

Universidad Autónoma de Guadalajara

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE BIOLOGIA



**"CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS
MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS DE 9 PUNTOS DE LA
ZONA PROFUNDA DEL LAGO DE CHAPALA".**

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el título de:

B I O L O G O

presenta:

ADRIANA ORTIZ ROJAS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

ABSTRACT

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 Objetivos

CAPITULO II ANTECEDENTES

2.1 Definición y características ecológicas de los -
principales grupos del bentos.

2.2 Trabajos preliminares.

CAPITULO III MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio.

3.2 Material y metodología.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Resultados generales.

4.2 Parámetros fisicoquímicos.

4.3 Índice de diversidad, número de especies y den--
sidad poblacional.

4.4 Frecuencia relativa.

4.5 Variación temporal.

CAPITULO V DISCUSION

CAPITULO VI CONCLUSIONES

CAPITULO VII RESUMEN

CAPITULO VIII CITAS BIBLIOGRAFICAS

APENDICE

A B S T R A C T

Benthic macroinvertebrates from Lake Chapala have been studied, to know if there were important changes in type and quantity of organisms, in comparing with previous studies and its relationship with water quality of this lake.

An Ekman dredge was used to take samples in nine sites of the lake.

Annelids were the predominant organisms in east zone, molluscs in the west, and crustaceans in the middle zone.

There were no differences in quality but in quantity between this and other previous studies.

Range in diversity index from 0 to 2.7 was considered proper of a mesotrophic lake.

CAPITULO I INTRODUCCION

La necesidad de comprender el entorno ecológico, ha inducido al hombre en el curso del tiempo, a emprender el análisis de las diversas interacciones existentes entre los componentes de un ecosistema y las fuerzas inductivas externas que de una u otra forma son causa de un cambio inesperado. (Welch, 1980).

El principal generador de éste cambio es, sin duda alguna, el hombre mismo con su dinámica creativa y pocas veces interesada en la afección resultante de las metodologías empleadas en su desarrollo. (Welch, 1980.)

La explosión demográfica y por ende el crecimiento incontrollable de los centros urbanos ha propiciado la gran producción de desechos municipales e industriales, que se vierten indiscriminadamente a ríos, lagos y mares causando consecuencias funestas para las comunidades que en ellos habitan.

El Lago de Chapala, centro medular de la economía, y abastecedor de agua de consumo de la región en que se ubica, es receptor de aguas residuales provenientes del gran corredor industrial y de lavados agrícolas distribuidos a lo largo del trayecto del río Lerma; y es sin duda, un lago que sufre la impactación que conlleva esta dinámica urbana e industrial.

La motivación ecológica que esto implica, ha sido causa de la planificación y desarrollo del presente estudio que involucra el análisis del escenario donde se llevan a --

cabo los diferentes ciclos biológicos de las especies que -- constituyen la comunidad macro-zoobentónica de la zona profunda del Lago de Chapala.

Es importante mencionar que este estudio forma parte de la vigilancia periódica de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del Lago de Chapala, que realiza desde 1975 el Centro de Estudios Limnológicos dependiente de la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La intención de esta tesis es proporcionar los elementos técnicos de juicio necesarios para entender la concepción integral del conjunto dinámico que forma la población bentónica, y las presiones que ejerce la polución de origen industrial y municipal procedente de los centros urbanos que se encuentran ligados a este cuerpo de agua de importancia nacional. Así mismo se pretende contribuir al mayor conocimiento de los macroinvertebrados bentónicos que forman parte importante de la biota de este ecosistema dulceacuícola.

1.1 Objetivos.

Objetivo principal:

Reconocimiento cualitativo y cuantitativo de la biota macrozoobentónica del Lago de Chapala.

Objetivos particulares:

a)- Conocer los patrones de abundancia y distribución estacional de éstos invertebrados bentónicos, comparándolos con los obtenidos en estudios anteriores.

b)- Determinar la respuesta de la comunidad bentónica

ca a los factores fisicoquímicos que afectan su medio ambiente o habitat.

c)- Evaluar, en base a los resultados estadísticos - realizados, el gradiente de impactación que refleja la comunidad bentónica tanto en su diversidad como en su distribución y abundancia con respecto a las actividades humanas.

Para lograr estos objetivos se realizó:

1)- Identificación y clasificación taxonómica de los organismos.

2)- Abundancia y distribución espacial.

3)- Frecuencia relativa por género y por grupos.

4)- Índice de diversidad de Shannon- Weaver.

5)- Análisis de los factores fisicoquímicos más sobresalientes en la distribución del macro- zoobentos.

6)- Variación temporal por grupos.

CAPITULO II ANTECEDENTES

El estudio del bentos del Lago de Chapala ha sido objeto de diferentes trabajos que van de los mas antiguos y -- preliminares (Cuesta, 1923) hasta los mas recientes y complementarios llevados a cabo por el Instituto de Ingenieria de la UNAM (1972- 1974), y el Centro de estudios Limnológicos - de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos (1979 a la fecha).

A continuación se hace una breve descripción de las principales características ecológicas de los grupos que forman la población bentónica del Lago de Chapala. Posteriormente se hará referencia a los trabajos anteriores al presente.

2.1 Definición y características ecológicas de los principales grupos del bentos.

El bentos incluye a los organismos que habitan los sustratos del fondo de lagos, estanques y ríos. (Lind, 1974 y Odum, 1972).

Los organismos bentónicos estan involucrados en la mineralización y el reciclaje de la materia orgánica producida en el propio cuerpo de agua o llevada a él por fuentes externas; así mismo son eslabones secundarios y terciarios importantes de la red trófica. Muchas larvas de insectos bentónicos son la fuente principal de alimento para peces pequeños (Lind, 1974).

Artificialmente el bentos se puede dividir en macro- y microbentos. El macrobentos consta de organismos que son -

retenidos en tamices del número 30 U.S. "series sieve" de 0.59mm de abertura de malla; y el microbentos incluye a los organismos de menores dimensiones retenidos en mallas de 0.15mm de abertura (A.P.H.A., 1976). Filogenéticamente existen el fito y zoobentos. De acuerdo a su posición en las diferentes regiones de un lago, puede ser: litoral, sublitoral y de profundidad. El zoobentos litoral presenta una extrema variación en comparación con los pobladores de regiones más profundas, esto indica obviamente un reflejo de la abundancia de microhabitats. (Cole, 1975).

El sustrato y las corrientes son factores importantes en la existencia de la clase y cantidad de macroinvertebrados. En los sustratos de depósito, donde existe acumulación de sedimentos, la dominancia es de organismos excavadores, como los gusanos constructores de tubos, las larvas de insectos y las almejas que se alimentan de detritus. En los sustratos formados de grava o arena se pueden encontrar almejas, caracoles, gusanos e insectos de las formas no excavadoras (Welch, 1980).

Los principales grupos que constituyen el macrozoobentos son: nemátodos, ostrácodos, copépodos, decápodos, isópodos, pelecípodos, gasterópodos, larvas de insectos, oligoquetos, hirudíneos, celenterados, platelmintos y briozoa rios; los tres últimos son raros (Wetzel, 1975).

2.2 Trabajos preliminares.

Dentro de su estudio de la fauna ictiológica y mala cológica comestible del Lago de Chapala, Cuesta (1923) sola-

mente describe a Anodonta y menciona que en ese año se encuentra más escasa que en años anteriores debido a la pezza inmoderada que de ella se hizo.

Deevey (1957) encontró en cinco dragas, una biomasa promedio de 1.9 g/m^2 , de cuyos componentes Chaoborus sp. es el más importante en términos de peso; le siguen Tanypus sp y los anélidos tubificidos; y menciona que ésta magnitud de biomasa corresponde a un lago oligotrófico. (Citado por Chavez, 1973).

El Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. en su estudio de 1972 a 1974 dividió el lago en tres zonas, habiéndolas nombrado de acuerdo a la población más cercana a ellas. Cada zona comprende 8 boyas o estaciones: Zona Chapala (01-08); Zona Jocotepec (10-17) y la Zona Ocotlán (20-27). De éstas se seleccionaron la número 01, 02, 04, 07, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 27, haciendo un total de diecisiete puntos muestreados para el bentos.

Se efectuaron tres fases de muestreo: en la primera se usó una draga Petersen de 1 kg de capacidad; en la segunda y tercera se utilizó una red de arrastre, tomando un volumen constante de 1.8 kg.

Los aspectos más importantes del estudio fueron:

1) Se encontraron 25 organismos diferentes, con un índice de diversidad promedio de 0.67, y un rango de 0.038 a 2.52.

2) Los moluscos alcanzaron una abundancia relativa del 40 % y se encontraron en mayor cantidad en la zona ---

Jocotepec.

3) La distribución espacial de oligoquetos fué mayor en la zona Ocotlan disminuyendo hacia la zona Jocotepec con una abundancia relativa de 16.6% en la primera y 8.1% en la segunda,

4) El porcentaje de insectos de acuerdo a su número fué del 50%.

5) Los hirudíneos se encontraron distribuidos en forma similar en las tres zonas.

6) Los ostrácodos constituyeron el 2.7%.

7) Se dedujo que los organismos encontrados son característicos de los lugares en que se colectaron.

8) En la tercera etapa no se mencionó a los ostrácodos.

9) Utilizando el criterio saprobiótico de Kolwitz y Marson se consideró al Lago de Chapala como mesotrófico.

Los muestreos de bentos se reiniciaron en 1979 dentro del monitoreo del lago llevado a cabo por el Centro de Estudios Limnológicos de la S.A.R.H.; para lo cual se escogieron 9 boyas, tres representativas de cada zona (03,05,06,10,14,15,23,25,26).

Dentro del período de marzo a octubre de 1979 se encontró básicamente la misma clase de organismos que en 1972-1974. La distribución de organismos por grupo fué similar aun cuando se muestrearon menos boyas y se tomó una draga por boya (draga Ekman). De los gasterópodos Tryonia clathrata, Physa sp., Ferrissia sp., Lymnaea sp., un pla --

norbido no identificado y de un bivalvo Sphaerium sp. solamente se encontraron los exoesqueletos.

Arregui*, en 1979, realizó estudios de contenido estomacal de los peces del Lago de Chapala, y menciona haber encontrado larvas de insecto y crustáceos en 17 de las 19 especies de los peces principales, entre los que se encuentran: Tilapia nilotica (mojarra africana), Chirostoma sphyraena (pescado blanco), Ictalurus dugesii, etc. Estos peces son bentófagos en el estado adulto o en alguna etapa de su vida.

*Arregui, F.M. (1979). "Plan piscícola Chapala". Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jal. Tesis profesional. 102 pp.

3.1 Area de estudio.

Por la importancia crítica de resultados obtenidos y la calibración de metodologías anteriormente utilizadas, fué necesario dividir teóricamente el área de estudio en tres zonas de trabajo para el mejor control y manejo de los datos resultantes, correspondiendo el nombre de cada una de las mismas a las principales poblaciones ribereñas que tienen influencia en el lago, siendo éstas las siguientes: Zona Jocotepec, Zona Chapala y Zona Ocotlán.

El Lago de Chapala es el principal abastecedor de agua potable (85%) que beneficia a la ciudad de Guadalajara representa también el ecosistema dulceacuicola más importante de la República Mexicana, y por ende es base del desarrollo turístico, industrial, pesquero y económico de los centros urbanos que se desarrollan a lo largo de su periferia. (Cavéz, 1973).

Situación geográfica. - Se encuentra situado entre los estados de Jalisco y Michoacan, correspondiendo al primero la mayor extensión de su área, y estando ubicado en el segundo el sector sudeste del vaso lacustre. El lago se localiza entre la latitud 20°05' y 20°20' N y entre la longitud 102° 40' y 103° 25' W. (Chavez, 1973).

Características físicas. - Tiene una elevación nominal 1524 metros sobre el nivel del mar; una superficie de 1112 km², siendo su mayor longitud en dirección este-oeste (aproximadamente 77 km). El ancho promedio es de 14.4km co-

respondiendo su máximo y mínimo a 25 y 6 km respectivamente.

Por efecto de asolvamiento el lago se considera como un vaso somero. La profundidad promedio es de 7.2m, aunque en algunos lugares la profundidad alcanza de 12 a 15 m. Su capacidad de captación se estima en $7962 \times 10^6 \text{ m}^3$. (Chavez 1973).

El principal tributario es el río Lerma con un 51% del volumen aportado; la precipitación pluvial representa el 27% y los escurrimientos superficiales el 22%. La evaporación, que alcanza un valor del 47% es la vía principal de pérdidas volumétricas; las aguas encausadas por el río Santiago significan una pérdida del 42%; el 11% restante se debe a otras fuentes entre las que se encuentra la irrigación (Chavez, 1973).

El Lago de Chapala no presenta estratificación térmica, esto se atribuye a la poca profundidad y a la acción del viento. (U.N.A.M., 1972-1974).

Situación climatológica.- El clima predominante, de acuerdo a la clasificación de Koeppen, es de tipo CW; templado lluvioso, de invierno seco no riguroso. La temperatura promedio anual es de 20°C; la media mensual fluctúa entre los 15.5°C durante diciembre-enero, y 23°C en el período correspondiente a mayo-junio. La precipitación pluvial es estacional y esta bien localizada en verano; alcanzando un valor máximo de 187 mm en julio y menos de 10 de enero a abril. Estas cantidades pueden variar de un año a otro. (Chavez, 1973).

En lo relativo a la evaporación, once de los doce meses superan los 100 mm, y alcanza su valor más alto en mayo y junio. La oscilación mensual varía entre 92.8 mm en diciembre y 225 mm en mayo. La humedad relativa es del 80% con variaciones entre 70 y 90% (Comisión Lerma-Chapala-Santiago, 1965; citado en Arregui, 1979).

Vientos.- En su mayor parte se originan del este y del oeste. A principios de junio dominan los vientos "Mexicano y Guaracheño"; en febrero se presenta el viento procedente del oeste que lleva por nombre "Colimote", el cual permanece hasta abril. En la población de Chapala sopla el viento del este durante ocho meses, del sur en dos meses y los otros dos cambia al oeste. En Jocotepec, en los cuatro primeros meses, la predominancia de la dirección del vientos es del oeste y luego cambia con orientación al este y noroeste (Chavez, 1973).

3.2 Material y metodología

Los muestreos se realizaron en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 1980 y en enero de 1981, tratando de cubrir las cuatro estaciones del año. La duración de cada fase de muestreo fué de 4 a 5 días en las tres zonas. (Zona Jocotepec: boyas 03, 05 y 06; Zona Chapala: boyas 10, 14 y 15; Zona Ocotlán : boyas 23, 25 y 26).

Las muestras se tomaron, utilizando una draga Ekman-Kahlsico modelo 214 WA 180, en las nueve boyas o estaciones que se seleccionaron en 1979, estas son: 03, 05 y 23 en la periferia del lago; la 15 en el centro; 25 y 26 cercanas a la desembocadura del río Lerma; la 10 frente a Chapala; 06-

frente a Ajijic; y la 14 frente a Tizapan (ver la figura 3-2.1). Sólo se tomaron éstos nueve puntos por considerarse, en base a los estudios anteriores, que serían los representativos de cada zona, y de cada tipo de sustrato.

Se tomaron dos dragas en cada boya, excepto en la 06 (sólo una), se transportaron hasta el laboratorio en recipientes de plástico de boca ancha de 4.5 l de capacidad, preservadas con hielo y se almacenaban en refrigeración para tamizarlas posteriormente, al finalizar los muestreos, en un tamiz marca Replamsa, número 40 de 0.5 mm de abertura de malla. El material tamizado se dispuso en frascos de vidrio con ayuda de una piceta y un pincel, y se preservó con formol al 5%.

Antes de proceder a separar los organismos del detritus se quitó el exceso de formol lavando la muestra a través del tamiz ya mencionado.

Posteriormente se analizó toda la muestra, poniendo a la vez, pequeñas cantidades en cajas de Petri y separando los organismos bajo el microscopio de disección marca American Optical, modelo 570, con ayuda de unas pinzas de joyero, agujas de disección y un pincel.

Los nemátodos, hirudíneos, oligoquetos y crustáceos pequeños se fijaron en laminillas, con una mezcla del fijador CMCP-10 (50%) y el colorante CMCP-9AF (50%) (ver fórmulas en el apéndice); el resto se preservaron en alcohol al 70%. (A.P.H.A., 1976, y Lind, 1974).

Para la identificación de los organismos se utilizó

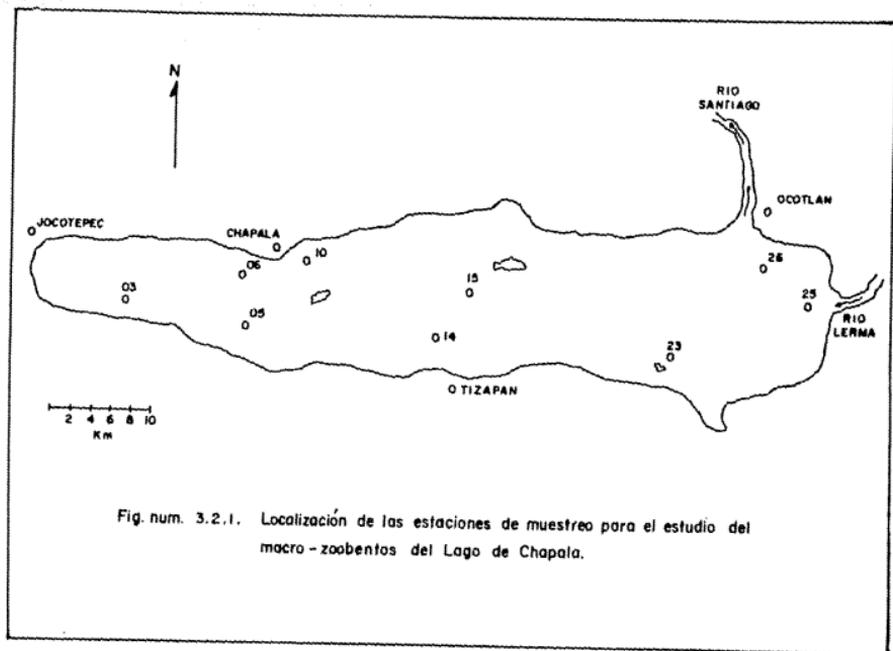


Fig. num. 3.2.1. Localización de las estaciones de muestreo para el estudio del macro-zoobentos del Lago de Chapala.

tanto el microscopio de disección, ya mencionado, como el microscopio compuesto marca Richert, modelo 300108; así como las claves taxonómicas de Pennak (1953), Howmiller y Loden (1976), las citadas por Edmondson (1959), y Brinkhurst (1968)

Para evaluar los resultados se emplearon las fórmulas de diversidad, frecuencia relativa y densidad que se encuentran en el apéndice. (Tomando en cuenta que el área de la draga es de 0.0225 m^2).

CAPITULO IV RESULTADOS

En éste capítulo se exponen los datos obtenidos de los procesos analíticos utilizados en el laboratorio y de las metodologías estadísticas aplicadas. Primero se presentaran los resultados generales, posteriormente se mostraran las similitudes y/o diferencias de los parámetros físico -- químicos, índice de diversidad de Shannon- Weaver (citado en Margalef, 1974) , número de especies, densidades, frecuencias relativas y variaciones temporales por grupos en las tres zonas en que se dividió el lago.

4.1 Resultados generales.

Se encontraron 28 organismos diferentes que pertenecen a los siguientes phylla: Phylum Mollusca (Clase Gasteropoda y Bivalva); Phylum Arthropoda (clases Insecta y Crustacea); Phylum Annelida (clases Oligochaeta = Hirudinea); y Phylum Nematoda. Ver la tabla 4.1.1 y las figuras A1- A13 del apéndice.

La clase Gasterópoda estuvo compuesta por Iryonia clathrata, Physa sp. Ferrissia sp. Lymnaea sp. y un planorbido no identificado. Todos éstos gasterópodos presentaron solamente sus conchas o exoesqueletos y constituyeron el 34.0% del total de invertebrados registrados en éste estudio; de éste 34.0, el 28.5% correspondió a I.clathrata y la mayoría de sus conchas presentaban un aspecto no deteriorado.

La clase Bivalva estuvo representada por tres géneros: Anodonta sp., Corbicula fluminea y Sphaerium sp. C.flu

Tabla núm. 4.1.1. Taxonomía del macrobentos del Lago de Chapala. De acuerdo a Pennak (1953).

