

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGIA



**Estudio de la Variación Estacional
del Plancton en la Laguna
de Catemaco, Ver.**

Eduardo Suárez Morales

TESIS PROFESIONAL

**MEXICO
1983.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. METODOLOGIA	11
3. RESULTADOS	26
3.1 Parámetros fisicoquímicos.....	26
3.2 Composición faunística y florística.....	28
3.3 Abundancia del zooplancton y del fitoplancton.....	33
3.4 Diversidad del zooplancton y del fitoplancton.....	36
3.5 Distribución del zooplacton y del fitoplancton.....	40
4. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	59
5. REFERENCIAS.....	65

R E S U M E N

Se estudia la variación estacional del plancton en la laguna de Catemaco, Ver. durante un ciclo anual considerando la variación de los factores fisicoquímicos y su relación con la abundancia, diversidad y distribución de los organismos planctónicos.

Se determinan los principales grupos del fitoplancton y del zooplancton, y se caracteriza la laguna tomando en consideración los índices de diversidad y la dominancia del grupo de las cianofitas.

1. INTRODUCCION

El conocimiento de los cuerpos de agua dulce y su biología no es reciente, ya que, aunque sea intuitivamente, varios pueblos de la antigüedad aprovechaban los recursos naturales de éstos para satisfacer diversas necesidades básicas como la alimentación, la higiene, el agua potable, el riego, etc. Así, existe una estrecha relación entre el desarrollo de varios pueblos y su proximidad con los cuerpos de agua dulce, ya sean lagos, lagunas o ríos. A medida que avanza el desarrollo de las comunidades humanas, los cuerpos de agua dulce adquieren mayor importancia básicamente por la necesidad del agua potable.

Los primeros estudios realizados sobre las aguas dulces se restringen a tratados acerca de algún grupo biológico en particular. Por ejemplo, dentro de los copépodos, los trabajos de Marsh(1907), se refieren a la descripción de 34 especies del género Diaptomus, haciendo consideraciones filogenéticas sobre el género y sus especies. En 1929, el mismo autor, proporciona la distribución, así como una clave de identificación para 46 especies del género Diaptomus identificadas en Norteamérica, describiendo nuevas especies. Birge(1893), estudia ampliamente a los crustáceos del Lago Mendota.

Los rotíferos, otro grupo de gran importancia en el zooplancton de agua dulce, han sido estudiados particularmente por varios autores, como Ahlstrom, que en 1934 estudia los rotíferos de Florida, identificando 279 especies y variedades, encontrando

que los géneros lorizados resultan los más comunes en esa zona, sin proporcionar datos acerca de las causas de su distribución y abundancia. El mismo autor, en 1938, estudia la composición de la fauna de rotíferos de Carolina del Norte. Edmonson(1935), realiza un estudio acerca de los rotíferos de Arizona y de Nueva Inglaterra en 1936.

Por lo que se refiere a otros grupos del zooplancton de agua dulce, Dobbin(1941) describe 33 especies de ostrácodos, de las cuales 17 ya habían sido identificadas para Norteamérica, dos son registros nuevos para ésta zona, y un género, así como 14 especies se consideraron nuevas para la ciencia. Furtos(1933), describe detalladamente la fauna de ostrácodos que habita en los cuerpos de agua de Massachussetts, Shoemaker(1942), estudia algunos anfípodos de agua dulce, dando una clave de identificación a nivel de género y describiendo además varias especies.

Snodgrass(1954), realiza un estudio acerca de las larvas de odonatos, describiendo ampliamente su morfología e identificando varias especies.

Otros autores, como Juday(1907) y Eddy(1932), proporcionan listas faunísticas y florísticas de la vida planctonológica de algunos cuerpos de agua. El primero, para la Sierra Nevada y las Rocallosas y el segundo, para el sur de Illinois, sin embargo, ninguno de ellos hace consideraciones de carácter ecológico en sus trabajos.

En épocas recientes, las investigaciones en los cuerpos de agua dulce, se han ido incrementando, conformando la LIMNOLOGIA, que es ya un "estudio sistemático e integral de las interrelaciou

nes que se establecen entre los procesos donde la materia y la energía se transforman dentro de un cuerpo de agua." (Hutchinson, 1967).

Durante los últimos años, se han venido desarrollando mode los matemáticos para poder establecer relaciones directas entre los diversos factores que conforman los distintos procesos químicos, físicos y biológicos que se presentan en los lagos, lagunas o ríos. El establecimiento de estas relaciones proporciona la in formación necesaria para caracterizar un cuerpo de agua en cuanto al grado de actividad de los procesos y sus interrelaciones. Así, existen cuerpos de agua con elevada actividad o eutróficos, en los que se presenta una gran cantidad de materia orgánica disuelta o en suspensión, alta disponibilidad de calcio, fósforo y nitrógeno, siendo el plancton variable en abundancia, bajo en di versidad y con dominancia de cianofitas en el fitoplancton. En los cuerpos de agua llamados oligotróficos, que contrariamente a los eutróficos presentan baja disponibilidad de calcio, fósforo y nitrógeno, el plancton es poco abundante y su diversidad tiende a ser alta, sin presentarse algas dominantes. La menor actividad se presenta en los cuerpos de agua llamados distróficos, que son viejos y que poco a poco se van secando, llegando a formar verdaderos pantanos con un alto grado de descomposición orgánica y con abundantes bacterias degradadoras y el plancton muy es- caso.

Lógicamente los trabajos más recientes siguen constantemente esta línea, considerando e integrando en forma cuantitativa y cualitativa, todos los datos asequibles de los cuerpos de agua

para interrelacionarlos y obtener modelos que sirvan para describir y caracterizar los cuerpos de agua estudiados. Este tipo de estudios están representados, entre otros, por los trabajos de Coveney(1977) en un lago eutrófico y Davis(1954) en los lagos de Ohio y Brylinsky(1973) en varios tipos de cuerpos de agua donde analiza los factores de productividad.

El fitoplancton ha sido estudiado en forma paralela al zooplancton, tratando algún grupo en particular, como es el estudio de Fogg(1973) acerca de las algas verde-azules y de Welk(1973) acerca de la fisiología y bioquímica de éstas algas. Morris(1967), Meeks(1974) y Goodwin(1974) proporcionan los datos para conformar la distribución de los pigmentos fotosintéticos para las algas, incluyendo cianofitas, clorofitas, crisofitas, bacilariofitas, etc.

En cuanto a la distribución y asociación de las algas en cuerpos de agua dulce, se han realizado varios trabajos. Hutchinson (1967) describe las asociaciones algales características de diferentes cuerpos de agua, las especies dominantes en cada asociación, así como características tróficas de cada cuerpo de agua. Thunmark(1945) intenta relacionar la presencia de algas dominantes y no dominantes con la actividad trófica del cuerpo de agua. Rodhe(1948) trata la relación entre la temperatura ambiente con la distribución de varios tipos de diatomeas, estableciendo que la mínima temperatura a la que pueden fotosintetizar es de 5°C en unas y de 15°C en otras. Castenholz(1969) establece que las algas que mayor temperatura soportan son las cianofitas y algunas

de ellas, como las termofílicas logran soportar temperaturas arriba de los 45°C. Wetzel(1975) afirma que en las aguas frías se observa una dominancia de diatomeas y en las aguas cálidas se incrementa la diversidad del fitoplancton.

En México, el plancton dulceacuícola se halla escasamente estudiado, al respecto destacan los trabajos en las lagunas de Pátzcuaro (Rioja, 1940), (Brehm, 1942), (Ueno, 1939) y de Chapala (Chávez, 1958) en las que se trata el plancton desde diversos puntos de vista, sin embargo, pocos son los estudios ecológicos integrales.

En cuanto al zooplancton, existen trabajos que tratan algún grupo en particular, como el de Comita(1950), quien efectúa recolectas de copépodos en varias localidades, desde Laredo hasta la Cd. de México y de ahí hasta Acapulco, determinando 17 especies que comprenden 10 ciclopoídes, 5 calanoídes y 2 harpacticoides, todos de vida libre. Las recolectas fueron realizadas en enero de 1948, observando que las especies más abundantes eran: Eucyclops agilis, Cyclops vernalis, Mesocyclops leuckarti, Diaptomus clavipes y D. siciloides.

Ahlstrom(1932) describe la fauna de rotíferos que habita distintas localidades como el Río Grande de Santiago, el Río Lerma y el Río Salto de Valles, determinando 63 especies pertenecientes a tres géneros, Brachionus, Cephalodella y Keratella. Sámano (1931) registra 10 especies de rotíferos en los lagos de Xochimilco y Chapultepec, haciendo consideraciones sobre la morfología

de las especies. Tafall(1942) efectúa un trabajo exhaustivo de todas las especies descritas para nuestro país en cuanto a su distribución, morfología y sus problemas taxonómicos.

Por lo que se refiere a los ostrácodos, Tressler(1954) registra tres especies nuevas en distintos cuerpos de agua de México. Flores(1965) estudia los ostrácodos y sus relaciones edáficas en los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, México, Xochimilco y Chalco.

En cuanto al fitoplancton, en México se han realizado distintos trabajos de tipo taxonómico y evolutivo de algún grupo en particular, como el de Rodríguez(1977) acerca de las caráceas, o bien acerca de cultivos de determinadas especies, como el de Ramos(1976). También se han trabajado aspectos ficológicos relacionados con la contaminación en aguas continentales(Manilla, 1978).

En relación a las algas en los cuerpos de agua dulce, destacan los trabajos de Margain(1981) sobre los cuerpos de agua en la región del sur de la cuenca del Río Pánuco y de Sámano(1934, 1940) en los lagos del Valle de México. Así, tenemos que, como medida de la productividad y de la importancia energética de un cuerpo de agua, las algas se encuentran mucho mejor estudiadas que el zooplancton, ya que además son la base de las cadenas alimenticias en los cuerpos de agua.

Existen multitud de estudios acerca de los peces o la importancia pesquera global de los cuerpos de agua y como ejemplo están los trabajos de Gallardo(1977) y Chávez(1958) en el lago de Chapala, Jal. y los de Berriozábal(1936, 1939) en el lago de Pátzcuaro, Mich.

En la laguna de Catemaco, que es considerada el cuerpo de agua más importante de la región de los Tuxtlas, Ver., se han realizado trabajos acerca de su geología (López, 1979, 1981), su clima (García, 1970) ó bien algunos aspectos taxonómicos ó ecológicos de los peces como el de Martín del Campo (1938) y el de Wong (1974), quién estudia la biología del "topote" Dorosoma petenense, estableciendo que la laguna de Catemaco no es explotada en toda su capacidad, ya que el tipo de pesca que ahí se efectúa es básicamente litoral y el producto se consume en la localidad, sin por ello disminuir la importancia del recurso.

Esta laguna no ha sido estudiada desde el punto de vista de su microfauna y microflora planctonológica. Por ello, éste trabajo pretende sentar un antecedente dentro del estudio de la vida planctónica, considerando su composición, su distribución y sus interrelaciones con los principales factores fisicoquímicos que imperan en la laguna, por ello se plantean los siguientes objetivos:

- Determinar los factores fisicoquímicos presentes en la laguna y su variación estacional.

- Determinar la composición faunística y florística del plancton en la laguna.

- Conocer la distribución, la abundancia y la diversidad del plancton de la laguna a través de un ciclo anual.

- Relacionar las variaciones del zooplancton y del fitoplancton con los factores fisicoquímicos registrados en la laguna.

Descripción del Area de Estudio.

La laguna de Catemaco se encuentra enclavada en la Sierra de los Tuxtlas, Ver. (Fig.1) siendo una región que posee una gran importancia biológica por su gran diversidad vegetal y animal, así como por las características climáticas que en ella prevalecen.

La sierra se encuentra situada al sureste del estado de Veracruz, a la altura del paralelo $18^{\circ}30'$ latitud Norte y del meridiano 95° longitud Oeste. Es una sierra pequeña que cruza la llanura costera del Golfo, en dirección noreste-sureste; se puede delimitar al oeste, sur y sureste por la curva de nivel de 200 m.s.n.m. y al norte y este por la costa del Golfo. Su forma es casi ovoide, con un eje mayor de 78 km y uno menor de 40 km.

En la parte central de la Sierra de los Tuxtlas, se encuentra la laguna de Catemaco, localizada a los $18^{\circ}25'$ latitud Norte y $95^{\circ}6'$ longitud Oeste. Esta laguna se encuentra a una altitud de 236 m.s.n.m. y su forma es casi rectangular, con 11 km de largo por 10 de ancho.

En Catemaco existe una estación meteorológica por medio de la cual se ha definido para la zona un clima Am(e)g con alta precipitación (García, 1970). La temperatura media anual es de 24.1°C , siendo el mes más frío enero con 19.8°C y el más cálido mayo con 27.2°C .

La laguna se encuentra rodeada por tres formaciones geológicas, la Formación Filisola, la Formación Concepción Mioceno Inferior y la Formación Cuaternaria de Ceniza Volcánica. Esta última

resulta la más importante ya que circunda la mayor parte de la laguna. La laguna de Catemaco es una formación volcánica, producto de una cuenca cerrada por el intenso vulcanismo de la región (López, 1981), con una profundidad máxima de 22.5 mts. Sin tener contacto con el mar, se encuentra alimentada por una serie de arroyos, destacando cuatro de ellos por su magnitud e importancia, ya que en sus desembocaduras es donde desovan los peces, contando con la protección de la abundante vegetación subacuática que existe en esas zonas. Por otra parte, la laguna se encuentra rodeada por bosques tropicales, huertos y sembradíos. En la laguna se encuentran algunos islotes de varios tamaños, el más grande tiene aproximadamente 2.8 km cuadrados de superficie; todos los islotes presentan abundante vegetación de tipo tropical, con su fauna característica.

