Armijo, O.A. y Y.L. Sasso. 1976. Observaciones preliminares de los acuários sobre incubación y alevinaje de --aterinidos (Chirostoma spp) del lago de Pátzcuaro.
- Baca, D.A. 1986. Acuacultura. Serie agroindustrias FIRA:287 pp.
- Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh water I.B.P. Hanbook No. 3 Blackwell - Scientific Publications. London: 469-492.
- Barbour, C.D. 1966. The sistematics and evolution of the - genus Chirostoma Ph. D. Tesis Tulane University - USA.
- 1973. The sistematics and evolution of genus Chiros toma Swainson (pisces, Atherinidae) Tulane studies in Zoology and Botany 18(3): 97-141.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1986 Population Ecology: a unifed study of animals and plants Blackwell Oxford. 496-514.

- Berg, L.S. 1940. Classification of fishes both recent and fossil. Trau. Inst. Zool. Acad. Sci. URSS. 5: 87-517 Reimpreso, 1947. Edwards Brothers, Ann. Arbor, Mich.
- Borrer, J.D. y M.D. Dwight. 1954. An introduction a the study of insects. Holt Pinehard and Wiston. New York. 852 pp.
- Cárdenas, R.R. 1982. Descripción histológica del testículo - de Chirostoma jordani. ENEP Iztacala. Tesis UNAM: 40 pp.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability papers in the - analysis of size frecuency distribution. Aust. J. Mar. Fresh Water Res. 5: 513-522
- CETENAL, 1970. Carta topográfica, geológica, uso del suelo y climática. SPP. Escala 1: 50 000 clasificación E14A 17.
- Cházaro, O.S. 1987. Caracterización física y química del - embalse San Felipe, estado de México, durante el - período de enero a septiembre de 1987. Memorias del XI simposio de biología de campo. ENEP Iztacala - UNAM 39 pp.
- Contreras-Balderas, S. et al., 1976. Peces. Piscicultura. - Memorias sobre el simposio de pesquerías de aguas continentales. Sría. de Industria y Comercio. INP Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 3-5 nov.: 44-56.
- Cordero, G.A. y R.H. Gil. 1986. "Evaluación biológico-pesque - ra de Cyprinus carpio (Linneo) y Carassuis auratus (Linneo) en el embalse "La Goleta" Estado de México". Tesis ENEP Iztacala UNAM. 66 pp.

Chávez, A.M. 1986. Contribución al conocimiento de la estructura y composición de las comunidades planctónicas del Valle de Bravo, Estado de México. Tesis. Fac. Cienc. UNAM. México.

Edmonson, T.W. 1959. Fresh-water Biology. John Wiley & Sons Inc. New York E.U.C.: 1248 pp.

Elías, G.M., M.R. Sánchez et al. 1984. Algunos aspectos del zooplancton del embalse Trinidad Fabela. Memorias del VIII simposio de Biología de Campo. ENEP Iztacala UNAM. México.: 23

1029
29ed.c
Franco, L. J. et al. 1985. Manual de Ecología. Trillas. México: 242-243.

Gallardo, C.M. 1977. Contribución al estudio del charal (Chirostoma chapalae) Atherinadae Mugiliformes Tesis UNAM.

* García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Méx. D.F. Offset - Larios 3a. ed. corregida y aumentada 1981.

Gerking, A. 1978. Ecology of Fresh water fish production - Blackwell Scientific Publications. London: 469-492.

Hutchinson, G.E., 1969. A treatise on Limnology. Vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and Sons Co. New York.

Kato, M.E. 1984. Composición y variación temporal del bentos de la presa Trinidad Fabela. Memorias VIII Simposio de Biol. Campo: 17-18

Krebs, M.E. 1985. Ecología. Estudio sobre la distribución y abundancia. Harla. México.: 369.

- Lagler, K.F. et al. 1977. Ichthyology. 2a. ed. New York U.S.A.: 506
- Levastu, T. 1971. Manual de Métodos de biología pesquera. Acribia. España.: 213-219
- Margalef, R. 1983. Limnología Omega. Barcelona España.
- Moncayo, M.E. y S. Hernández, 1978. Aspectos ecológicos y pequeros del embalse Requena, Edo. de Hgo. Mem. del II Congreso Nacional de Zoología. Artículo Científico.
- Navarrete, S.N.A. 1981. Contribución a la biología del charal (Chirostoma jordani) de la presa Taxhimay. Tesis ENEP Iztacala. UNAM.: 86 pp.
- Ocampo, S.E. 1981. Cocina Internacional. CECSA. México.: 196-220.
- Odum, P.E. 1971. Ecología. Interamericana. México.: 323-369.
- Ortíz, F.J. 1975. La pesca en México. F.C.E. Testimonios de fondo. (31): 46-47
- Pennak, W.R. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. Wiley Inter. Publication. New York E.U.A.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of biological statistics of fish population. Department of the environment fisheries and marine service. 1: 29-32, 2: 203-233.
- Ros, J.D. 1979. Prácticas de Ecología. Omega. Barcelona España.
- Rosas, M.M. 1970. Pescado Blanco (Chirostoma estor)

su fomento y su cultivo en México. Méx. S.I.C.
I.N.I.B.P.: 79 pp.

-----1973. Peces dulceacuicolas que se explotan en México
y datos sobre su cultivo. Ediciones Centro
de Estudios Económicos y Sociales del Tercer
Mundo.

Sierra, C.J. y J. Sierra 1977. Reseña histórica de la
pesca en México. edición del Departamento de
Pesca. México; 99 pp.

✓ Solórzano. A. 1961. Contribución al conocimiento de
la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro
(Chirostoma bartoni) Sic. Dir. Gral. Pesca
Indust. Conex. Méx. 15 pp.

Sutton, B.D. y D.N. Harmon. 1986. Fundamentos de Ecología
Limusa. México.

→ Tellez, R.C. 1979. Ecología Trófica Acuática como criterio
auxiliar en planificación pesquera y algunos
métodos para su estudio en aguas interiores
salobres y marinas. 1er. Simposio Internacional
educación y organización pesqueras. México.
3.1:1-22

Weatherly, A.H. 1972. Growth and ecology of fish populations
academic Press. London. 1-112.

Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Omega. Barcelona.España.