Phyllum Mollusca
Clase Pelecipoda
Orden Eulamelibranchia
Familia Unionidae
Subfamilia Anodontinae
Género Anodonta sp.
Orden Heterodonta
Familia Corbiculidae
Género Corbicula
Especie fluminea (Philippi)
Familia Sphaerilidae
Género Sphaerium sp.
Clase Gastropoda
Subclase Prosobranchia
Orden Mesogastropoda
Familia Bulimidae
Género Tryonia
Especie clathrata (Stimpson)
Subclase Pulmonata
Orden Basomatophora
Familia Physidae
Género Physa sp.
Familia Lymnaeidae
Género Lymnaea sp.
Familia Ancyliidae
Género Ferrissia sp.

Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Diptera
Suborden Nematocera
Familia Tendipedidae
Subfamilia Pelopiinae
Género Procladius sp.
Género Coelotanypus sp.
Subfamilia Tendipedinae
Género Cryptochironomus sp.
Subfamilia Hydrobaeninae
Género Corynoneura sp.
Familia Culicidae
Género Chaoborus sp.
Orden Ephemeroptera
Familia Ephemeridae
Género Hexagenia
Especie limbata (Walsh)
Clase Crustacea
Subclase Ostracoda

Tabla núm 4.1.1. (Continuación.)

Orden Podocopa
Tribu Candonini
Familia Cypridae
Subfamilia Candocyprinae
Género Candona sp.
Orden Amphipoda
Familia Talitridae
Género Hyaella
Especie azteca (Saussure)
Orden Copepoda
Suborden Cyclopoida
Ciclopoides n.i.

Phylum Annelida
Clase Oligochaeta
Orden Plesiopora
Familia Tubificidae
Género Branchiura
Especie Sowerbyi (Beddard)
Género Limnodrilus
Especie hoffmeisteri (Claparede)
Familia Naididae
Naididae n.i.
Clase Hirudinea
Hirudíneo n.i.
Phylum Nematoda
Nemátodo n.i.

minea fué la almeja más abundante. De Sphaerium sp. solamente se encontraron sus conchas, las cuales presentaban una coloración blanca opaca (tabla 4.1.2) y no se registró ninguna almeja con las valvas unidas.

Las larvas de Coelotanypus sp., Procladius sp., --- Cryptochironomus sp., Hexagenia limbata, Corynoneura sp., un insecto y un ácaro no identificados, constituyeron la clase Insecta. El individuo más abundante fue Procladius sp.

Dentro de la clase Crustacea se registraron tres -- géneros: Candona sp. Hyalella azteca y un copépodo ciclopoi de no identificado. Candona sp. fue el más abundante y el -- mejor distribuido.

Branchiura sowerbyi, Limnodrilus hoffmeisteri y un naidideo no identificado representaron a la clase Oligochaeta. L. hoffmeisteri fue el más abundante, tanto en su forma adulta como en su fase joven o inmadura; en esta última pre sentaba la morfología (tipo y número de cerdas principalmente) muy similar al gusano adulto faltándole únicamente los -- órganos sexuales.

La clase Hirudinea estuvo formada solamente por un -- hirudíneo no identificado; y el phylum Nematoda estuvo re -- presentado por nemátodos no identificados nombrados "a" y -- "b" (tabla 4.1.3).

En general los géneros más sobresalientes en número y distribución fueron: Candona sp., Limnodrilus hoffmeisteri y el exoesqueleto de Tryona clathrata. En la figura --- 4.1.1 se puede observar una zonificación preliminar que ---

Tabla núm. 4.1.2. Tallas aproximadas y coloración de los macroinvertebrados bentónicos del Lago de Chapala.

Organismos	Talla(cm)	Color
<u>Candona</u> sp.	0.1 - 0.3	Blanco opaco
<u>Hyalella azteca</u>	0.2 - 0.4	Perla
Copépodo ciclopoide n.i.	0.5	Blanco opaco
<u>Tryonia clathrata</u>	0.2 - 0.6	Blanco grisaceo
<u>Lymnaea</u> sp.	0.2 - 0.6	Blanco opaco
<u>Physa</u> sp.	0.2 - 0.8	Gris amarillento
<u>Ferrissia</u> sp.	0.2 - 0.5	Blanco opaco
Planorbido n.i.	0.3 - 1.0	Blanco grisaceo
<u>Anodonta</u> sp.	0.3 - 5.0	Café amarillento y negro
<u>Corbicula fluminea</u>	0.3 - 3.0	Verde amarillento
<u>Shaerium</u> sp.	0.3 - 1.0	Blanco opaco
<u>Chaoborus</u> sp.	0.6	Blanco transparen te
<u>Procladius</u> sp.	0.2 - 0.5	Verde palido
<u>Cryptochironomus</u> sp.	0.2 - 0.5	Rojiso
<u>Hexagenia limbata</u>	2.0	Perla
<u>Corynoneura</u> sp.	0.6	Blanco opaco
Acaro n.i.	0.2	Blanco opaco
Oligoquetos	0.4 - 3.0	Rojiso
Hirudíneos	0.5 - 1.0	Blanco opaco
Nemátodos	0.3 - 1.0	Blanco transparen te

Tabla núm. 4.1.3 Distribución de los organismos bentónicos del Lago de Chapala.

ORGANISMOS	ESTACIONES								
	03	05	06	10	14	15	23	25	26
Candona sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hyalella azteca (Saussure)	x	x	x	x	x	x	x		
Copépodo ciclopoide n.i.	x	x	x	x	x		x	x	x
Tryonia clathrata (Stimpson)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lymnaea sp.	x	x	x	x	x		x	x	x
Physa sp.			x						
Ferrissia sp.					x				
Planorbido n.i.		x	x		x				
Anodonta n.i.			x						
C. fluminea (Philippi)			x	x					
Sphaerium sp.			x			x			
Chaoborus sp.	x	x	x				x		
Hexagenia limbata (Walsh)		x	x	x					
Coelotanypus sp.		x	x	x		x	x		
Procladius sp.	x	x	x	x	x		x	x	x
Cryptochironomus sp.		x		x	x	x	x		x
Corynoneura sp.									x
Quironómido n.i.	x	x		x		x	x	x	x
Pupa n.i.	x	x		x		x	x		x
Larva n.i.	x								
Acaro n.i.		x				x			
Branchiura sowerbyi (Beddard)						x			
L. hoffmeisteri (Claparede)	x		x	x			x	x	x
Naidideo n.i.	x		x	x	x	x	x	x	
Oligoqueojo n.i.							x	x	x
Hirudíneo n.i.	x		x	x			x	x	x
Nemátodo "a"	x		x		x			x	x
Nemátodo "b"				x		x		x	

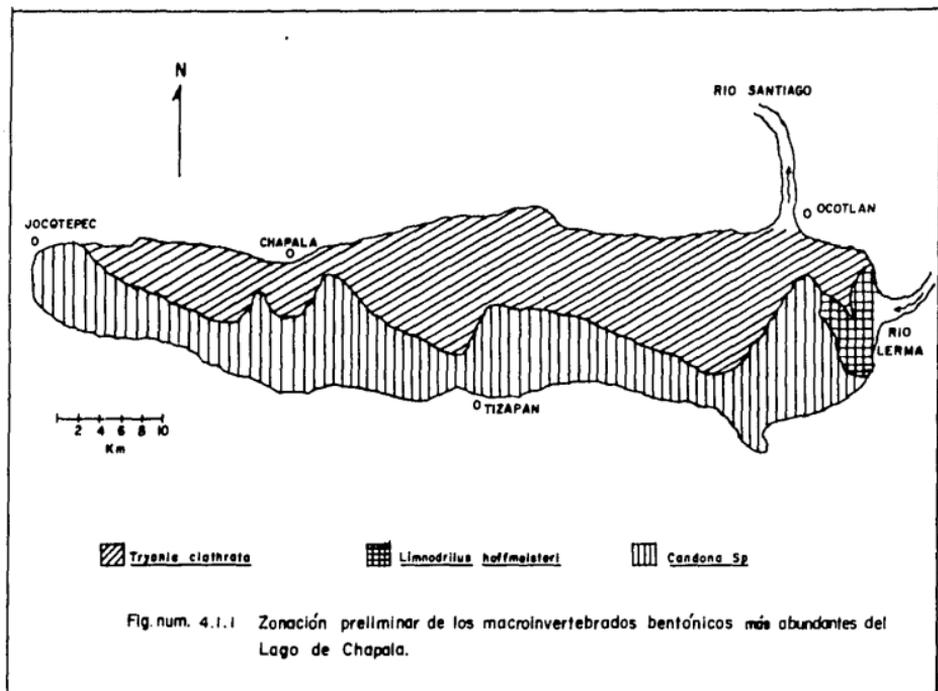


Fig. num. 4.1.1 Zonación preliminar de los macroinvertebrados bentónicos más abundantes del Lago de Chapala.

muestra a I. clathrata ocupando la porción media superior - del lago; Candona sp., ocupa la porción media inferior, y - L.hoffmeisteri la porción cercana a la desembocadura del -- río Lerma.

4.2 Parámetros fisicoquímicos.

Zona Jocotepec.- La zona Jocotepec como ya se men-- cionó anteriormente, esta representada por las boyas 03,05- y 06; las dos primeras tienen la profundidad y el tipo de - suelo muy similares, mientras que la 06 es un poco menos -- profunda y presenta un tipo de suelo muy diferente, compues to en su mayor parte de arena gruesa. La temperatura, el -- oxígeno disuelto, el pH y la profundidad Secchi no tuvieron diferencias muy marcadas entre las tres boyas.

Zona Chapala.- En las tres estaciones que represen-- tan a esta zona (10, 14, y 15), el oxígeno disuelto y la -- temperatura no presentaron grandes variaciones; el tipo de - suelo es similar y sólo varían un poco la profundidad a la - que se encuentra el sustrato (4.2 m en la 10, 5.0 m en la - 14 y 7.5 m en la 15), el pH que es menor en la 10 (8.6) y la profundidad Secchi que disminuye un poco en la estación 14- donde tuvo un valor de 0.55 m.

Zona Ocotlán.- Dentro de esta zona, que es donde la profundidad y la transparencia Secchi presentaron las ci--- fras más bajas, a la estación 25 le correspondieron los va- lores mínimos de pH (8.2), profundidad (1.2 m) y transparen- cia Secchi (0.19 m). El tipo de suelo es similar en las --- tres boyas y la temperatura y el oxígeno disuelto no presen- taron variaciones considerables (tabla 4.2.1).

Tabla núm. 4.2.1. Factores fisicoquímicos importantes en la distribución de los macroinvertebrados bentónicos del Lago de Chapala. Promedios. Febrero 80- enero 81.

Estación	Profundidad (m)	Tipo de suelo	Temperatura del fondo (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Profundidad Secchi (m)	pH
03	5.0	Limo arcilloso con restos vegetales abundantes.	20.2	7.3	0.61	8.7
05	6.3	Limo arcilloso con restos vegetales abundantes.	20.6	7.4	0.71	8.7
06	4.3	Arena gruesa	20.6	6.6	0.84	8.7
10	4.2	Limo arcilloso	21.4	7.3	0.80	8.6
14	5.0	Limo arcilloso	19.7	7.0	0.55	8.7
15	7.5	Limo arcilloso	20.3	7.4	0.64	8.7
23	3.5	Limo arcilloso	20.9	7.3	0.35	8.6
25	1.2	Limo arcilloso	21.3	6.3	0.19	8.2
26	3.0	Limo arcilloso	21.0	7.0	0.23	8.6

La materia orgánica, tomada como DBO, es muy similar en las tres zonas (C.E.L., 1980 - 1981)*.

4.3 Índice de diversidad, número de especies y densidad poblacional.

Zona Jocotepec.

Estación 03.- El índice de diversidad obtenido en esta boya durante los cinco meses de muestreo presentó valores de 0.079 a 0.39 bits/individuo. Ver la tabla 4.3.1.

En el mes de febrero se observó un índice de diversidad de 0.386 bits/individuo, una densidad de 5,866 org/m² 5 especies y la dominancia de Candona sp. con 5,555 org/m².

En mayo hubo un pequeño descenso tanto en la densidad poblacional (3,200 org/m²) como en el número de especies (4); no siendo así en el índice de diversidad que sufrió un ligero aumento a 0.39 bits/individuo. Dominó Candona sp. con 3,022 org/m².

En el mes de agosto se presentó el mayor número de especies (9) y el índice de diversidad más alto (0.619 bits/individuo); aunque la densidad se incrementó no coincidió con los picos máximos del índice de diversidad y el número de especies. Candona sp. predominó con 7,643 org/m².

En noviembre se observó un índice de diversidad mínimo de 0.079 bits/individuo; el mayor número de individuos (23,511 org/m²) y 5 especies diferentes. Candona sp. predo-

* C.E.L. (1980-1981) Información sin publicar.

Tabla núm. 4.3.1 Índice de diversidad de Shannon-Weaver de los macroinvertebrados bentónicos del Lago de Chapala.

Estación	Fases de muestreo				
	Febrero 1980	Mayo 1980	Agosto 1980	Noviembre 1980	Enero 1981
03	0.386	0.390	0.619	0.079	0.225
05	1.00	0.069	0.088	0.158	0.341
06	1.455	0.707	0.391	1.950	1.063
10	1.899	2.713	1.475	0.320	0.857
14	0	---	0.765	0	0.186
15	----	0	0.184	0.102	0.106
23	1.592	1.190	0.160	1.549	0.987
25	0.225	0.399	2.00	0.899	0.327
26	0.756	0.548	0.469	0.737	1.330

minó con 23,333 org/m².

En el último mes de muestreo la densidad descendió a 4,888 org/m², el número de especies fue de 4 y el índice de diversidad tuvo un valor de 0.225 bits/individuo. (Gráfica 4.3.1 y Tabla A 1 del apéndice.)

Estación 05.- En este sitio se registraron índices de diversidad de 0.069 a 1.0 bits/individuo.

En el mes de febrero el índice de diversidad presentó un valor máximo de 1.0 bits/individuo; el número de especies y la densidad alcanzaron su mínima expresión, presentando valores de 2 y 89 org/m² respectivamente. Los dos géneros obtuvieron igual número de organismos.

En mayo el índice de diversidad disminuyó a su mínima expresión de 0.069 bits/individuo, la densidad fue de 5,333 org/m², y el número de especies fue de 2. Candona sp. obtuvo la mayor densidad con 5,288 org/m².

El índice de diversidad de 0.88 bits/individuo registrado en agosto, fue uno de los valores más bajos. Las 8 especies y la densidad de 53,639 org/m² fueron los máximos para esta boya. La densidad estuvo constituida en su mayor parte por Candona sp. que obtuvo 53,194 org/m².

A partir de noviembre se observó un descenso tanto en el número de especies (6) como en la densidad (13,377 org/m²); pero el índice de diversidad se incrementó a 0.158 bits/individuo. Predominó Candona sp.

En el mes de enero el índice de diversidad se incrementó ligeramente alcanzando un valor de 0.341 bits/individuo.

duo. El número de especies descendió a 3 y la densidad fue de $2,577 \text{ org/m}^2$. Ver la gráfica 4.3.2 y la Tabla A 2 del -- apéndice.

Estación 06.- En esta boya se presentó el mayor índice de diversidad de la zona Jocotepec, los valores fueron de 0.391 a 1.95 bits/individuo.

En el mes de febrero el índice de diversidad fue de 1.455 bits/individuo; se encontraron 5 especies y 933 --- org/m^2 . Candona sp. fue el más abundante (622 org/m^2).

En mayo se registró uno de los valores más bajos - del índice de diversidad (0.707 bits/individuo). El número de especies disminuyó a 2, la densidad fue de $1,844 \text{ org/m}^2$ - y estuvo constituida en su mayor parte por Corbicula fluminea con $1,488 \text{ org/m}^2$.

Durante el mes de agosto el índice de diversidad -- fue de 0.391 correspondiendo al valor mínimo para la boya - 06. La densidad alcanzó un valor mínimo de 288 org/m^2 y se encontraron 2 especies de las cuales C. fluminea obtuvo --- 266 org/m^2 .

En el mes de noviembre se encontraron 11 especies y un índice de diversidad de 1.95; ambos valores fueron los - máximos para la boya 06. La densidad se incrementó a $2,376 \text{ org/m}^2$, correspondiendo $1,266 \text{ org/m}^2$ a Candona sp. y 711 - org/m^2 a C. fluminea.

En enero disminuyó a 5 el número de especies, el -- índice de diversidad descendió a 1.063 bits/individuo y la densidad alcanzó un valor máximo de $43,190 \text{ org/m}^2$, de los -

cuales 2,133 org/m² fueron para Candona sp. y 21,531 org/m² para C. fluminea. Gráfica 4.3.3.

Zona Chapala.

Estación 10.- En este sitio se registró el valor -- más alto del índice de diversidad con respecto a las nueve-- boyas muestreadas, las cantidades estuvieron entre 0.32 y - 2.713 bits/individuo. Ver la tabla 4.3.1.

En el mes de febrero el índice de diversidad fue' de 1.899 bits/individuo, la densidad de 3,067 org/m² y se en-- contraron 8 especies de las cuales a C. fluminea y a Limno-- drilus hoffmeisteri les correspondieron las densidades de - 1,555 y 889 org/m² respectivamente.

En mayo se presentó el índice de diversidad máximo-- (2.713) y el mayor número de especies (9). La densidad fue-- de 1,199 org/m² y no se observó dominancia de alguna espe-- cie.

El índice de diversidad de 1.475 bits/individuo, -- que se registró en agosto, se encuentran entre los tres va-- lores más altos. En este mes se obtuvieron 7 especies y la-- densidad fue de 1,511 org/m², de los cuales 1,111 org/m² co-- rrespondieron a C. fluminea.

En el mes de noviembre la densidad alcanzó su pico-- máximo (19,076 org/m²), el número de especies se mantuvo en 7 y el índice de diversidad descendió hasta un mínimo de -- 0.32 bits/individuo. Predominó Candona sp. con 14,709 org/- m².

En enero se registraron 5,599 org/m², 6 especies y-

un índice de diversidad de 0.857 bits/individuo. Candona sp predominó con 4,666 org/m² (Gráfica 4.3.4 y Tabla A 4).

Estación 14.- En esta boya el índice de diversidad fluctuó entre 0 y 0.765 (tabla 4.2.1); y en el mes de mayo se encontraron solamente exoesqueletos de Tryonia clathrata y de un planoroido no identificado.

En el mes de febrero se encontró una sola especie, con una densidad de 89 org/m², y por consiguiente el índice de diversidad fue cero.

Agosto fue el mes en que se registró el índice de diversidad máximo (0.765 bits/individuo); se obtuvieron 9 especies; la densidad total fue de 7,378 org/m², y Candona sp. dominó con 6,621 org/m².

Al igual que en el mes de febrero, en noviembre solamente se encontró una especie, la cual tuvo una densidad de 4,177 org/m².

En enero se colectaron 3 especies con un índice de diversidad de 0.186 bits/individuo y una densidad de 7,199 org/m², Candona sp. fue el crustáceo dominante (7,021 org/m²). Gráfica 4.3.5

Estación 15.- Así como en la anterior, en esta boya se registraron los índices de diversidad más bajos en relación al resto de las estaciones muestreadas. Para la boya que se analiza el índice de diversidad fue muy poco variable (de 0 a 0.184). En el mes de febrero sólo se capturaron exoesqueletos de I. clathrata.

En mayo se encontró únicamente a Candona sp., la --

cual tuvo una densidad de 88 org/m².

En el mes de agosto se registró el mayor número de especies (8); un índice de diversidad de 0.184 bits/individuo y 32,397 org/m². Candona sp. obtuvo 31,774 org/m².

En noviembre se encontraron 2 especies, 3,333 org/m² y un índice de diversidad de 0.102. Candona sp. predominó con 3,288 org/m².

En el último mes de muestreo se obtuvieron 4 especies, 11,688 org/m² y un índice de diversidad de 0.116 bits/individuo. El género dominante fue Candona sp. con 11,554 org/m². (Tabla A 6 y gráfica 4.3.6.)

Zona Ocotlan.

Estación 23.- En este sitio el índice de diversidad mostró valores de 0.16 a 1.592 bits/individuo.

En el mes de febrero, el índice de diversidad presentó un valor máximo de 1.592 bits/individuo, la densidad fue de 711 org/m² y se encontraron 4 organismos diferentes.

En mayo el índice de diversidad obtuvo un valor de 1.19 bits/individuo, la densidad fue de 1,200 org/m² y se colectaron 5 especies de entre las cuales Candona sp. sobresalió con 933 org/m².

En el mes de agosto se encontró el índice de diversidad más bajo (0.16 bits/individuo); la densidad alcanzó - su pico máximo (11,688 org/m²), y se encontraron 4 especies, de las cuales Candona sp. obtuvo 11,465 org/m².

