



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS
(LÉNTICOS) DEL ESTADO DE MORELOS.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A :
ORTIZ RIVERA ALBERTO**

DIRECTOR: Dra. BERTHA PEÑA MENDOZA



MÉXICO, D. F.

OCTUBRE DEL 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

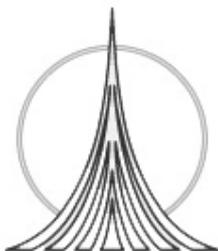
**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS
(LÉNTICOS) DEL ESTADO DE MORELOS.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A :
ORTIZ RIVERA ALBERTO**

DIRECTOR: Dra. BERTHA PEÑA MENDOZA

**Proyecto con financiamiento y becario para desarrollo de
tesis apoyado por DGAPA-PAPIIT IN201105**



MÉXICO, D. F.

OCTUBRE DEL 2006

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

AGRADEZCO Y DEDICÓ A TODOS Y CADA UNA DE LAS PERSONAS (NO MENCIONO NOMBRES PORQUE NO QUISIERA PASARLOS POR ALTO Y NO SERÍA AGRADABLE RECIBIR RECLAMOS) QUE CON SU APOYO (DE VARIAS FORMAS) MUCHO ANTES Y DURANTE LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO, APORTARON CRÍTICAS, COMENTARIOS Y SUGERENCIAS QUE NO SÓLO ENRIQUECIERON ESTE ESTUDIO, SINO UNA PARTE MUY IMPORTANTE DE MI VIDA.

MUCHAS GRACIAS A TODOS....

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	4
ANTECEDENTES	5
ÁREA DE ESTUDIO	8
OBJETIVOS	10
MATERIAL Y METODOS	11
FASE DE CAMPO	11
FASE DE LABORATORIO	12
FASE DE GABINETE	14
RESULTADOS	16
RESUMEN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS POR SISTEMA	24
CALIDAD DEL AGUA	109
ESTADO TRÓFICO	109
FITOPLANCTON	111
ZOOPLANCTON	119
ICTIOFAUNA	121
ANÁLISIS DE CLUSTER	123
ANÁLISIS DE RESULTADOS	127
CONCLUSIONES	136
ANEXO 1	138
REFERENCIAS	139
ÍNDICE DE TABLAS	147
ÍNDICE DE FIGURAS	150

INTRODUCCIÓN

La accidentada topografía de nuestro país y su ubicación favorecen el desarrollo de una gran variedad de cuerpos de agua dentro de su territorio, así como flora y fauna nativas. Por ello, estos sistemas acuáticos desempeñan un papel fundamental desde el punto de vista ecológico que hace necesario atender los muchos problemas relativos a su integridad, sostenimiento de sus ecosistemas y supervivencia de sus especies.

El territorio nacional más reciente inventario oficial publicado en la Carta Nacional Pesquera (Diario Oficial de la Federación del 28 de agosto del 2000) integra 13 936 cuerpos de agua, los cuales inundan un total de 1 165 051 ha en una distribución muy heterogénea y con gran disparidad en las superficies individuales, ya que el 95.8% de los embalses se ubican en un intervalo de 1 a 100 ha, mientras los embalses de mayores dimensiones (> 100 ha) ocupan el 93.3% de la superficie total.

Fundamentalmente en cuanto a los ambientes de carácter léntico (lagos, bordos y presas), se estima que en el país existen cerca de 70 lagos, cuyas extensiones varían entre mil y diez mil hectáreas, las cuales cubren en conjunto un área de más de 370 000 ha. El Lago de Chapala en Jalisco es el más extenso de los lagos mexicanos, seguido por los de Cuitzeo y Pátzcuaro en Michoacán, Catazajá en Chiapas, Del Corte en Campeche, Bavícora y Bustillos en Chihuahua y Catemaco en Veracruz (Aguilar, 2003).