FIG. 1A DISTRIBUCION DE LA ESPECIE Chirostoma jordani

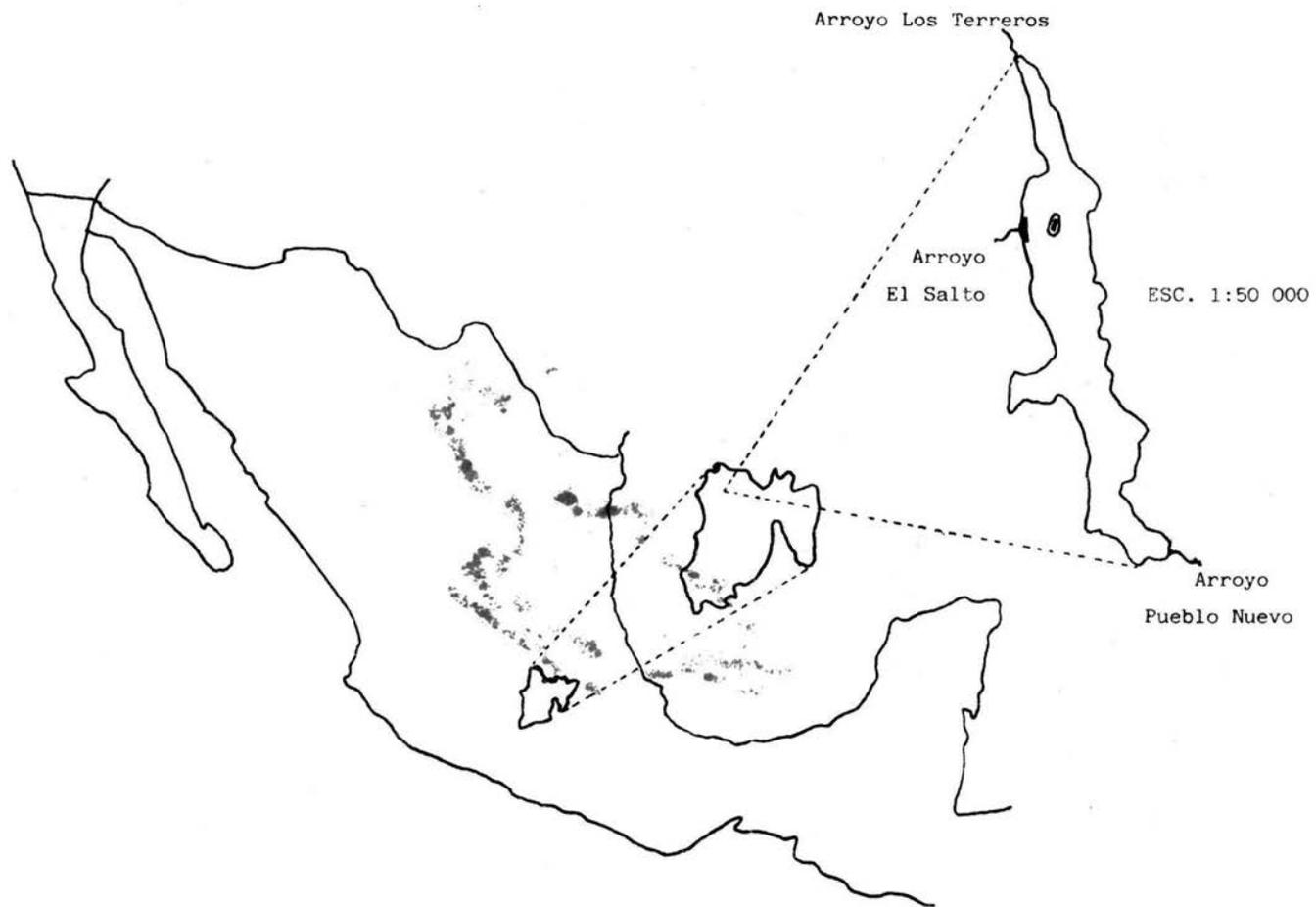


FIG. 1 B UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

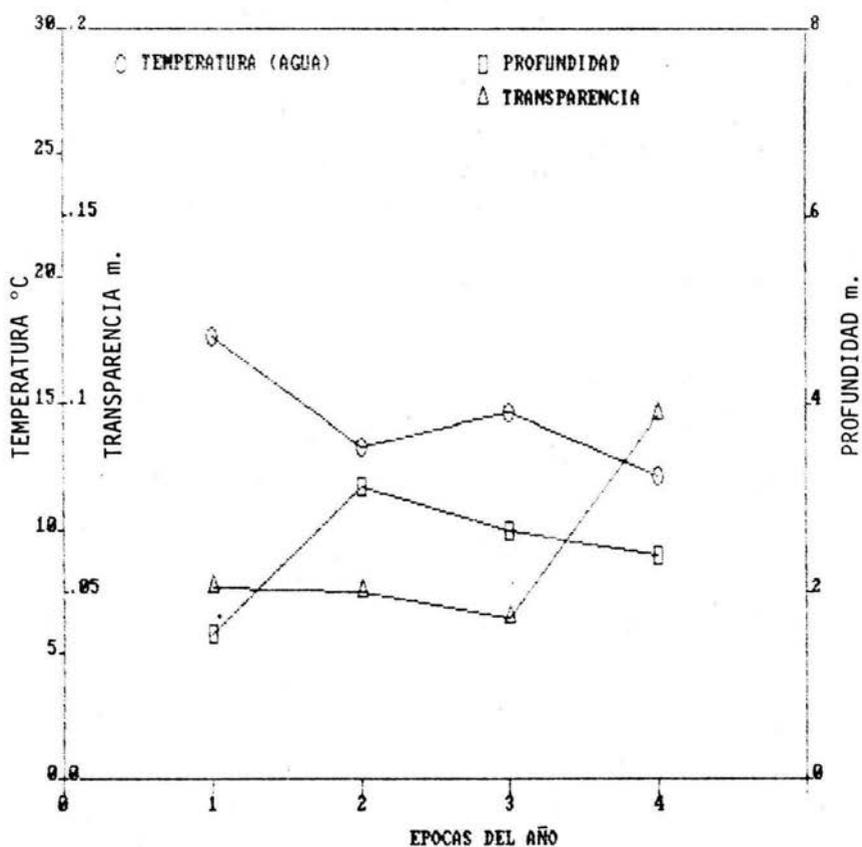


FIG. 2A PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL EMBALSE TRINIDAD FABELA, PERIODO DE 1983-1984. (1:PRIMAVERA; 2: VERANO; 3:OTOÑO; 4:INVIERNO).

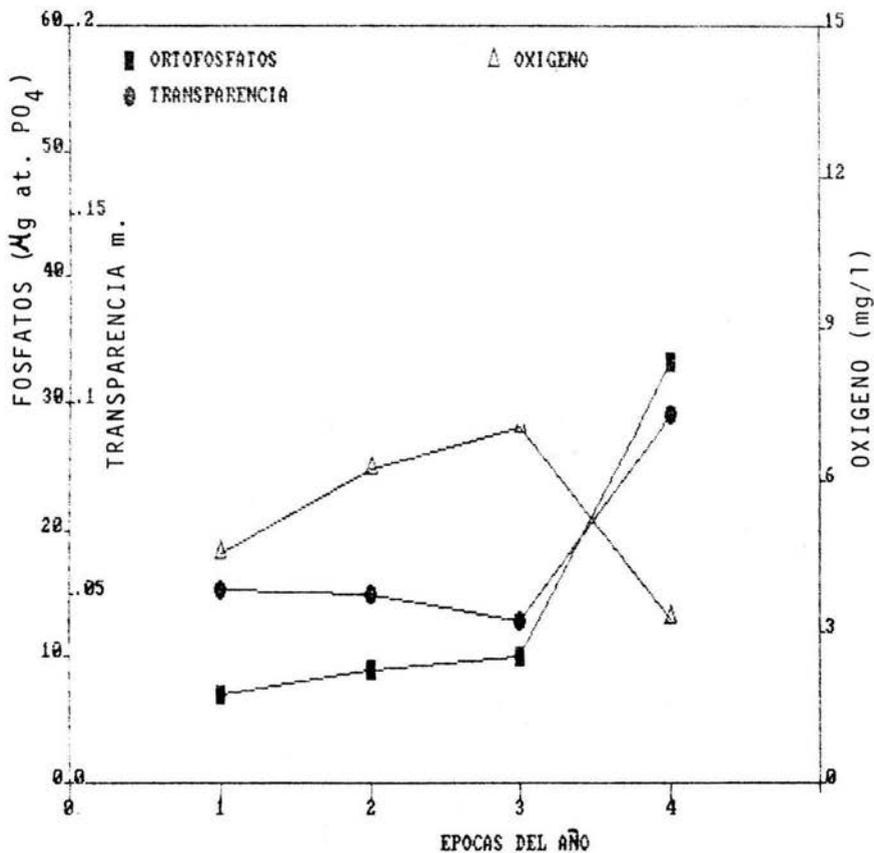


FIG. 2B PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL EMBALSE TRINIDAD FABELA, PERIODO DE 1983-1984. (1:PRIMAVERA; 2: VERANO; 3:OTOÑO; 4:INVIERNO).

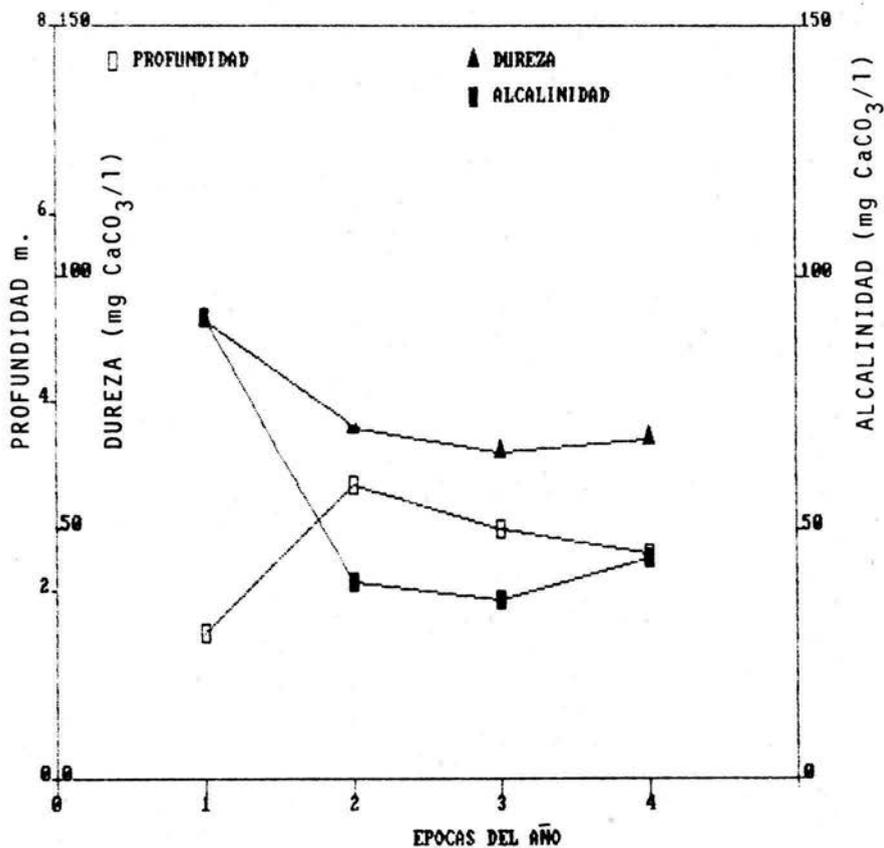


FIG. 2C PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL EMBALSE TRINIDAD FABELA, PERIODO 1983-1984. (1:PRIMAVERA; 2: - VERANO; 3:OTOÑO; 4:INVIERNO).

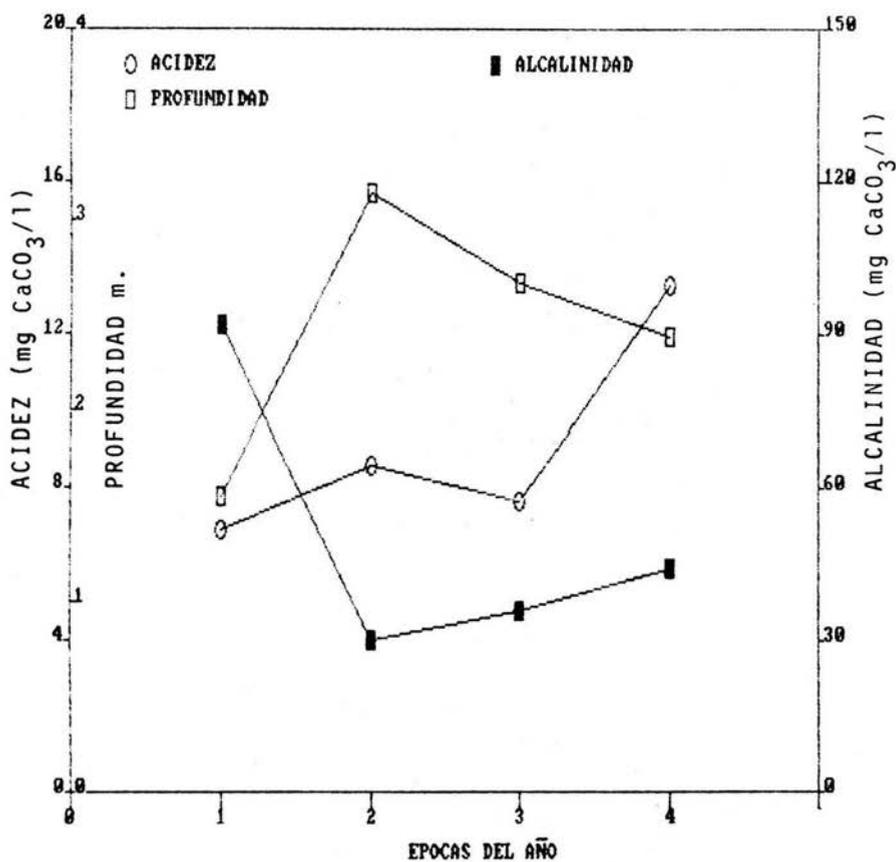


FIG. 2D PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL EMBALSE TRINIDAD FABELA, PERIODO DE 1983-1984. (1:PRIMAVERA; 2: VERANO; 3:OTOÑO; 4:INVIERNO).