En noviembre la densidad descendió a un mínimo de - 355 org/m²; se obtuvieron 4 especies diferentes, y un índice

ce de diversidad de 1,549 bits/individuo. Sobresalió Candona sp. con 222 org/m².

En el mes de enero se encontró el mayor número de especies (6); la densidad aumentó hasta 1,422 org/m², y el índice de diversidad fue de 0.987 bits/individuo. Candona sp. - predominó con 1,200 org/m². Gráfica 4.3.7

Estación 25.- Los índices de diversidad, en esta boya, fluctuaron entre 0.225 y 2.0 bits/individuo. Ver la tabla 4.3.1. y la gráfica 4.3.8

El índice de diversidad más bajo (0.225 bits/individuo) se presentó en febrero, en este mes se encontraron 4 - especies y una densidad poblacional de 9,644 org/m². Limnodrilus hoffmeisteri predominó con 9,377 org/m².

En el mes de mayo se registraron 3 especies, un índice de diversidad de 0.399 bits/individuo y 1,422 org/m², - de los cuales 1,333 org/m² correspondieron a L. hoffmeisteri.

En agosto se encontró el índice de diversidad más - alto (2.0 bits/individuo); se obtuvieron 4 especies y 182 - org/m² distribuidos uniformemente entre los cuatro organismos colectados.

Noviembre fue el mes en que se presentó el mayor número de especies (7); el índice de diversidad fue de 0.899 bits/individuo y la densidad de 5,866 org/m². L. hoffmeisteri predominó con 5,021 org/m².

En el último mes de muestreo el índice de diversidad tuvo un valor de 0.327 bits/individuo; se encontraron-

3 especies y la densidad fue de 15,554 org/m², de los cuales 14,798 org/m² correspondieron a L. hoffmeisteri.

Estación 26.- Este sitio presentó índices de diversidad de 0.469 a 1.33 bits/individuo.

En febrero se registró un índice de diversidad de 0.756 bits/individuo, 5 especies y una densidad de 4,800 -- org/m². Un oligoqueto no identificado predominó con 4,222 -- org/m².

En mayo, el índice de diversidad fue de 0.548, se encontraron 3 especies y 1,378 org/m² en total; predominando L. hoffmeisteri con 1,244 org/m².

En el mes de agosto se registró un índice de diversidad de 0.469 bits/individuo, la densidad fue de 2,800 -- org/m² y se encontraron 5 especies diferentes.

Noviembre fue el mes en que se encontraron 4 especies, un índice de diversidad de 0.737 bits/individuo y --- 2,089 org/m², de los cuales 1,822 correspondieron a Candona sp.

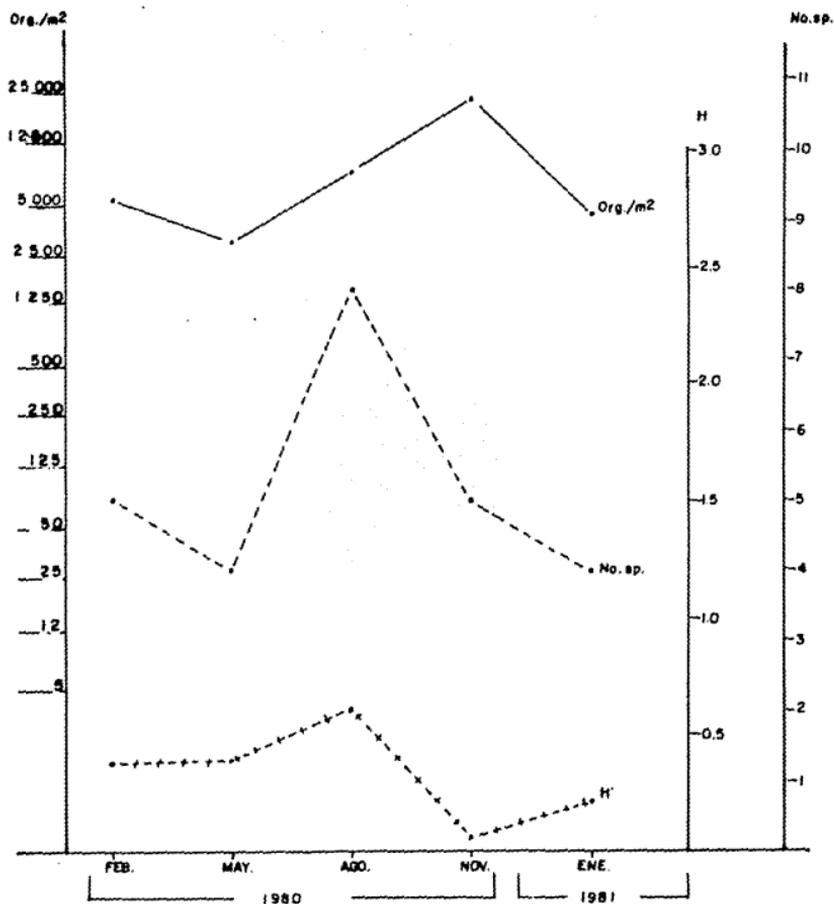
Enero fue el mes en que se registró el índice de diversidad más alto (1.33 bits/individuo), la densidad poblacional fue de 711 org/m² y se encontraron 3 géneros diferentes. L. hoffmeisteri predominó con 444 org/m². Gráfica 4.3.9

4.4 Frecuencias relativas.

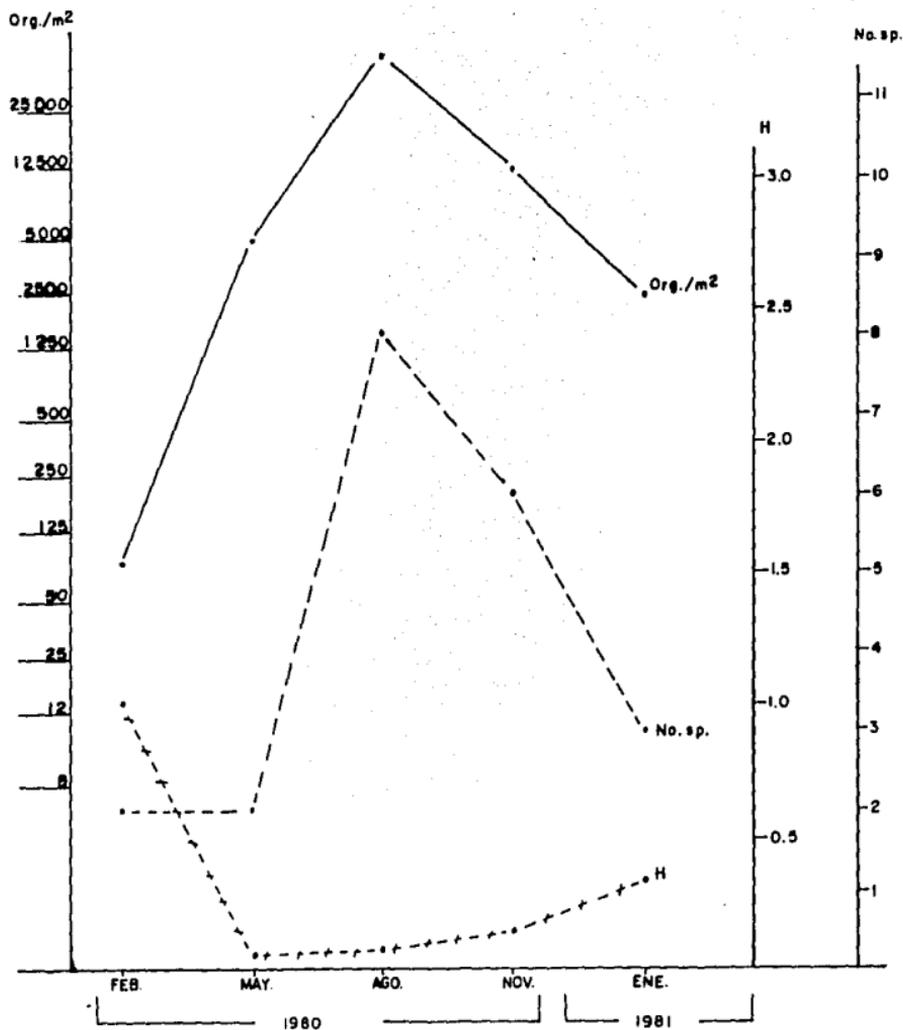
En este apartado se analizarán los porcentajes de cada grupo en los nueve sitios de muestreo.

Zona Jocotepec.

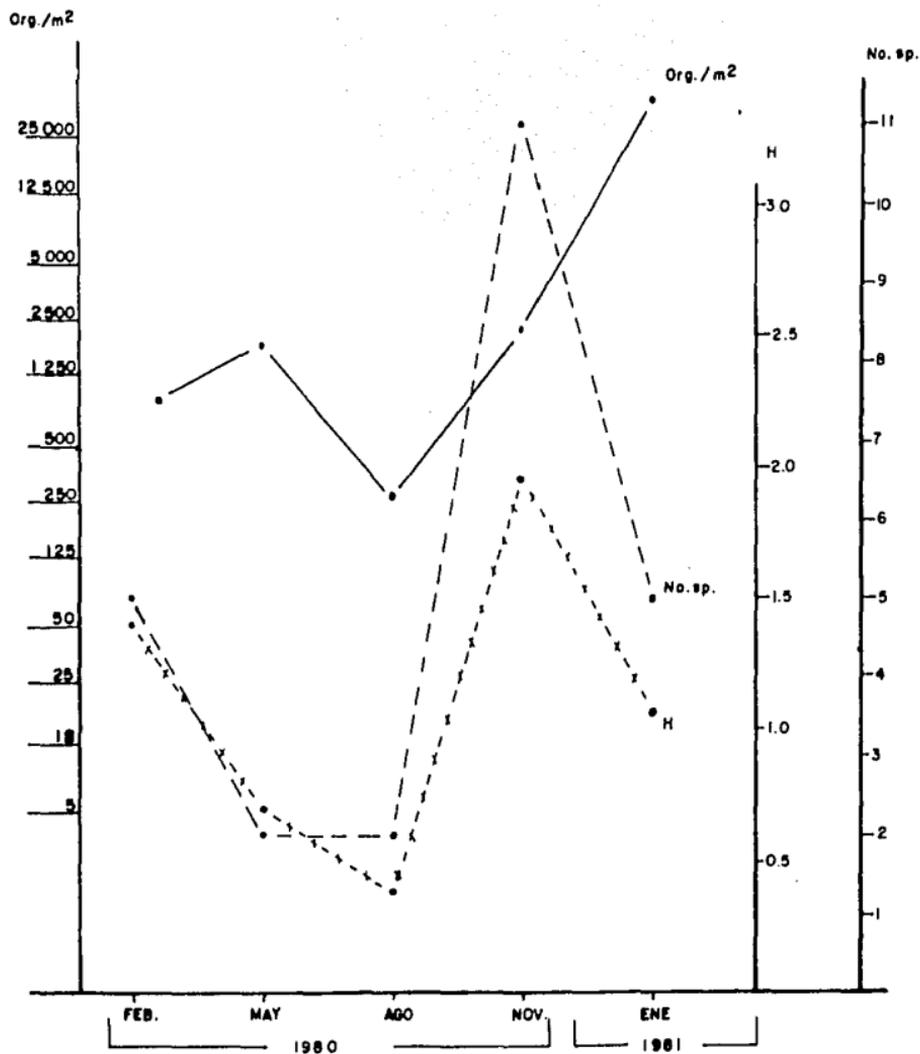
Estación 03.- El mayor porcentaje, en esta boya, --



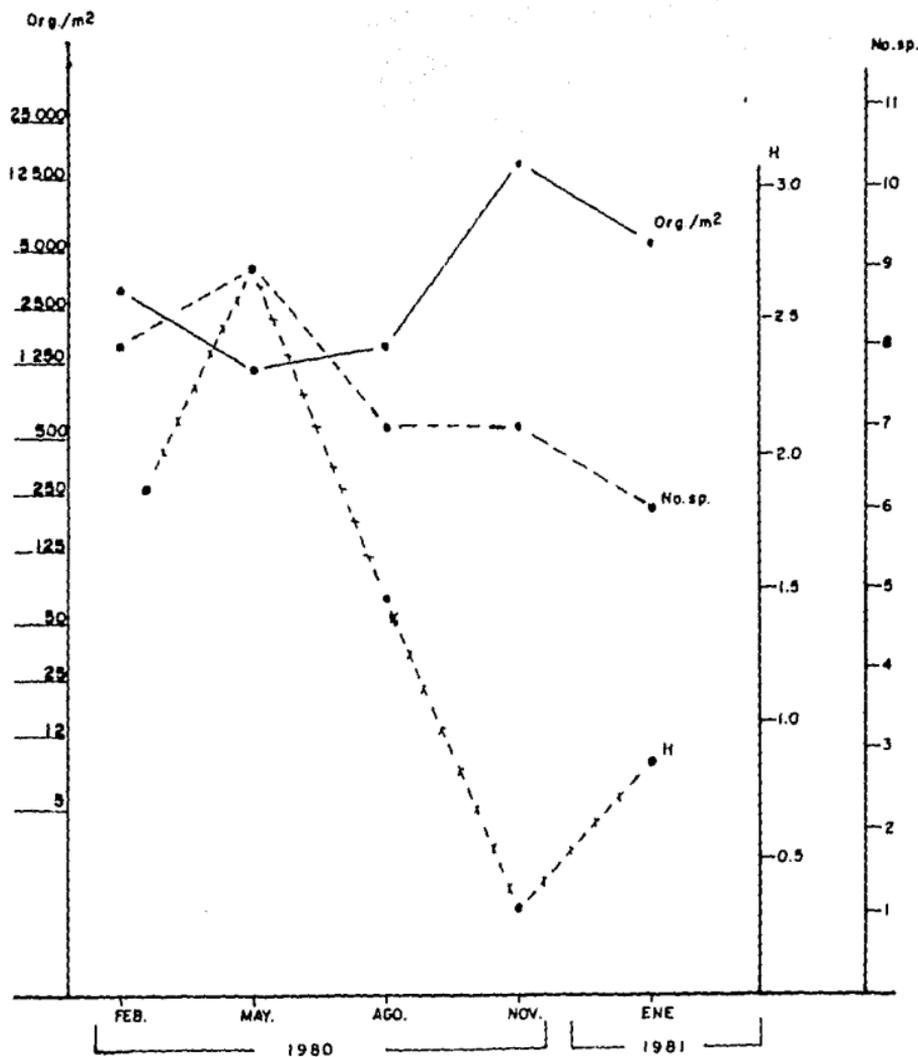
GRAFICA NUM. 4.3.1 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No.sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 03 del Lago de Chapala.



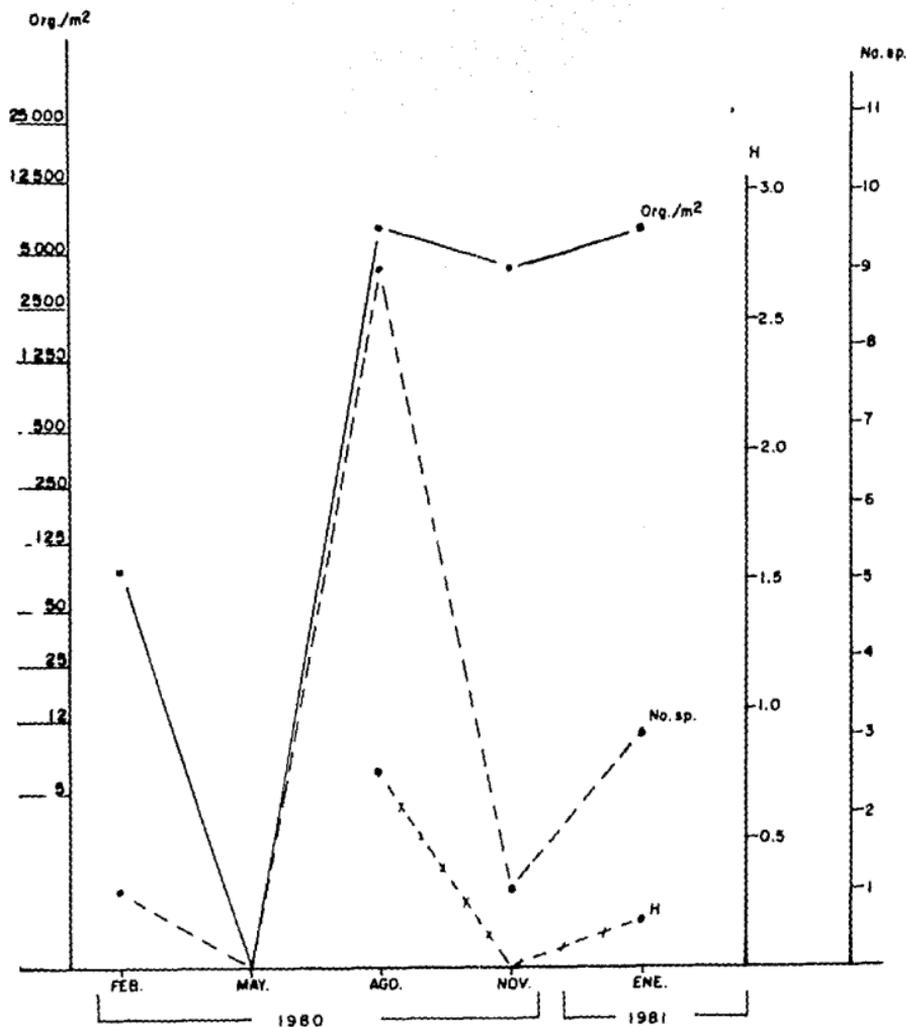
GRAFICA NUM. 4.3.2 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya O5 del Lago de Chapala.



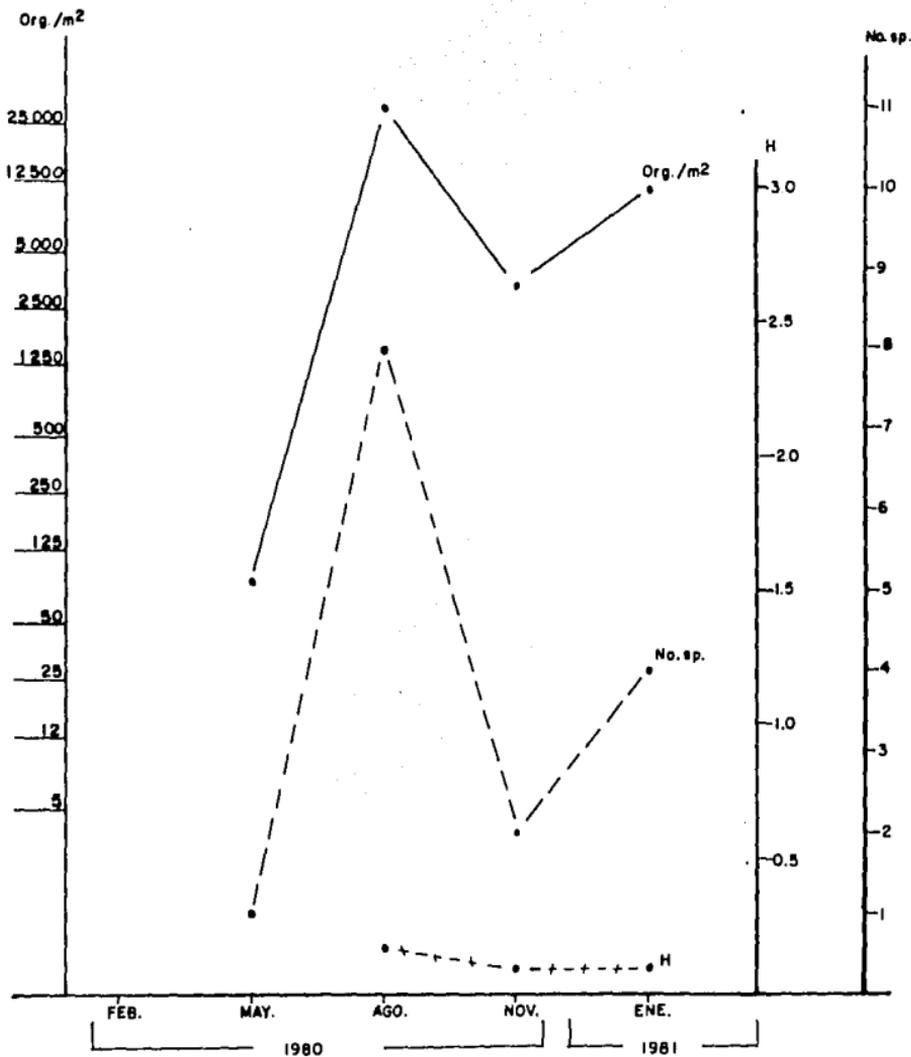
GRAFICA NUM. 4.3.3 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya O6 del Lago de Chapala.