Existen además 14 mil reservorios; la mayoría presenta superficies menor a diez hectáreas, y los pocos que cubren áreas mayores representan dos terceras partes de la superficie inundada. Entre las presas más importantes se incluyen La Amistad (Coahuila), Falcón (Tamaulipas), Vicente Guerrero (Tamaulipas), Álvaro Obregón (Sonora), El Infiernillo (entre Michoacán y Guerrero), Cerro de Oro (Oaxaca), Temascal (Oaxaca), Caracol (Guerrero), Requena (Hidalgo) y Venustiano Carranza (Coahuila) (Arriaga *et al.*, 2000).

La integridad de los sistemas de aguas epicontinentales o superficiales y su diversidad biológica cada vez están más amenazadas por las actividades humanas en todo el mundo. Tienen actualmente múltiples usos como son: generación de energía eléctrica, suministro de agua para la agricultura, ganadería, asentamientos humanos y usos industriales. La reducción del volumen de aguas superficiales y subterráneas disponibles y el deterioro de su calidad muestran claramente que las aguas interiores no son recursos inagotables. En lo general poseen organismos acuáticos de alto valor nutricional que soportan actividades de pesca comercial, pesca deportiva y acuicultura. Por lo tanto, una parte del bienestar social y económico de un país depende en gran medida, de la capacidad que tienen estos ecosistemas acuáticos de brindar sus servicios ambientales; de ahí la importancia de que su uso sea racional y sustentable (Arriaga *et al.*, 2000).

A pesar de que México cuenta con una gran cantidad de embalses y que su importancia engloba aspectos económicos, sociales y ambientales, hasta el momento el conocimiento integrado de dichas actividades sigue siendo limitado en cuanto a su potencial e impacto. La pesca comercial y deportiva así como la acuacultura en los embalses, son importantes alternativas generadoras de empleos para los pobladores de la región. La información sobre estas actividades, en los embalses mexicanos, requiere ser ampliada y fortalecida para que puedan ser administrados y aprovechados en forma sustentable y no sólo en cuanto a la producción que de ellos se deriva, sino del esfuerzo pesquero aplicado y de las tecnologías de cultivo desarrolladas, así como del tipo de organizaciones sociales que utilizan estos recursos (Instituto Nacional de Pesca, 2002).

El estado de Morelos tiene una diversidad biológica que alcanza niveles extraordinarios gracias a una compleja conjunción de influencias climáticas, orográficas y de latitud. Sin embargo, esta misma variedad y riqueza es en extremo frágil.

En la franja norte de Morelos residen las seis microcuencas que forman parte de la subcuenca del Amacuzac, que luego continúa en la gran cuenca del Balsas. Los bosques de esta región, que a fin de cuentas definen la posibilidad de desarrollo del estado de Morelos en su conjunto, muestran serios niveles de deterioro. Por su parte, el río Apatlaco, desde Huitzilac hasta Jojutla, es una de las microcuencas más contaminadas del país. En el otro extremo, en la zona oriental, se encuentra el río Amatzinac en una profunda barranca, que ocurre desde Tetela del Volcán, hasta Axochiapan y Tepaltzingo. Esta microcuenca hidrológica es la que más impacto ha tenido por el excesivo consumo de agua. En la porción suroriental, los municipios de Axochiapan y Tepaltzingo, pasaron cerca de 20 años de contar con más de 60 pozos de agua a no más de 20 en funcionamiento, como consecuencia del aumento en la demanda de agua, la tala indiscriminada y la disminución en el deshielo del volcán Popocatepetl. En el centro del estado, los rasgos sobresalientes son el crecimiento demográfico y el desarrollo industrial. Esto hace que el control de los procesos productivos y sus desechos se vuelva sumamente complicado. Por su parte, en el sur del estado se vive una transformación del ámbito rural, que por sus características, resulta similar a lo que sucede en el resto del país. Existe aquí una concentración de población marginada asociada con ecosistemas frágiles como es la Selva Baja Caducifolia, en la que destacan los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Tlalquitenango y Jojutla. Las condiciones de pobreza y la baja productividad han dado como resultado el abandono de las tierras agrícolas (Sierra, 2000).