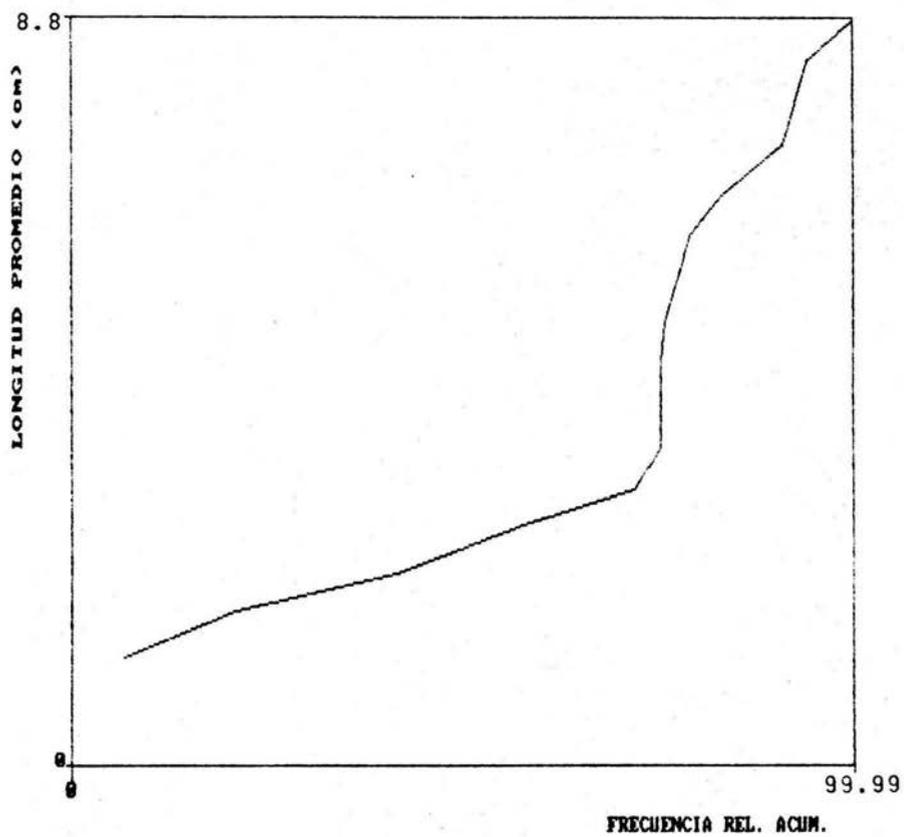


FIG. 3 INFLEXIONES EN EL PAPEL PROBABILIDAD

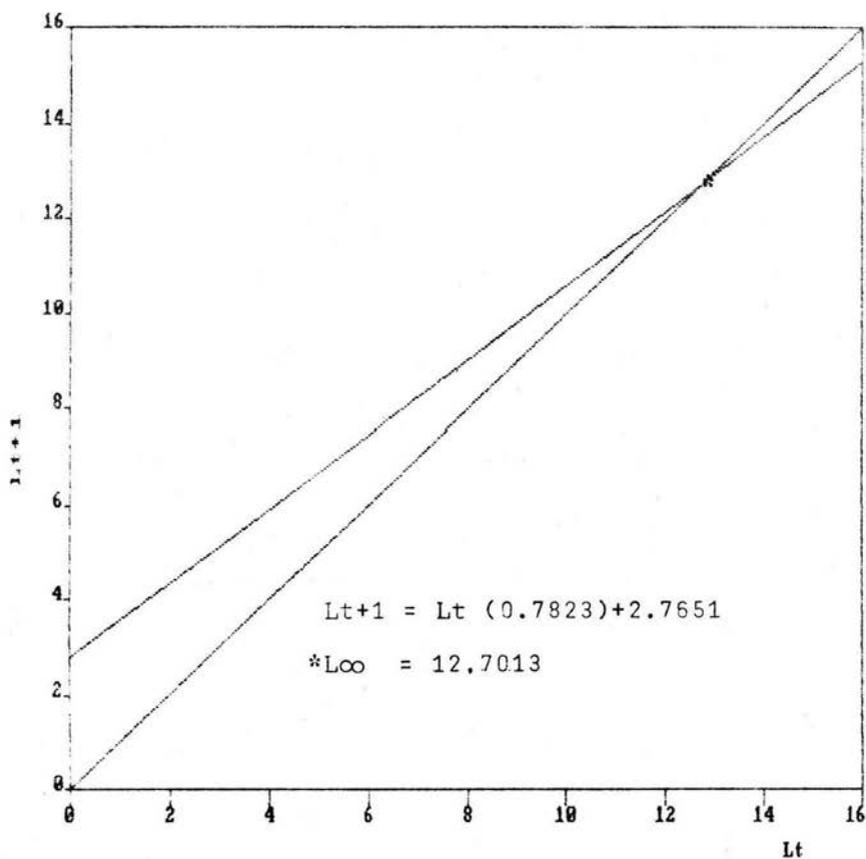


FIG. 4 REPRESENTACION GRAFICA DE FORD-WALFORD PARA
 OBTENER LA LONGITUD MAXIMA DE Chirostoma --
jordani.

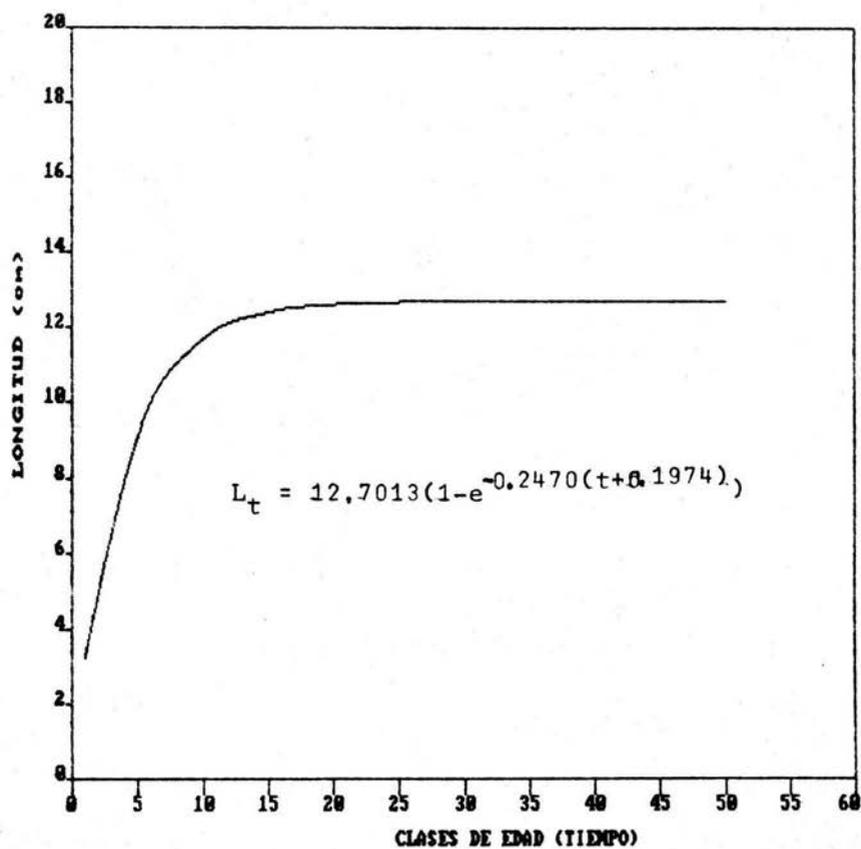


FIG. 5 CURVA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE Chirostoma jordani SEGUN EL MODELO DE VON BERTALANFFY,

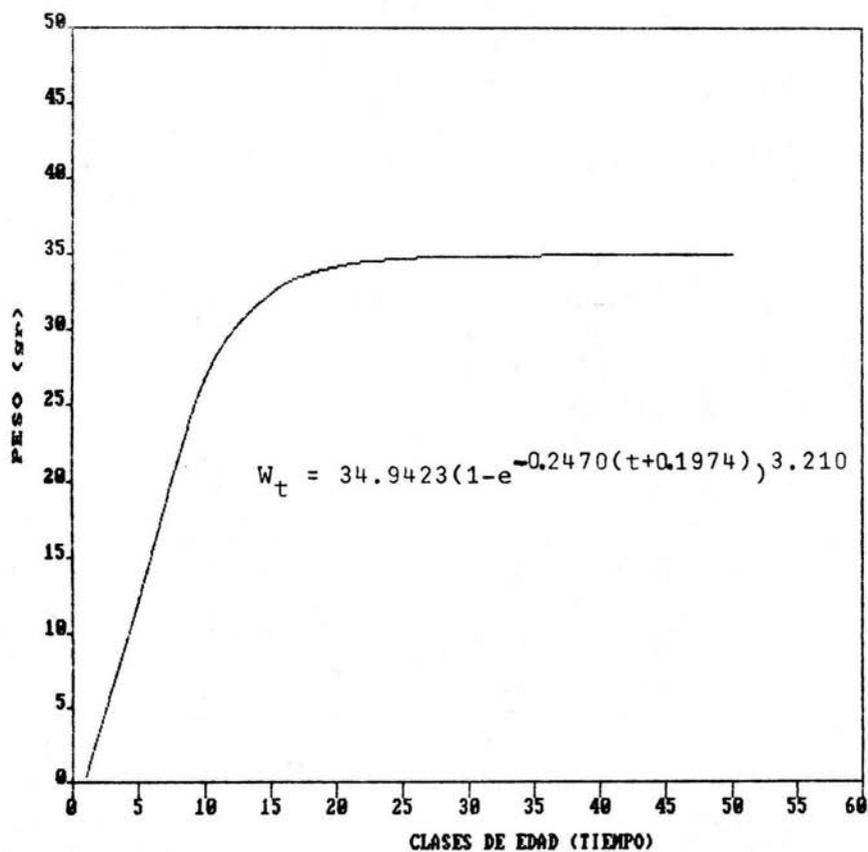


FIG. 6 CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO DE chirostoma jordani SEGUN EL MODELO DE VON BERTALANFFY.

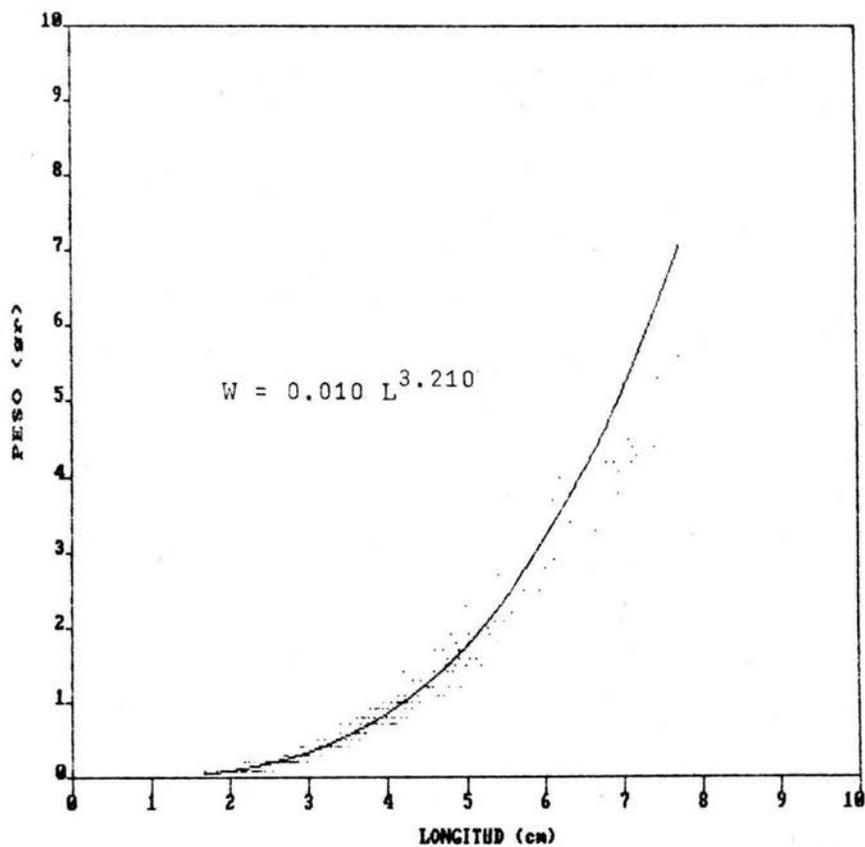


FIG. 7 RELACION PESO-LONGITUD DE Chirostoma jordani
PARA LA TEMPORADA ANUAL.