LAGUNA
DE
CATEMACO

ESTADO
DE
VERACRUZ

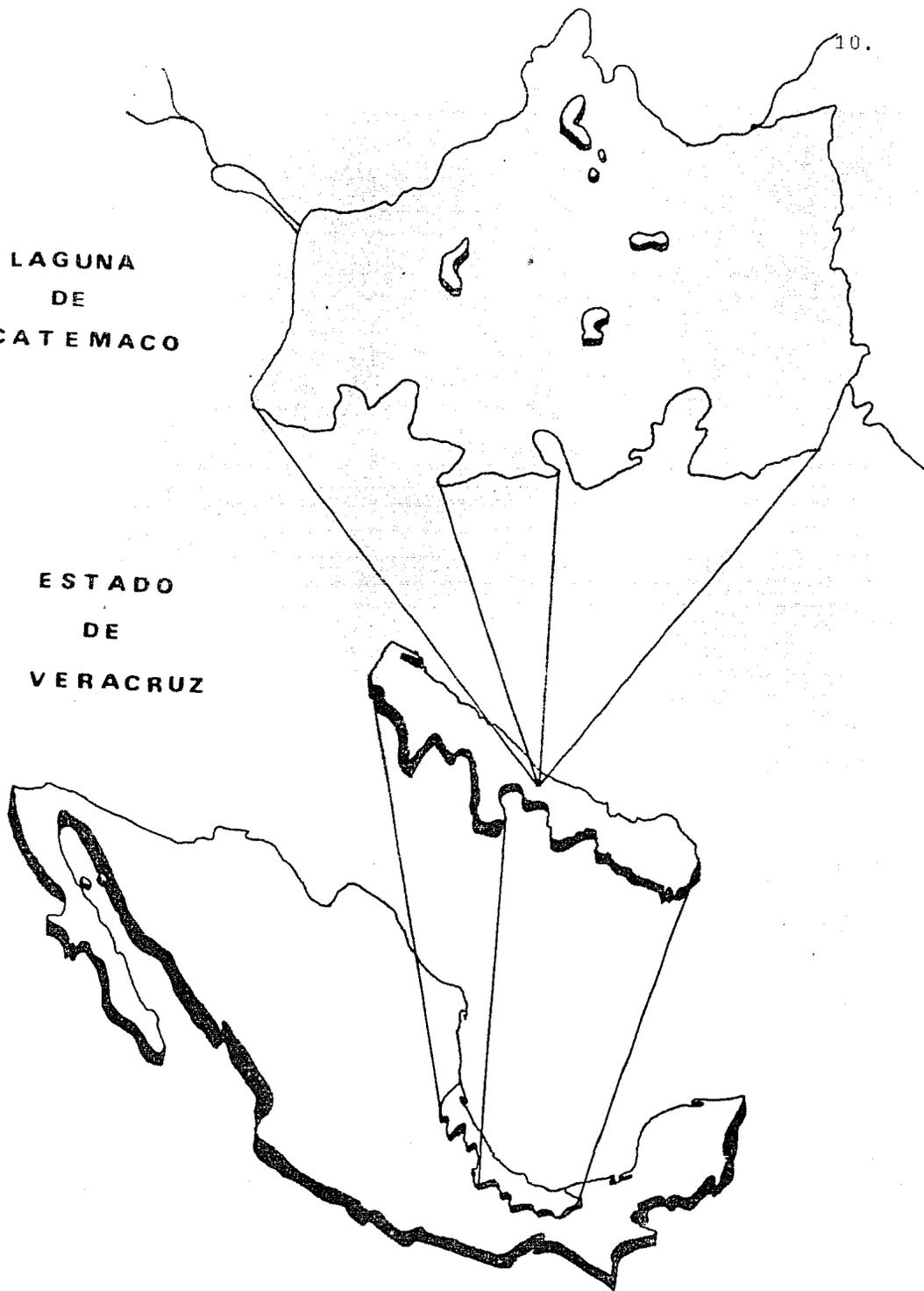


Fig. 2. Localización del área de estudio.

2. METODOLOGIA

1. Se efectuaron cuatro muestreos estacionales en la laguna de Catemaco, para recolectar el material planctónico en un total de 20 estaciones por cada muestreo, cuya localización fué determinada cuadriculando el mapa de la laguna, procurando que las estaciones fueran equidistantes. (Fig.2) El primer muestreo, que correspondió a otoño, se llevó a cabo los días 17 y 18 de diciembre de 1981, muestrándose únicamente 12 estaciones ya que el día 18, debido a las condiciones climáticas imperantes ("norte") fue imposible completar el muestreo. El segundo, correspondiente a invierno, se realizó el 13 de marzo de 1982. El tercero, correspondiente a primavera, se realizó el 18 de junio del mismo año. El cuarto y último, correspondiente a verano, se llevó a cabo el día 11 de septiembre de 1982.

2. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos para cada período y para cada estación. Los factores considerados fueron: temperatura ambiente, temperatura del agua, turbidez, profundidad, pH, oxígeno disuelto y nubosidad (Tablas 1, 2, 3 y 4).

- La temperatura ambiente se midió con un termómetro ambiental de 0-50°C.
- La temperatura del agua se midió con un termómetro graduado de 0-100°C.
- La turbidez se determinó con un disco de Secchi.
- La profundidad se midió con una cuerda de 20 mts y una pesa atada.

- El pH se determinó con papel pH graduado de 1-14
- El oxígeno disuelto se determinó por medio del método de Winkler modificado por Altesberg (Levastu, 1971).
- La nubosidad se midió de acuerdo a una escala arbitraria de 0-5, considerando el porcentaje de cielo cubierto, en donde un cielo totalmente despejado es 0 y totalmente cubierto es 5, así el valor de 1 corresponde a 1/5 parte de cielo cubierto, el valor de 2 corresponde a 2/5 partes de cielo cubierto y así sucesivamente.

3. El plancton fué obtenido por medio de arrastres superficiales durante 20 mins. a una velocidad aproximada de 1 nudo/hora en cada una de las estaciones de muestreo.

4. Las muestras de plancton se fijaron y conservaron en formaldehído al 4% para su análisis posterior en el laboratorio.

5. El estudio del material planctónico se realizó por el método de volumen mínimo, mediante el análisis de una alícuota, determinada de la siguiente manera: la muestra más abundante de cada período se homogeneizó, obteniendo con una pipeta graduada, un ml en el que se cuantificaron el zooplancton y el fitoplancton. Posteriormente se reincorporó este material a la muestra y se obtuvieron ahora 2 ml que también se cuantificaron, y así sucesivamente aumentando el número de mililitros obtenidos hasta un número X. Los datos así obtenidos se graficaron colocando en el eje de las abscisas el número de mililitros extraídos y en el eje de las ordenadas la cantidad de organismos en cada caso. Cuando la curva se volvió constante, se determinó el número de mililitros por analizar en todas las muestras de ese período. Así, para el primer muestreo

(otoño) se estudiaron alícuotas de 8 ml, para el segundo período (invierno) alícuotas de 6 ml, para el tercer período (primavera) alícuotas de 9 ml y para el cuarto período (verano) alícuotas de 10 ml.

6. En cada una de las alícuotas obtenidas de todas las muestras se determinaron y cuantificaron los principales grupos del zoo - plancton y del fitoplancton (Tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

7. Se elaboraron tablas para cada uno de los períodos donde se indican la abundancia y los índices de diversidad del zooplancton (Tablas 5 y 11) y del fitoplancton (Tablas 10 y 12). Los índices de diversidad se calcularon por medio de la fórmula de Simpson (1949) considerando únicamente los organismos identificados a nivel de especie:

$$I.D. = \frac{(\text{número total de organismos})^2}{(\text{número de org. de sp. a})^2 + (\text{número de org. de sp. b})^2 \dots}$$

8. Se elaboraron mapas de distribución y abundancia para los grupos constituyentes del zooplancton y del fitoplancton.

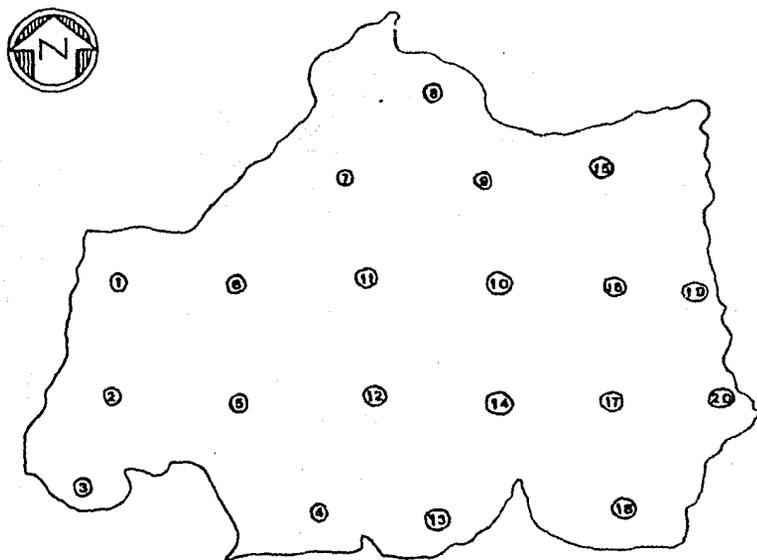


Fig.2. Localización de los puntos de muestreo en el área de estudio.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos registrados en el período de otoño.

E S T.	FECHA	HORA	PROF.	TEMP. AMB.	TEMP. AGUA	pH	O ₂ DISUELT	TURBI- DEZ	NUBO- SIDAD
1	17/12/81	10:05	3 mt	27°C	24°C	6.5	1.5ppm	0.85m	0
2	17/12/81	10:35	2.5 mt	27.5°C	24°C	6.5	4.4ppm	1.0 m	0
3	17/12/81	10:52	2.2 mt	27°C	24°C	6.5	7.3ppm	1.0 m	0
4	17/12/81	11:17	5.7 mt	27.5°C	24°C	6.5	7.8ppm	0.9 m	0
5	17/12/81	11:36	8.4 mt	27.5°C	24°C	6.5	9 ppm	0.9 m	0
6	17/12/81	11:53	13.5mt	28°C	24.5°C	6.5	6.4ppm	0.95m	0
7	17/12/81	12:19	5.3mt	28°C	24.5°C	6.5	4.5ppm	0.9 m	0
8	17/12/81	12:40	6.4mt	28°C	24.5°C	6.5	6 ppm	0.95m	0
9	17/12/81	13:05	3mt	28°C	24.5°C	6.5	4.5ppm	0.95m	0
10	17/12/81	13:31	3.5mt	28°C	24.5°C	6.5	6.6ppm	1.0 m	0
11	18/12/81	8:15	7.9mt	22°C	20°C	6.5	7ppm	0.8 m	5
12	18/12/81	8:55	11.3mt	22°C	20°C	6.5	4.5ppm	0.8 m	5

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos registrados en el período de invierno.

E S T.	FECHA	HORA	PROF.	TEMP. AMB.	TEMP. AGUA	pH	O ₂ DISUELO	TURBI- DEZ	NUBO- SIDAD
1	13/03/82	9:00	3 mt.	25°C	23°C	6.5	10ppm	0.75 m.	0
2	13/03/82	9:25	2.5mt	29°C	25°C	6.5	8 ppm	0.75 m.	0
3	13/03/82	9:55	2.2mt	30°C	26°C	7.0	5 ppm	0.90 m.	0
4	13/03/82	10:00	5.7mt	32°C	26°C	6.5	3.5ppm	0.90 m.	0
5	13/03/82	10:55	8.4mt	39°C	26°C	6.5	9 ppm	0.90 m	0
6	13/03/82	11:30	13.5mt	34°C	25°C	6.5	7.5ppm	0.90 m.	0
7	13/03/82	11:57	5.3mt	35°C	26°C	7.0	5 ppm	0.80 m.	0
8	13/03/82	12:20	1.4mt	31°C	26°C	6.5	7 ppm	1.0 m	0
9	13/03/82	12:52	3 mt	35°C	26°C	6.5	8.5ppm	1.15 m.	0
10	13/03/82	13:16	3.5mt	38°C	26°C	6.5	7 ppm	0.90 m.	0
11	13/03/82	13:38	7.9mt	40°C	26.5°C	6.5	7 ppm	0.90 m	0
12	13/03/82	14:05	11.3mt	39°C	26°C	7.0	9 ppm	1.15 m.	0
13	13/03/82	14:28	5.4mt	39°C	30°C	6.5	7 ppm	0.9 m.	0
14	13/03/82	14:53	8.2mt	41°C	28°C	6.5	10 ppm	1.15 m.	0
15	13/03/82	15:20	7.4mt	41°C	27°C	7.0	7.5 ppm	1.15 m.	0
16	13/03/82	15:45	11 mt	41°C	28°C	6.5	7 ppm	1.0 m	0
17	13/03/82	16:10	10.5mt	38°C	27°C	7.0	10 ppm	0.95m	0
18	13/03/82	16:35	9.0mt	39°C	27°C	6.5	9.5ppm	1.0 m.	0
19	13/03/82	17:05	11 mt	33°C	26°C	6.5	8 ppm	0.9 m.	0
20	13/03/82	17:40	2.3mt	38°C	25°C	6.5	8.5ppm	0.9 m.	0

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos registrados en el período de primavera.

E S T.	FECHA	HORA	PROF.	TEMP.	TEMP.	pH	O ₂	TURBI-	NUBO-
				A MB.	AGUA		DISUELTO	DEZ	SIDAD
1	18/06/82	9:05	3 mt	29°C	26°C	7.0	4.5ppm	0.75m	2
2	18/06/82	9:25	2.5mt	30°C	27°C	7.0	5.5ppm	0.80m	2
3	18/06/82	9:45	2.2mt	32°C	30°C	7.0	4 ppm	0.72m	2
4	18/06/82	10:05	5.7mt	30°C	29°C	7.0	4 ppm	0.82m	2
5	18/06/82	10:25	8.4mt	31°C	30°C	7.0	3.5ppm	0.82m	2
6	18/06/82	10:45	13.5mt	32°C	30°C	8.0	4.5ppm	0.85m	2
7	18/06/82	11:05	5.3mt	30°C	29°C	7.5	3.5ppm	1.0 m	2
8	18/06/82	11:25	6.4mt	30°C	30°C	7.5	3 ppm	1.0 m	2
9	18/06/82	11:45	3mt	31°C	29°C	7.5	3.2ppm	0.92m	2
10	18/06/82	12:10	3.5mt	30°C	29°C	7.5	3.5ppm	1.02m	3
11	18/06/82	12:33	7.9mt	30°C	29°C	7.5	3 ppm	1.0 m	3
12	18/06/82	12:51	11.3mt	31°C	29°C	7.5	4 ppm	1.0 m	3
13	18/06/82	13:18	5.4mt	31°C	29°C	7.5	5 ppm	1.03m	3
14	18/06/82	13:30	8.2mt	31°C	29°C	7.5	4 ppm	1.03m	3
15	18/06/82	13:47	7.4mt	31°C	30°C	7.5	3 ppm	1.0 m	3
16	18/06/82	14:12	11 mt	32°C	30°C	7.5	3.7ppm	1.0 m	3
17	18/06/82	14:37	10.5mt	32°C	30°C	7.0	4 ppm	1.20m	3
18	18/06/82	14:59	9 mt	32°C	29°C	7.0	3 ppm	1.20m	3
19	18/06/82	15:25	11mt	31°C	30°C	7.0	4.5ppm	1.0 m	3
20	18/06/82	15:51	2.3mt	32°C	30°C	7.0	4.7ppm	1.0 m	3

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos registrados en el período de verano.