Un problema en relación con las aguas superficiales de la entidad es la costumbre de dar nombre a los escurrimientos en los lugares por donde van pasando, lo cual crea confusiones y hace pensar en la existencia de varias corrientes cuando se trata de una. Las principales áreas de recarga de los acuíferos se ubican en el volcán Popocatepetl, sierra Chichinautzin, Ajusco y Zempoala, con una dirección predominante del agua subterránea de norte a sur. Los principales

aprovechamientos provienen de manantiales y un poco menos de pozos y norias. El agua se utiliza para fines agrícolas, domésticos, industriales, recreativos y piscícolas. La devastación de los bosques de las áreas mencionadas es la causa principal del desequilibrio hidrológico que sufren los acuíferos de la entidad (Batllori, 2002).

En el estado de Morelos de acuerdo a la información bibliográfica, en la actualidad se reportan aproximadamente 139 cuerpos de agua entre lagos, presas y bordos. Sin embargo la disponibilidad del recurso hídrico varía en función de las estaciones del año y del uso para el cual están destinados (Porras *et al.*, 1991).

A pesar de la gran cantidad de cuerpos acuáticos en el estado de Morelos, la información sobre las características de la calidad de agua que albergan es mínima por lo cual para tener un conocimiento más amplio de estos, se requiere realizar estudios hidrobiológicos con el fin de obtener la información necesaria para un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos acuáticos.

Por lo antes expuesto es necesario proponer alternativas viables a la población acerca del aprovechamiento del vital líquido de acuerdo con lo que establecen las normas que tienden a preservarlo, así como mayor atención por parte de las instituciones involucradas, no solo para cubrir metas de siembra y producción dentro de los Programas Federales, sino con atención eficiente en coordinación con las Universidades y otras dependencias que puedan tener afinidad con esta actividad y así se convertiría en un factor de impulso al desarrollo de la entidad.

RESUMEN

Estudios anteriores para el estado de Morelos mencionan diferentes cifras que van de 87 a 139 cuerpos acuáticos registrados. Por medio de este trabajo junto con los realizados anteriormente, se pretende actualizar la base de datos sobre las características de disponibilidad e hidrobiología del recurso hídrico con la finalidad de tener un mejor aprovechamiento y manejo del recurso. Para lo cual se tomaron muestras de agua de abril de 2004 a diciembre de 2005 de los sistemas acuáticos presentes en la parte centro poniente, es decir, la zona de estudio fue enfocada a cubrir el 50% de la superficie del Estado; estos se ubicaron tendiendo como base estudios realizados en la zona y su posterior revisión en cartas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1992) con escala 1:50 000. Durante los muestreos se georeferenciaron 51 cuerpos de agua entre bordos, lagos y presas; se evaluaron parámetros físicos, químicos, biológicos, nutrimentos, así como morfométricos y batimétricos. El mayor número de sistemas se ubicó en los municipios de Tetecala y Coatlán del Río, mismos que se clasificaron con base en la presencia durante las estaciones de seca y lluvias, de los cuales 31 son permanentes y 20 temporales, con gradiente altitudinal que va de los 891 a los 2860 m.s.n.m., con temperatura mínima de 15°C a máxima de 34.2° C y profundidades que oscilan de los 0.30 m en los bordos más someros a los 30 m en los lagos más profundos. Los cuerpos de agua mostraron áreas que varían de 0.06 Ha (bordo 5) a 731 Ha (lago Tequesquitengo). Con referencia a los nutrimentos la mayor parte de los sistemas pueden caracterizarse como eutróficos con tendencia a hipereutróficos y en orden superior los sistemas se adecuan a los límites permisibles de calidad del agua. Respecto a la fauna, para el fitoplancton el número de especie representativas por su abundancia y frecuencia de aparición por división fueron: Chlorophyta (52), Cyanophyta (16), Chromophyta (15), Euglenophyta (5) y Pyrrophyta (2). De manera muy general la composición del zooplancton está dada por los siguientes grupos, a lo largo del estudio tuvo el siguiente orden de abundancia: los cladóceros fueron el grupo más abundante, seguidos por los copépodos (estos incluyen a los ciclopoideos y calanoideos) y la menor abundancia para los grupos de ciliados y rotíferos. Se determinó un total de 19 especies, 13 géneros y 9 familias, Las especies con mayor presencia fueron *Diaphanosoma birgei*, *Moina micrura* y *Arctodiaptomus dorsalis*. Los sistemas con mayor número de especies fueron Zempoala con ocho especies y la Joya 1 con 7 especies. Por otra parte para la ictiofauna se determinó un total de 10 especies, 10 géneros y 7 familias, las especies más abundantes fueron *Oreochromis niloticus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*. Y los sistemas con mayor número de especies fueron Emiliano Zapata y Coatetelco, con siete y seis especies respectivamente.