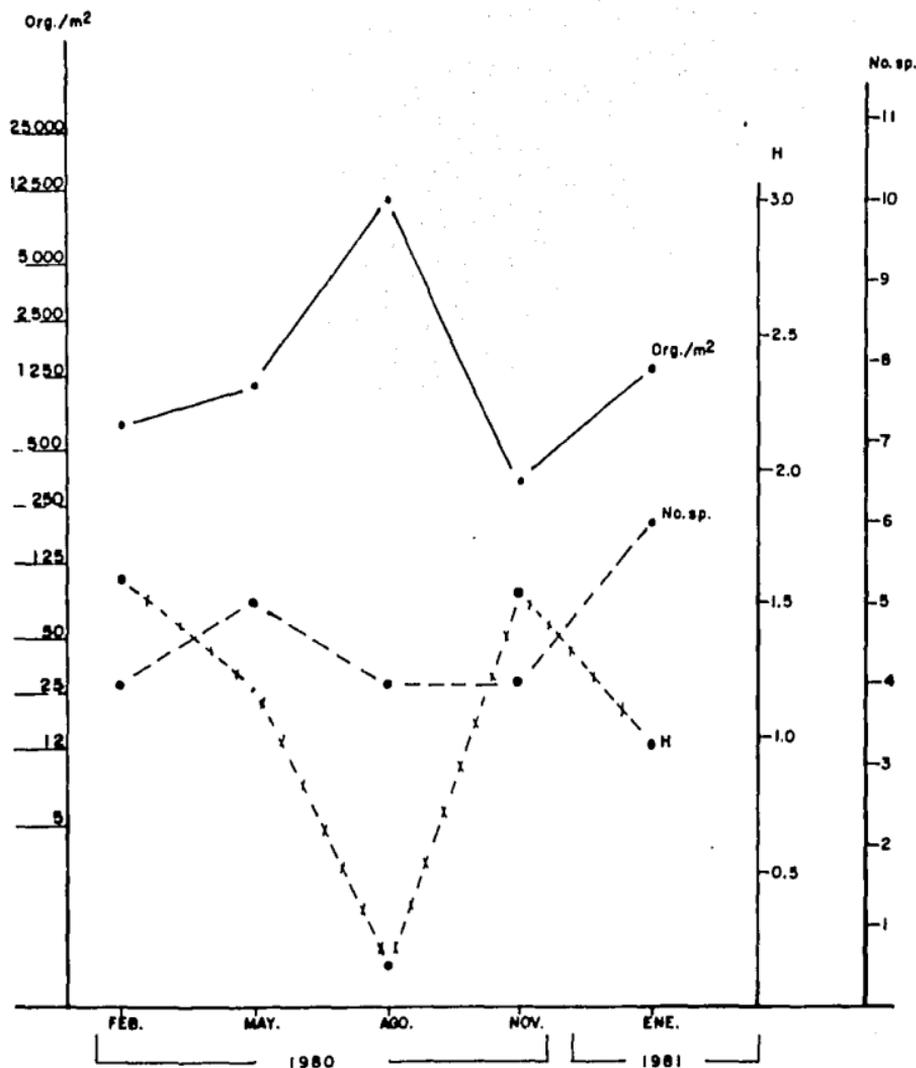
GRAFICA NUM. 4.3.4 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No.sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 10 del Lago de Chapala.



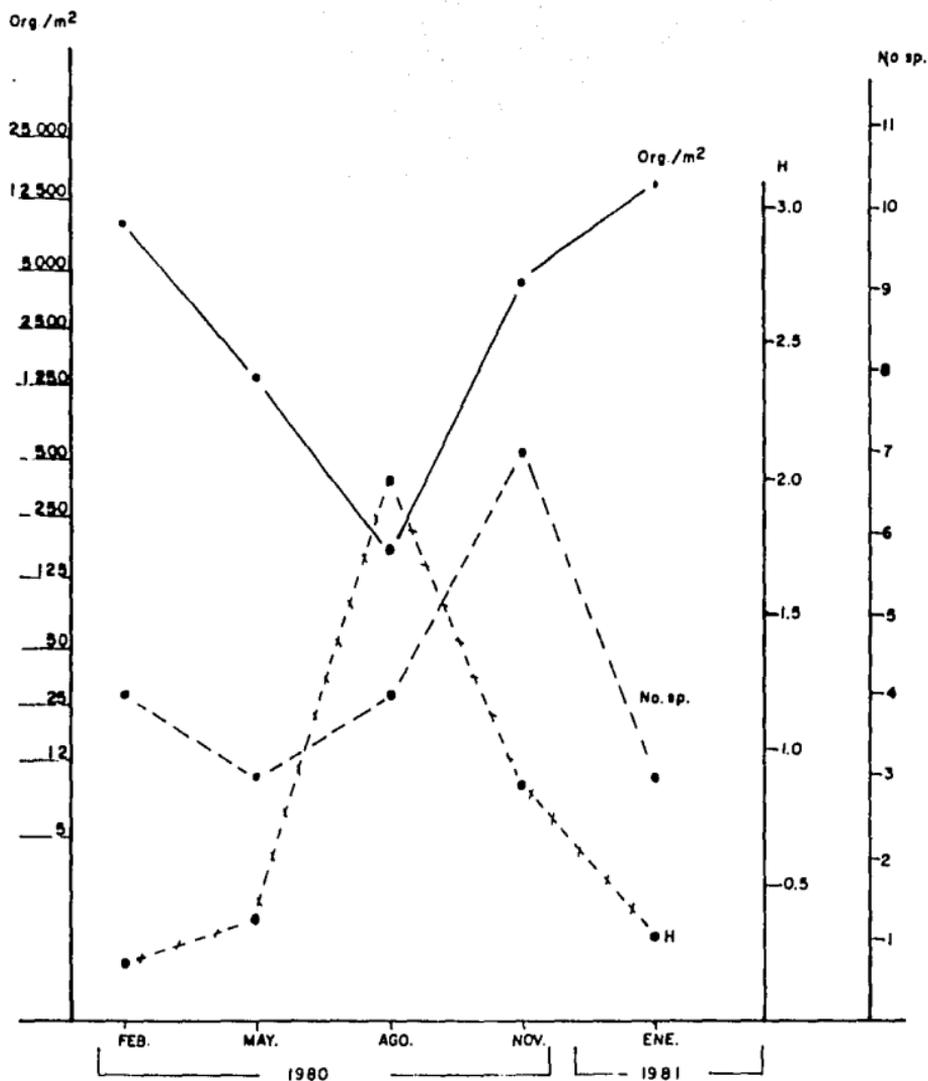
GRAFICA NUM. 4.3.5 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 14 del Lago de Chapala.



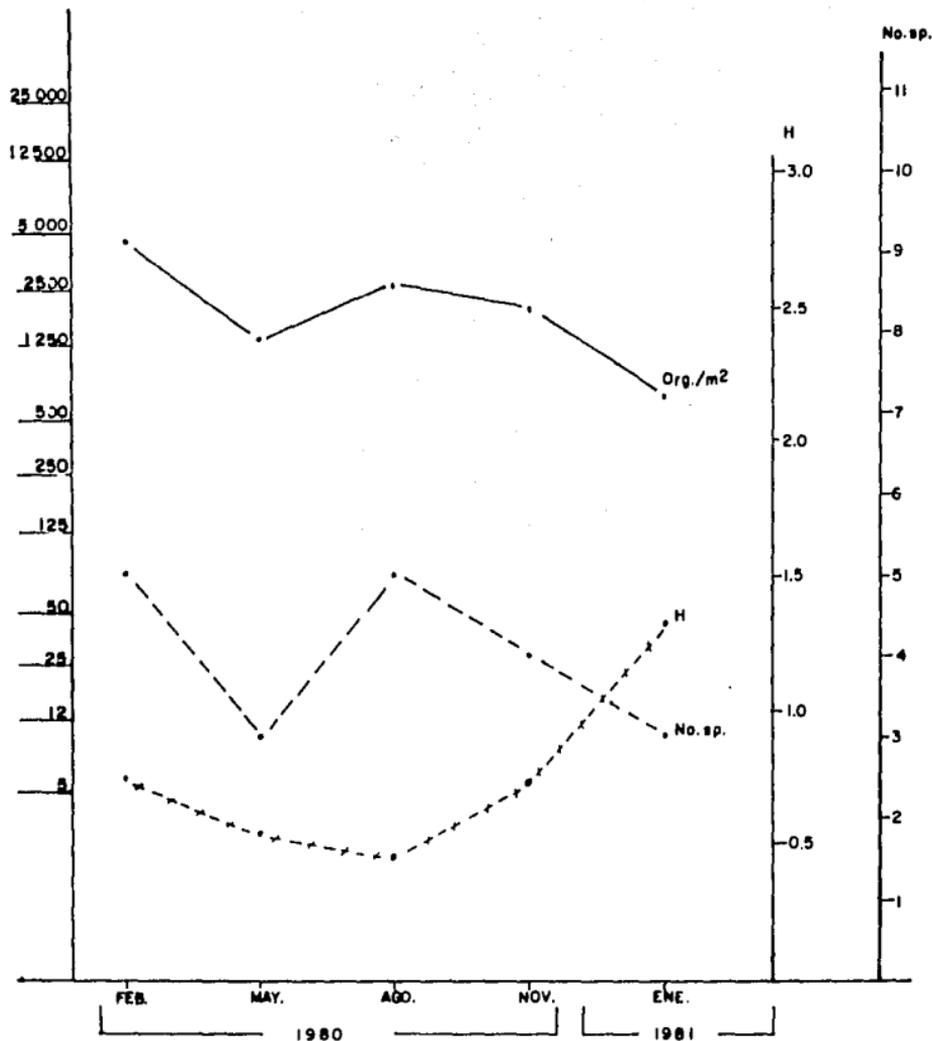
GRAFICA NUM. 4.3.6 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No.sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 15 del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.3.7 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 23 del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.3.8 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 25 del Lago de Chapala.

Org./m²

GRAFICA NUM. 4.3.9 Relación del índice de diversidad (H), número de especies (No. sp.) y densidad poblacional (org./m²) del macrobentos en la boya 26 del Lago de Chapala.

correspondió a los crustáceos que obtuvieron el 97.96%; los insectos y oligoquetos constituyeron el 1.84% y los nemátodos e hirudíneos el 0.2%. (Tabla 4.4.1 y Gráfica 4.4.1.)

Estación 05.- Al igual que en la estación anterior, los crustáceos fueron los más abundantes, alcanzaron una -- frecuencia relativa del 98.99%; y el 1.01% restante correspondió a los insectos y oligoquetos.

Estación 06.- En esta boya los bivalvos obtuvieron - el 83.17%, enseguida se encontraron los crustáceos con el - 15.02% y al final estuvieron los insectos, oligoquetos y ne mátodos con el 1.81%.

Zona Chapala.

Estación 10.- Los crustáceos presentaron el mayor - porcentaje (76.33%); en segundo lugar se encontraron los bi valvos con el 13.67%; el tercer lugar lo ocuparon los oligo quetos con una frecuencia relativa de 4.84%; en seguida es- tuvieron los insectos con el 4.5% y en último lugar estuvie ron los hirudíneos y nemátodos con el 0.66%.

Estación 14.- En este sitio, los crustáceos obtuvie ron el 95.99%; los insectos tuvieron una frecuencia relati- va de 1.65%; los oligoquetos obtuvieron el 1.18%, y los hi- rudíneos y nemátodos constituyeron el 1.18%.

Estación 15.- La población en esta boya, estuvo for mada principalmente de crustáceos e insectos, los cuales ob tuvieron el 98.41 y 1.22% respectivamente. Los oligoquetos y nemátodos fueron muy poco abundantes, ya que solamente -- constituyeron el 0.37%.

Zona Ocotlán.

Estación 23.- La mayor parte de la población fue de crustáceos (93.92%) e insectos (4.05%). Los oligoquetos tuvieron un 1.74% y al final estuvieron los hirudíneos con el 0.29%.

Estación 25.- El mayor porcentaje, en esta boya, -- fue para los oligoquetos que constituyeron el 93.74%; los insectos obtuvieron el 2.86%; los hirudíneos el 2.18% y los crustáceos y nemátodos conjuntamente el 1.22%.

Estación 26.- Al igual que en la boya anterior, el porcentaje más alto fue para los oligoquetos (52.07%); le siguieron los crustáceos con un 39.99%; después estuvieron los insectos con el 5.67%; en seguida los hirudíneos con un 1.89%, y por último los nemátodos con el 0.38%.

En la gráfica 4.4.2 se muestran los resultados por zona y se observa lo siguiente: los crustáceos son más abundantes en la zona Chapala; los bivalvos presentan mayores porcentajes en la zona Jocotepec y los oligoquetos sobresalen en la zona Ocotlán.

4.5 Variación temporal.

Para analizar la variación temporal en cada boya, se seleccionaron los grupos más abundantes y frecuentes.

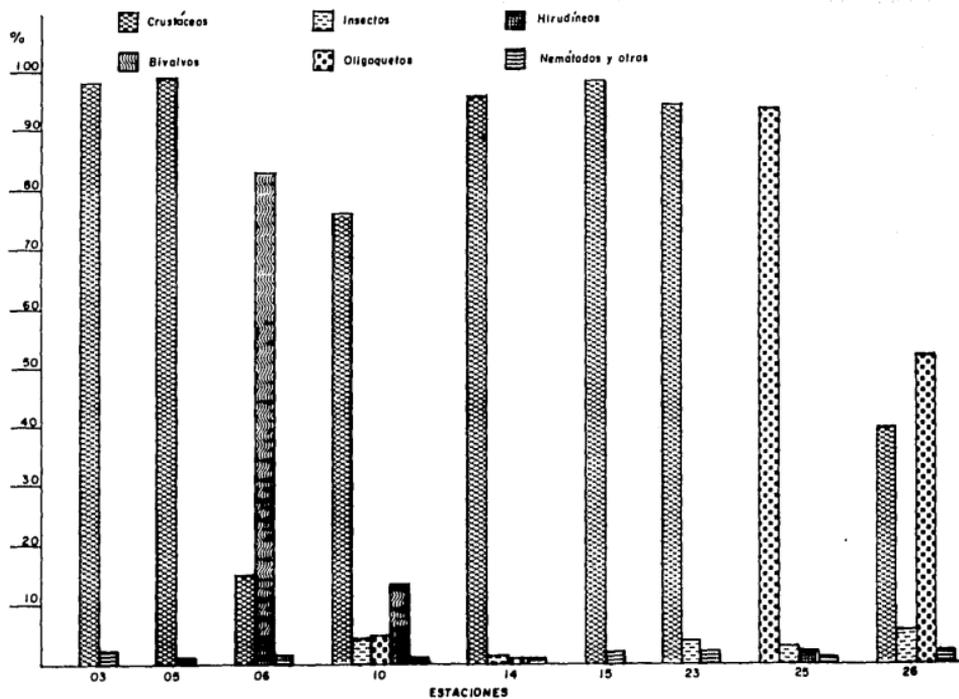
Zona Jocotepec.

Estación 03

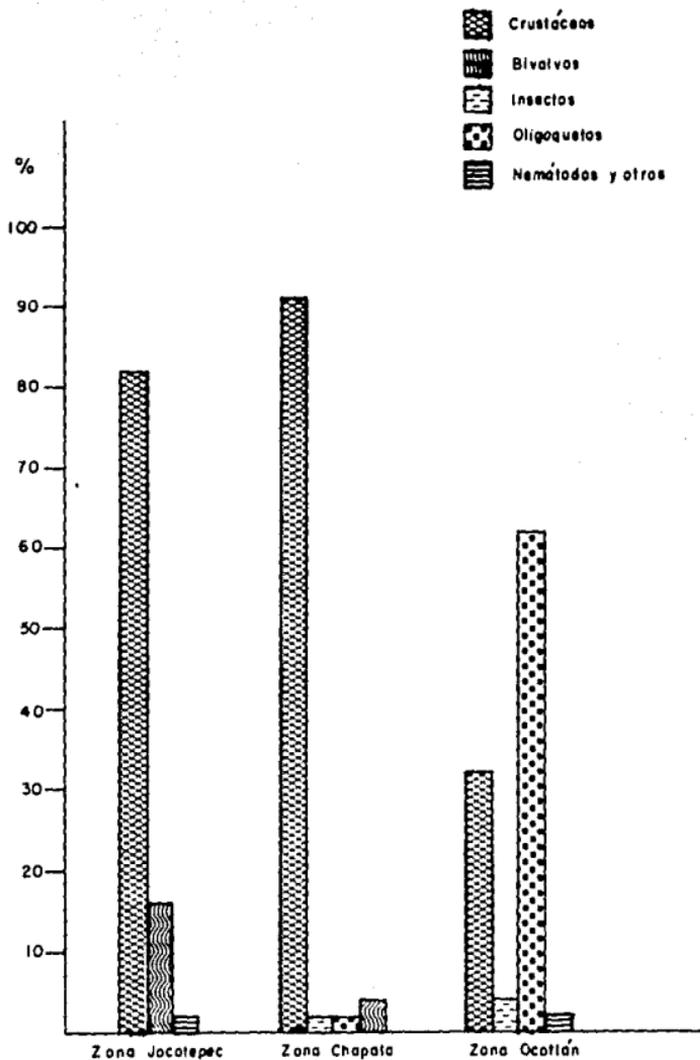
Crustáceos.- En general las fluctuaciones de este grupo no fueron muy drásticas; presentaron un pico máximo en noviembre y el mínimo en mayo.

Tabla núm. 4.4.1. Frecuencias relativas por grupos de los macroinvertebrados bentónicos en cada estación del Lago de Chapala.

Esta - ción.	Crustá ceos.	Bival vos.	Insec tos.	Oligo quetos	Hirudí neos.	Nemáto dos.
03	97.96	---	0.97	0.87	0.10	0.10
05	98.99	---	0.95	0.06	----	----
06	15.02	83.17	0.45	10.6	----	0.30
10	76.33	13.67	4.50	4.84	0.33	0.33
14	95.99	----	1.65	1.18	0.71	0.47
15	98.41	----	1.22	0.28	---	0.09
23	93.92	----	4.05	1.74	0.29	---
25	0.68	---	2.86	93.74	2.18	0.54
26	39.99	---	5.67	52.07	1.89	0.38



GRAFICA NUM. 4.4.1 Frecuencias relativas por grupos de los invertebrados bentónicos en cada estación del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.4.2 Frecuencias relativas por grupos de los invertebrados bentónicos en cada zona del Lago de Chapala.

Insectos.- El comportamiento de este grupo a través de los cinco meses muestreados, presentó fluctuaciones bastante marcadas, con un máximo poblacional en el mes de agosto y el mínimo en el mes de enero. En el mes de noviembre - no se encontró ningún insecto.

Oligoquetos.- La variación peculiar de los oligoquetos está representada por dos máximos poblacionales en los meses de febrero y agosto, y dos decrecimientos o mínimos - en mayo y enero.

Los hirudíneos y nemátodos no se toman en cuenta -- porque solamente se presentaron en una ocasión en esta boya. (Ver la gráfica 4.5.1 y la Tabla A. 1 del apéndice.)

Estación 05

Crustáceos.- En este grupo se observó un mínimo en febrero y un aumento poblacional desde mayo hasta agosto en que se presentó el pico máximo.

Insectos.- En febrero se presentó una población - considerable que decrece en mayo y a partir de ese momento - tiende a incrementarse hasta llegar a su máximo en el mes - de agosto. Es importante hacer notar que el pico máximo que aparece en agosto es debido a la presencia de un mayor número de especies, que fueron 7 de un total de 8 invertebrados.

Oligoquetos.- La presencia de este grupo sólo se manifestó en febrero.

En esta boya no se encontraron hirudíneos ni nemátodos. Ver la gráfica 4.5.2 y la tabla 4-2 del apéndice.

Estación 06

Crustáceos.- En el mes de mayo no se registró ningún crustáceo; la mínima población se encontró en agosto, y la máxima en enero.

Bivalvos.- Los picos máximos se observaron en los meses de febrero y enero, y el mínimo se presentó en agosto. Para esta variación únicamente se tomaron en cuenta Anodonta sp. y C. fluminea.