E S T.	FECHA	HORA	PROF.	TEMP. AMB.	TEMP. AGUA	pH	O ₂ DISUELT.	TURBI- DEZ	NUBO- SIDAD
1	11/09/82	9:35	3 mt	31°C	26°C	6.5	5 ppm	0.75m	2
2	11/09/82	9:55	2.5mt	33°C	27°C	6.5	3.5ppm	0.75m	2
3	11/09/82	10:15	2.3mt	33°C	27°C	6.5	6 ppm	0.95m	2
4	11/09/82	10:35	5.7mt	35°C	28°C	6.5	5.5ppm	1.0 m	2
5	11/09/82	10:57	8.4mt	36.5°C	28.5°C	6.5	4.5ppm	0.85m	2
6	11/09/82	11:20	13.5mt	38°C	29°C	6.5	7.5ppm	0.95m	1
7	11/09/82	11:43	5.3mt	38°C	29°C	6.5	7 ppm	0.85m	1
8	11/09/82	12:04	6.4mt	39°C	30°C	7.0	4 ppm	0.85m	1
9	11/09/82	12:25	3 mt	39.5°C	30°C	7.0	6 ppm	0.85m	1
10	11/09/82	12:47	3.5 mt	41°C	31°C	7.0	5 ppm	1.0m	1
11	11/09/82	13:11	7.9mt	41°C	31°C	7.0	5ppm	0.75m	1
12	11/09/82	13:30	11.3mt	41.5°C	31°C	7.0	6 ppm	0.75m	1
13	11/09/82	13:52	5.4mt	43°C	31°C	7.0	6 ppm	0.80m	1
14	11/09/82	14:18	8.2mt	40°C	29°C	7.0	4 ppm	0.85m	1
15	11/09/82	14:38	7.4mt	38°C	29°C	7.0	6 ppm	0.85m	1
16	11/09/82	15:10	11mt	36.5°C	27°C	7.0	4 ppm	0.85m	1
17	11/09/82	15:33	10.5mt	35.5°C	27°C	7.0	5 ppm	0.85m	1
18	11/09/82	16:00	9 mt	35°C	26°C	7.0	4 ppm	0.60m	1
19	11/09/82	16:23	11 mt	32°C	26°C	7.0	6 ppm	0.90m	1
20	11/09/82	16:50	2.3mt	32°C	26°C	7.0	5 ppm	1.0 m	1

Tabla 5. Abundancia del zooplancton en la laguna de Catemaco durante los 19. cuatro periodos de estudio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra. Alic. 8 ml.	31	23	5	5	8	13	5	40	16	4	107	135								

OTOÑO

TOTAL
392

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra. Alic. 6 ml.	8	22	11	6	5	35	55	5	9	25	3	5	4	4	4	5	4	2	6	62

INVIERNO

TOTAL
280

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra. Alic. 9 ml.	17	12	7	6	4	6	27	16	15	19	7	38	8	35	20	74	15	6	14	14

PRIMAVERA

TOTAL
360

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra. Alic. 10 ml.	15	43	16	13	12	25	16	14	10	6	12	49	6	4	21	8	9	5	10	17

VERANO

TOTAL
311

Tabla.6. Abundancia del fitoplancton en la laguna de Catemaco durante los cuatro periodos de estudio. 20.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra Alic. 8 ml.	7165	8494	7145	7129	6282	7169	4760	5881	4690	5715	5864	4108								

OTOÑO

TOTAL
74 482

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra Alic. 6 ml.	6332	4420	5256	4881	5303	4814	7033	5429	4119	4028	700	3925	6154	6474	6060	5905	4965	7560	7271	8306

INVIERNO

TOTAL
115 283

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra Alic. 9 ml.	8778	11748	12111	9096	14141	13138	11018	12125	11610	12618	13741	11104	12190	9577	12418	11618	13008	10717	11063	12340

PRIMAVERA

TOTAL
234 445

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de Organismos por muestra Alic. 10 ml.	4177	7006	6991	7021	4010	6917	6681	10503	9116	5313	7711	4110	5819	5481	6711	5667	6506	6117	5711	3812

VERANO

TOTAL
125 591

Tabla.8. Abundancia de los grupos del zooplancton determinados en la laguna de Catenaco durante el periodo de invierno.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ROTATORIA	<i>Keratella americana</i>			1																1		
	<i>Brachionus havanaensis</i>		2				5							2							2	
ACARIDA	PPOSTIGMATA	2	1	2	1			1			3				1		1			1	2	
C R U S T A C E A	CICLOPOIDA	<i>Macrocyclops albidus</i>	1	2	1		1	4	18		1	4	1								1	
		<i>Ectocyclops phlogaeus</i>																				
		<i>Halicyclops</i> sp.	2	7		1		10	14	4	3	8						1	1			13
	COPEPODA	<i>Diptomus judayi</i>		2	2		2	3	4										3	4		19
		<i>Bosmina longirostris</i>		1		1		1									1	1				5
	MALACOSTRACA	<i>Gammarus lacustris</i>							8		2	3		1								
PODOCOPA		1	1	2	2	1	2			3	1	1	2	2	1	2	1				1	
LARVA NAUPLIO		2	6	1			10	6		1	4									1	18	
INSECTA	DIPTERA <i>Pentaneura</i> sp.							4						1								
	ODONATA				1				1										1			
	COLEOPTERA					1					1	2								1		
	NEUROPTERA																				1	
CHORDATA	<i>Dorosoma petenense</i> (larva)																				1	
	Huevo			2											1	1						

Tabla.11. Indices de diversidad del zooplancton en los cuatro periodos de estudio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	2.16	1.18	1.0	3.0	1.0	1.86	0.0	1.34	1.24	2.0	1.16	1.60								

OTOÑO

Indice de Diversidad Promedio	1.46
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	1.0	3.77	2.77	1.0	1.8	3.79	1.2	0.0	1.0	1.96	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.85

INVIERNO

Indice de Diversidad Promedio	1.46
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	3.27	2.79	1.0	1.0	2.0	1.0	3.03	2.94	2.2	2.12	3.0	3.55	1.92	2.63	4.54	1.58	2.27	2.0	2.66	1.28

PRIMAVERA

Indice de Diversidad Promedio	2.35
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	2.77	1.94	1.41	2.0	5.0	1.28	3.52	3.26	1.97	2.0	1.28	2.45	2.0	1.0	1.8	2.0	2.66	1.0	2.57	3.44

VERANO

Indice de Diversidad Promedio	2.29
-------------------------------	-------------

3. RESULTADOS

3.1 Parámetros fisicoquímicos.

Temperatura ambiente. La variación de este factor durante el ciclo anual fué de 19 °C, teniendo una mínima de 22°C que se registró en el período correspondiente a invierno (Tabla 2).

Temperatura del agua. Este parámetro tuvo una variación de 11°C, presentándose la mínima con 20°C en el período correspondiente a otoño (Tabla 1). La máxima fué de 31°C y se registró en el período correspondiente a verano (Tabla 4)

Oxígeno disuelto. La variación del oxígeno disuelto durante el ciclo anual fué de 8.5 ppm, registrándose un mínimo de 1.5 ppm en el período correspondiente a otoño (Tabla 1). El máximo fué de 10 ppm y se registró en el período correspondiente a invierno (Tabla 2).

Turbidez. La variación anual de la turbidez fué de 0.63 mts, registrándose la mínima para el período correspondiente a verano, con 0.60 mts (Tabla 2.)

pH. El pH tuvo una variación total de 1.5 unidades. El mínimo se registró en el período correspondiente a primavera con un valor de 6.5 (Tabla 2) y el máximo fué de 8.0, registrado en los períodos correspondientes a los muestreos de invierno, verano y otoño (Tabla 1, 3 y 4).

Nubosidad. Este parámetro tuvo una variación extrema, presentándose un cielo totalmente despejado (0) en los muestreos correspondientes a la primera parte del otoño y a la totalidad del invierno.

no (Tablas 1 y 2) y un cielo totalmente cubierto (5) en el muestreo correspondiente a la segunda parte del otoño (Tabla 1).

3.2 Composición faunística y florística.

Se determinaron un total de 1342 organismos del zooplancton y 549,801 individuos del fitoplancton. A continuación se expone el arreglo sistemático de ambos grupos.

Z o o p l a n c t o n

Phylum Rotatoria

Clase Monogononta

Orden Ploima

Familia Brachionidae

Subfamilia Brachioninae

Brachionus havanaensis Rousselet, 1911

Keratella americana Carlin

Familia Asplanchnidae

Asplanchna priodonta Gosse, 1850

Orden Flosculariaceae

Familia Testudinellidae

Filinia Bory de St. Vincent

Phylum Arthropoda

Subphylum Mandibulata

Clase Crustacea

Subclase Brachiopoda

Superorden Diplostraca

Orden Cladocera

Suborden Eucladocera

Superfamilia Chydoroidea

Familia Bosminidae

Bosmina longirostris Muller, 1785

Subclase Ostracoda

Orden Podocoda

Suclase Copepoda

Orden Calanoida

Familia Diaptomidae

Diaptomus judayi Marsh, 1907

Orden Cyclopoida

Familia Cyclopidae

Macrocyclops albidus Jurine, 1820

Ectocyclops phaleratus

Halicyclops Norman

Subclase Malacostraca

Orden Amphipoda

Familia Gammaridae

Gammarus lacustris Sars, 1865

Clase Insecta

Orden Diptera

Familia Tendipedae

Pentaneura Philippi

Orden Coleptera

Orden Neuroptera

Orden Odonata

Phylum Chordata

Clase Pisces

Suclase Osteichthyes

Orden Clupeiformes

Familia Clupeidae

Dorosoma petenense Gunther

F i t o p l a n c t o n

División Cyanochloronta

Clase Myxophyceae

Orden Chroococcales

Familia Chroococcaceae

Merismopedia quadruplicatum Meyen, 1839Chroococcus Nägeli, 1849Aphanocapsa Nägeli, 1849

Orden Oscillatorinae

Familia Oscillatoriaceae

Lyngbya Agardh., 1824Spirulina princeps w. and G. S. West, 1907

División Chlorophycophyta

Clase Chlorophyceae

Orden Volvocales

Familia Volvocaceae

Pandorina morum Bory., 1824

Orden Chlorococcales

Familia Hydrodictaceae

Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs 1844.Pedistrum bryanum (Turp.) Meneghini 1840

Orden Chrololellales

Familia Chlorellaceae

Chlorella vulgaris Beyerinck 1890

Familia Scenedesmaceae

Scenedesmus acuminatus (Lag) Chodat, 1902

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Brébisson and Godey,
1835.

Orden Ulotricales

Familia Ulotrichaceae

Ulotrix Kuetzig, 1833

Orden Zygnematales

Familia Desmidiaceae

Euastrum Ehrenberg, 1832

Cosmarium botrytis (Menegh.) Ralfs, 1848

División Chrysophycophyta

Clase Bacillariophyceae

Orden Centrales

Familia Coscinodiscaceae

Melosira granulata Boyer, 1927

Orden Pennales

Familia Naviculaceae

Navicula Bory, 1822

3.3 Abundancia del zooplancton y del fitoplancton.

Tomando en cuenta la abundancia de los organismos identificados en el presente estudio, se obtuvo la dominancia de los grupos estudiados expresando los resultados en porcentajes.

En el período de otoño se encontró un total de 392 individuos del zooplancton. La estación 12 fué la más abundante con 135 organismos y la de menor abundancia fué la 10 con sólo 4 individuos (Tabla 5). En el período de otoño el grupo que tuvo la mayor abundancia fué el de los cladóceros, con un 45%, seguido por los copépodos con un 30.6% y después por las larvas nauplio que representaron un 18.38%. Los rotíferos representaron tan sólo un 1.27% en este muestreo. Otros grupos con bajo porcentaje de abundancia fueron: los ostrácodos y las larvas y huevos de peces con un 1.78% cada uno, y los ácaros con sólo un 0.76% (Tabla 13).

Dentro del fitoplancton, las cianofitas aparecieron como el grupo más abundante, se registraron en total 74.843 individuos, siendo la estación 2 la más abundante, con 8.494 individuos y la estación 12 la menos abundante con 4.185 individuos (Tabla). Como se mencionó anteriormente, las cianofitas representaron el grupo de mayor abundancia con un 95.36% del fitoplancton, seguidas por las diatomeas con 34.64% y por las clorofitas con un 1% (Tabla 14).

En el período de invierno, se registró para el zooplancton un total de 280 organismos. La estación 7 fué la más abundante con 55 individuos y la de menor abundancia fué la 18, con tan sólo 2 individuos (Tabla 5). En este período predominaron los copépodos con casi un 50%. Los grupos que le siguieron fueron las larvas nauplio

con un 17.56 % y los ostrácodos con un 8.24%. Con bajo porcentaje se registraron los rotíferos con 4.66%, los cladóceros con un 3.58%, los ácaros con un 5.38%, los insectos con un 4.62% y las larvas y huevos de peces con sólo 1.79%. Los anfípodos aparecieron únicamente en este muestreo con sólo un 5.05%(Tabla 13).

En lo que respecta al fitoplancton, se registró un total de 115,283 individuos, siendo la estación más abundante la 20 con 8,306 individuos, y la de menor abundancia en el invierno, la estación 12 con 3,925 organismos (Tabla 6). En éste período se registró la mayor abundancia de las cianofitas con un 98.83%, seguidas por las clorofitas con un 0.33% y por las diatomeas con 0.84% (Tabla 14).

En cuanto al zooplancton, en el período de primavera, aparecieron un total de 360 individuos. La estación 16 fué la más abundante con 74 individuos y la de menor abundancia fué la 5 con sólo 4 organismos (Tabla 5). El grupo que tuvo mayor abundancia fué el de los copépodos con un 39.16%, seguido por las larvas nauplio que aparecieron con un 23.9%. Los cladóceros representaron un 15% y los rotíferos un 11.6%, siendo éstos cuatro grupos los más abundantes en este muestreo. En menor abundancia aparecieron los ostrácodos con un 4.72%, los ácaros con un 3.88% y las larvas y huevos de peces con sólo un 1.66% (Tabla 13).

En relación al fitoplancton, se registraron 234,445 organismos. La estación más abundante fué la 5 con 14,141 individuos y la de menor abundancia fué la 1 con 8.778 individuos (Tabla 6). Las cianofitas presentaron una gran predominancia sobre los otros grupos, apa

reciendo en un 95.06%, seguidas por las clorofitas con un 3.34% y por las diatomeas con un 1.6% (Tabla 14)

En el período correspondiente al verano, aparecieron un total de 311 individuos del zooplancton. La estación 12 fué la más abundante con 49 organismos, y la de menor abundancia fué la 14 con 4 individuos (Tabla 5). En este muestreo, son también los copépodos el grupo más abundante en el zooplancton con un 44.05%, seguidos por las larvas nauplio con un 18.65%. Los cladóceros y los rotíferos tuvieron en este período porcentajes muy parecidos; 14.7 y 14.8% respectivamente. Con menor abundancia, aparecieron los siguientes grupos: Los ostrácodos con un 4.82%, las larvas y huevos de peces con un 1.93%, los ácaros con un 0.96% y los insectos con sólo un 0.32% (Tabla 13).

En cuanto al fitoplancton, se registraron 125,591 individuos, siendo la estación más abundante la 8 con 10,503 organismos y la de menor, la 5 con 4,010 individuos (Tabla 6). En este período, continó la dominancia de las cianofitas, ahora con un 95.77%, seguidas por las diatomeas con un 3.84%, y por las clorofitas con sólo un 0.38% (Tabla 14).

Considerando la totalidad del muestreo, resultó que los copépodos constituyeron el grupo más abundante durante el ciclo anual, representando casi un 40% del zooplancton y fueron seguidos en abundancia por los cladóceros con un 21.4%, después por las larvas nauplio con un 19.73% y los rotíferos con un 7.9%. Con una menor abundancia anual, se presentaron los ostrácodos, con 4.62%, los ácaros

con un 2.60%, las larvas y huevos de peces con un 1.77% y los anfípodos e insectos con 1.04% cada uno (Tabla 13).

En relación al fitoplancton, es notable destacar la predominancia anual de las cianofitas, con un 96.005% sobre las diatomeas que representaron un 2.48% y sobre las clorofitas que tuvieron un 1.27% (Tabla 14).

3.4 Diversidad del zooplancton y del fitoplancton

En los sistemas ecológicos, una comunidad biológica compleja puede indicar una situación de estabilidad ambiental. La evaluación de estos sistemas puede complementarse midiendo el índice de diversidad, es decir, cuantificar el número y tipo de especies de plantas y animales que habitan en un sistema ecológico determinado. Así, si existen muchos individuos de pocas especies, el índice de diversidad es consecuentemente bajo y puede estar indicando que las condiciones ambientales sólo permiten la existencia de organismos con un intervalo amplio de tolerancia, siendo esto característico de un ambiente eutrófico. Cuando aparecen pocos organismos que incluyen muchas especies, es decir, con alto índice de diversidad, puede indicar un ambiente oligotrófico.