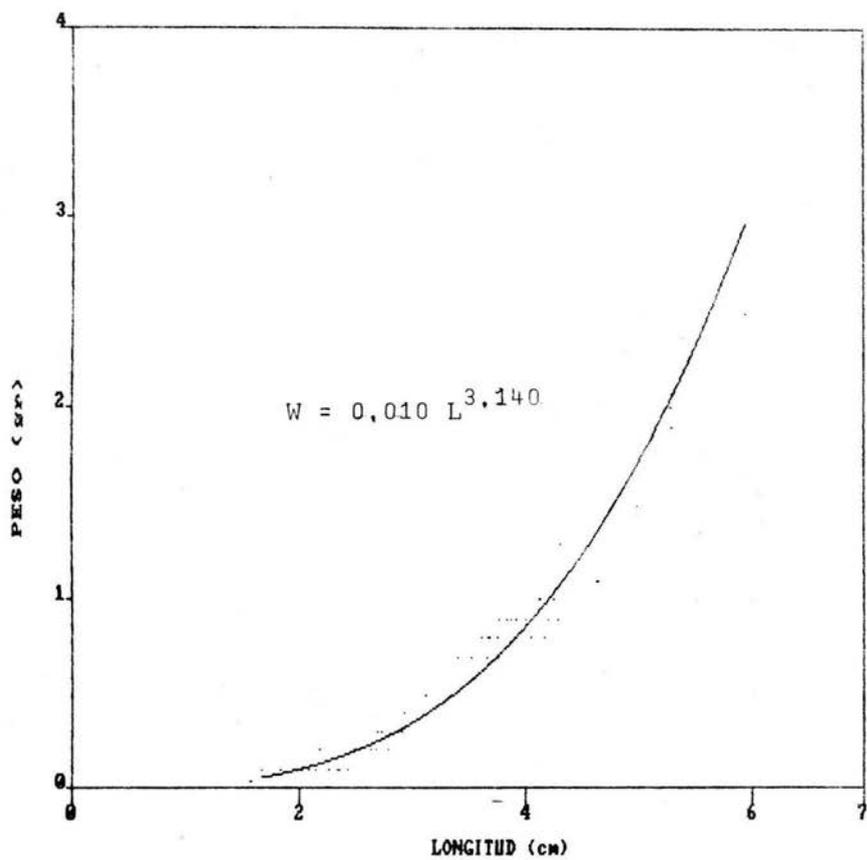


FIG. 8 RELACION PESO-LONGITUD DE Chirostoma jordani PARA PRIMAVERA.

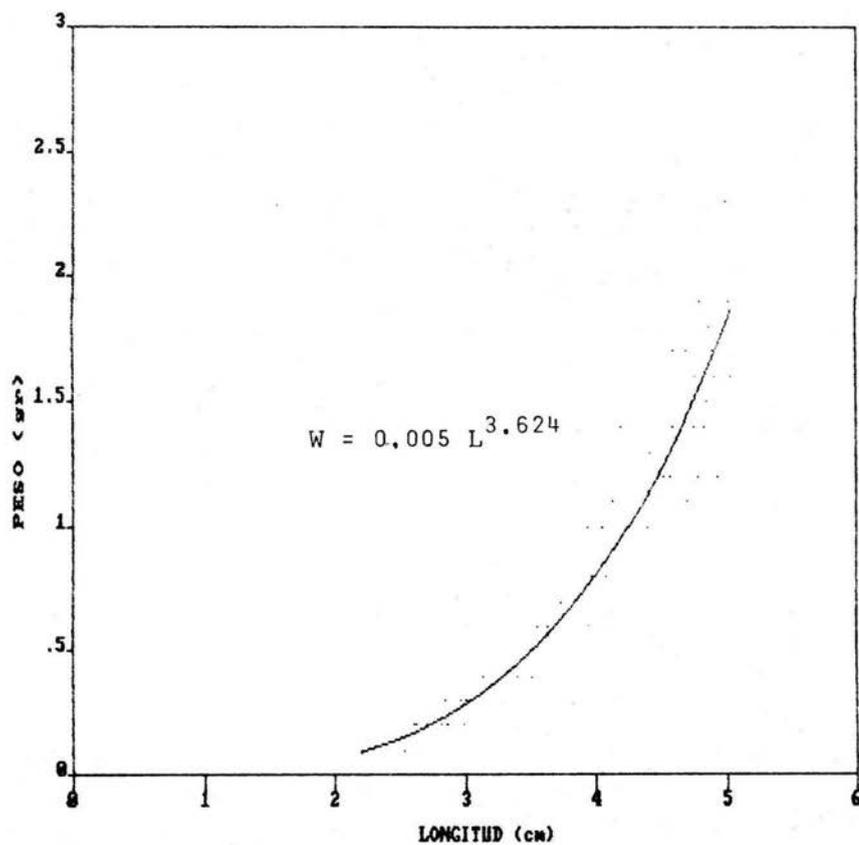


FIG. 9 RELACION PESO-LONGITUD DE Chirostoma jordani
PARA VERANO.

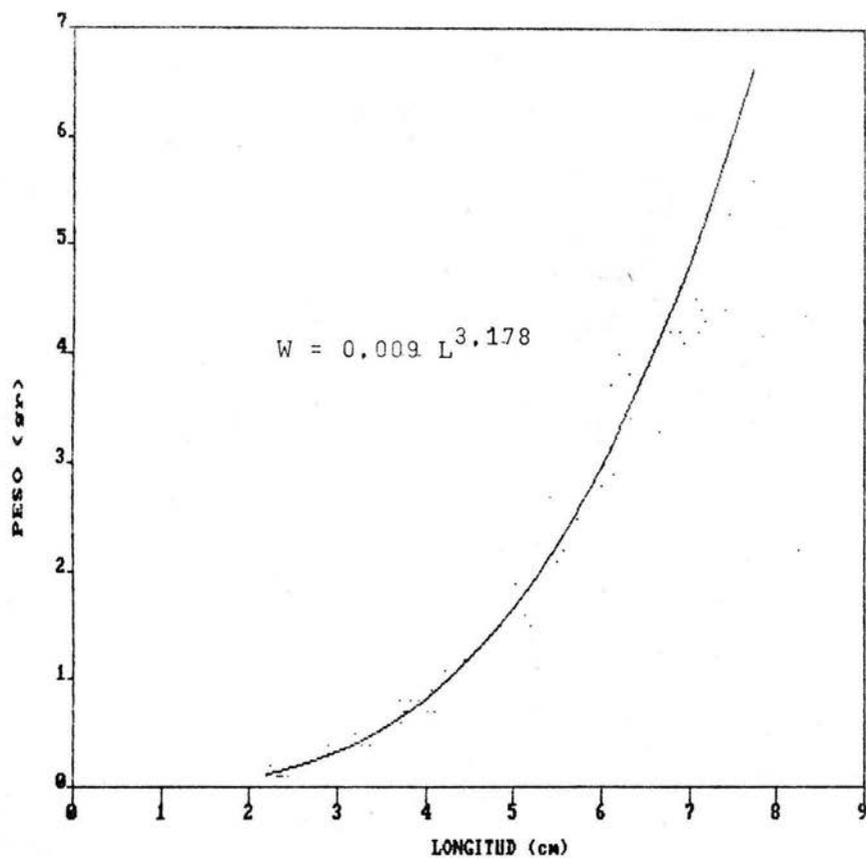


FIG. 10 RELACION PESO-LONGITUD DE Chirostoma jordani PARA OTOÑO.

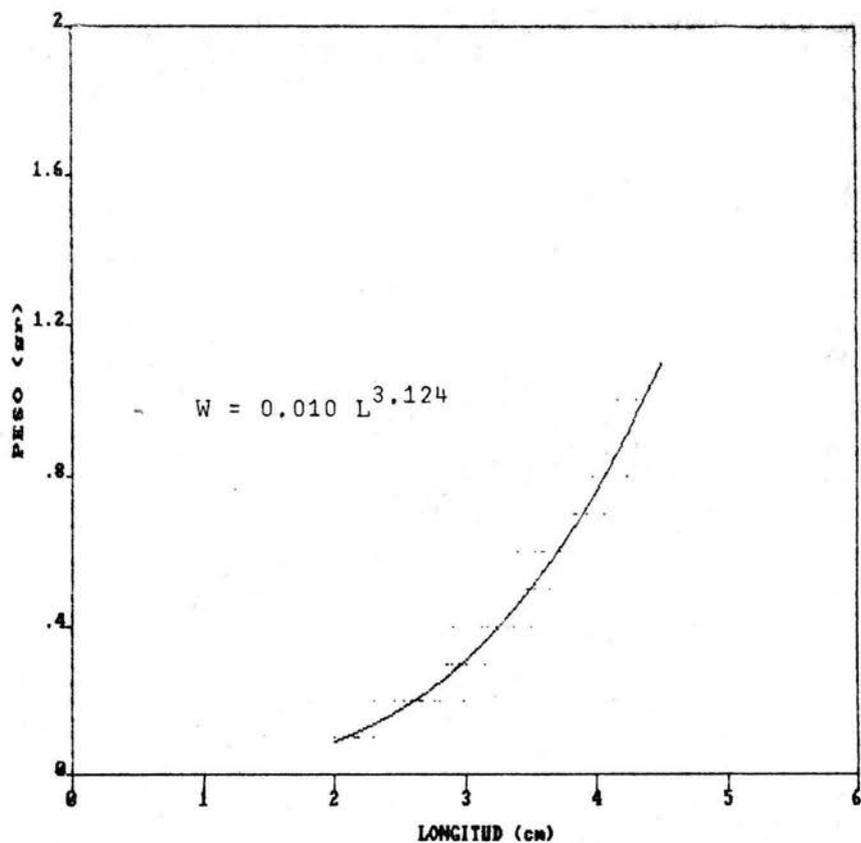


FIG. 11 RELACION PESO LONGITUD DE Chirostoma jordani PARA INVIERNO.