Insectos.- La presencia de este grupo sólo se hizo manifiesta en febrero y noviembre. Se encontraron 2 géneros: Procladius sp. y Coelotanypus sp., el primero se presentó en los dos meses y el segundo únicamente en febrero.

Oligoquetos.- Estos anélidos se presentaron en los meses de febrero, noviembre y enero, siendo la población -- más significativa la del mes de febrero, y la de menor número la de enero.

En esta boya no hubo hirudíneos y los nemátodos fueron muy poco abundantes (gráfica 4.5.3 y la Tabla A.3 del apéndice).

Zona Chapala.

Estación 10

Crustáceos.- Los crustáceos presentaron su máximo poblacional en noviembre y el mínimo en febrero. En el mes de agosto no se encontró ningún organismo.

Bivalvos.- La densidad de estos moluscos fue muy similar en febrero, agosto y enero; el mínimo se presentó en mayo y no se registró ningún individuo en noviembre. Estos datos corresponden a Anodonta sp. y a C. fluminea.

Insectos.- Aunque no se presentaron variaciones muy marcadas en estos organismos, si se pudo observar un ligero decremento en la población de noviembre a enero.

Oligoquetos.- Los picos máximos se obtuvieron en febrero y noviembre, y los mínimos en agosto y enero.

Los hirudíneos y nemátodos fueron ocasionales y poco abundantes. Ver la gráfica 4.5.4 y la tabla A.4.

Estación 14

Crustáceos.- La evolución poblacional que se percibe en la curva nos muestra un pico máximo en agosto y otro en enero, un mínimo en febrero y ningún organismo en mayo.

Insectos.- Las larvas de insecto se presentaron únicamente en agosto y enero, siendo la población mínima la registrada en enero.

Oligoquetos.- Como el grupo anterior, los oligoquetos sólo se presentaron en agosto y enero, en este último mes se encontró la mayor cantidad.

En esta boya no se encontraron hirudíneos y los nemátodos aparecieron en una ocasión solamente. Ver la gráfica 4.5.5

Estación 15

Crustáceos.- Los crustáceos presentan su máximo poblacional en agosto, decrecen en noviembre y aumentan nuevamente en enero.

Insectos.- La presencia de este grupo se hace manifiesta únicamente en la segunda mitad del año (de agosto a enero), siendo agosto el mes en que se encontró el mayor nú

mero y noviembre en el que se registraron menos organismos.

Oligoquetos.- Los oligoquetos sólo se presentaron - en los meses de agosto y enero en cantidades similares.

En esta estación no hubo hirudíneos y los nemátodos se encontraron únicamente en una ocasión. (Gráfica 4.5.6 y la tabla A.6 del apéndice.)

Zona Ocotlán

Estación 23

Crustáceos.- Este grupo presenta dos picos mínimos en febrero y noviembre y un máximo en el mes de agosto.

Insectos.- Las fluctuaciones poblacionales fueron - muy marcadas siendo en mayo cuando se presentó la menor población, y en febrero y enero cuando se obtuvieron los picos máximos. En noviembre no se encontró ninguna larva.

Oligoquetos.- Para estos anélidos se registraron -- tres valores mínimos en los meses de febrero, noviembre y - enero; el pico máximo se observó en mayo. En agosto no se - encontró ningún oligoqueto.

No hubo nemátodos y los hirudíneos se observaron so lamente en una ocasión. Ver la gráfica 4.5.7 y la tabla A.7.

Estación 25

Crustáceos.- Se encontraron únicamente en agosto y noviembre, siendo en este último donde se presentó el mayor número.

Insectos.- En los meses de febrero y noviembre se - observaron las mayores cantidades, siendo noviembre el más significativo. El mínimo poblacional se presentó en mayo y

no se encontró ningún individuo en agosto.

Oligoquetos.- Este grupo presentó dos picos máximos en los meses de febrero y enero y el mínimo poblacional en agosto. Dentro de la zona Ocotlán, es en esta boyta en donde de los oligoquetos se presentan con más regularidad.

En esta estación aparecen hirudíneos y nemátodos, y aunque no son muy regulares, si mostraron cantidades significativas por lo que se incluyeron en la gráfica. Los nemátodos se presentaron en febrero (máximo), mayo y agosto (mínimo); y los hirudíneos en agosto (mínimo), noviembre y enero (máximo). Ver la gráfica 4.5.8 y la tabla A.8.

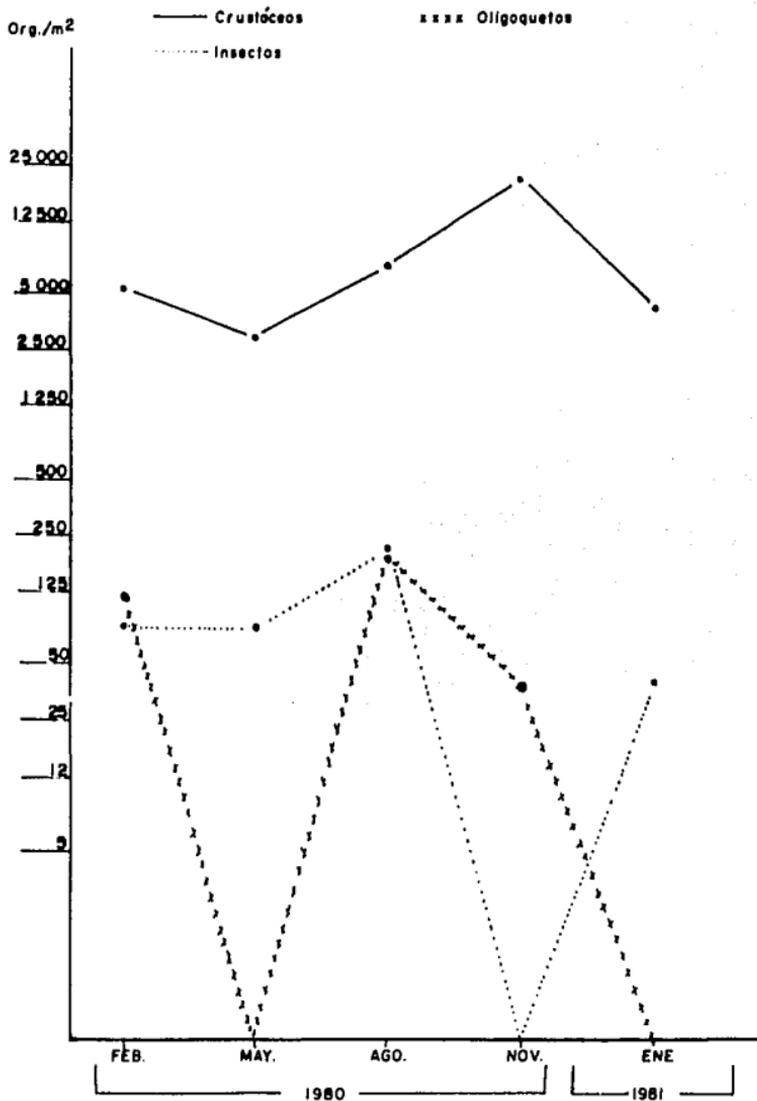
Estación 26

Crustáceos.- Este grupo se presentó solamente en febrero (con la mínima población) agosto y noviembre, siendo estos dos últimos los meses en que se registró la máxima población.

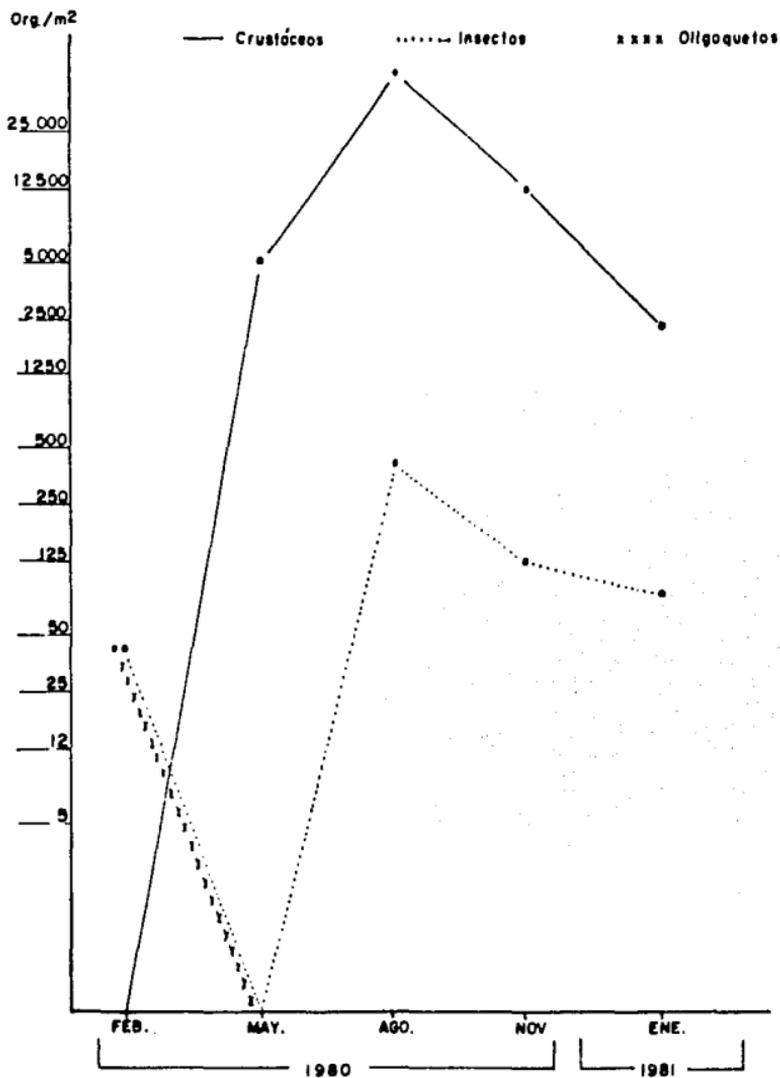
Insectos.- Los insectos muestran cierta tendencia a mantener una población no muy variable; sin embargo se puede distinguir un pico máximo en noviembre y un mínimo en mayo.

Oligoquetos.- Este grupo se presentó en 4 de los 5 meses de estudio, siendo el primero en el que se encontró la máxima población y agosto en donde se registró la menor cantidad de ellos.

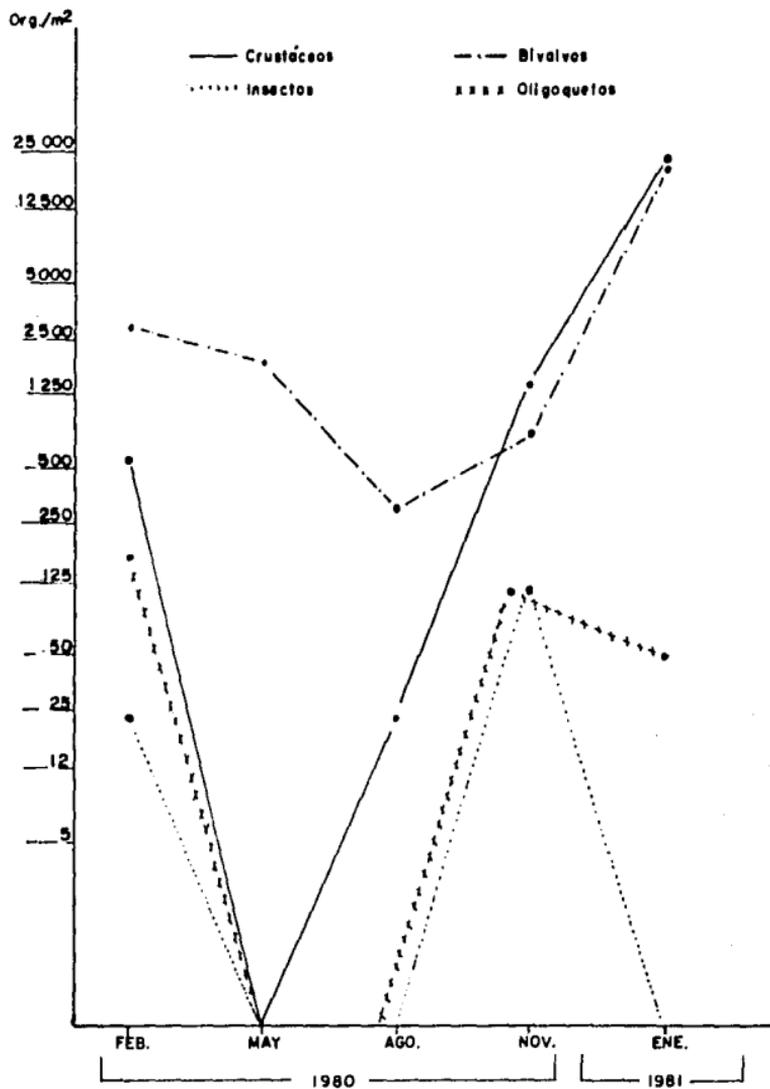
Sólo se encontraron nemátodos en una ocasión y no se registró ningún hirudíneo. Ver la gráfica 4.5.9 y la tabla A.9.



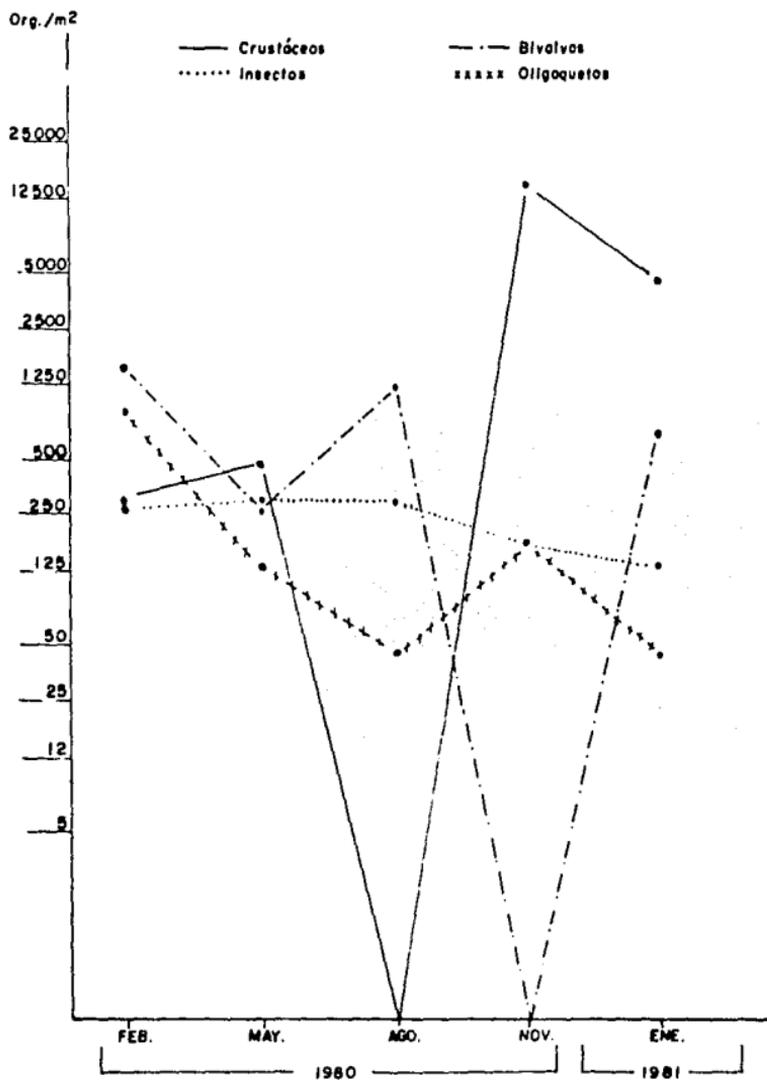
GRAFICA NUM. 4.5.1 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya O3 del Lago de Chapala.



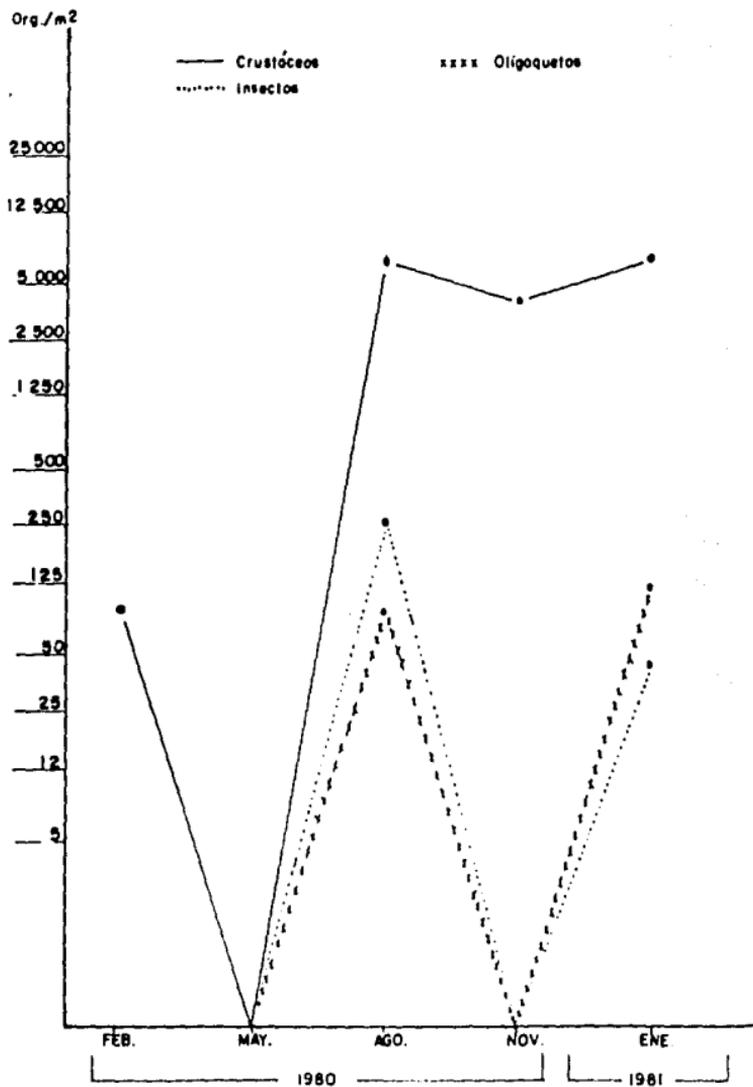
GRAFICA NUM. 4.5.2 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya O5 del Lago de Chapala.



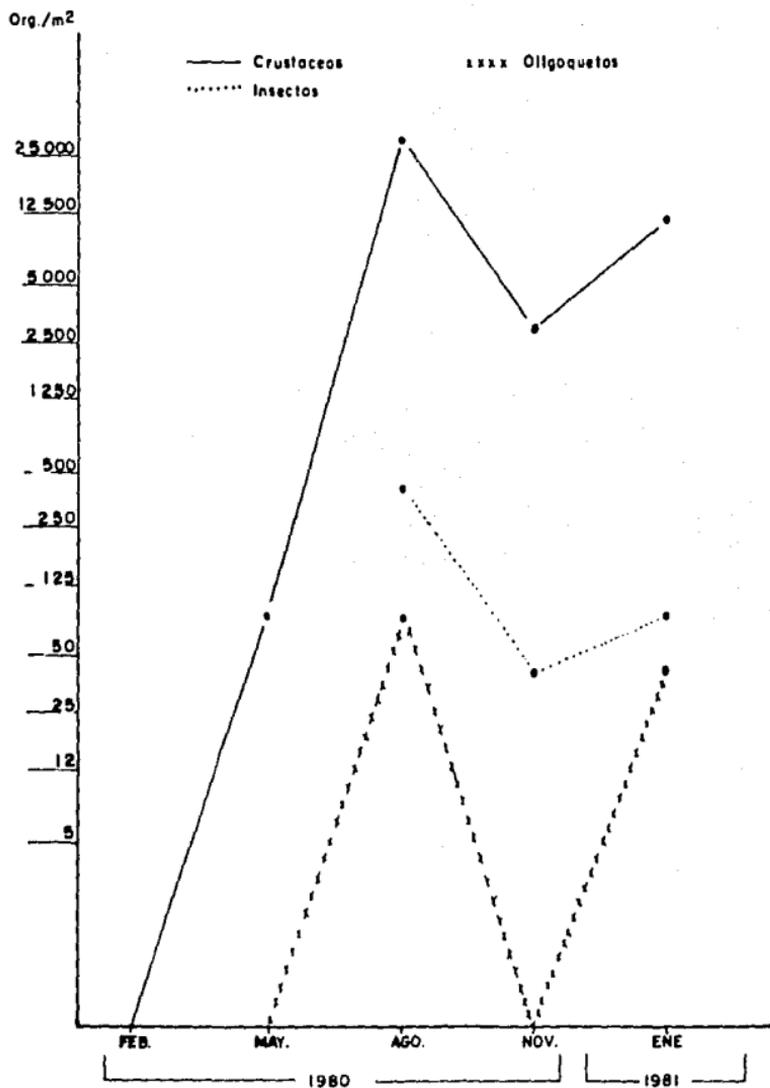
GRAFICA NUM. 4.5.3 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 06 del Lago de Chapala.