En el período de otoño, el índice de diversidad para el zooplancton fué de 1.46, presentándose el índice mínimo en la estación 7, donde no se identificó ningún organismo a nivel de especie, y el máximo en la estación 4 con un valor de 3.0 (Tabla 11).

Para el fitoplancton, el índice de diversidad promedio en el período de otoño, fué de 1.77, presentándose el mínimo en la estación 4, con 1.53 y el máximo en la 8 con un valor de 2.07 (Tabla 12).

Tabla.12. Indices de diversidad del fitoplancton en los cuatro períodos de estudio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	1.74	1.68	1.65	1.53	1.79	1.68	1.93	2.07	1.87	1.72	1.68	1.94								

OTOÑO

Indice de Diversidad Promedio	1.77
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	1.44	1.12	1.32	1.30	1.28	1.29	1.38	1.21	1.18	1.23	1.41	1.37	1.27	1.18	1.47	1.36	1.16	1.21	1.30	1.12

INVIERNO

Indice de Diversidad Promedio	1.28
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad Promedio	1.11	1.17	1.20	1.24	1.28	1.24	1.13	1.40	1.25	1.27	1.24	1.29	1.28	1.19	1.17	1.21	1.22	1.12	1.26	1.16

PRIMAVERA

Indice de Diversidad Promedio	1.22
-------------------------------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Indice de Diversidad	1.66	1.98	1.71	1.16	1.11	1.77	1.82	1.19	1.92	1.51	1.84	1.33	1.67	1.85	1.79	1.91	1.76	1.69	1.58	1.63

VERANO

Indice de Diversidad Promedio	1.64
-------------------------------	-------------

Tabla.13. Abundancia porcentual de los grupos del zooplancton en la laguna de Catemaco.

Grupo de zoo- plancton.	COPEPODA	CLADOCERA	ROTIFERA	LARVA NAUPLIO	OSTRACODA	ACARIDA	PISCES	AMPHIPODA	INSECTA
Periodo Estacional.	%	%	%	%	%	%	%	%	%
OTOÑO	30.6	45.5	1.27	18.38	1.78	0.76	1.78	0.0	0.0
INVIERNO	49.2	3.59	4.66	17.56	8.24	5.38	1.79	5.05	4.62
PRIMAVERA	39.16	15.0	11.66	23.9	4.72	3.88	1.66	0.0	0.0
VERANO	44.05	14.47	14.8	18.65	4.82	0.96	1.93	0.0	0.32
ANUAL TOTAL	39.90	21.40	7.90	19.73	4.62	2.60	1.77	1.04	1.04

Tabla.14. Abundancia porcentual de los grupos del fitoplacton en la laguna de Catemaco.

	CIANOCHLORONTA %	CHLOROPHYCOPHYTA %	CHRYSOPHYCOPHYTA %
OTOÑO	95.36	1.00	3.64
INVIERNO	98.83	0.33	0.84
PRIMAVERA	95.06	3.34	1.60
VERANO	95.77	0.38	3.84
ANUAL TOTAL	96.005	1.262	2.48

En el período de invierno, el índice de diversidad promedio para el zooplancton fué de 1.45; en las estaciones 8 y 14, no se identificaron individuos a nivel de especie, y la mayor diversidad se presentó en la estación 2 con un valor de 3.77 (Tabla 11).

En cuanto al fitoplancton, el índice de diversidad promedio fué de 1.28, con un mínimo de 1.12 en las estaciones 2 y 20; y con un máximo de 1.47 en la estación 15 (Tabla 12).

En el período de primavera, el índice de diversidad promedio para el zooplancton fué de 2.35. Las estaciones con un índice de diversidad bajo fueron la 3, la 4 y la 6 con un valor de 1.0, mientras que la 12 fué la de mayor diversidad con 2.85 (Tabla 11).

En relación al fitoplancton, el índice de diversidad promedio obtenido fué de 1.22, siendo la estación 1 la de menor diversidad con un valor de 1.0 y la estación 8 la de mayor diversidad con un valor de 1.40 (Tabla 12).

En el período de verano, el índice de diversidad promedio fué de 2.26, con un mínimo de 1.0 en las estaciones 14 y 19, y un máximo de 5.0 en la estación 5 (Tabla 11).

El índice de diversidad promedio para el fitoplancton en el período de verano fué de 1.74, teniendo como mínimo 1.11 en la estación 5 y un máximo en la estación 2 con 1.98 (Tabla 12).

3.5 Distribución del zooplancton y del fitoplancton.

En cuanto a la distribución de los organismos del zooplancton en la zona de estudio, se observó que durante el período de otoño

los crustáceos se distribuyeron ampliamente en la laguna, siendo la especie más abundante Bosmina longirostris (Fig. 3).

Los rotíferos y los ácaros aparecieron únicamente en tres estaciones de muestreo, mientras que las larvas y huevos de peces se registraron en una sola localidad (Figs. 4 y 5).

En el período de invierno, los crustáceos también tuvieron una distribución muy amplia, presentándose en todas las estaciones de muestreo, destacando por su abundancia los copépodos. Los crustáceos en este período se registraron con mayor abundancia hacia la orilla noreste de la laguna (Fig. 6). Los rotíferos fueron escasos y aparecieron únicamente en algunas localidades hacia las orillas de la laguna (Fig. 7). En cuanto al resto de los grupos determinados, se encontró que aparecieron dispersos en varias estaciones del área de estudio (Fig. 8).

En el período de primavera, tal y como ocurrió en los dos muestreos anteriores, los crustáceos aparecieron con una amplia distribución en la laguna, observándose en todas las estaciones muestreadas, presentando una mayor abundancia hacia el centro de la laguna (Fig. 9). En cuanto a los rotíferos se observó un incremento notable en número de especies como en amplitud de distribución, siendo la especie Keratella americana la única que se mantiene a través de todo el ciclo anual (Fig. 10). Los ácaros y las larvas de peces se observaron con una distribución restringida (Fig. 11).

En el último muestreo, el verano, los crustáceos continuaron con una distribución amplia, en la zona de estudio (Fig.12). Los rotíferos aparecieron con una distribución similar a la del período de primavera (Fig. 13). En este período se observaron con una distribución restringida al igual que durante la primavera (Fig.14).

Por lo que se refiere a la distribución de los organismos del fitoplancton en el área de estudio, se observó que durante el período de otoño, la cianofitas aparecieron con una abundancia y una distribución muy amplias, observándose en todas las estaciones muestreadas. Las clorofitas y las diatomeas se registraron también en todas las estaciones de muestreo, con una abundancia mucho menor (Fig. 15). En el período de invierno persistió la dominancia de las cianofitas, observándose una disminución en la abundancia para las clorofitas y diatomeas (Fig. 16). En el período de primavera, se registró un incremento notable en la abundancia del fitoplancton, presentando las cianofitas una dominancia sobre los demás grupos (Fig.17). En el período correspondiente a verano, decreció la abundancia del fitoplancton, apareciendo de una manera similar al período de otoño (Fig. 18).

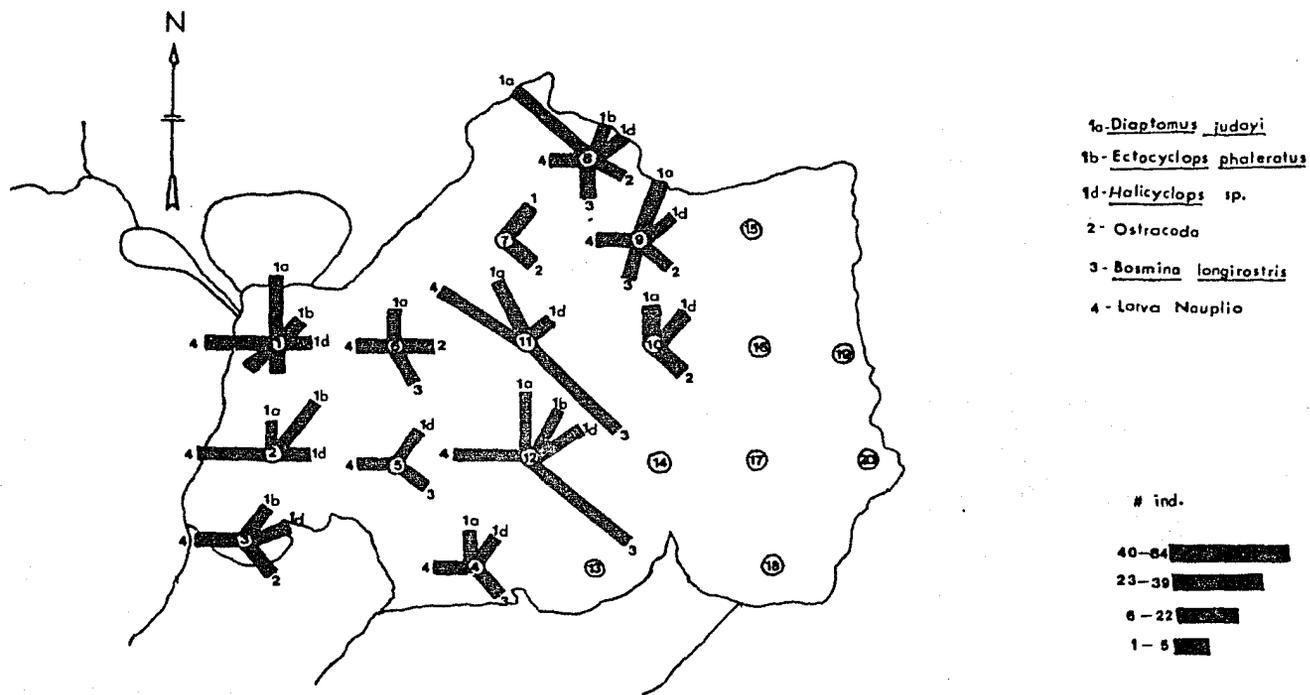


Fig.3. Distribución y abundancia de los crustáceos en el área de estudio durante el período de otoño.

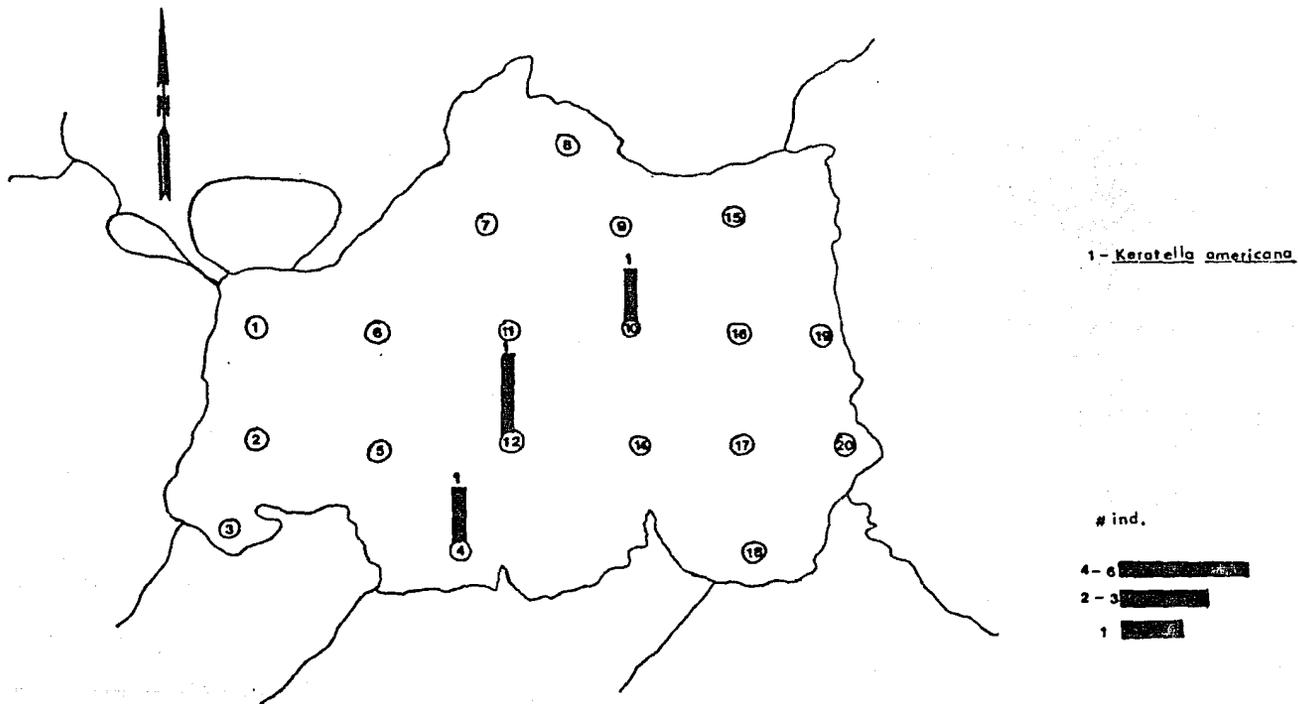


Fig.4. Distribución y abundancia de los rotíferos en el área de estudio durante el período de otoño.

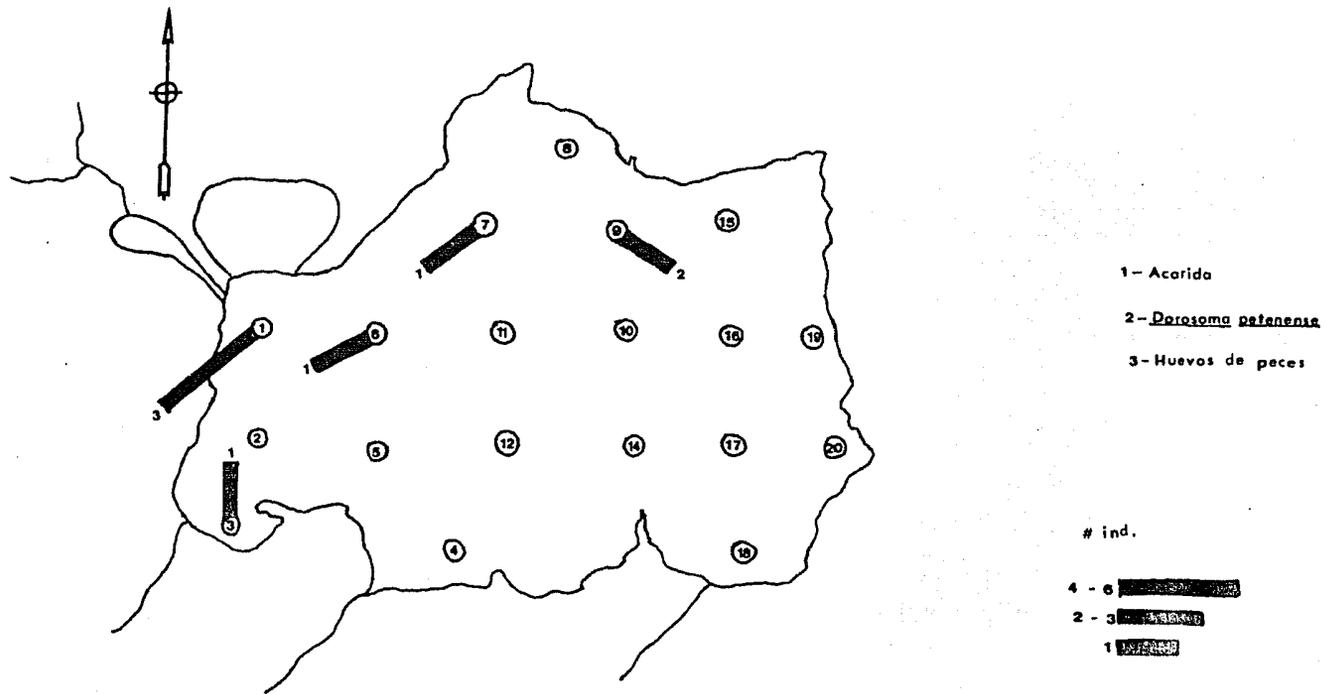


Fig.5. Distribución y abundancia de los ácaros, y huevos y larvas de peces en el área de estudio durante el otoño.