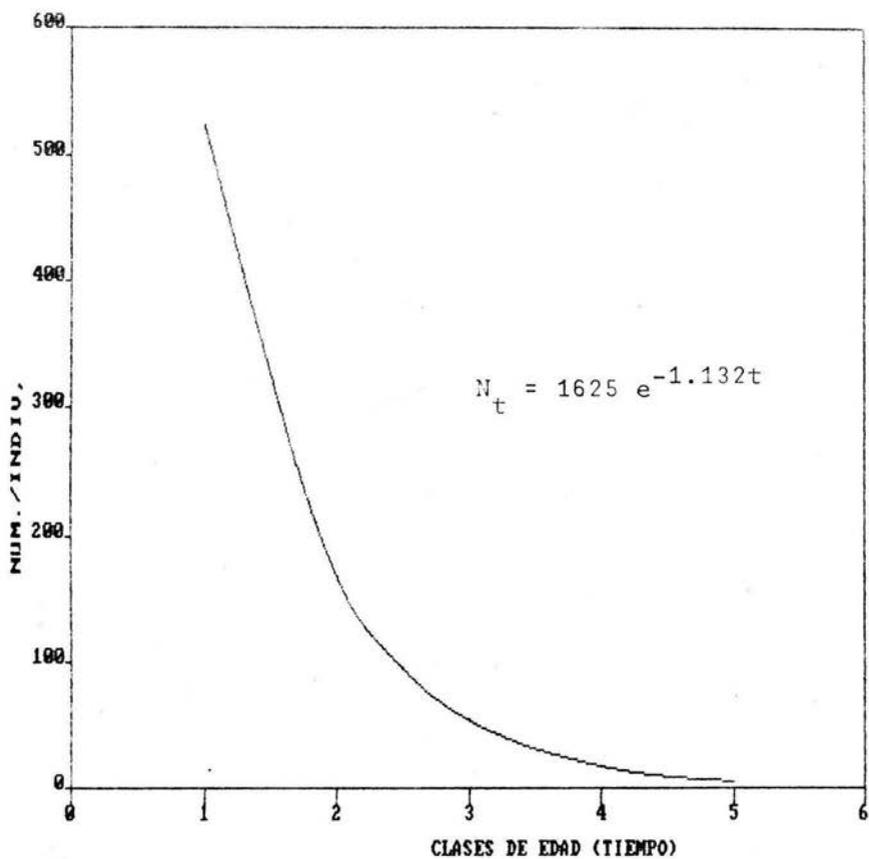


FIG. 12 CURVA DE MORTALIDAD EN PRIMAVERA PARA
Chirostoma jordani.

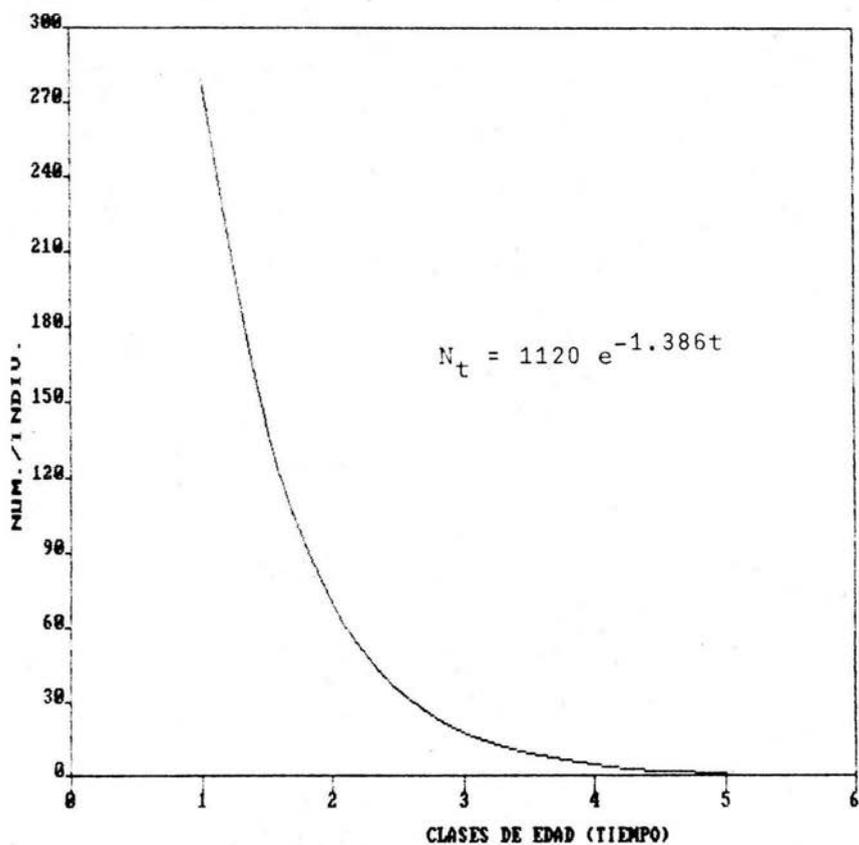


FIG. 13 CURVA DE MORTALIDAD EN VERANO PARA Chirostoma jordani.

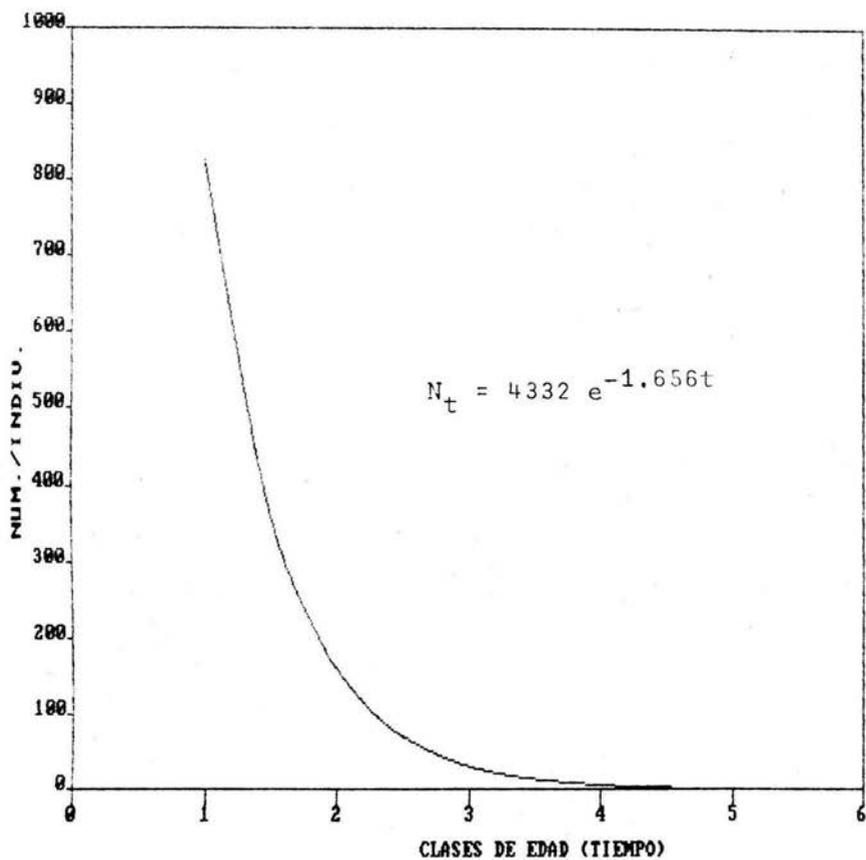


FIG. 14 CURVA DE MORTALIDAD EN OTOÑO PARA Chirostoma jordani.

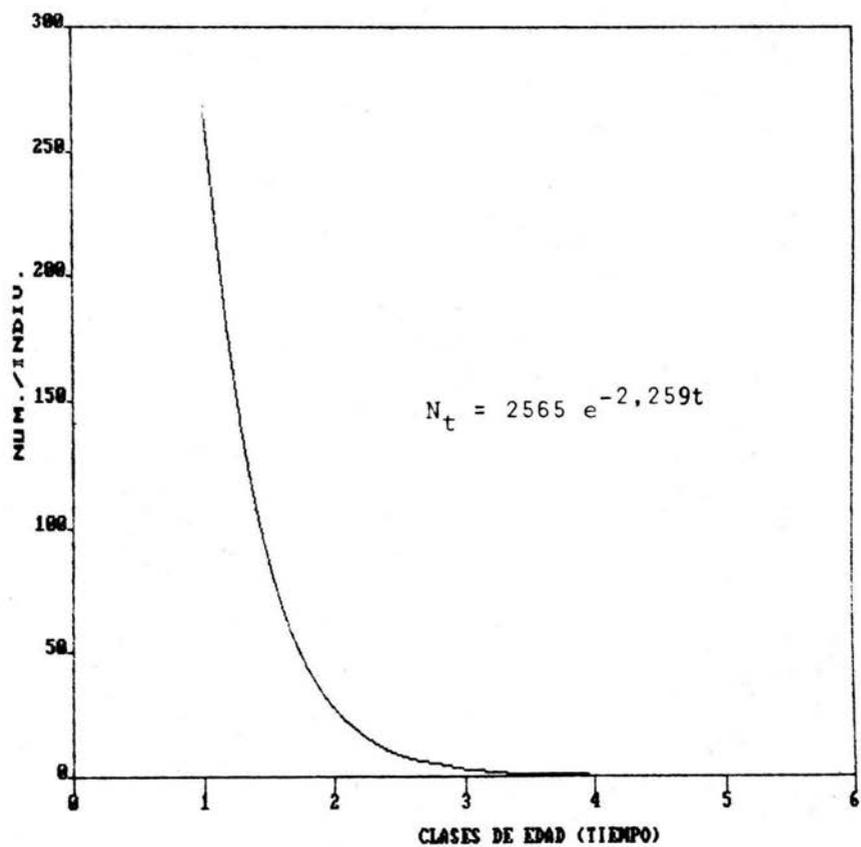


FIG. 15 CURVA DE MORTALIDAD EN INVIERNO PARA Chirostoma jordani.