ANTECEDENTES

Granados (1990), realizó un estudio sobre la productividad primaria, composición y variación temporal de zooplancton y fitoplancton, así como la calidad del agua de la presa Emiliano Zapata, bordo Zacualpan y lago Coatetelco, Mor. Registró 13 especies de fitoplancton y concluyó con base en estos análisis que el sistema se clasifica como un cuerpo de agua mesotrófico.

Porras *et al.* (1991) y Contreras-MacBeath (1995), realizaron un estudio del recurso acuático del estado de Morelos y mencionan las siguientes cifras de cuerpos acuáticos: cuenta con 7 ríos que recorren gran parte del territorio, 6 lagos con muy diversas características, 124 embalses entre presas y bordos, así como alrededor de 50 manantiales. Por otra parte la Comisión Nacional del Agua con datos de 1996 enumera 87 cuerpos acuáticos entre presas, lagos y bordos para el estado de Morelos.

González y López (1997), realizaron un estudio sobre batimetría, morfometría, análisis de la calidad de agua y plancton, para conocer la dinámica de la presa Emiliano Zapata. Reportan 26 especies de fitoplancton y que los factores físicos y químicos no resultaron ser un factor de riesgo para la vida acuática con base en la Normas Oficial Mexicana. El sistema se clasificó como un cuerpo de agua monomítico cálido con características eutróficas.

Gómez-Márquez (1998), llevo a cabo acerca de la edad y crecimiento de *Oreochromis niloticus* del lago de Coatetelco, Estado de Morelos, México, el estudio abarcó de Enero a Diciembre de 1993. Se colectaron escamas de 318 organismos. La moda de longitud de la captura comercial fue de 10.5-11.5 cm de longitud patrón. Los anillos de las escamas fueron formados durante Diciembre. El retrocálculo para la longitud y la edad, no muestra diferencias significativas entre sexos. Se distinguieron cuatro marcas de crecimiento. De acuerdo con los parámetros de la curva de crecimiento para la población, la tasa crecimiento fue baja ($K=0.07$), además alcanzar un tamaño (L_{∞}) de 29.19cm. El análisis de frecuencia de la longitud no establece diferencias significativas (t-student, $p<0.05$), para la lectura de las escamas.

Gómez-Márquez, *et al.* (1999) realizaron un estudio de diciembre de 1986 a diciembre de 1987 donde determinaron algunos aspectos de reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* de la laguna "El Rodeo", Morelos, México. Los resultados obtenidos muestran que de los 1 421 organismos recolectados, el 60.12% corresponden a hembras, el 34.98% a machos y el 4.89% a juveniles; con proporción sexual a favor de las hembras de 1.7: 1 (hembras: machos χ^2 ; $p<0.05$). La talla de primera reproducción para los machos fue de 22 mm de longitud patrón y para las hembras de 27 mm; múltiples desoves posiblemente se realicen durante el ciclo reproductivo (de marzo mayo y de julio a octubre) principalmente durante la temporada de lluvias. En julio se registró el valor más alto del índice

gonadosomático (4.7%) y del factor de condición. El contenido de embriones en las gónadas fue de 5 a 78 con promedio de 23 y la fertilidad se asoció en mayor porcentaje con la longitud patrón ($rd= 93.22\%$). Se encontró relación directa entre el peso total y la longitud patrón para esta especie y, la longitud patrón asintótica para los machos fue de 64 mm y para las hembras de 81 mm, con mayor tasa de crecimiento para estas últimas.