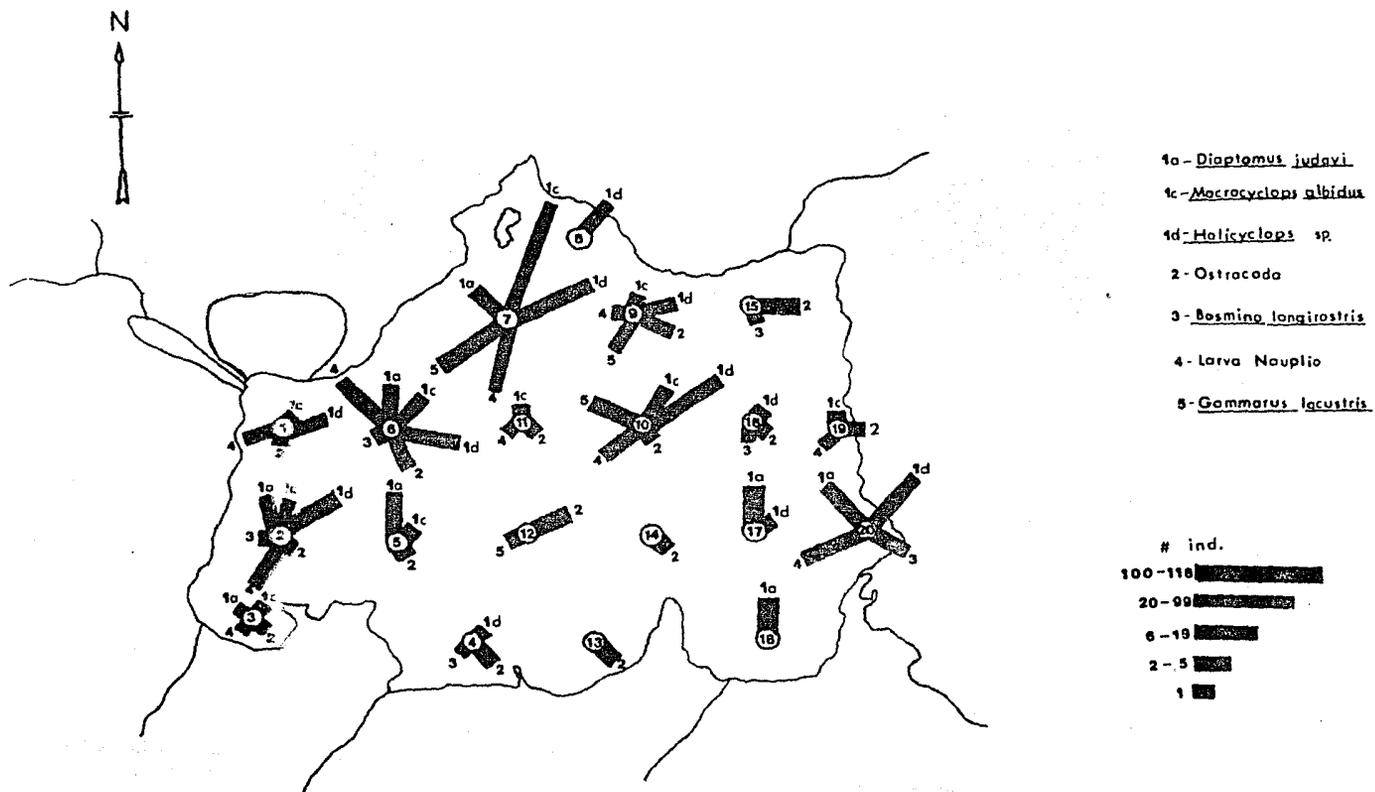


Fig.6. Distribución y abundancia de los crustáceos en el área de estudio durante el período de invierno.

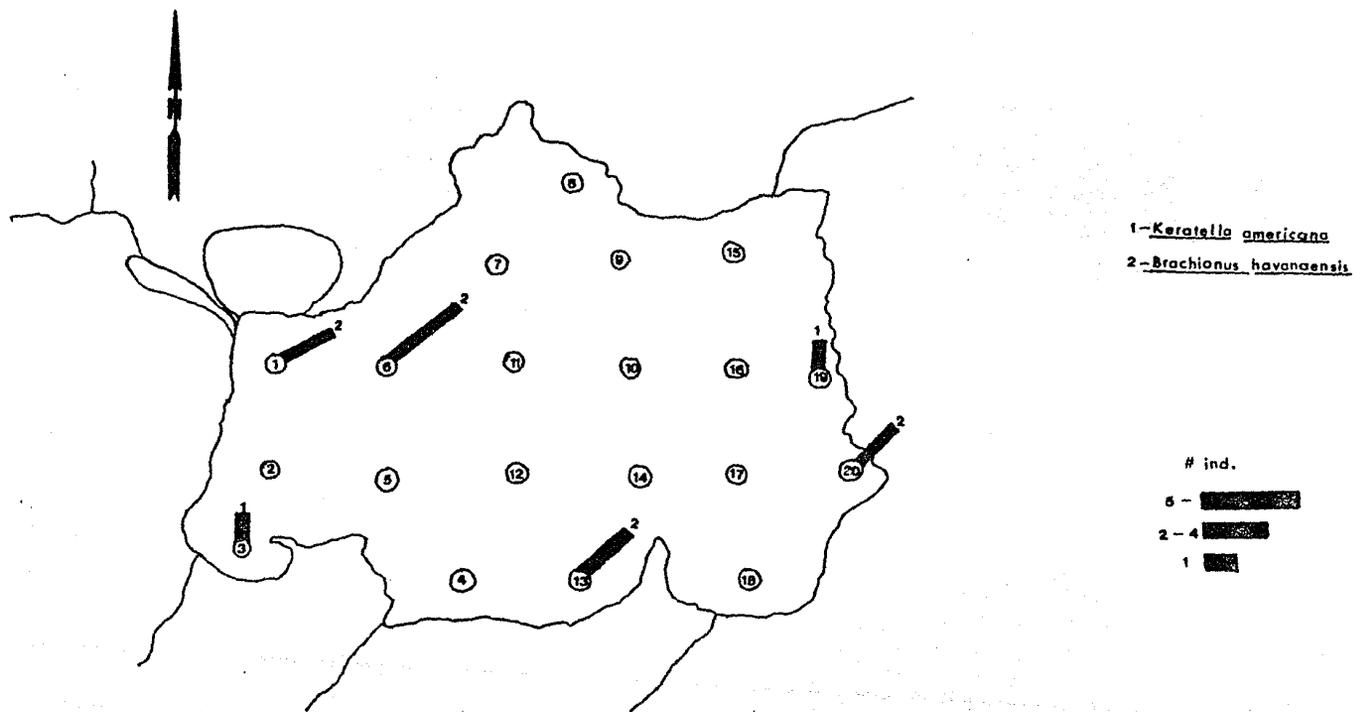


Fig.7. Distribución y abundancia de los rotíferos en el área de estudio durante el período de invierno.

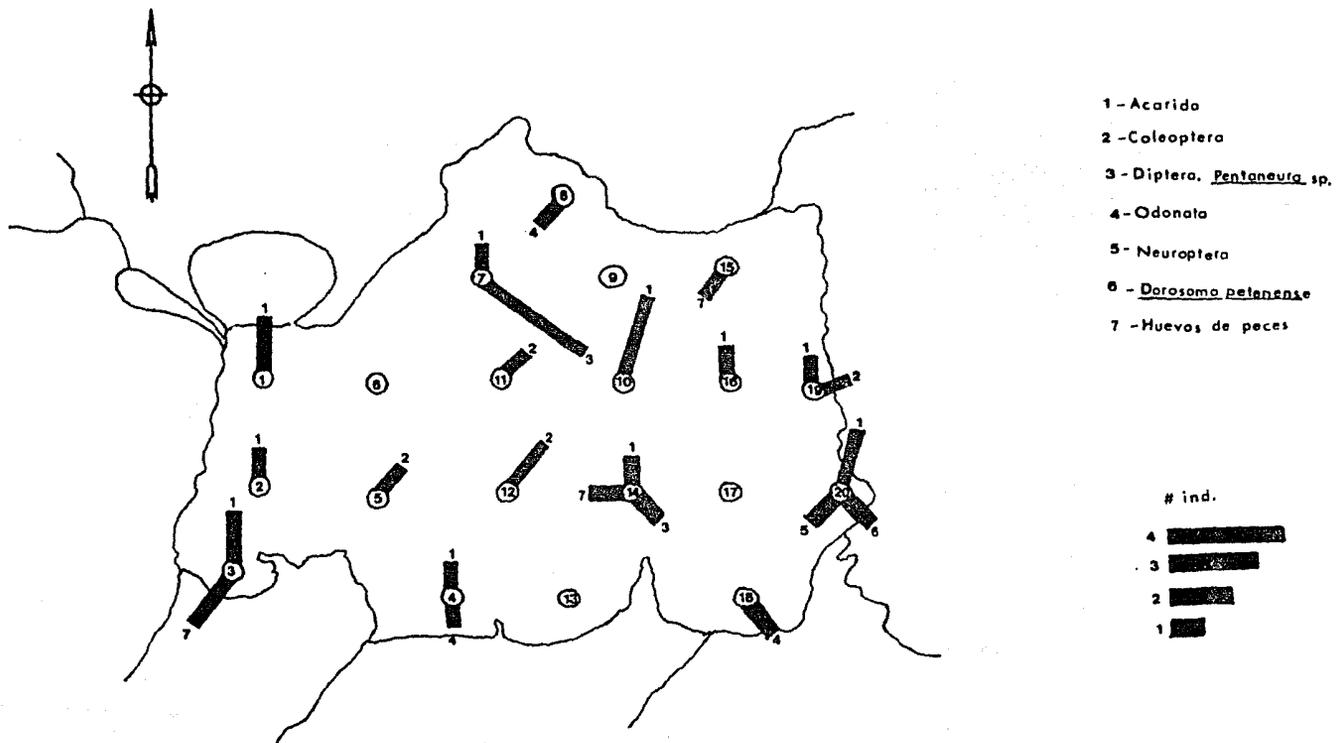


Fig.8. Distribución y abundancia de los grupos del zooplancton con menor dominancia en el área de estudio durante el período de invierno.

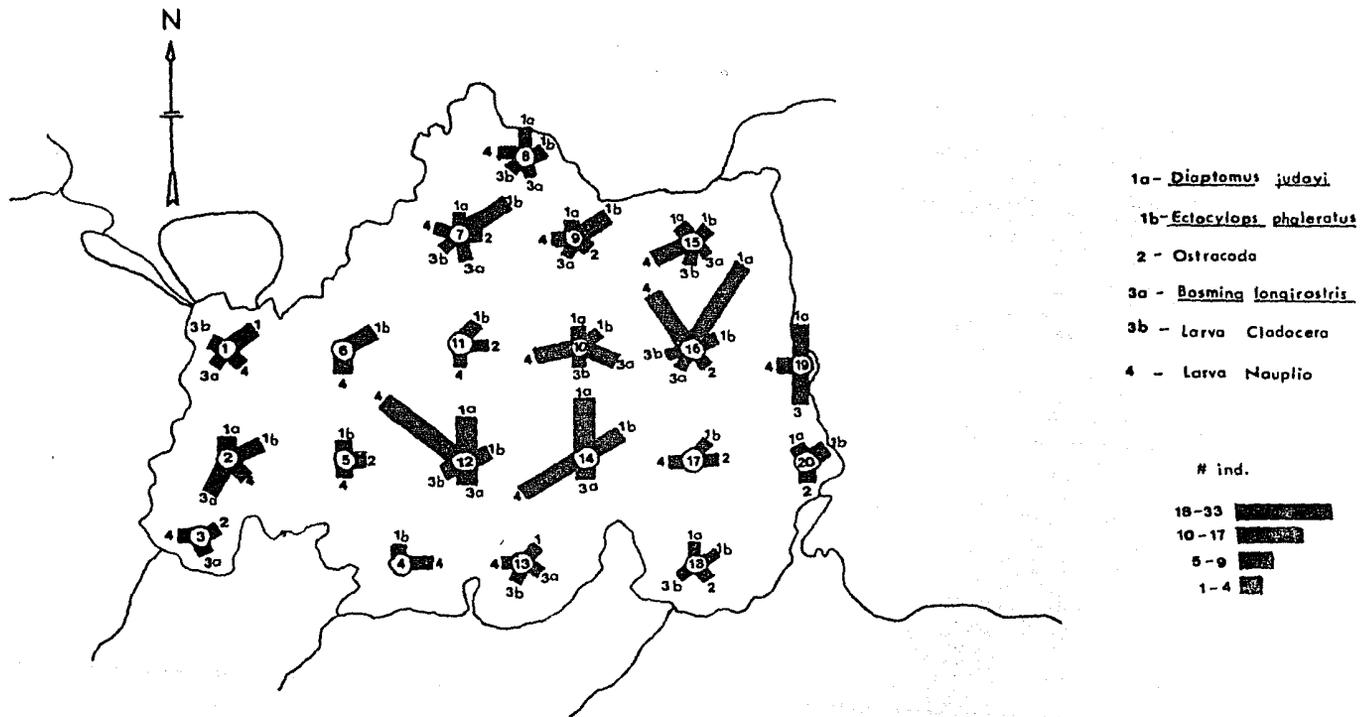


Fig.9. Distribución y abundancia de los crustáceos en el área de estudio durante el período de primavera.