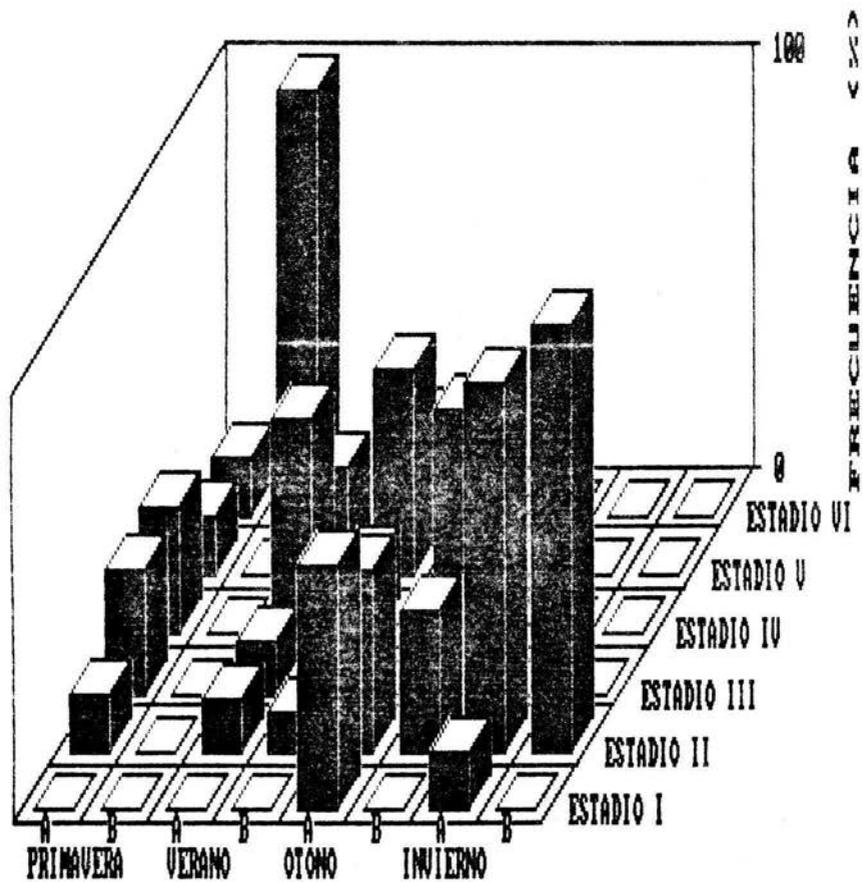


FIG. 16 MADUREZ GONADAL DE Chirostoma jordani PARA LAS CUATRO EPOCAS DEL AÑO A PARTIR DE LA TALLA MINIMA DE REPRODUCCION. (INTERVALOS DE LONGITUD: A 3.8-4.4 cm y B 4.5-5.1 cm).

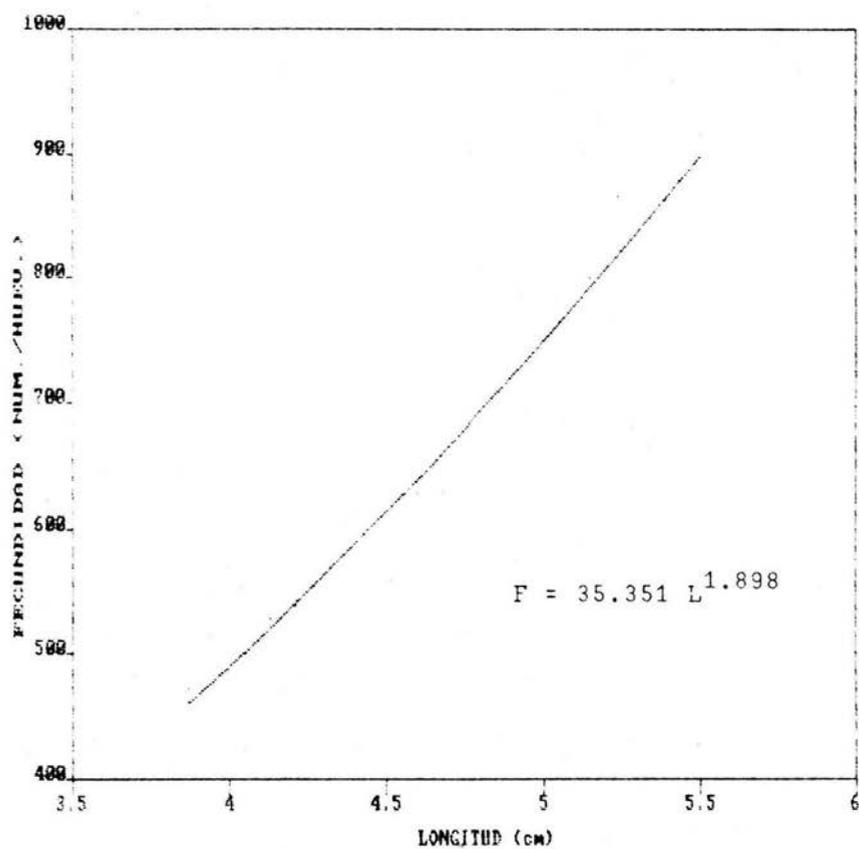


FIG. 17 RELACION FECUENDIDAD-LONGITUD DE Chirostoma jordani .

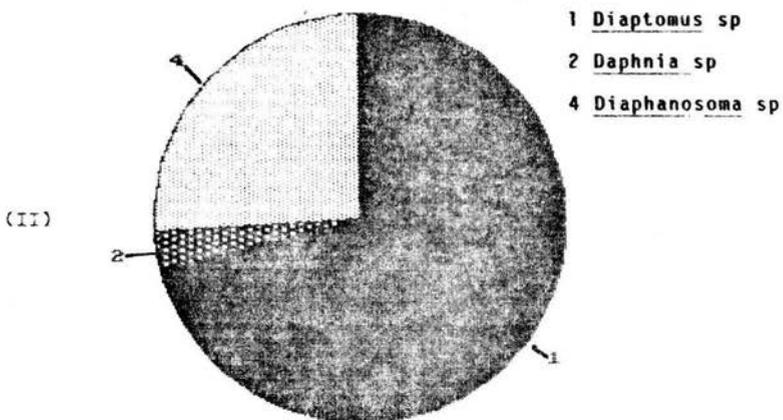
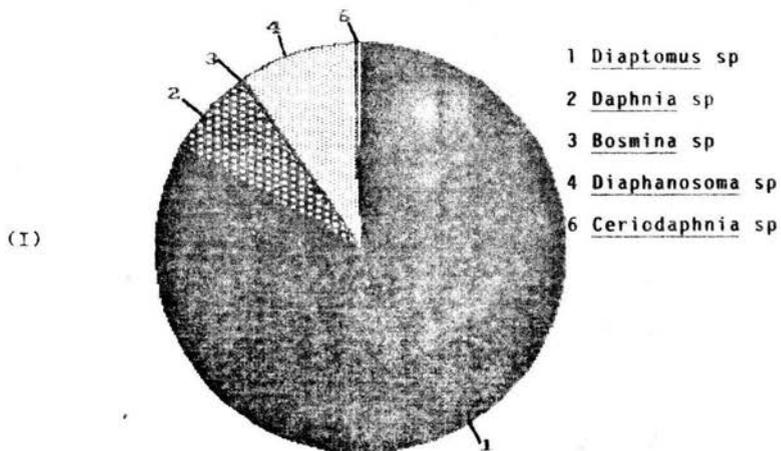


FIG. 18 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN PRIMAVERA
 METODO VOLUMETRICO (LONGITUD: I 2,0-3,9 cm: II 4,0-5,9 cm)

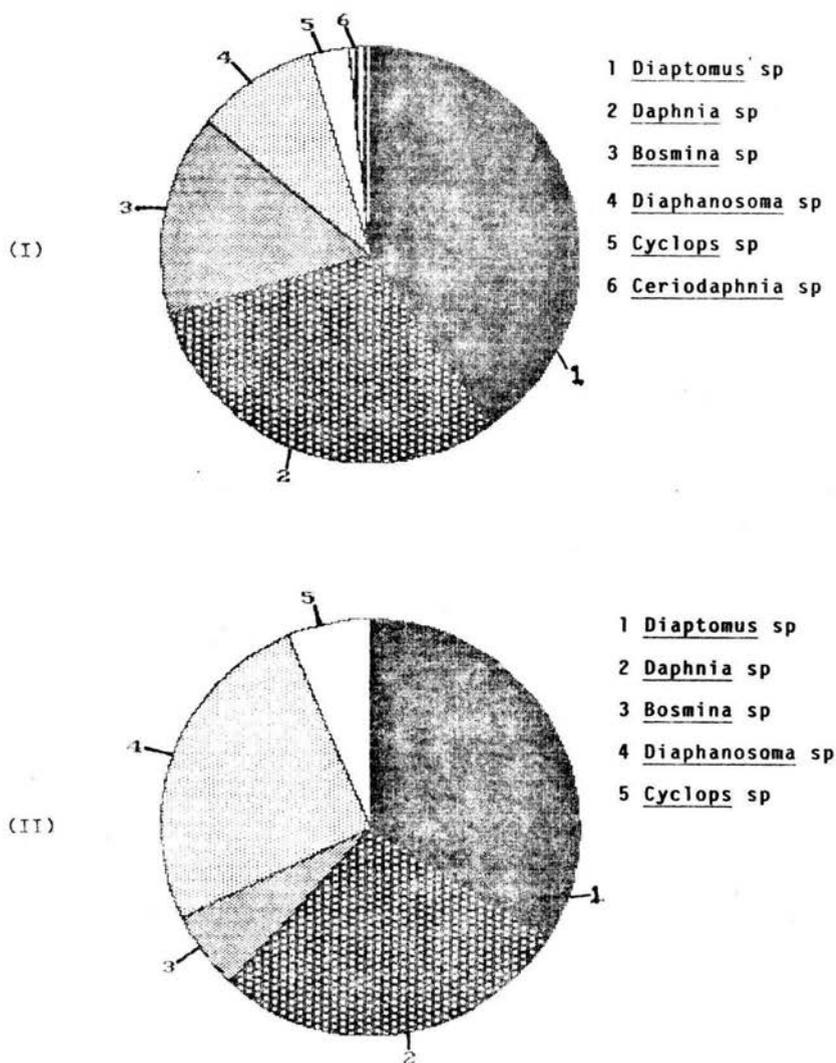
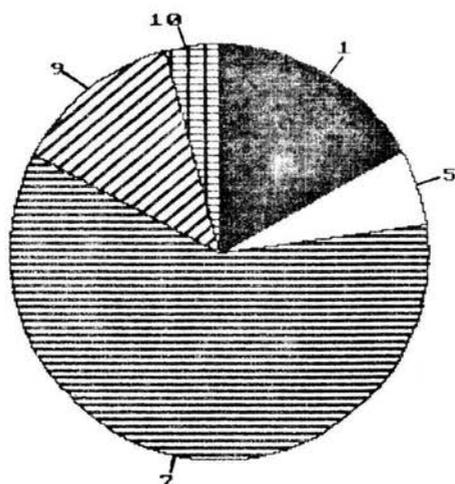


FIG. 19 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN PRIMAVERA. METODO DE FRECUENCIA (INTERVALOS DE LONGITUD): I 2.0-3.3 cm; II 4.0-5.9 cm).