Trejo-Albarran *et al.* (2000) reportan para el lago Zempoala en el estado de Morelos, un total de 26 especies de zooplancton distribuidas en tres grupos: Copépodo (2 especies), Cladóceros (3 especies) y Rotatoria (21 especies) en donde estos últimos ocupan el 47.3% seguido de los Cladóceros con 30.8% y los Copépodos con 21.9%. La especie mejor representada por su densidad y frecuencia fue *Daphnia laevis* con densidad total de 13 032 org/l, de los rotíferos *Polyarthra vulgaris* se registró con 11 822 org/l y *Keratella cochlearis* con 6 442 org/l. La variación temporal de las poblaciones se encuentra sujeta a ciertas alteraciones periódicas e irregulares, lo que provoca cambios en la vitalidad de las relaciones numéricas entre las especies que se encuentran ligadas a cambios físicos y químicos que se producen en el ambiente.

Escobar *et al.* (2001) recabaron información relacionada con aspectos de acuicultura y define las perspectivas de producción en el Estado de Morelos, el cual utiliza dentro de su modelo principal el cultivo de tipo semi-intensivo. Las principales especies cultivadas son la tilapia (*Oreochromis niloticus*), bagre (*Ictalurus punctatus*), langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) y la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), esta última como control de maleza acuática, siendo la tilapia la especie con la mayor producción.

Gómez-Márquez, *et al.* (2003) efectuaron un estudio acerca de la proporción sexual, talla de maduración, estadio de madurez, fecundidad y diámetro del huevo de *Oreochromis niloticus* del lago Coatetelco, Estado de Morelos, México, el estudio comprende de Enero a Diciembre de 1993. La proporción sexual (macho-hembra), fue aproximadamente 1:1.02. La talla de madurez para machos fue de 117mm y 120mm para las hembras. El intervalo de fecundidad fue entre 104 y 709 huevos, con diámetro de huevo de 1000 a 3000 μm . El índice gonadosomático y hepatosomático indican que el periodo de reproducción de esta especie es durante el verano e invierno.

Gómez-Márquez, *et al.* (2003a) realizaron un estudio del zooplancton del lago Coatetelco, Mor. en la reconocen cinco especies entre la que destaca el calanoideo *Arctodiaptomus dorsalis* como la más abundante con una densidad de 61,202 ind/ m^3 seguida del cladóceros *Diaphanosoma birgei*.

Dorantes-Gómez y Zavala-Montero (2003) llevaron a cabo muestreos mensuales en la presa Emiliano Zapata, el lago El Rodeo y el lago Coatetelco. La presa Emiliano Zapata y el Lago El Rodeo se clasificaron como sistemas monomícticos cálidos y el lago Coatetelco como cálido polimíctico continuo. La temperatura del