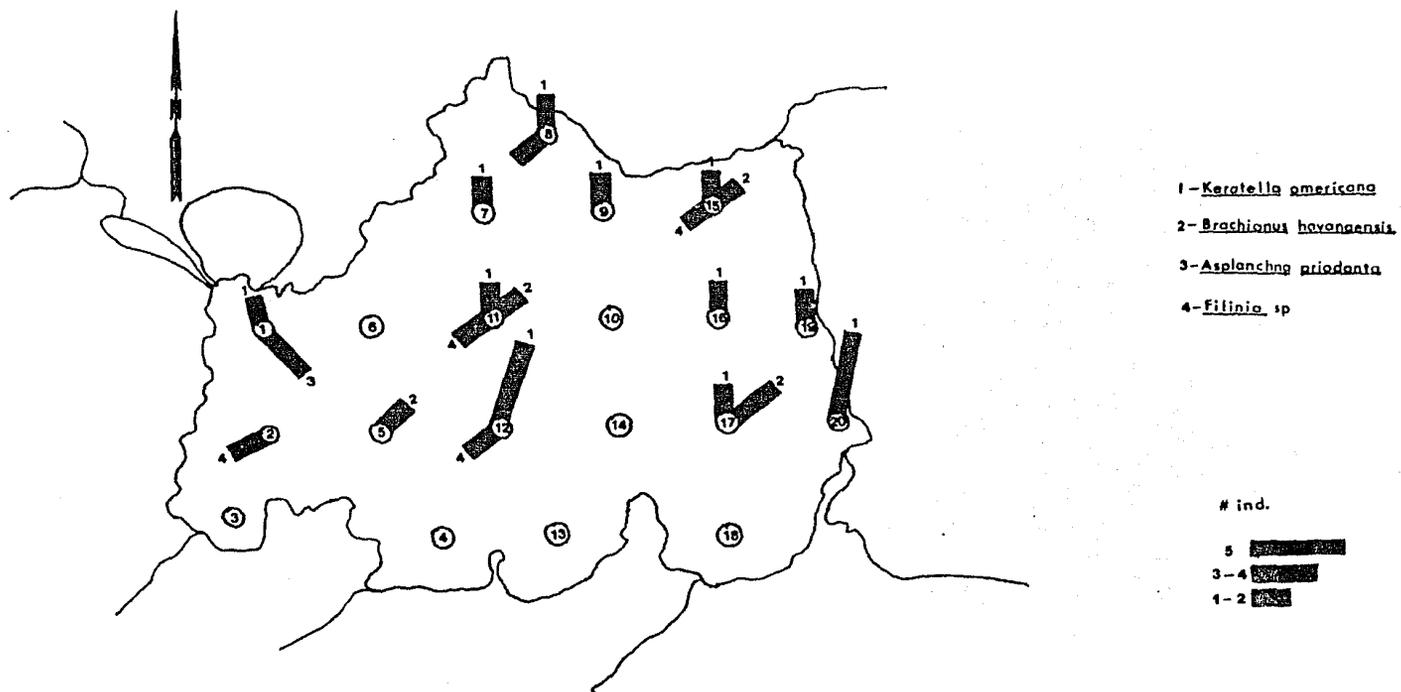


Fig.10. Distribución y abundancia de los rotíferos en el área de estudio durante el periodo de primavera.

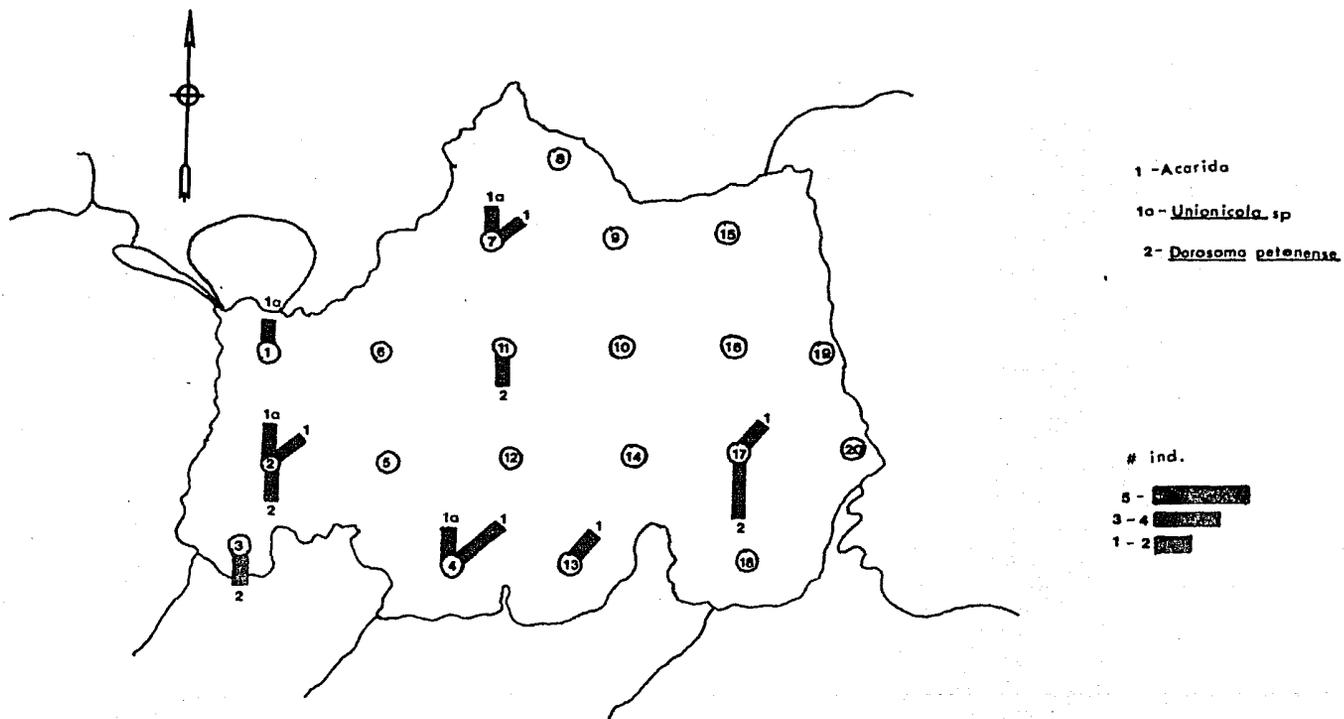


Fig.11. Distribución y abundancia de los ácaros y larvas de peces en el área de estudio durante el período de primavera.

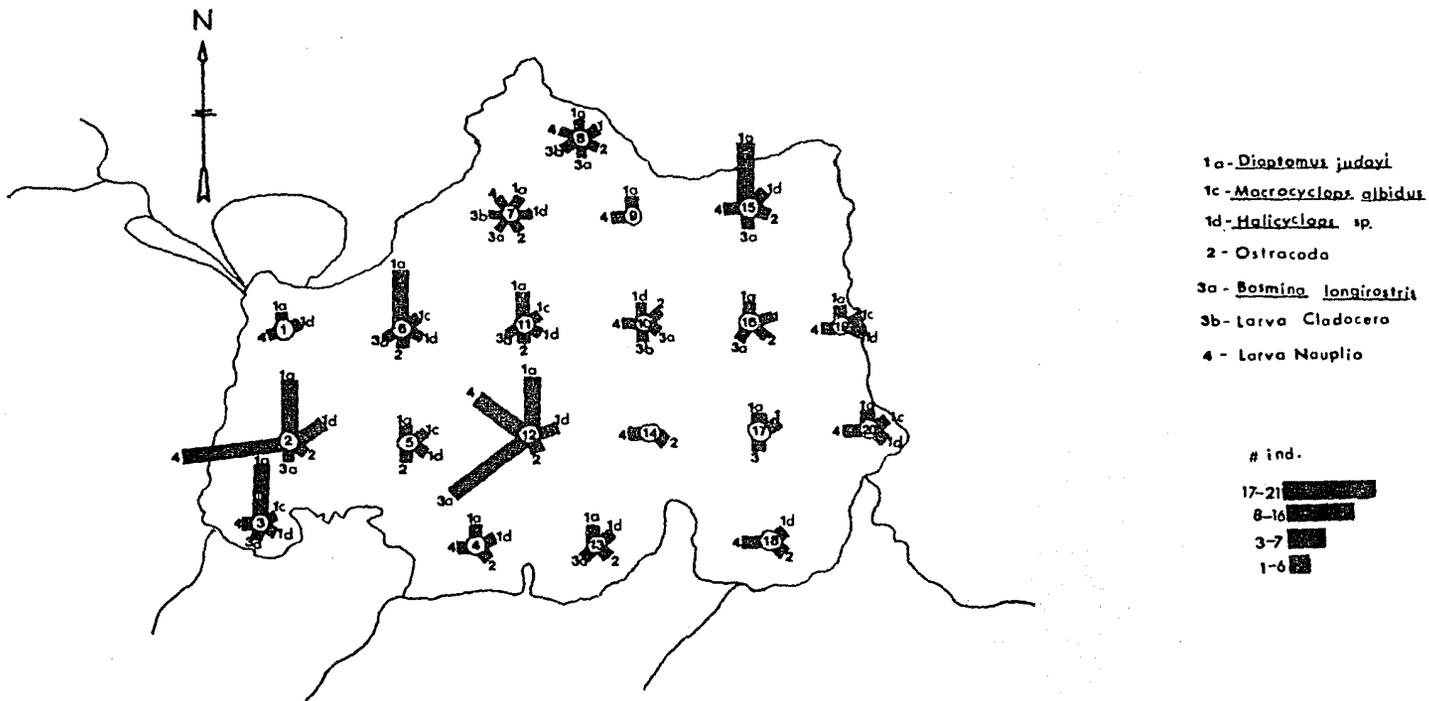


Fig.12. Distribución y abundancia de los crustáceos en el área de estudio durante el período de verano.

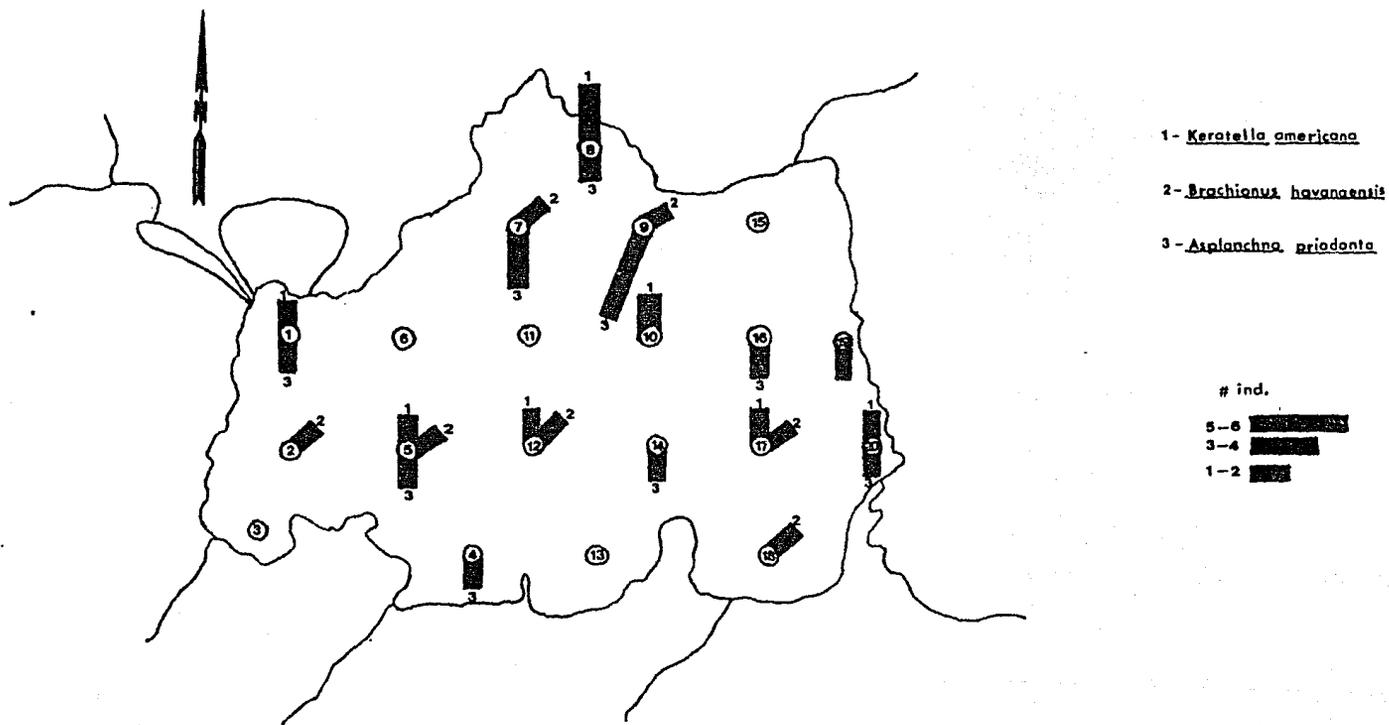


Fig.13. Distribución y abundancia de los rotíferos en el afea de estudio durante el período de verano.

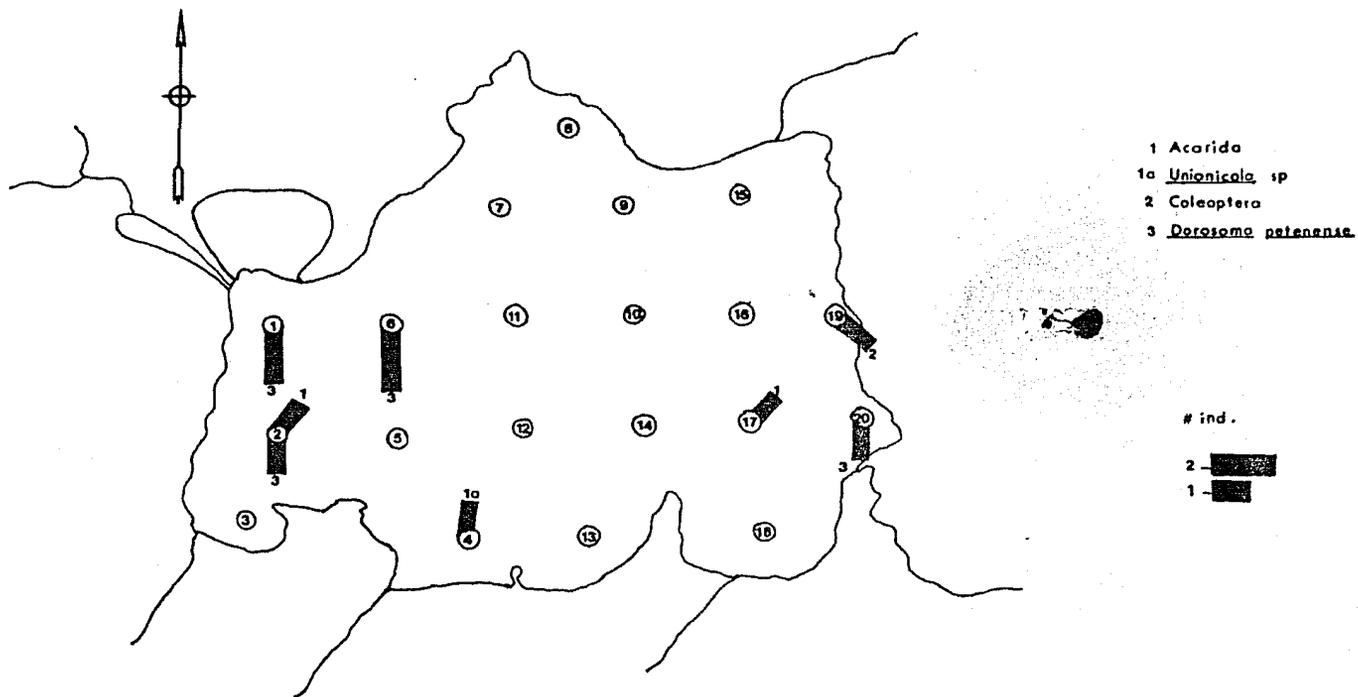


Fig.14. Distribución y abundancia de los grupos del zooplancton con menor dominancia durante el período de verano.