9 Pseudochironomus sp
10 Trichocorixa sp

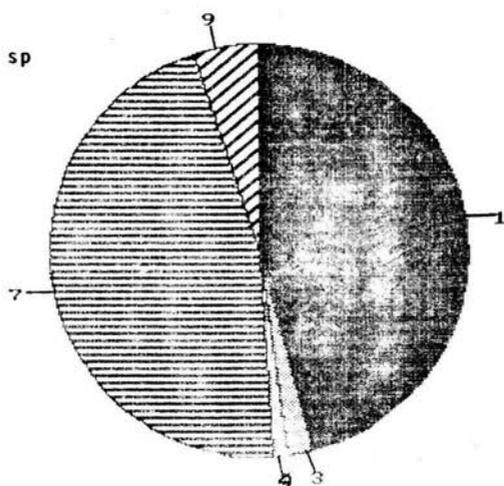
(I)



1 Diaptomus sp
5 Cyclops sp
7 Streblocerus sp

9 Pseudochironomus sp

(II)



1 Diaptomus sp
7 Streblocerus sp

FIG. 20 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN VERANO
METODO VOLUMETRICO (LONGITUD: I 2.2-3.9 cm; II 4.0-5.9 cm)

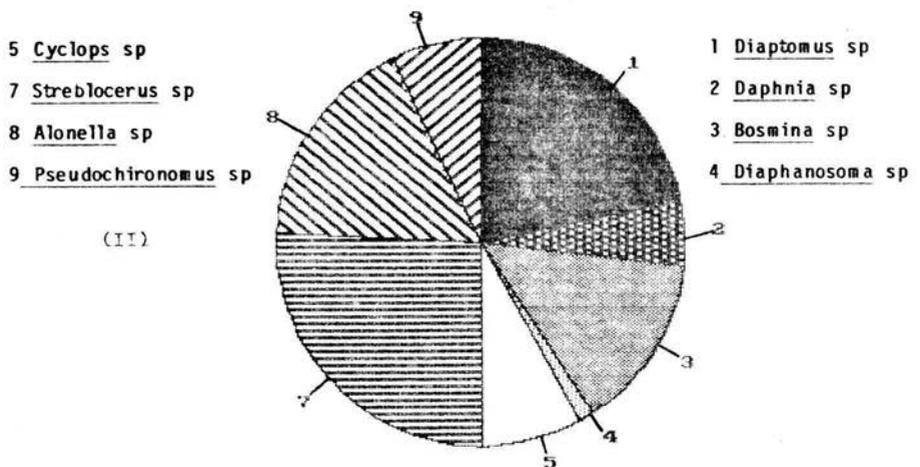
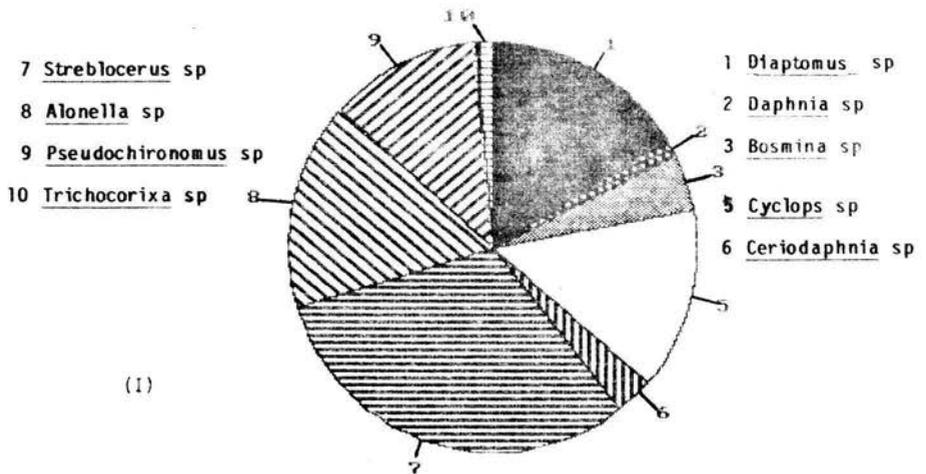


FIG. 21 HABITOS ALIMENTICIOS DE *Chirostoma jordani* EN VERANO
 METODO DE FRECUENCIA (LONGITUD: I 2.0-3.9 cm; II 4.0-5.9 cm)

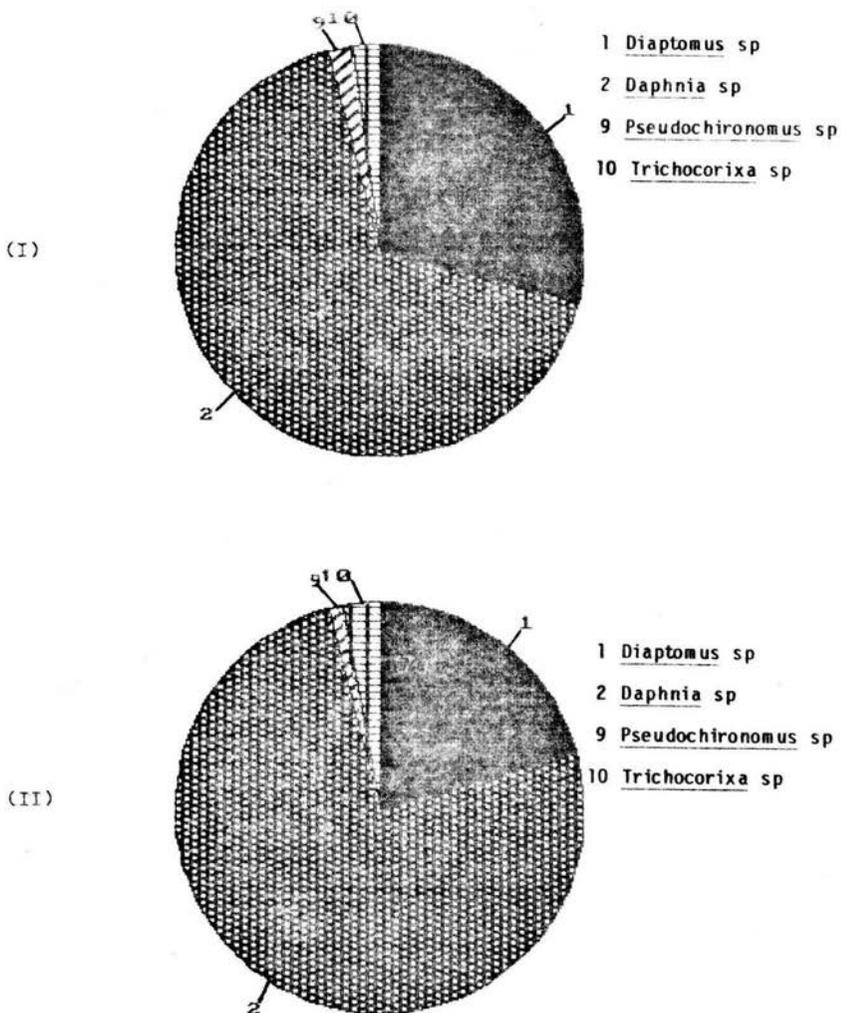
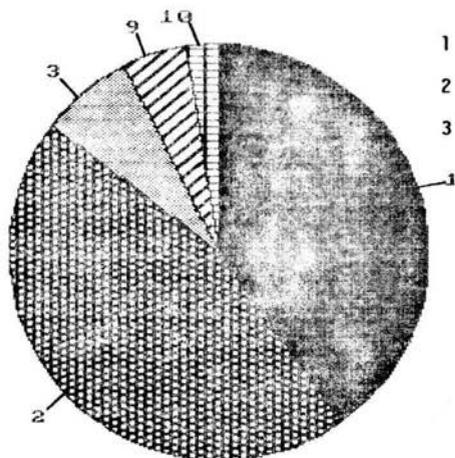


FIG. 22 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN OTOÑO
METODO VOLUMETRICO: (LONGITUD: I 2.0-3.9 cm: II 4.0-5.9 cm)

9 Pseudochironomus sp

10 Trichocorixa sp

(I)



1 Diaptomus sp

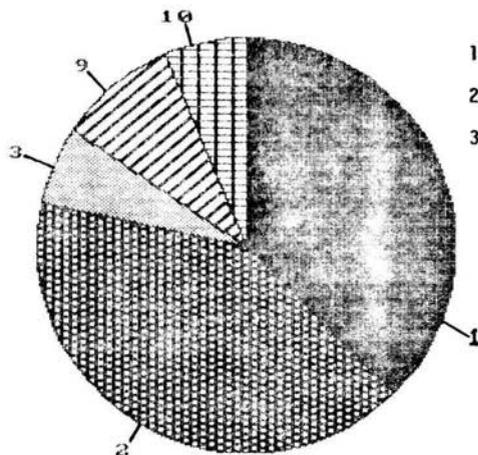
2 Daphnia sp

3 Bosmina sp

9 Pseudochironomus sp

10 Trichocorixa sp

(II)



1 Diaptomus sp

2 Daphnia sp

3 Bosmina sp

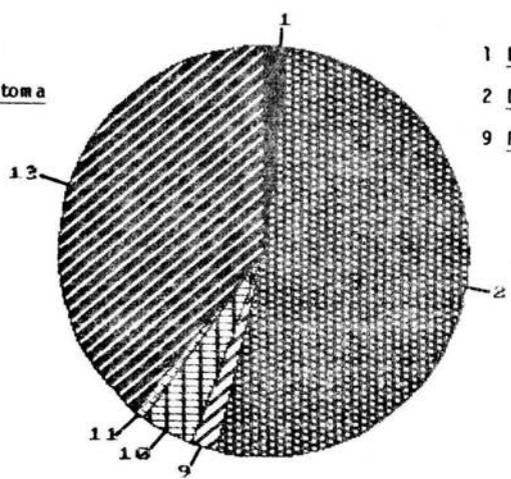
FIG. 23 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN OTOÑO
METODO DE FRECUENCIA (LONGITUD: I 2,0-3,9 cm; II 4,0-5,9 cm)

10 Trichocorixa sp

11 Larva de Chirostoma

13 Cicadellinae

(III)



1 Diaptomus sp

2 Daphnia sp

9 Pseudochironomus sp

FIG. 24 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN OTOÑO
METODO VOLUMETRICO (LONGITUD: III. 6.0-7.9 cm)

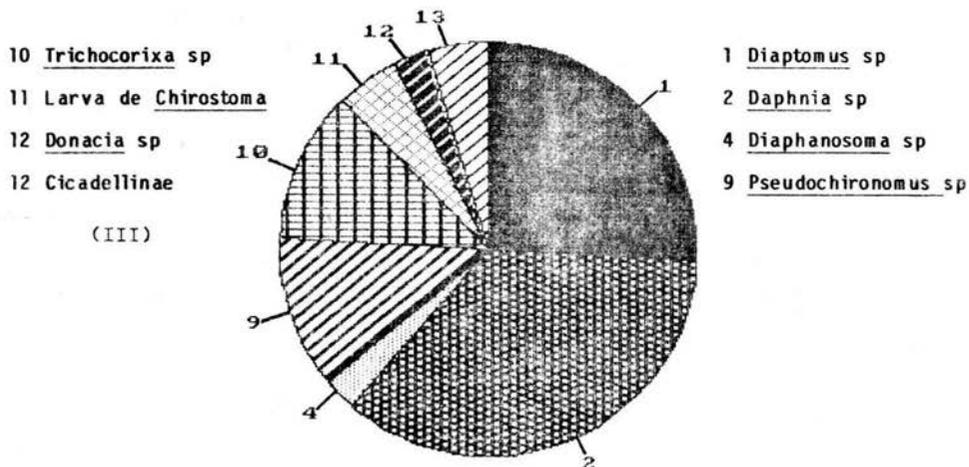


FIG. 25 HABITOS ALIMENTICIOS DE Chirostoma jordani EN OTOÑO
 METODO DE FRECUENCIA (LONGITUD: III 6.0-7.9 cm)