agua en los tres sistemas oscila entre 20 a 32°C. La concentración del oxígeno disuelto fluctuó entre 11 mg/l en superficie y 0.18 mg/l en el fondo. El lago El Rodeo presentó valores de alcalinidad de 11.6 mg/l en promedio, con aguas moderadamente duras (40 y 140 mg/l), baja conductividad (100 y 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), agua ligeramente alcalina en época de secas (7-8) y neutra en época de lluvias. La presa Emiliano Zapata presentó valores de alcalinidad promedio de 18.5 mg/l, con aguas muy duras (300 y 490 mg/l), alta conductividad (500 y 930 $\mu\text{S}/\text{cm}$), agua ligeramente alcalina en época de secas (pH 7-8) y neutra en época de lluvias. El lago Coatetelco presenta alcalinidad promedio de 38 mg/l y pH de 7.5 a 9.2 unidades, con aguas duras (110-325 mg/l) y alta conductividad (460 a 755 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Respecto al fitoplancton en la presa Emiliano Zapata y el lago de Coatetelco se determinaron un total de 26 especies, en el lago El Rodeo se identificaron 30 especies. El zooplancton estuvo constituido por copépodos (*Arctodiaptomus dorsalis* y *Thermocyclops inversus*), cladóceros (*Moina micrura* y *Diaphanosoma birgei*) y rotíferos (*Brachionus* sp., *Filinia* sp. y *Keratella* sp.), en la presa Emiliano Zapata se registraron 7 especies, en el lago El Rodeo y Coatetelco sólo se determinaron 6 especies. La presa Emiliano Zapata se clasificó como eutrófico durante la estación de secas e hipertrófico durante lluvias. El lago El Rodeo se clasificó como mesotrófico con tendencia a la eutrofización. El lago Coatetelco se consideró como un sistema en estado eutrófico a hipertrófico.

Díaz *et al.* (2004), elaboraron un listado de los bordos en el 2002 bajo la modalidad de Acuicultura Rural, así como la relación de especies cultivadas y el impacto de las mismas en las comunidades involucradas en el cultivo de estas. Según el registro de la SAGARPA (2002), Morelos cuenta con 139 cuerpos de agua registrados, de los cuales 62 se atienden dentro del Programa de Acuicultura Rural a cargo de esta institución y son clasificados como bordos, en su mayoría temporales y de pequeñas dimensiones, mismos que fueron considerados para este análisis y los cuales se localizan en 15 municipios del Estado de Morelos.

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Morelos representa el 0.3% de la superficie del país. La zona de estudio estará enfocada a cubrir el 50% de la superficie del Estado, de la parte centro-oeste (figura 1).

Coordenadas Geográficas: Al norte 19°08', al sur 18°20', al oeste 99°30' y al este estará delimitado por 99°03'.

Provincias Fisiográficas

Eje Neovolcánico
Sierra Madre del Sur

Subprovincia Fisiográficas

- Lagos y Volcanes del Anáhuac
- Sur de Puebla
- Sierras y Valles Guerrerenses

Clima: El clima predominante es A (w) cálido subhúmedo con lluvias en verano, acompañado de las siguientes características en orden de dominancia:

ACw: Semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

C (w): Templado subhúmedo con lluvias en verano.

C (E) (m): Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano.

Región y Cuenca Hidrológica: Región del Balsas y la cuenca del Río Grande de Amacuzac (INEGI, 1998).

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en mayo de 1998, inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Con base en esto, el área de estudio comprende la Región Hidrológica Prioritaria No. 67, denominada Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala (Arriaga *et al.*, 2002).