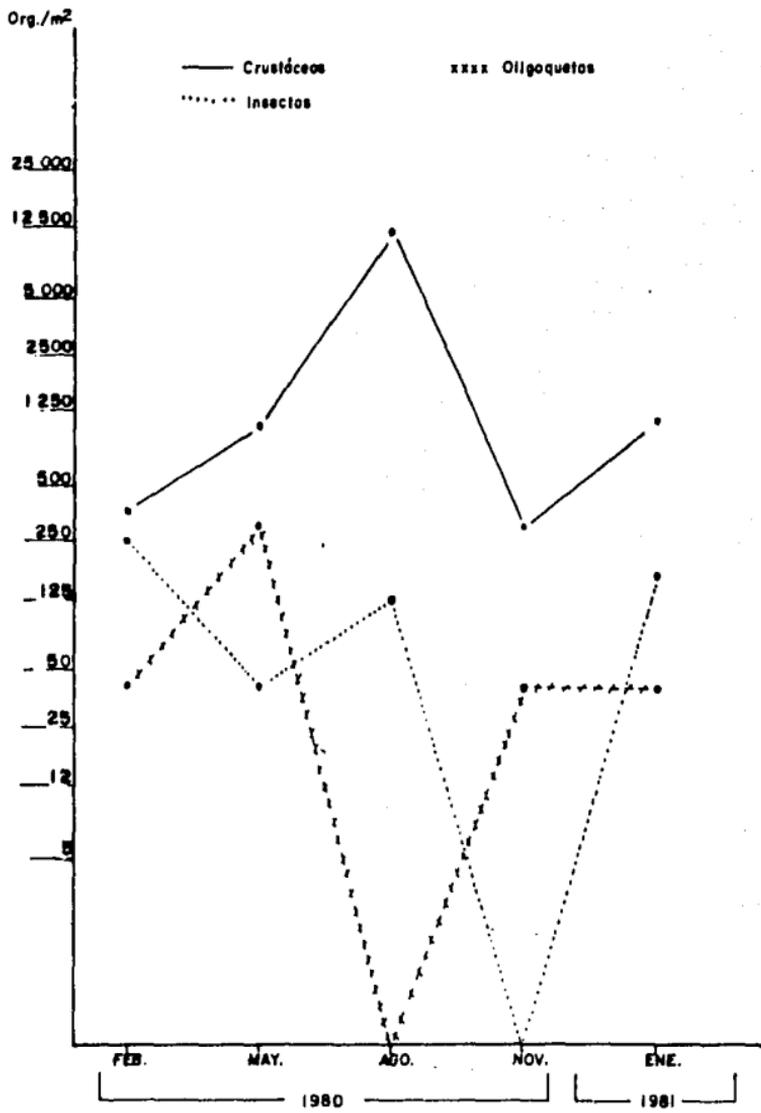
GRAFICA NUM. 4.5.4 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 10 del Lago de Chapala.



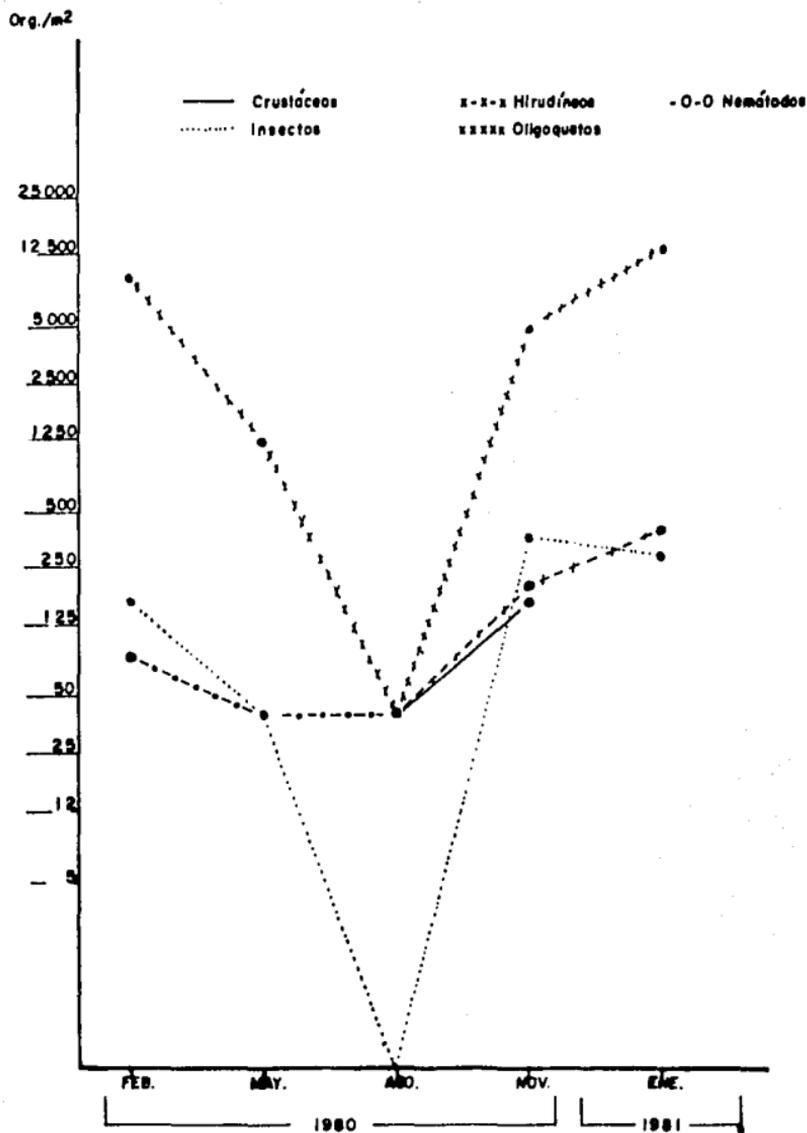
GRAFICA NUM. 4.5.5 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 14 del Lago de Chapala.



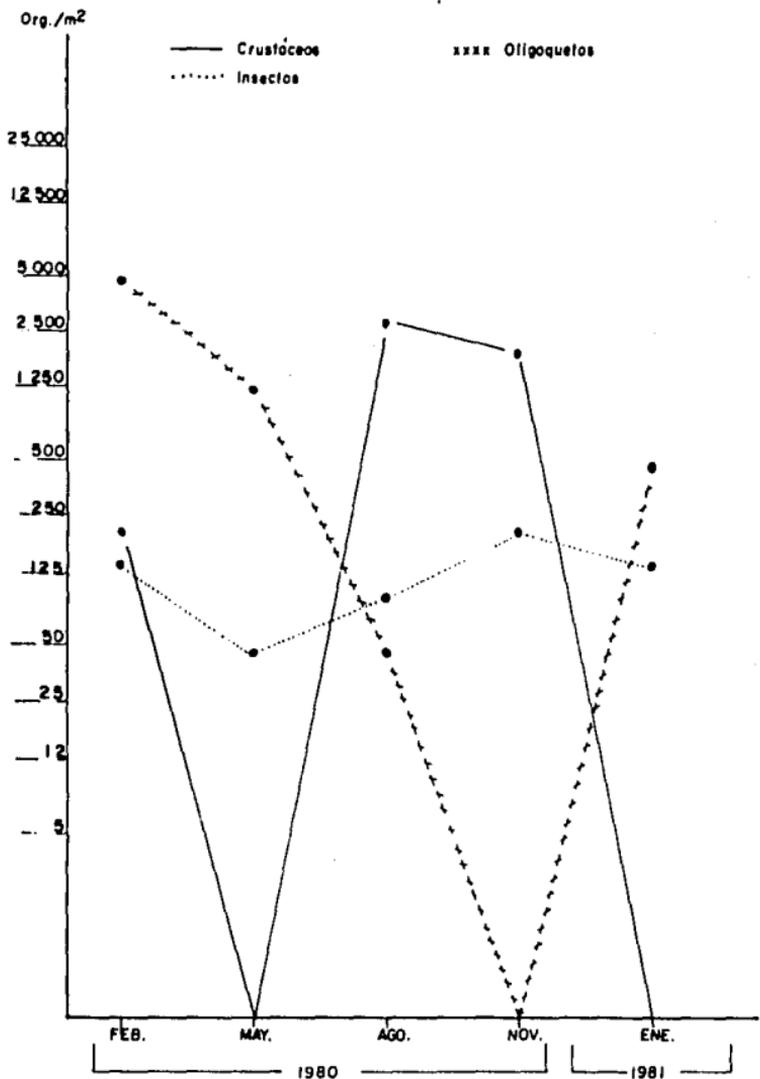
GRAFICA NUM. 4.5.6 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 15 del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.5.7 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 23 del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.5.8 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 25 del Lago de Chapala.



GRAFICA NUM. 4.5.9 Variación temporal de los principales grupos del macrobentos en la boya 26 del Lago de Chapala.

CAPITULO V DISCUSION

En éste capítulo se discutirán los resultados obtenidos en el presente trabajo, y la comparación de los mismos con el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. llevado a cabo de 1972 a 1974.

5.1 Resultados generales.

Los exoesqueletos de los gasterópodos representaron un porcentaje considerable, de los cuales sobresalió T. clathrata. La mayoría de las conchas presentaban una constitución y aspecto reciente, sin embargo no se les incluyó en las diferentes evaluaciones, por no haberse encontrado ningún organismo con la parte blanda.

En el caso del molusco bivalvo Sphaerium sp. se considera que tal vez se encontraba vivo hace varios años debido a la consistencia y color de la concha y a que no se encontró ninguna almeja con las valvas unidas. Esta almeja tampoco se incluyó en los diferentes parámetros analizados.

Pudiera ser posible que los moluscos antes mencionados se desarrollen en el río Lerma y sean arrastrados hacia el lago; o tal vez se encuentren habitando la zona litoral. Esto se investigara en estudios posteriores.

Las almejas Anodonta sp. y C.fluminea son cosmopolitas y se pueden encontrar en abundancia en lugares de susstratos de arena y fango (Pennak, 1953), como es el caso de las boyas 06 y 10. La U.N.A.M. encontro más organismos quizá porque el muestreo con arrastres sea más adecuado para los moluscos.

Las larvas de insectos dípteros forman la mayor -- parte de los constituyentes de los invertebrados bentónicos de muchos lagos y ríos; y las larvas de la familia Tendipedidae (como Procladius, Coelotanytus, Chrytochironomus y Corynoneura), son particularmente ubicuos. Algunos tendipé-- didos rojos como Chironomus sp. son indicadores de contami-- nación y predominan en lagos eutróficos (Wetzel, 1975 y Cole 1975). En este trabajo no se encontró ningún individuo de -- dicho género; y si se obtuvieron organismos que pueden vi-- vir en las condiciones de alimento y sustrato que prevale-- cen en el Lago de Chapala, ya que los generos colectados se alimentan de detritus y otros invertebrados y pueden subsis-- tir en sustratos arenosos y limoarcillosos.

H. limbata puede presentarse en todo tipo de agua -- donde haya abundancia de oxígeno disuelto, aunque puede so-- brevivir en aguas con cargas orgánicas moderadas. No obstan-- te que pueden encontrarse a profundidades de 15 m, son más-- característicos de la superficie (Wetzel, 1975). En Chapala-- se encontraron en sitios de 4 a 6 m de profundidad y con -- oxígeno de 6.6 a 7.4.

Los tipos de sustrato y el tipo en general del eco-- sistema parecen tener poca influencia sobre la distribución de la mayoría de los ostrácodos (Wetzel, 1975), esto es cier-- to para lo encontrado en éste estudio ya que los ostrácodos se capturaron en todos los sitios de muestreo.

Las especies acuáticas de oligoquetos viven en to -- dos los tipos de habitat de agua dulce, pero son más abundan

tes en aguas superficiales, principalmente a profundidades menores de un metro. La mayor concentración se encuentra en lagos y ríos contaminados con aguas negras y mediante los cuerpos de agua se van haciendo eutróficos las poblaciones de L. hoffmeisteri (que predomina en situaciones medianamente contaminadas) se sustituyen por Tubifex tubifex el cual se presenta en condiciones extremas de contaminación. (Welch, 1980 y Wetzel, 1975, Keup et. al. 1967).

Hirudineos.- La gran mayoría de los especímenes se colectan entre aguas someras y 2m de profundidad. Requieren sustratos a los cuales puedan adherirse y consecuentemente son raros sobre lodo puro o fondos arcillosos; quizá por -- lo mencionado anteriormente no se encontró gran cantidad de organismos en Chapala ya que la mayoría de los puntos muestreados no tienen tales características de sustrato.

Tanto los nemátodos como los hirudineos fueron los de menor abundancia; y quizá debido a esto no se pudieron capturar con la draga empleada por ser muy pequeña.

5.2 Parámetros fisicoquímicos

Los principales factores fisicoquímicos que afectan la distribución de los macroinvertebrados bentónicos presentaron valores adecuados para su desarrollo.

pH.- El rango de pH de la mayoría de los lagos abiertos está entre 6 y 9, la mayoría de estos lagos son del tipo "bicarbonato", ellos contienen cantidades variables de carbonatos entre los que se encuentran los de calcio que son adecuados para la formación de las conchas de los molus

cos. (Wetzel, 1975 y Pennak, 1953). El pH de Chapala se puede considerar adecuado para el desarrollo de los moluscos en general.

Temperatura.- Debido a que no existe una variación muy marcada en la temperatura durante el año, las diferentes temporadas de primavera a invierno no están drásticamente separadas; sin embargo la época de lluvia y estiaje si está bien definida y probablemente sea esta situación la que influya, más que la temperatura en la abundancia y distribución de los macroinvertebrados.

A pesar de que se introduce materia orgánica, que demanda oxígeno para su degradación, por fuentes dispersas -- y puntuales como el río Lerma, la cantidad de oxígeno disuelto se presenta favorable para la población bentónica -- gracias a la acción del viento y a la poca profundidad del vaso lacustre.

Al parecer el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto y las lluvias (que proporcionan alimentación entre sus arrastres) son adecuadas para el desarrollo del bentos; en consecuencia lo que influyó principalmente en su distribución fué probablemente el tipo de sustrato y la profundidad a la cual se encuentra el mismo (Pennak, 1953; Wetzel, 1975; Welch, 1980).

5.3 Índice de diversidad, número de especies y densidad poblacional.

En general el índice de diversidad fué de 0 a 2.7 -- bit/individuo; en las tres zonas de estudio mostró un comportamiento similar, en el cual lógicamente se observa que-

presenta sus valores máximos cuando hay mayor número de especies y la densidad se distribuye de una manera más o menos uniforme; registrándose las cifras menores cuando la densidad se concentra en un género aún cuando el número de especies sea elevado.

Wilhm (1970) (citado por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., 1972-1974) menciona que para aguas limpias - el índice de diversidad está entre 3 y 4, y es menor que 1- para aguas contaminadas. Los valores para el Lago de Chapala fueron bajos, la mayoría menores que 1; sin embargo si se tratara de aguas netamente contaminadas o bien de un lago - eutrófico no habría oxígeno disuelto en el fondo, se presentarían florecimientos de algas, y predominarían las larvas - del insecto Chironomus, y T.tubifex en el bentos. (Cole, 19-75); lo cual no sucede en el Lago de Chapala. Considerando lo anterior se puede considerar al índice de diversidad como propio de un lago meso-eutrófico.

5.4 Frecuencia relativa.

Los grupos que obtuvieron los mayores porcentajes - en las diferentes zonas fueron los crustáceos, bivalvos y oligoquetos; los insectos, nemátodos e hirudíneos fueron poco frecuentes.

Zona Jocotepec

En esta zona predominaron los crustáceos en las estaciones 03 y 05 y los bivalvos en la 06. Al parecer esta - distribución se debe al tipo de sustrato, ya que el resto - de los parámetros fisicoquímicos no mostraron grandes dife-

rencias en las tres estaciones. El sustrato es igual en la 05 y 03 (limo arcilloso con restos vegetales) y en la 06 es ta formado principalmente de arena gruesa, y de acuerdo a - Pennak (1953) este tipo de sustrato es favorable para el -- desarrollo de los moluscos. Los demas grupos presentaron -- porcentajes muy bajos.

Zona Chapala

Los mayores porcentajes de crustáceos se encontra - ron en esta zona, especialmente en la boya 15; es probable- que esto se deba a que el sustrato es limoarcilloso y sin - muchos restos vegetales. Los bivalvos disminuyeron en porcen taje porque el tipo de sustrato es diferente al de la boya- 06 donde se encontraron en mayor abundancia.

Zona Ocotlán.

A diferencia de las zonas anteriores, en donde fue - ron poco abundantes, los oligoquetos se presentaron como do minantes en esta zona, principalmente en la boya 25 debido- a la poca profundidad a la que se encuentra el sustrato y a la composición del mismo, ya que de acuerdo a Pennak (1953) aunque los tubificidos pueden vivir a grandes profundidades los lugares someros o que tienen menos de un metro de pro - fundidad son habitats más propicios para que se presenten - en mayores cantidades; ademas un sustrato limoarcilloso - (como en este caso) permite que los gusanos construyan sus- madrigueras con mayor facilidad. (Smith y col. 1980).

Las larvas de insecto se distribuyeron con porcenta jes que fueron de 0.86% en la zona Jocotepec, 2.25% en la zo

na Chapala y 3.72 en la zona Ocotlán. Aunque estos organismos pueden vivir en todos los tipos de sustrato, al parecer es más propicio el limoarcilloso para su desarrollo.

Los hirudíneos no fueron muy abundantes probablemente porque en los sitios muestreados no se encuentra el hábitat propicio para ellos (objetos a los cuales puedan adherirse).

No se encontraron muchos nemátodos debido tal vez a que se escapan por la abertura de malla del tamiz utilizado y a que no son muy abundantes.

5.5 Variación temporal.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, en este apartado sólo se analizan los grupos más abundantes.

Crustáceos.- En la mayoría de las estaciones de muestreo y sobre todo en las que se encontró la mayor cantidad de crustáceos, estos presentaron sus picos máximos en el verano, que es el tiempo adecuado para su reproducción y desarrollo. (Wetzel, 1975).

Oligoquetos.- Este grupo se desarrolló notablemente durante el invierno y la primavera porque estas fueron las temporadas adecuadas para ello. (Wetzel, 1975).

Bivalvos.- Los bivalvos fueron más abundantes en invierno y primavera porque son las épocas más propicias para su desarrollo (Wetzel).

Insectos.- Aunque el ciclo de vida es muy variable en los insectos dípteros (Wetzel, 1975), en el presente trabajo se registraron las mayores poblaciones en otoño e invierno.

5.6 Comparación del presente estudio con el realizado por - la UNAM (1972-1974).

A pesar de que se utilizaron diferentes métodos de muestreo y se muestrearon diferentes sitios del lago en ambos estudios, se pueden observar algunas similitudes como -
son:

1) Se encontró que Tryonia clathrata es el gasterópodo más abundante. 2) Los moluscos en general fueron más -
abundantes en la zona Jocotepec. 3) La distribución de los oligoquetos fue mayor en la zona Ocotlán y disminuye hacia la zona Jocotepec. 4) Los porcentajes de hirudíneos y nemátodos fueron muy bajos, y 5) El índice de diversidad fue de 0 a 2.5 bits/individuo en el estudio de 1972 a 1974 y de 0 a 2.73 bits/individuo en el presente; los valores promedio fueron de 0.67 bits/individuo para el primero y de 0 a 0.76 bits/individuo para el segundo.

CAPITULO VI CONCLUSIONES

Después de evaluar los datos obtenidos en cinco meses de un ciclo anual de muestreo del macrozoobentos del La go de Chapala, se obtuvo lo siguiente:

1.- Se llevó a cabo el reconocimiento cualitativo y cuantitativo del bentos, encontrándose que hubo gasterópodos, bivalvos, crustáceos, larvas de insectos, oligoquetos, hirudíneos y nemátodos; haciendo un total de 28 organismos diferentes de entre los cuales sobresalieron en número: el crustáceo Candona sp., el oligoqueto Limnodrilus hoffmeisteri y el exoesqueleto del gasterópodo Tryonia clathrata. - Los nemátodos e hirudíneos se colectaron en pequeñas cantidades y esporádicamente.