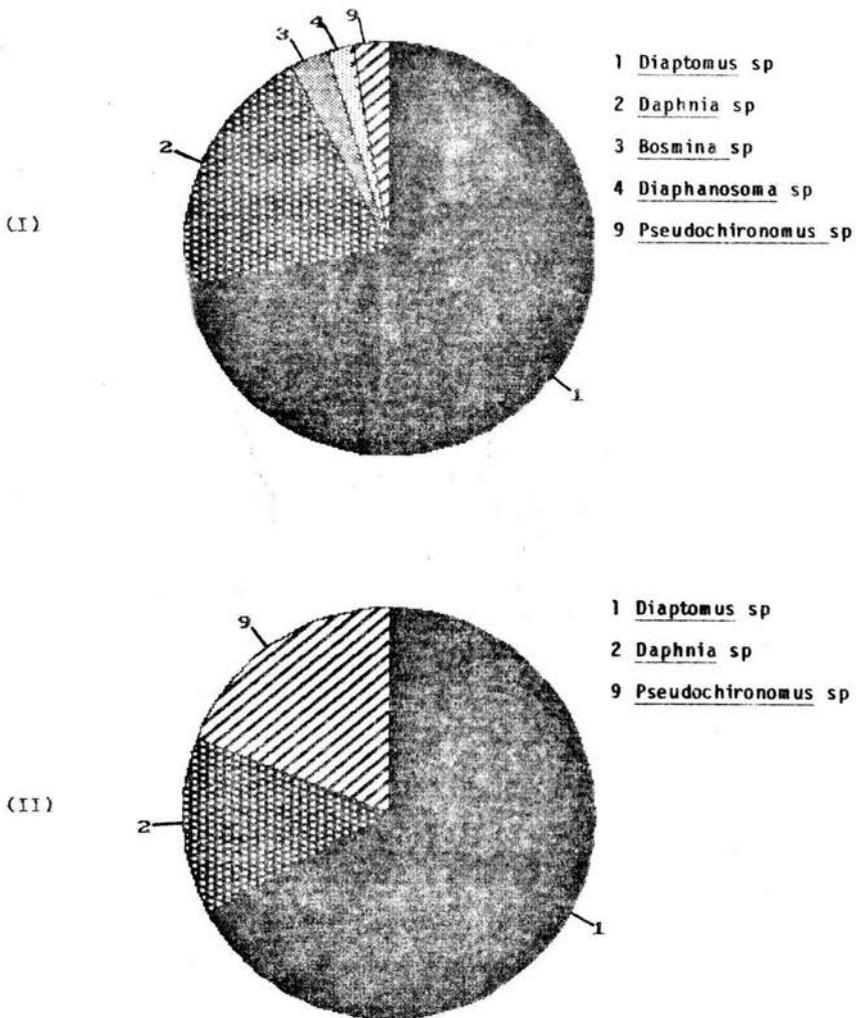


FIG. 26 HABITOS ALIMENTICIOS DE *Chirostoma jordani* EN INVIERNO
 METODO VOLUMETRICO (LONGITUD: I 2.0-3.9 cm; II 4.0-5.9 cm)

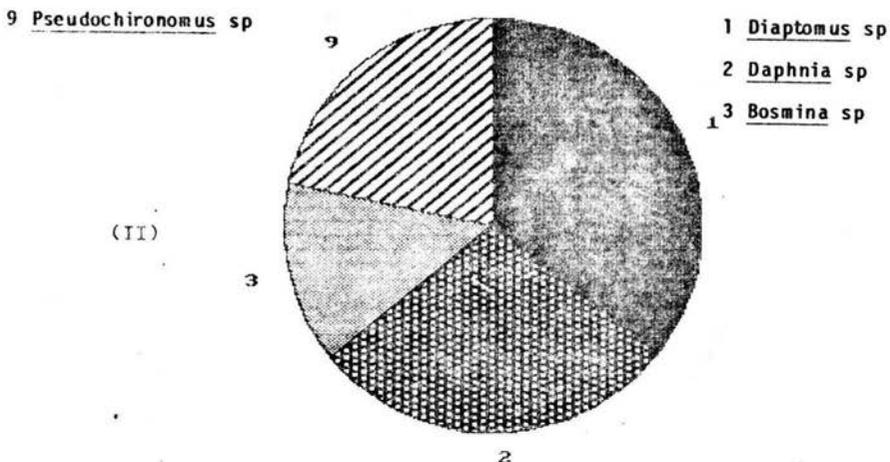
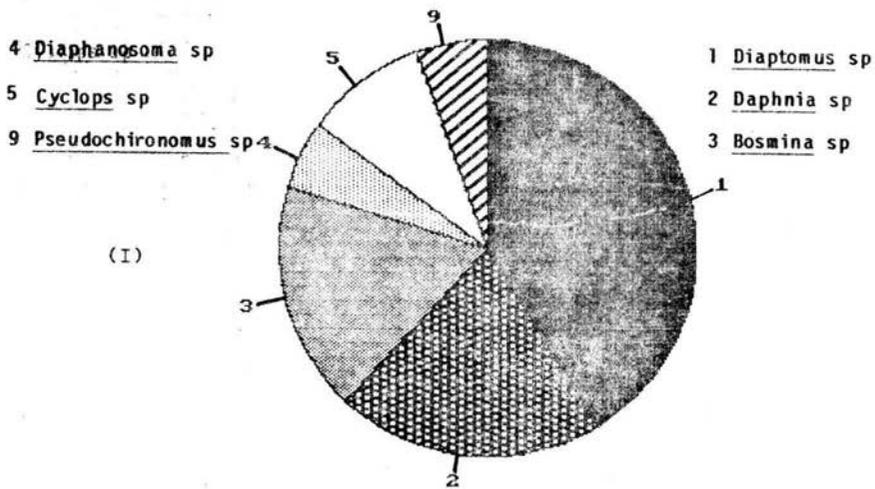


FIG. 27 HABITOS ALIMENTICIOS DE *Chirostoma jordani* EN INVIERNO. METODO DE FRECUENCIA (LONGITUD: I 2.0-3.9 cm ; II 4.0-5.9 cm).

TABLA I

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS (PROMEDIO) EN LAS CUATRO EPOCAS DEL AÑO

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
PROFUNDIDAD (m)	1.550	3.141	2.670	2.385
TRANSPARENCIA (m)	0.051	0.050	0.043	0.097
TEMPERATURA (°C)				
-AGUA	17.650	13.330	14.678	12.200
-AMBIENTE	18.800	18.300	19.000	13.200
OXIGENO (ppm)	4.545	6.215	7.065	3.260
DUREZA (mg CaCO ₃ /lt)	91.350	70.300	65.150	68.120
ALCALINIDAD (mg CaCO ₃ /lt)	91.600	39.050	35.900	44.300
ACIDEZ (mg CaCO ₃ /lt)	6.900	8.615	7.640	13.300
FOSFATOS (mg at PO ₄ /lt)	7.040	8.970	10.135	33.275

TABLA II

CRECIMIENTO DE Chirostoma jordani

CLASE DE EDAD	LONGITUD PROMEDIO (cm)
I	2.30
II	4.55
III	6.30
IV	7.80
V	8.80

TABLA III

VOLUMEN DE LOS ORGANISMOS PRESENTES EN LA DIETA DE Chirostoma jordani EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA.

ESPECIES	VOLUMEN (ml)
1 <u>Diaptomus</u> <u>sp</u>	3.7383×10^{-3}
2 <u>Daphnia</u> <u>sp</u>	3.3602×10^{-3}
3 <u>Bosmina</u> <u>sp</u>	1.5198×10^{-3}
4 <u>Diaphanosoma</u> <u>sp</u>	3.0425×10^{-3}
5 <u>Cyclops</u> <u>sp</u>	1.3151×10^{-3}
6 <u>Ceriodaphnia</u> <u>sp</u>	2.6247×10^{-3}
7 <u>Streblocerus</u> <u>sp</u>	1.6026×10^{-3}
8 <u>Alonella</u> <u>sp</u>	6.9832×10^{-5}
9 <u>Pseudochironomus</u> <u>sp</u>	1.3889×10^{-2}
10 <u>Trichocorixa</u> <u>sp</u>	1.0000×10^{-1}
11 Larva <u>Chirostoma</u>	5.0000×10^{-2}
12 <u>Donacia</u> <u>sp</u>	5.0000×10^{-3}
13 Cicadellinae	6.6667×10^{-2}

TABLA IV

FACTOR DE CONDICION Y VALOR DE "n" POR TEMPORADAS.

	"a"	"n"	r
PRIMAVERA	0.010	3.140	0.968
VERANO	0.005	3.624	0.981
OTOÑO	0.009	3.178	0.978
INVIERNO	0.010	3.124	0.968

FACTOR DE CONDICION Y VALOR DE "n" PARA LA
TEMPORADA ANUAL

	"a"	"n"	r
TEMPORADA ANUAL	0.010	3.210	0.981

TABLA V

PRUEBA ESTADISTICA DE "t" APLICADA A LOS VALORES DE "n" EN LA RELACION PESO-LONGITUD DE Chirostoma jordani.

$t = \frac{n_{\text{calculada}} - n_{\text{teorica}}}{S_b}$		$H_0: n_{\text{calc.}} = 3; \text{isometría}$ $H_A: n_{\text{calc.}} \neq 3; \text{alometría}$		
$S_b = \sqrt{\frac{S^2_{yx}}{\sum X - \frac{(\sum X)^2}{n}}}$		$S^2_{yx} = \frac{\sum (y_i - y_c)^2}{n-2}$		
EPOCA	n	Sb	tc	$t_{0.05 (n-2)}$
PRIMAVERA	3.140	0.01865	7.5070	1.6759
VERANO	3.624	0.03291	18.9615	
OTOÑO	3.178	0.02720	6.5441	
INVIERNO	3.124	0.01510	8.2119	
TEMPORADA ANUAL	n	Sb	tc	$t_{0.05 (n-2)}$
	3.210	0.01532	13.7076	1.6525