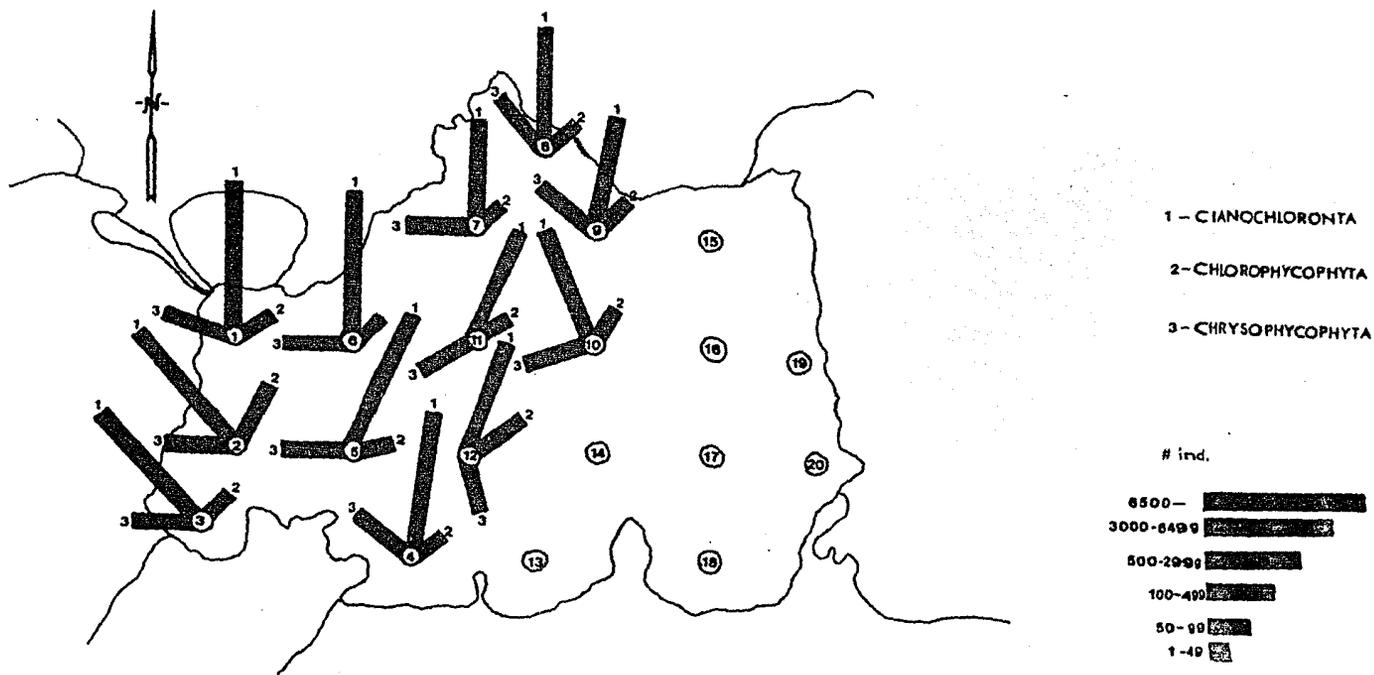


Fig.15. Distribución y abundancia de los grupos del fitoplancton en el área de estudio durante el período de otoño.

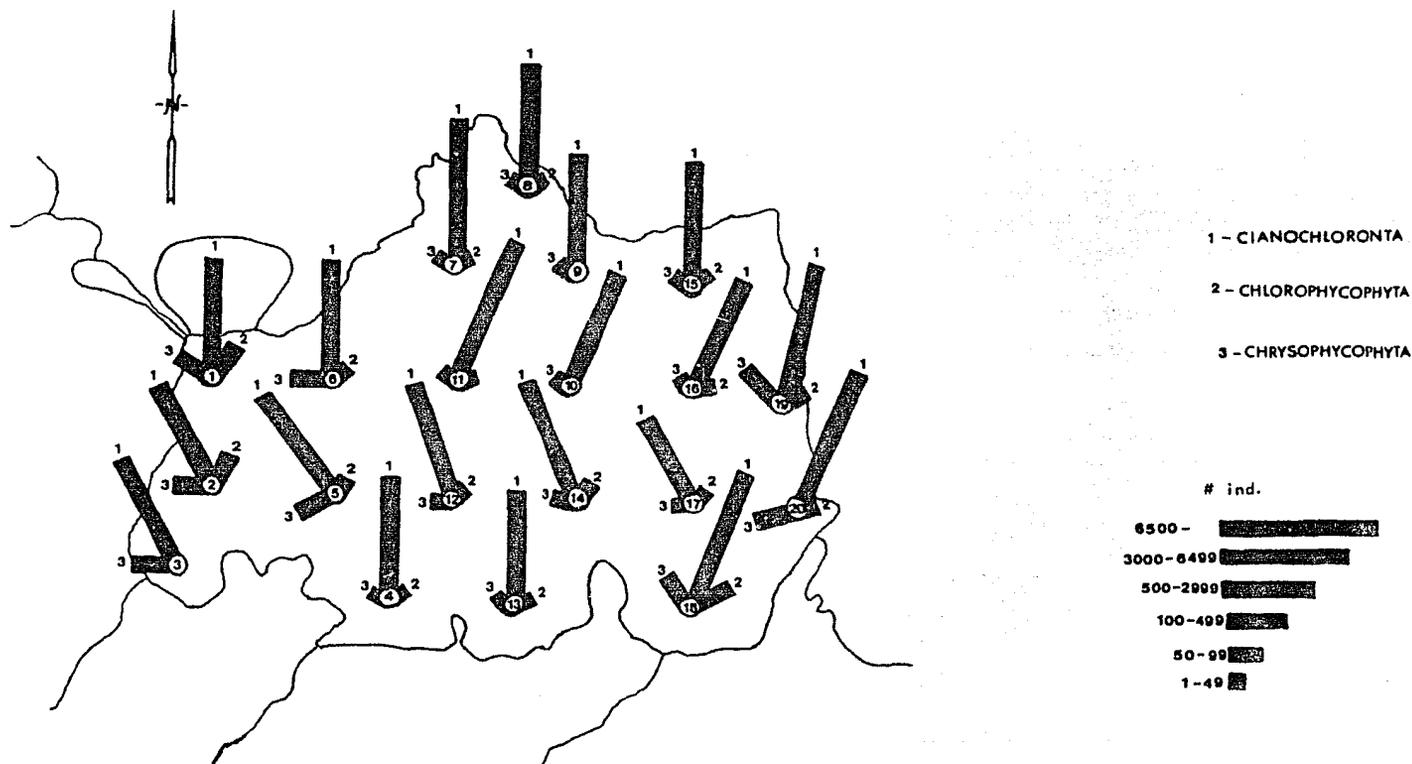


Fig.16. Distribución y abundancia de los grupos del fitoplancton en el área de estudio durante el periodo de invierno.

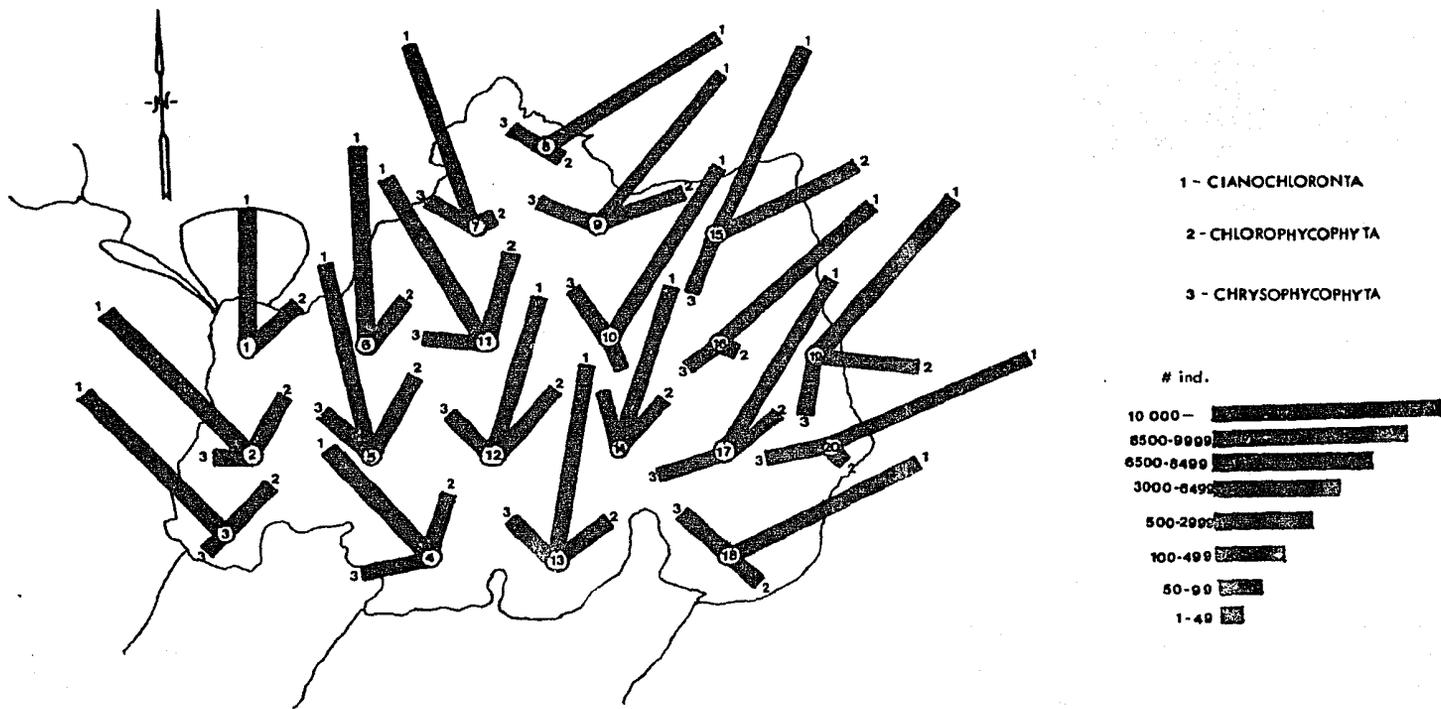


Fig.17. Distribución y abundancia de los grupos del fitoplancton en el área de estudio durante el periodo de primavera.

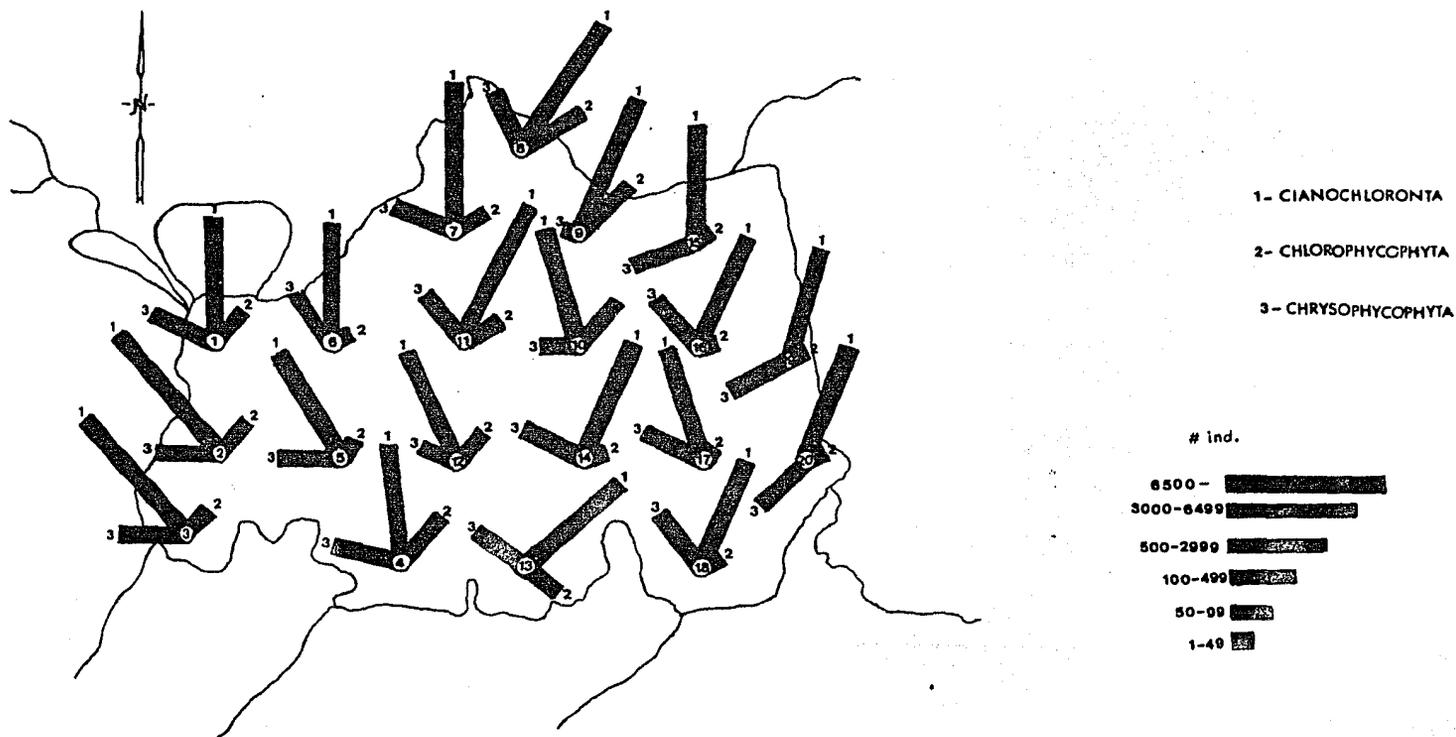


Fig.18. Distribución y abundancia de los grupos de fitoplancton en el área de estudio durante el período de verano.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La laguna de Catemaco es un cuerpo de agua típicamente tropical y por ello las estaciones del año no son marcadas, pudiendose considerar que los factores ambientales son relativamente constantes.

Kochsiek (1971), en su estudio acerca de la interacción de los parámetros fisicoquímicos con la diversidad del plancton, establece que no está relacionada con la salinidad, la concentración de Oxígeno y el pH, mientras que sí puede haber correlación con la temperatura y la turbidez. En el presente trabajo se encontró que la diversidad, la distribución y la variación en la abundancia del plancton de la laguna de Catemaco no está relacionada con los factores fisicoquímicos que en ella predominan, sino con los factores biológicos.

Por lo que se refiere a la diversidad del plancton, se observó que tanto en el zooplancton como en el fitoplancton existe una baja y constante diversidad, que puede ser indicio de un estado eutrófico, ya que la baja diversidad indica que las especies que existen en ésta laguna son las que mejor se han adaptado a las condiciones ecológicas prevaecientes y que éste cuerpo de agua ya ha pasado por un estado oligotrófico de alta diversidad, desapareciendo las especies con una menor adaptación a medida que avanza el proceso de eutroficación (Wetzel, 1975).

En relación con la abundancia de los organismos del plancton dulceacuícola, Wetzel (1975) menciona que los copépodos, cladóceros y rotíferos son los grupos dominantes, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la laguna de Catemaco.

En la mayoría de los trabajos realizados en cuerpos de agua dulce, sólo se consideran éstos tres grupos para describir ó tipificar la microfauna planctonológica del cuerpo de agua. Algunos autores como Rioja (1940), consideran que los ostrácodos son un grupo con la misma importancia que los copépodos, cladóceros y rotíferos dentro del zooplancton. Así, en la laguna de Catemaco los ostrácodos representaron el cuarto grupo más abundante, observándose además en todos los períodos de muestreo. Un grupo que no se menciona en los estudios integrales de los cuerpos de agua dulce, es el de los ácaros, que en la laguna de Catemaco constituyó el quinto grupo en abundancia apareciendo también en todos los períodos muestreados.