2.- Los patrones de abundancia y distribución son: los bivalvos más abundantes fueron Corbicula fluminea y se encontraron en mayor cantidad en la zona Jocotepec; los insectos, principalmente Procladius sp. se encontró más o menos uniformemente en las tres zonas; los crustáceos (Candona sp.) predominó en las zonas Chapala y Jocotepec; los oligoquetos, Limnodrilus hoffmeisteri en particular, fué más abundante en la zona Ocotlán. En relación al estudio de la U.N.A.M. (1972-1974) la distribución fué muy similar y se encontraron más crustáceos ostrácodos y oligoquetos.

3.- La respuesta a los factores ambientales se determinó porque se observó que los grupos de organismos en general se presentan en los habitats adecuados para ellos y están influenciados principalmente por el tipo de substrato

y la profundidad, ya que el pH, el oxígeno disuelto y la -- temperatura son similares en las tres zonas y las diferen-- cias notorias las presenta el sustrato y la profundidad.

4.- El impacto de las actividades humanas que se ma-- nifiestan a través de los desechos municipales, agrícolas e industriales permite que cambie la calidad del agua y del sustrato y por ende la proliferación de grupos e individuos más resistentes, como es el caso de los oligoquetos y en -- particular L. hoffmeisteri que esta aumentando en número - (con relación al estudio de la U.N.A.M. 1972-1974) en la zona Ocotlán, que es la que recibe la mayor cantidad de dese-- chos y sedimentos vía río Lerma.

5.- Al continuar con la vigilancia periódica de las características de los macroinvertebrados bentónicos del La-- go de Chapala, es evidente que se puede mostrar la evolu--- ción de la población y su relación con la calidad del agua.

C A P I T U L O V I I R E S U M E N

Se hizo un estudio de los macroinvertebrados bentónicos del Lago de Chapala con objeto de evaluar las condiciones cualitativas y cuantitativas de los organismos en relación a estudios anteriores y a la calidad del agua.

Se utilizó una draga Ekman para tomar las muestras en nueve puntos del lago.

Los anélidos fueron predominantes en el este del lago, los moluscos en el oeste, y los crustáceos en la zona central.

No se encontraron muchas diferencias en la calidad de los organismos pero si en cantidad, con respecto a estudios anteriores.

El rango de diversidad encontrado de 0 a 2.7 se consideró como característico de un lago mesotrófico.

CAPITULO VIII BIBLIOGRAFIA

- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. - (1976). "Standard methods for the examination of water and waste water", 14a ed., Washington, D.C. (1193 pp).
- Barnes, R.D. (1977). "Zoología de los invertebrados", 3a ed. - México, D.F. Nueva Editorial Interamericana (826 pp)
- Brinkhurst, R.O., Hamilton, A.L., Herrington, H.B. (1968). "Components of the bottom fauna of St. Lawrence Great Lakes". Publication PR33. Great Lakes Institute. Toronto. University of Toronto Press. 49pp.
- Cole, G.A. (1975). "Textbook of Limnology". Saint Louis, C.V. Mosby Company. 283 pp.
- Cuesta, T.C. (1923). "Lafauna ictiológica y malacológica comestible del Lago de Chapala, Jal. y su pesca", en Memorias de la Sociedad Alzate. México, D.F. Tomo 44 pág. 39-68.
- Chávez, A.E. (1973). "Datos hidrobiológicos del Lago de Chapala, Jalisco". en Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. México, D.F. Tomo XXXIV pág. 125-145.
- Edmonson, W.T. (ed.) (1959). "Freshwater biology". 2a ed. New York. John Wiley and Sons, Inc. 1240pp.
- Howmiller, R.P. and Loden, M.S. (1976). "Identification of Wisconsin Tubificidae and Naididae". Trans. Wisc. Acad. Sci., Arts & Lett. 64: 185-197.

- Instituto de Ingeniería U.N.A.M.(1972-1974). "Estudio Limnológico del Lago de Chapala". Primera, segunda y tercera etapas. Dirección General de Usos del Agua y -- Prevención de la Contaminación. Subsecretaría de Plan eación, Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 6vol.
- Keup, L.E.; Ingram, W.M. Mackentum, K.M. (ed.) (1967). "Biology of water Pollution". Washington, D.C. U.S. Department of the Interior. 290 pp.
- Lind, T.O. (1974). "Handbook of common methods in Limnology" St. Louis, Mo. The C.V. Mosby Company. 154pp.
- Margalef, R. (1974) "Ecología. Barcelona. Ediciones Omega.- S.A. 951 pp.
- Odum, E.P. (1972) "Ecología". 3a. ed. México. Nueva Editorial Interamericana. 639 pp.
- Pennak, R.W. (1953) "Freshwater invertebrates of the United States". New York. The Ronald Press Company. 764 pp.
- Smith, M.E., Kaster, J.L. (1980) "Aquatic oligochaeta of Mud-Lake, and its inlet and outlet stream". Department of Zoology. University of Wisconsin. Milwaukee. pp - 12- 19.
- Welch, E.B. (1980) "Ecological effects of waste water". Cambridge University Press. 337 pp.
- Wetzel, R.G. (1975). "Limnology". Filadelfia; W.B. Saunders-Company. 743 pp.
- Whittaker, R.H. (1975). "Communities and ecosystems". Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 375 pp.

A P E N D I C E

— FORMULAS UTILIZADAS EN LA EVALUACION DE DATOS

— FORMULAS DEL FIJADOR Y COLORANTE

— TABLAS DE DENSIDADES Y FRECUENCIAS RELATIVAS POR BOYA

— ESQUEMAS DE LOS ORGANISMOS.

FORMÚLAS UTILIZADAS EN LA EVALUACION DE DATOS

Indice de Diversidad de Shannon-Weaver.

La diversidad es un concepto ecológico y estadístico que nos interpreta numéricamente las relaciones fisiológicas y de conducta que existen entre las diferentes especies de un sistema y las relaciones inherentes a este mismo. Es decir por medio de la diversidad nos podemos dar cuenta de las -- relaciones de alimentación, parasitismo, simbiosis y otras interacciones posibles de una población, así como el tipo de respuesta que dan los organismos a las fluctuaciones en las cualidades fisicoquímicas que sufre un ecosistema, sean estas naturales o inducidas por factores externos a él; por ejemplo los contaminantes. (Margalef, 1974, Whittaker, 1975)

Se expresa en bits/individuo.

$H' = \sum P_i \log_2 P_i$; $P_i = N_i/n$; por lo tanto

$H' = \sum N_i/n \log_2 N_i/n$

donde:

H' = Índice de diversidad

= suma de todos los índices por cada especie.

N_i = número de individuos por especie.

n = número total de individuos encontrados en la --- muestra.

Por ser más accesible el \log_{10} se transforma el --- \log_2 en \log_{10} de la siguiente forma:

$$\text{Log}_2 \text{Ni}/n = \frac{\text{Log}_{10} \text{Ni}/n}{\text{Log}_{10} 2} \quad \text{por lo tanto} \quad H' = \text{Ni}/n = \frac{\text{Log}_{10} \text{Ni}/n}{\text{Log}_{10} 2}$$

Densidad.- Se refiere al número de individuos expresado por unidad de área o volúmen.

$$D = \frac{Ni}{a}$$

donde: D= densidad Ni= número de individuos en la especie
a= área muestreada.

Frecuencia relativa.- Referida al número de veces (o individuos) que una especie ocurre en la muestra, en relación al número total de individuos de la muestra (de todas las especies). Se expresa en porcentaje.

$$F.r. = \frac{ni}{N} \times 100$$

donde: F.r. frecuencia relativa

N= número total de individuos en la muestra.

ni= número de individuos en la n especie.

FORMULA DEL COLORANTE (CMCP-9AF) Y DEL FIJADOR (CMCP-10).

Colorante: Acido láctico blanco	44.0 ml
Agua destilada	112.0 ml
Fenol en cristales	44.0 gr
Elvanol (PVA 71-30)	7.5 gr
Fucsina ácida	

Fijador: Como el anterior pero con doble cantidad de PVA 71-30 y sin fucsina.

ABREVIATURAS: n.i.= no identificado; sp. especie.

Tabla A.1

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Candona	125	0.074	5,555	94.70
Copépodo ciclopoide n.i.	2	0.090	89	1.50
Procladius sp	1	0.049	44	0.80
Limnodrilus hoffmeisteri	3	0.124	133	2.20
Quironómido n.i.	1	0.049	44	0.80
	N = 132	H = 0.386	Dt=5,865	
Mayo 1980				
Candona sp	68	0.077	3,022	94.40
Procladius sp	1	0.085	44	1.40
Hyaella azteca	2	0.143	89	2.80
Pupa de insecto n.i.	1	0.085	44	1.40
	N = 72	H = 0.39	Dt=3,199	
Agosto 1980				
Candona sp	172	0.111	7,643	92.00
Copépodo ciclopoide n.i.	2	0.070	89	1.10
Hyaella azteca	3	0.096	133	1.60
Procladius sp	3	0.096	133	1.60
Larva de insecto n.i.	1	0.040	44	0.53
Chaoborus sp	1	0.040	44	0.53
Naidideo n.i.	2	0.070	89	1.10
Limnodrilus hoffmeisteri	3	0.096	133	1.60
	N = 187	H = 0.619	Dt=8,308	
Noviembre 1980				
Cadona sp	525	0.011	23,333	99.20
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.017	44	0.20
Hyaella azteca	1	0.017	44	0.20
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.017	44	0.20
Hirudíneo n.i.	1	0.017	44	0.20
	N = 529	H = 0.079	Dt=23,509	
Enero 1981				
Candona sp	107	0.039	4,755	97.27
Procladius sp	1	0.062	44	0.91
Hyaella azteca	1	0.062	44	0.91
Nemátodo n.i. "a"	1	0.062	44	0.91
	N = 108	H = 0.225	Dt=4,887	

ESTACION 05

Tabla A.2

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.500	44	50.00
Pupa de insecto n.i.	1	0.500	44	50.00
	N = 2	H=1.00	Dt= 88	
Mayo 1980				
Candona sp	119	0.012	5,288	99.16
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.057	44	0.84
	N = 120	H=0.69	Dt=5,332	
Agosto 1980				
Candona sp	1197	0.012	53,199	99.20
Acaro n.i.	1	0.008	44	0.08
Chaoborus sp	1	0.008	44	0.08
Criptochironomus sp	1	0.008	44	0.08
Coelotanypus sp	2	0.015	89	0.16
Procladius sp	3	0.021	133	0.24
Quironómido n.i.	1	0.008	44	0.08
Pupa n.i.	1	0.008	44	0.08
	N= 1207	H=0.088	Dt=53,641	
Noviembre 1980				
Candona sp	296	0.023	13,154	98.339
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.027	44	0.332
Hyalella azteca	1	0.027	44	0.332
Hexagenia limbata	1	0.027	44	0.332
Coelotanypus sp	1	0.027	44	0.332
Quironómido n.i.	1	0.027	44	0.332
	N= 301	H=0.158	Dt=13,374	
Enero 1981				
Candona sp	55	0.073	2,444	94.83
Hyalella azteca	1	0.101	44	1.72
Hexagenia limbata	2	0.167	89	3.45
	N = 58	H=0.341	Dt=2,577	

ESTACION 06

Tabla A.3

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Candona sp	28	0.390	622	66.70
Corbicula fluminea	2	0.209	44	4.80
Procladius sp	1	0.128	44	2.40
Limnodrilus hoffmeisteri	8	0.456	178	19.00
Nemátodo n.i. "a"	3	0.272	66	7.10
	N= 42	H=1.455	Dt=954	
Mayo 1980				
Anodonta sp	16	0.458	355	19.30
Corbicula fluminea	67	0.249	1,488	80.70
	N= 83	H=0.707	Dt=1,843	
Agosto 1980				
Candona sp	1	0.284	44	7.70
Corbicula fluminea	12	0.107	266	92.30
	N= 13	H=0.391	Dt=310	
Noviembre 1980				
Candona sp	57	0.484	1,266	53.27
Copépodo ciclopoide n.i.	2	0.107	44	1.87
Hyalella azteca	3	0.145	66	2.80
Anodonta sp	3	0.145	66	2.80
Corbicula fluminea	32	0.521	711	29.90
Chaoborus sp	1	0.063	44	0.93
Coelotanypus sp	3	0.145	66	2.80
Procladius sp	1	0.063	44	0.93
Limnodrilus hoffmeisteri	2	0.107	44	1.87
Naidideo n.i.	2	0.107	44	1.87
Nemátodo n.i. "a"	1	0.063	44	0.93
	N = 107	H=1.95	Dt=2,439	
Enero 1981				
Candona sp	960	0.503	21,331	49.40
Hyalella azteca	12	0.045	266	0.60
Anodonta sp	1	0.005	44	0.05
Corbicula fluminea	969	0.500	21,531	49.90
Limnodrilus hoffmeisteri	2	0.010	44	0.10
	N=1,949	H=1.063	Dt=43,216	

E S T A C I O N 1 0

Taola A.4

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org./m ²)	Frecuencia relativa(%)
<i>Hyalella azteca</i>	7	0.335	311	10.14
<i>Corbicula fluminea</i>	35	0.497	1555	50.72
<i>Coelotanypus</i> sp.	1	0.088	44	1.45
<i>Procladius</i> sp.	1	0.088	44	1.45
<i>Cryptochironomus</i> sp.	1	0.088	44	1.45
Quiронómodo n.i.	3	0.197	133	4.35
Hirudíneo n.i.	1	0.088	44	1.45
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	20	0.518	889	28.99
	N= 69	H= 1.899	Dt= 2064	
Mayo 1980				
<i>Candona</i> sp.	8	0.520	355	29.63
<i>Hyalella azteca</i>	1	0.176	44	3.70
Copépodo ciclopoide n.i.	2	0.278	89	7.41
<i>Corbicula fluminea</i>	6	0.482	266	22.22
<i>Hexagenia limbata</i>	1	0.176	44	3.70
<i>Cryptochironomus</i> sp.	1	0.176	44	3.70
<i>Procladius</i> sp.	5	0.451	222	18.52
Naidideo n.i.	1	0.176	44	3.70
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2	0.278	89	7.41
	N= 27	H= 2.713	Dt= 1197	
Agosto 1980				
<i>Corbicula fluminea</i>	25	0.326	1111	74.00
<i>Cryptochironomus</i> sp.	3	0.309	133	8.00
<i>Coelotanypus</i> sp.	1	0.150	44	3.00
<i>Procladius</i> sp.	2	0.240	89	6.00
Pupa de insecto n.i.	1	0.150	44	3.00
Naidideo n.i.	1	0.150	44	3.00
Nemátodo n.i. "b"	1	0.150	44	3.00
	N= 34	H=1.475	Dt= 1509	
Noviembre 1980				
<i>Candona</i> sp.	331	0.053	14709	96.22
<i>Hyalella azteca</i>	1	0.024	44	0.29
Copépodo ciclopoide n.i.	3	0.060	133	0.87
<i>Cryptochironomus</i> sp.	1	0.024	44	0.29
<i>Coelotanypus</i> sp.	3	0.060	133	0.87
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	4	0.075	178	1.16
Nemátodo n.i. "a"	1	0.024	44	0.29
	N=344	H= 0.320	Dt= 15235	

ESTACION 10

Tabla A.4. (continuación)

Enero 1981	n1	H	Densidad (org/m ³)	Frecuencia relativa(%)
<i>Candona</i> sp.	105	0.219	4666	83.33
<i>Corbicula fluminea</i>	16	0.378	711	12.69
<i>Hexagenia limbata</i>	1	0.055	44	0.79
<i>Coelotanypus</i> sp.	2	0.095	89	1.59
Hirudineo n.i.	1	0.055	44	0.79
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	1	0.055	44	0.79
	N= 126	H=0.857	Dt= 5598	

E S T A C I O N 1 4

Tabla A.5

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ³)	Frecuencia relativa(%)
Candona sp.	2 N= 2	0 H= 0	89 Dt= 89	100.00
Agosto 1980				
Candona sp.	149	0.140	6621	89.80
Hyalella azteca	3	0.150	133	1.80
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.044	44	0.60
Cryptochironomus sp.	4	0.129	178	2.40
Procladius sp.	2	0.077	89	1.20
Hirudíneo n.i.	3	0.105	133	1.80
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.044	44	0.60
Naidideo n.i.	1	0.044	44	0.60
Nemátodo n.i. "a"	2	0.077	89	1.20
	N= 166	H= 0.765	Dt= 7375	
Noviembre 1980				
Candona sp.	94 N= 94	0 H= 0	4177 Dt= 4177	100.00
Enero 1981				
Candona sp.	158	0.035	7021	97.53
Procladius sp.	1	0.045	44	0.62
Limnodrilus hoffmeisteri	3	0.106	133	1.85
	N= 162	H= 0.186	Dt= 7198	

ESTACION 15

Tabla A.6

Mayo 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Candona sp.	2	0	89	100.00
	N= 2	H= 0	Dt= 89	
Agosto 1980				
Candona sp.	715	0.027	31774	98.10
Hyalella azteca	1	0.013	44	0.13
Cryptochironomus sp.	4	0.041	178	0.54
Quironómido n.i.	2	0.023	89	0.30
Pupa de insecto n.i.	4	0.041	178	0.54
Branchiura sowerbyi	1	0.013	44	0.13
Naidideo n.i.	1	0.013	44	0.13
Nemátodo n.i. "b"	1	0.013	44	0.13
	N= 729	H= 0.184	Dt= 32395	
Noviembre 1980				
Candona sp.	74	0.019	3288	98.70
Quironómido n.i.	1	0.083	44	1.30
	N= 75	H= 0.102	Dt= 3232	
Enero 1981				
Candona sp.	260	0.016	11554	98.86
Acaro n.i.	1	0.030	44	0.38
Coelotanypus sp.	1	0.030	44	0.38
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.030	44	0.38
	N= 263	H= 0.106	Dt= 11686	

E S T A C I O N 2 3

Tabla A. 7

Febrero 1980	n1	H	Densidad (org/m ³)	Frecuencia relativa(%)
Candona sp.	9	0.467	400	56.25
Chaoborus sp.	4	0.500	178	25.00
Cryptochironomus sp.	2	0.375	89	12.50
Naidideo n.i.	1	0.250	44	6.25
	N= 16	H= 1.592	Dt= 711	
Mayo 1980				
Candona sp.	21	0.282	933	77.80
Hyalella azteca	2	0.278	89	7.40
Pupa de insecto n.i.	1	0.176	44	3.70
Naidideo n.i.	2	0.278	89	7.40
Oligoqueto n.i.	1	0.176	44	3.70
	N= 27	H 1.190	Dt= 1199	
Agosto 1980				
Candona sp.	258	0.027	11465	98.10
Hyalella azteca	1	0.030	44	0.38
Hirudíneo n.i.	1	0.030	44	0.38
Quironómido n.i.	3	0.073	133	1.14
	N= 263	H=0.160	Dt= 11686	
Noviembre 1980				
Candona sp.	5	0.424	222	62.50
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.375	44	12.50
Hyalella azteca	1	0.375	44	12.50
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.375	44	12.50
	N= 8	H= 1.549	Dt=354	
Enero 1981				
Candona sp.	27	0.207	1200	84.50
Chaoborus sp.	1	0.156	44	3.10
Coelotanypos sp.	1	0.156	44	3.10
Procladius sp.	1	0.156	44	3.10
Quironómido n.i.	1	0.156	44	3.10
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.156	44	3.10
	N= 32	H= 0.987	Dt= 1420	

ESTACION 25

Tabla A.8

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Procladius sp.	2	0.062	89	0.92
Quironómido n.i.	2	0.062	89	0.92
Limnodrilus hoffmeisteri	211	0.039	9377	97.24
Nemátodo n.i. "a"	2	0.062	89	0.92
	N= 217	H= 0.225	Dt= 9644	
Mayo 1980				
Procladius sp.	1	0.156	44	3.10
Limnodrilus hoffmeisteri	30	0.087	1333	93.80
Nemátodo n.i. "a"	1	0.156	44	3.10
	N= 32	H= 0.399	Dt= 1421	
Agosto 1980				
Candona sp.	1	0.500	44	25.00
Oligoqueto n.i.	1	0.500	44	25.00
Hirudíneo n.i.	1	0.500	44	25.00
Nemátodo n.i. "a"	1	0.500	44	25.00
	N= 4	H= 2.0	Dt= 176	
Noviembre 1980				
Candona sp.	1	0.053	44	0.76
Copépodo ciclopoide n.i.	3	0.124	133	2.27
Procladius sp.	1	0.053	44	0.76
Quironómido n.i.	8	0.245	355	6.06
Hirudíneo n.i.	5	0.179	222	3.78
Limnodrilus hoffmeisteri	113	0.192	5021	85.61
Naidideo n.i.	1	0.053	44	0.76
	N=132	H= 0.899	Dt= 5863	
Enero 1981				
Hirudíneo n.i.	10	0.146	444	2.86
Limnodrilus hoffmeisteri	333	0.068	14798	95.14
Quironómido n.i.	7	0.113	311	2.00
	N= 350	H= 0.327	Dt= 15553	

ESTACION 26

Tabla A.9

Febrero 1980	ni	H	Densidad (org/m ²)	Frecuencia relativa(%)
Candona sp.	5	0.205	222	4.60
Cryptochironomus sp.	2	0.106	89	1.90
Corynoneura sp.	2	0.106	89	1.90
Limnodrilus hoffmeisteri	4	0.176	178	3.70
Oligoqueto n.i.	95	0.163	4222	87.90
	N= 108	H=0.756	Dt= 4800	
Mayo 1980				
Hirudíneo n.i.	2	0.255	89	6.45
Limnodrilus hoffmeisteri	28	0.133	1244	90.32
Quironómido n.i.	1	0.160	44	3.23
	N= 31	H= 0.548	Dt= 1377	
Agosto 1980				
Candona sp.	59	0.089	2622	93.60
Copépodo ciclopoide n.i.	1	0.095	44	1.60
Procladius sp.	1	0.095	44	1.60
Pupa de insecto n.i.	1	0.095	44	1.60
Limnodrilus hoffmeisteri	1	0.095	44	1.60
	N= 63	H= 0.469	Dt= 2798	
Noviembre 1980				
Candona sp.	41	0.172	1822	87.23
Nemátodo n.i. "a"	1	0.118	44	2.13
Quironómido n.i.	2	0.194	89	4.26
Pupa de insecto n.i.	3	0.253	133	6.38
	N= 47	H= 0.737	Dt= 2088	
Enero 1981				
Procladius sp.	3	0.453	133	18.75
Hirudíneo "a"	3	0.453	133	18.75
Limnodrilus hoffmeisteri	10	0.424	444	62.50
	N= 16	H= 1.33	Dt= 710	

ESQUEMAS DE LOS ORGANISMOS

Fig. A-1 Esquema general de los ostrácodos representados por Candona sp.

Fig. A-2 Copépodo ciclopoide no identificado.

Fig. A-3 Crustáceo anfípodo Hyalella azteca.

Fig. A-4 Bivalvo Anodonta sp.

Fig. A-5 Bivalvo Corbicula fluminea

Fig. A-6 Bivalvo Sphaerium sp.

Fig. A-7 Gasterópodo Tryonia clathrata.

Fig. A-8 Gasterópodo Lymnaea sp.

Fig. A-9 Gasterópodo Physa sp.

Fig. A-10 Gasterópodo Ferrissia sp.

Fig. A-11 Esquema general de los oligoquetos representados por Limnodrilus.

Fig. A-12 Esquema general de los hirudíneos no identificados

Fig. A-13 Larva del culicido Chaoborus sp.

Fig. A-14 Esquema general de las larvas de insectos dípteros representados por Procladius.sp.

Fig. A-15 Ninfa del efemeróptero Hexagenia sp.

Fig. A-16 Esquema general de los nemátodos no identificados

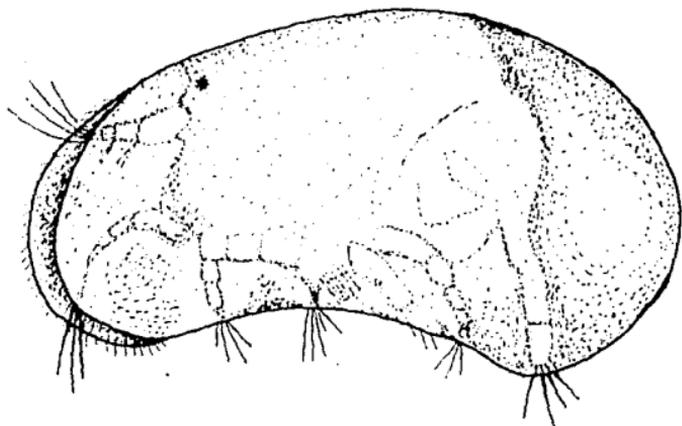


Fig. A-1 Candona sp.

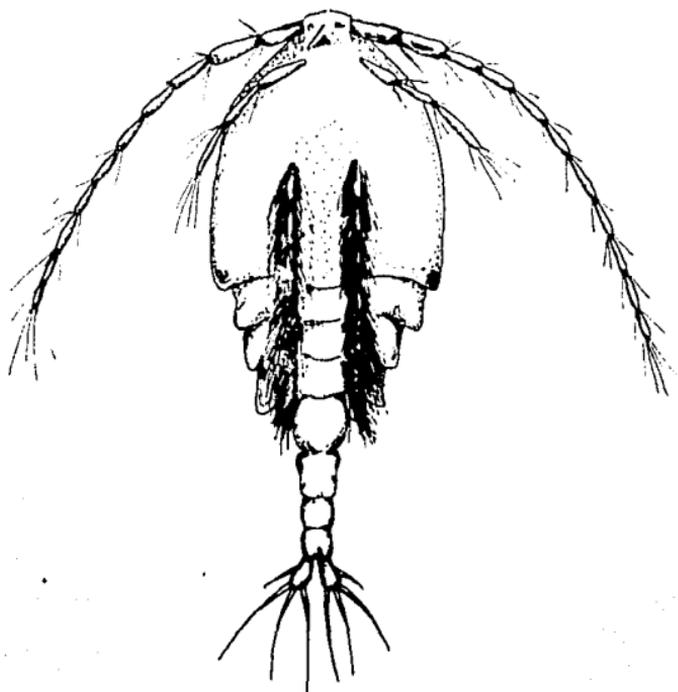


Fig. A-2 Copepoda: n. i.

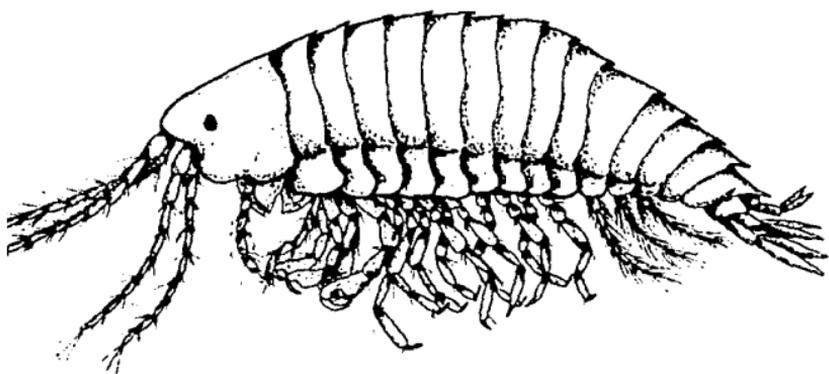


Fig. A-3 Hyalella azteca

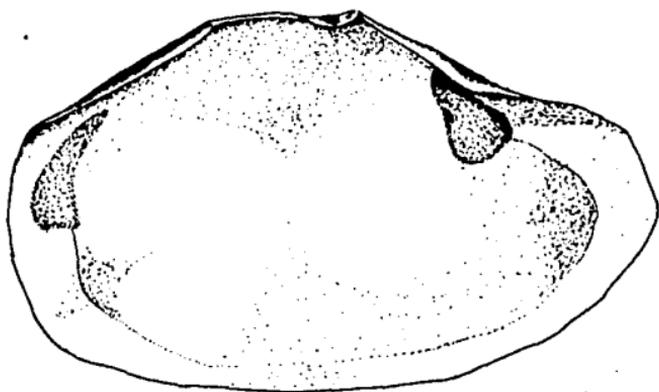
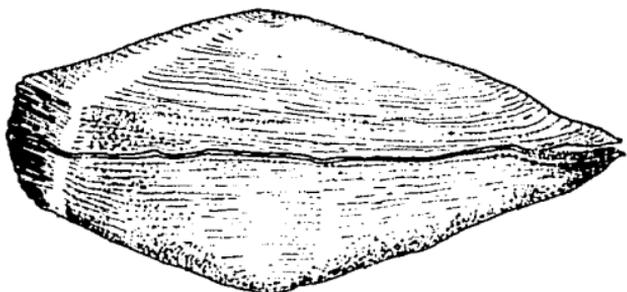


Fig. A-4 Anodonta sp.

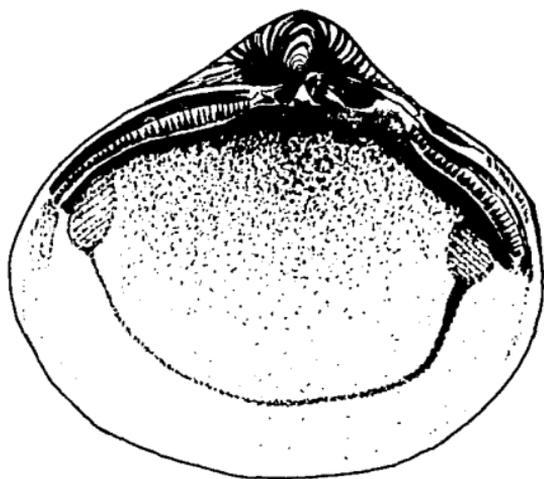


Fig. A-5 Corbicula fluminea

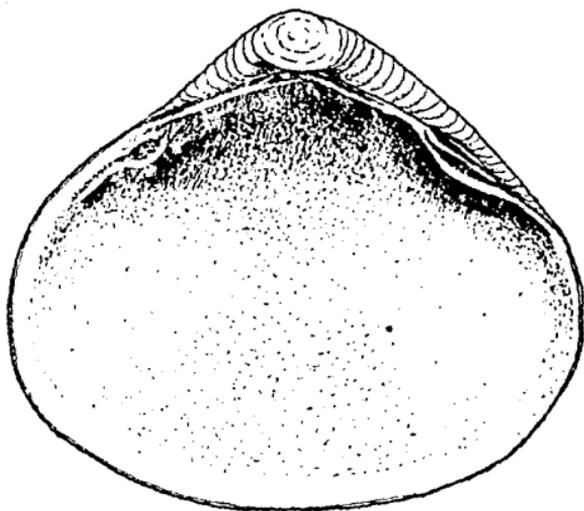


Fig. A-6 Sphaerium sp.

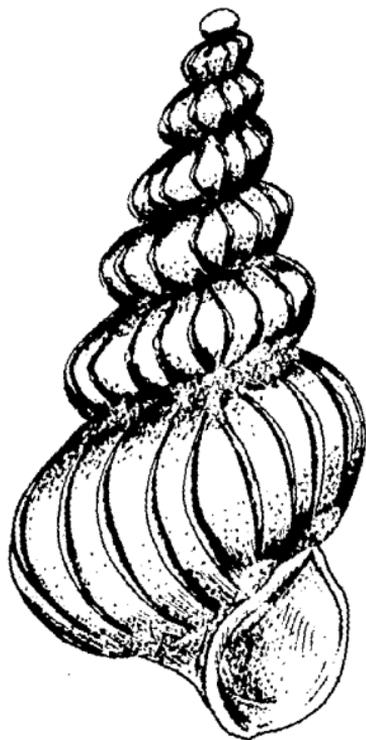


Fig. A-7 Tryonia clathrata

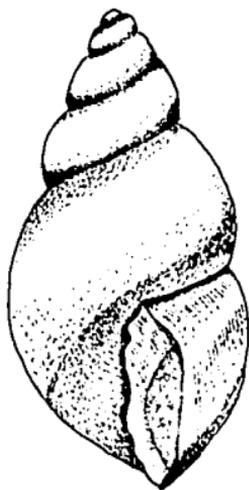


Fig. A-8 Lymnaea sp.

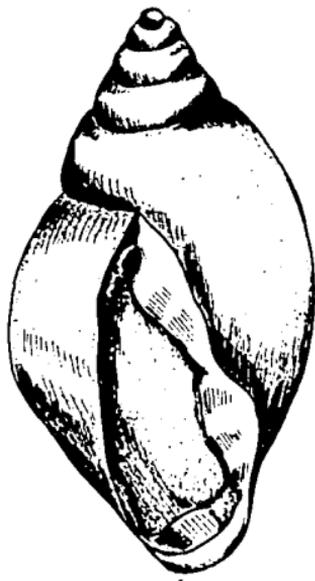


Fig. A-9 Physa sp.

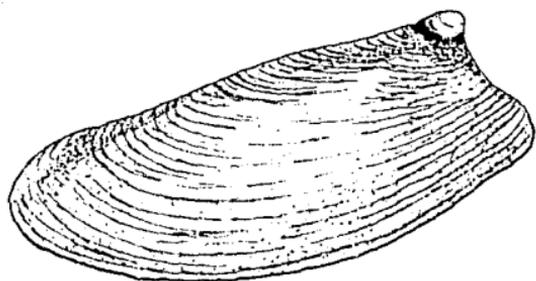


Fig. A-10 Ferrissia sp.

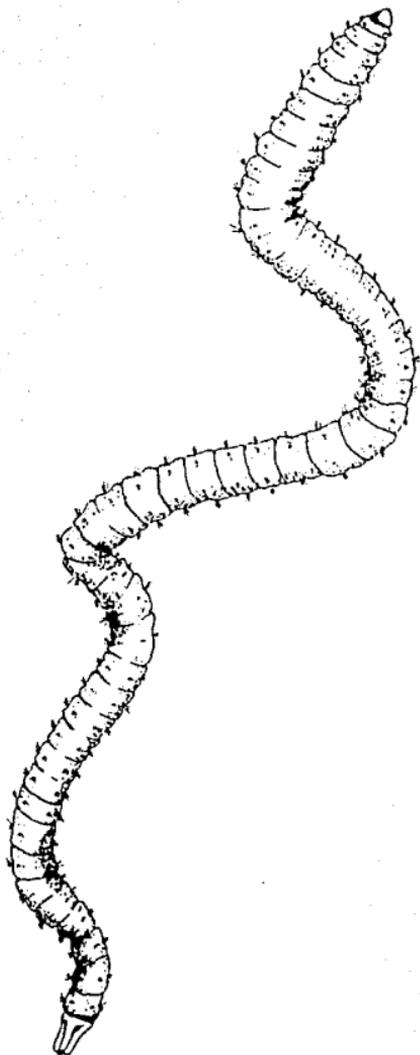


Fig. A-II Limnodrilus inmaduro

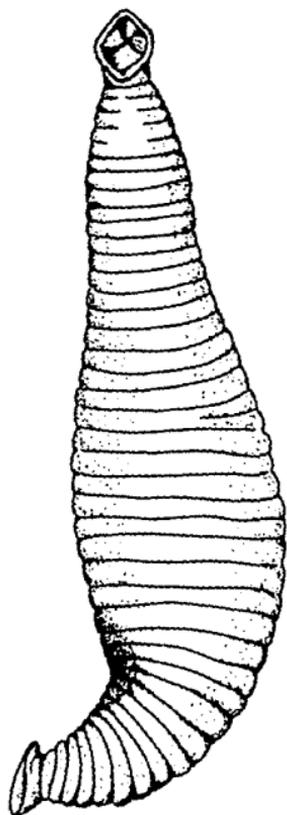


Fig. A-12 Hirudíneo n.1.

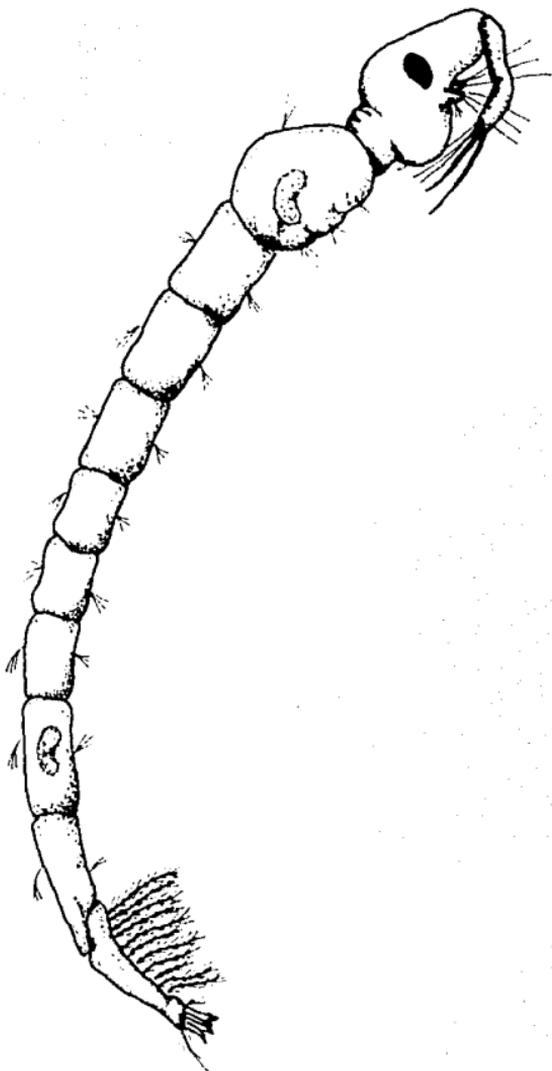


Fig. A-13 Chaoborus sp.

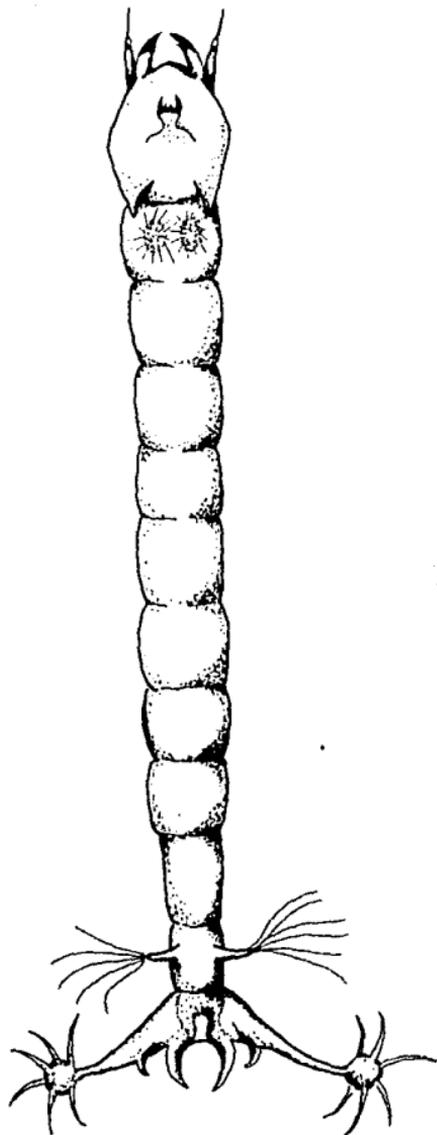


Fig. A-14 Procladius sp.



Fig. A-15 Hexagenia sp.

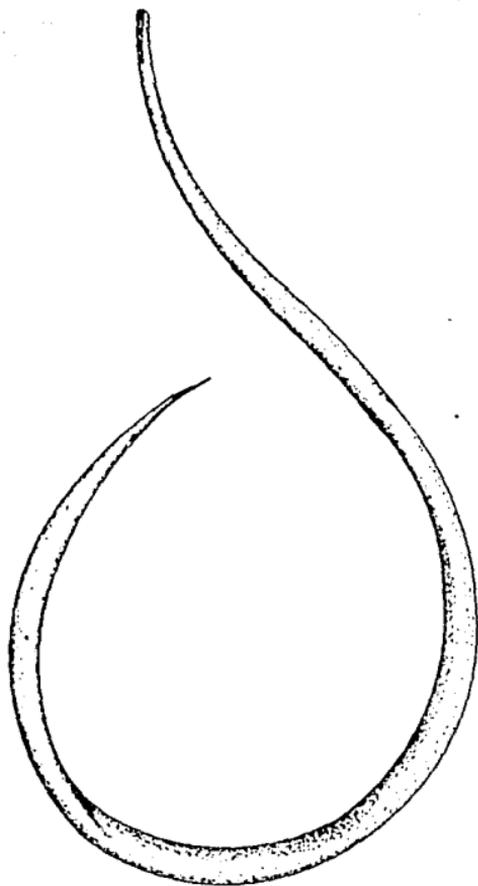


Fig. A-16 Nemátodo n. i.