En cuanto al fitoplancton de los cuerpos de agua dulce, Wetzel (1975) afirma que las algas verde-azules ó cianofitas se presentan en su forma cocoide (Chroococcus, Anacystis) ó en su forma filamentosa (Oscillatoria, Lyngbya) y revisten gran importancia debido principalmente a su abundancia. En la laguna de Catemaco, también se presentaron como las algas dominantes, observándose ambas formas, representadas por los géneros Chroococcus y Lyngbya. Por otra parte, el mismo autor establece que las asociaciones algales presentes en los cuerpos de agua dulce pueden indicar su

estado trófico. Así, menciona que en un cuerpo eutrófico una ó dos especies de cianofitas son notablemente dominantes y aparecen acompañadas por otras especies de cianofitas, lo cual concuerda precisamente con los que ocurre en Catemaco. siendo la especie dominante Lyngbya sp acompañada por Spirulina princeps y Chroococcus sp , siendo ésto otro indicio de que la laguna es eutrófica ó se encuentra en proceso de eutroficación. Otro grupo importante en el fitoplancton es el de las diatomeas, que fueron el segundo grupo en abundancia muy por debajo de las cianofitas. Por otro lado, las algas verdes, el grupo de mayor diversidad morfológica en Catemaco, fué el grupo de menor abundancia. El fitoplancton fué abundante en todo el ciclo anual, representando una fuente alimenticia constante para el zooplancton.

En cuanto a la sucesión de los grupos planctónicos, los rotíferos constituyeron uno de los grupos en donde se observa la sucesión ya que, como lo establecen Wetzel (1975) y Tafall (1942) existen especies holoplanctónicas y especies meroplanctónicas. Así, Keratella americana aparece en los cuatro períodos estacionales, definiéndose como especie holoplanctónica y Brachionus havanaensis, Asplanchna priodonta y Filinia sp como especies meroplanctónicas. De éstas últimas, Wetzel (1975) reconoce dos tipos, las que se presentan con un máximo entre invierno y primavera, que en el presente estudio fueron Brachionus havanaensis y Filinia sp.

y las que tienen un máximo en verano, representadas por Asplanchna priodonta. La mayoría de los rotíferos planctónicos son omnívoros, sin embargo, existen rotíferos depredadores que comúnmente se encuentran dentro del género Asplanchna y su dieta consiste básicamente de protozoarios y de otros rotíferos. Wetzel (1975), menciona que la sucesión estacional de los rotíferos es poco conocida, excepto en el caso de especies de Asplanchna y Brachionus, pues las primeras utilizan a las segundas como alimento. En la laguna de Catemaco, Brachionus havanaensis aparece en invierno, antes que Asplanchna priodonta y tiene más tiempo de establecer su población como para " sobrellevar " la depredación a que es sometida por parte de Asplanchna priodonta. Además, en cuanto a la distribución general de los rotíferos, Edmonson (1946) establece que el aumento en la temperatura favorece su tasa de reproducción. Así, en los resultados obtenidos para la laguna de Catemaco, se pudo observar que en el verano, al registrarse la mayor temperatura en el agua, se presenta también la mayor abundancia de rotíferos.

En cuanto a la sucesión de los copépodos se observó un comportamiento parecido al de los rotíferos, ya que se presentaron conjuntamente tanto especies holoplanctónicas como meroplanctónicas. Dentro de las primeras, se determinaron Halicyclops sp y Diaptomus judayi. Las especies meroplanctónicas fueron Macrocyclus albidus y Ectocyclops phaleratus. En relación con la abundancia y sucesión de los copépodos, están sus larvas. Elgmork (1959), establece que el máximo de nauplios se alcanza hacia la primavera, coincidiendo con una baja de copépodos y que durante el invierno disminuyen

las larvas nauplio y se incrementa el número de copépodos, lo que concuerda con los observado en la laguna de Catemaco, donde se alcanza el máximo de larvas nauplio durante la primavera, mientras que en el invierno, los copépodos presentan su máximo y las larvas nauplio su mínimo.

En cuanto a los cladóceros, se observó una sola especie, Bosmina longirostris que Wetzel(1975) considera una especie dominante, coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, en el que además de tener en algunos casos poblaciones muy densas, aparece a lo largo de todo el ciclo anual, siendo así una especie holoplanctónica, con poblaciones escasas durante el invierno y con un aumento de densidad en primavera.

Con respecto a la distribución de las larvas de Dorosoma petenense, se coincide con lo establecido por Wong(1974) quien afirma que los peces de la laguna de Catemaco desovan en las desembocaduras de los arroyos, sin embargo, hay estaciones de muestreo centrales en las que aparecieron también estas larvas, lo cual puede significar que algunos peces no desovan exactamente en la vegetación sumergida de las desembocaduras, sino que lo hacen en aguas abiertas o en restos vegetales que flotan en la laguna. Es importante mencionar que Wong(1974) establece que D. petenense tiene desoves casi todo el año, lo cual explica que se hayan observado larvas de este pez en todos los períodos de muestreo.

Considerando el plancton en general, se observó que el zooplancton presenta su mayor abundancia en el otoño, y esto coincide con el mínimo de abundancia para el fitoplancton, también en

otoño, es decir, al aumentar el número de zooplanctones, disminuye su alimento, el fitoplancton. Al bajar la cantidad de fitoplancton, el alimento no puede sostener el incremento de zooplanctones y éstos empiezan a disminuir en número, lo cual se presenta en el invierno, y no es sino hasta la primavera que las algas se recuperan en abundancia, teniendo ahí su máximo (Wetzel, 1975).

De acuerdo a lo anterior, se han podido establecer las siguientes conclusiones:

- La laguna de Catemaco, desde un punto de vista limnológico, puede ser considerada como un cuerpo de agua eutrófico o en proceso de eutroficación, debido, por un lado, a la baja diversidad del plancton y por otro, a la dominancia de las cianofitas sobre el resto de los grupos del fitoplancton.

- Las variaciones del plancton observadas, responden más a factores biológicos que a la variación de los factores fisicoquímicos, dado que se trata de un cuerpo de agua tropical.

REFERENCIAS

- Ahlstrom, E.H., 1932. Plankton Rotatoria from Mexico. Trans. Am. Microscop. Soc., 51: 242-251.
- _____, 1934. Rotatoria of Florida. Trans. Am. Microscop. Soc., 53: 251-256.
- _____, 1938. Plankton Rotatoria from North Carolina. J. Elisha Mitchel Sci. Soc., 54: 88-100.
- _____, 1943. A revision of the Rotatoria genus Keratella with descriptions of three new species and five new varieties. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 80(12): 411-457.
- Berriozábal, F., 1936. Informe del comisionado sobre las observaciones hechas en los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén y en el río Cupatitzio. Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. Año I (3): 19.
- _____, 1939. Repoblaciones de Peces en Michoacán. Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. Año IV(14):111.
- Birge, C., 1893. The Crustacea of the Plankton in Lake Mendota. Trans. Wisc. Acad. Sci., 17: 781-793.
- Bold, H.C. y M.J. Wynne., 1978. Introduction to the Algae. Prentice Hall Inc. New Jersey. 654 pp.
- Brehm, V., 1942. Plancton del Lago de Pátzcuaro. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 3(1-4): 81-85.

- Brylinsky, M. y K.H.Mann., 1973. An analysis of factors governing productivity in lakes and reservoirs. Limnology and Oceanography, 18(1):1-14.
- Castenholz, R.W. 1969. Thermophilic blue-green algae in the thermal environment. Bacteriol. Rev., 33: 476-504.
- Comita, G.W., 1950. Studies on mexican copepods. Trans. Am. Microscop. Soc., 69: 367-379.
- Coveney, M.F., et.al. 1977. Phytoplankton, Zooplankton and Bacteria standing crop and production relationships in a eutrophic lake. OIKOS, 29: 5-21.
- Chávez, C.A., 1958. Datos hidrobiológicos del Lago de Chapala, Jal. Soc. Mex. Hist. Nat., 34: 125-146.
- Davis, C., 1954. A preliminary study of the Plankton of the Cleveland Harbor Area, Ohio. III. The zooplankton and general ecological considerations of phytoplankton and zooplankton production. The Ohio Journal of Science, 54(6): 399-407.
- Dobbin, C., 1941. Freshwater Ostracoda from Washington and other western localities. Univ. Wash. Publs. Biol., 4: 179-245.
- Eddy, S., 1932. The Plankton of some sink hole ponds in southern Illinois. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull., 19(4): 449-459.
- Edmonson, W.T., 1935. Some Rotatoria from Arizona. Trans. Am. Microscop. Soc., 54: 301-306.
- _____, 1944. Ecological studies of sessile Rotatoria. Ecol. Monogr., 16: 357-372.

- _____, 1946. Factors in the dynamics of rotifer populations. Ecol. Monogr. 16: 357-372.
- Elgmork, K., 1959. Seasonal occurrence of Cyclops strenuus strenuus in relation to environment in small water bodies in southern Norway. Folia. Limnol. Scandinavica, 11: 196.
- Elliott, J. I., 1977. Seasonal changes in the abundance and distribution of planktonic rotifers in Grasmere. Freshwater Biology, 7: 147-166.
- Fogg, G.E., 1973. The blue-green algae. New York Academic Press. N. Y. 459 pp.
- Flores, D.A., 1965. Estudios preliminares de ostrácodos y sus relaciones edáficas en los exlagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, México, Xochimilco y Chalco. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 89 pp.
- Gallardo, C., 1977. Contribución al estudio del charal de Chapala Chirostoma chapalae. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 121pp.
- García, E., 1970. Los climas del estado de Veracruz. An.Inst. Biol. Mex. Ser. Bot., 41(1): 1-42.
- Goodwin, T.W., 1974. Carotenoids and biliproteins. In W.D.P. Stewart Algal Physiology and Biochemistry. Berkeley, University of California Press.:176-205.
- Harring, H.K., 1913. Synopsis of the Rotatoria. Bull.U.S. Natl. Mus., 81: 1-226.

- _____, 1922. The rotifer fauna of Wisconsin. Trans. Wisc. Acad. Sci., 20: 553-662.
- Hutchinson, G.E., 1967. A Treatise on Limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons. N. Y. 1115 pp.
- _____, 1968. The Paradox of the plankton. The American Naturalist, 95(882): 137-145.
- Hyman, L.H., 1951. The Invertebrates. Acanthocephala, Aschelminthes and Entoprocta. The pseudocoelomate bilateria. Mc.Graw-Hill Book Co. New York. Vol. III: 59-159.
- Juday, C., 1907. Studies on some lakes in the Rocky and Sierra Nevada Mountains. Trans. Wisc. Acad. Sci., 17: 781-793.
- Kaill, W.M., 1973. Environments in Profile. Canfield Press. San Francisco.: 140-143.
- Kochsiek, K.A., 1971. Species diversity of net zooplankton and physiochemical conditions in Keystone reservoir, Oklahoma. Ecology, 52(6):1119-1124.
- Levastu, T., 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Ed. ACRIBIA. 150-152.
- López-Ramos, E., 1979. Mapa geológico del estado de Veracruz. Comité de la carta geológica. Instituto de Geología, UNAM. Escala 1:500,000.
- _____, 1981. Geología de México. Instituto Mexicano del Petróleo. Tomo III, Parte 2:296-298.

- López-Ochoterena, E., 1966. Ciliados mesosapróbicos de Chapultepec. Rev. Soc. Méx. Hist. Nat. 26:115-246.
- Manilla, D., 1978. Algunos aspectos generales sobre las algas continentales y la contaminación. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 159pp.
- Margáin, R., 1981. Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del río Pánuco. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 422 pp.
- Margalef, R., 1974. Ecología. Barcelona. Ed. Omega. 978 pp.
- Marsh, C.D., 1907. A revision of the Northamerican species of Diaptomus. Trans. Wisc. Acad. Sci., 17: 1-197.
- _____, 1929. Distribution and key of the North-american copepods of the genus Diaptomus with a description of a new species. Proc.U.S. Natl. Mus., 75(14):1-27.
- Martín del Campo, R., 1938. Nota acerca de algunos peces del lago de Catemaco. An Inst. Biol. Mex., 9(1-2):225-226.
- Mc. Daniel, B., 1979. How to know thw mites and ticks. U.S.A. Wm. Brown Co. Publ., 106-125.
- Meek, J.C., 1974. Chlorophylls. In W.D.P. Stewart ed. Algal Physiology and Biochemistry. Berkeley. University of C-lifornia Press, 176-205.
- Morris, I., 1967. An introduction to the algae. London. Hutchinson University Library. 189 pp.
- Needham, J.G. y P.R. Needham., 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. España. Ed. Reverté. 131 pp.

- Odum, E.P., 1978. Ecología. CECSA. Méx : 21-151.
- Pearse, A.S., 1906. Freshwater copepoda of Massachussetts. The - American Naturalist., 40(472):241-251.
- Prescott, J., 1979. How to know the freshwater algae. U.S.A. Wm. C.Brown Co. Publ., 416 pp.
- Ramos, A., 1976. Establecimiento y análisis de cultivos sincronizados en Scenedesmus quadricauda. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 212pp.
- Rhode, W.L., 1948. Environmental requirements of freshwater plankton algae. Experimental studies in the ecology of phytoplankton. Symbol. Bot. Upsalien. 10(1): 149-198.
- Rioja, E., 1940. Observaciones acerca del plancton del lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. Mex., 11(2):427-435.
- Rodríguez, D.C., 1977. Análisis retrospectivo de las características taxonómicas utilizadas en las algas Charophyceae y su significado evolutivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 97 pp.
- Sámano, A., 1931. Contribución al conocimiento de la fauna de rotíferos de México. An. Inst. Biol. Mex. Ser. Zool., 2: 157-163.
- _____, 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes del Valle de México. An Inst. Biol. Mex., 4: 29-31.
- _____, 1940. Algas del Valle de México. II. An. Inst. Biol. Mex., 11(1): 41-50.

- Shoemaker, C.R., 1942. Notes on some american freshwater amphipod crustaceans and descriptions of a new genus and two new species. Smithsonian Miscellaneous Collections, 101(9): 1-31.
- Snodgrass, R.E., 1954. The dragonfly larva. Smithsonian Miscellaneous Collections, 123(2): 1-38.
- Stratton, M., 1958. The copepod genus Halicyclops in North America with description of a new species from Lake Ponchartrain, Louisiana and Texas Coast . Tulane Studies in Zoology, 6(4): 176-189.
- Tafall, B.O., 1942. Rotíferos planctónicos de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 3(1-4): 23-79.
- Thunmark, S., 1945. About the relationship of water plankters. An ecological approach. Folia Limnol. Scandin., 3: 66.
- Tressler, W.L., 1954. Freshwater ostracoda from Texas and Mexico. J. Wash. Acad. Sci., 44(5): 138-149.
- Ueno, M.O., 1939. Zooplankton of Lago de Pátzcuaro, México. Annot. Zool. Japonen., 18: 105.
- Vega, C., 1940. Bibliografía analítica de los trabajos publicados acerca del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. Mex., 11(2): 503-513.
- Ward, E. y J. Whipple, 1959. Freshwater Biology. John Wiley & Sons. Inc. New York. 1248 pp.
- Wetzel, R.G., 1975. Limnology. Saunders Publishing Co. Phil. 716 pp.

Willoughby, L.G., 1977. Freshwater Biology. Pica Press. N.Y.:

46-60; 93-103.

Wolk, C.P., 1973. Physiology and Cytological chemistry of the blue-green algae. Bacteriol. Rev., 37: 32-101.

Wong, M., 1974. Algunos aspectos biológicos del "topote" Dorosoma petenense (Gunther) de la laguna de Catemaco, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. 57 pp.