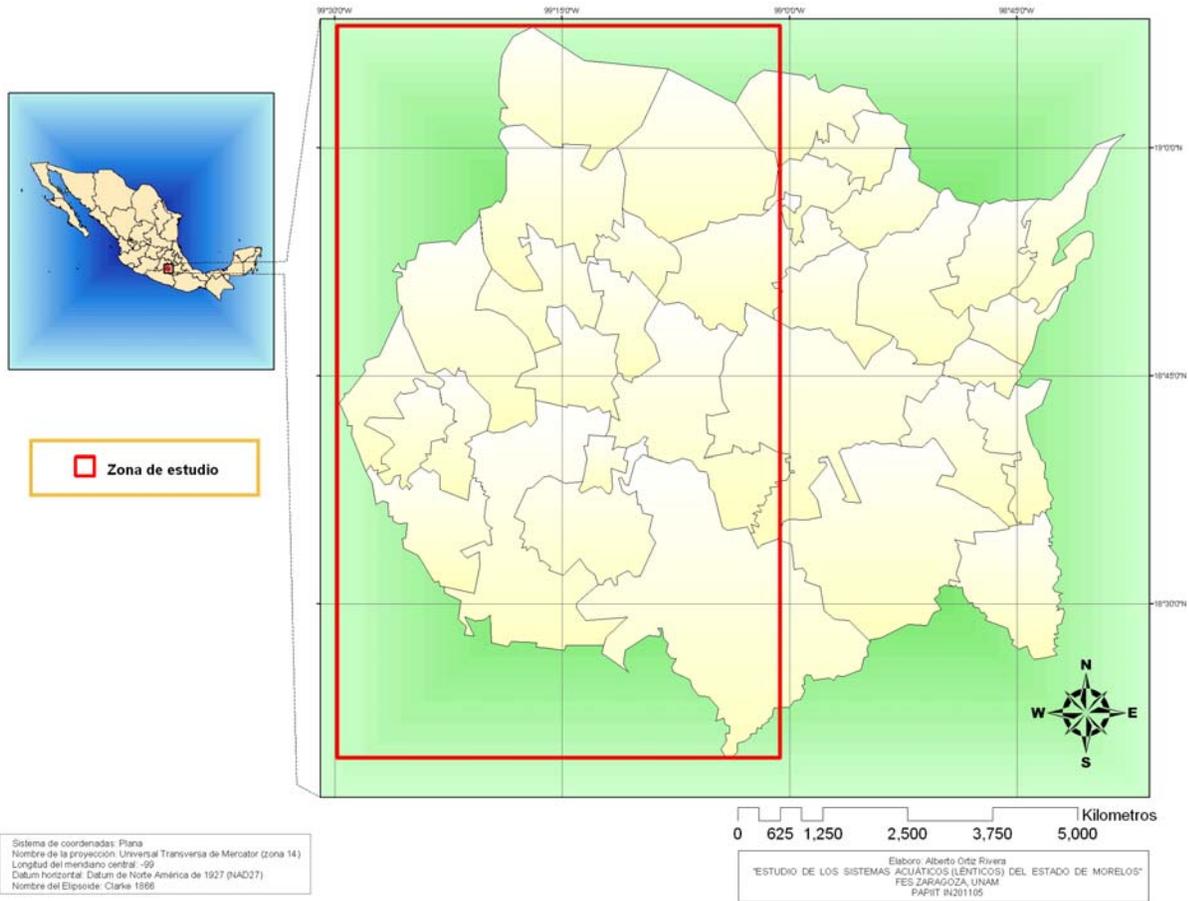


Figura 1. Delimitación de la zona de estudio

OBJETIVOS

- Actualizar el inventario de los cuerpos de agua (lénticos) del estado de Morelos (parte centro-poniente) con el despliegue de esta información en un Sistema de Información Geográfico.
 - Ubicar, identificar y delimitar los cuerpos de agua dentro del territorio estatal.
 - Elaborar una base de datos que contenga los registros de los cuerpos de agua (coordenadas geográficas y usos).
 - Caracterizar los cuerpos acuáticos de acuerdo a su calidad de agua basados en su índice de estado trófico.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se dividió en tres fases: de gabinete, campo y laboratorio.

La ubicación de los cuerpos de agua se realizó con base en estudios previos en la zona, datos de la Comisión Nacional del Agua del Estado, así como cartas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1992) con escala 1:50 000 (E14A49, E14A58, E14A59, E14A68, E14A69 y E14A79), con la finalidad de establecer los puntos o rutas a seguir durante la fase de campo.

FASE DE CAMPO

Se tomaron muestras de agua de abril de 2004 a diciembre de 2005 de los sistemas acuáticos en los 18 municipios que corresponden al área de muestreo, estos se georreferenciaron por medio de un GPS expresión inglesa “Global Positioning System” (Sistema de Posicionamiento Global), estableciendo los puntos en coordenadas geográficas y UTM (Universal Transverse Mercator) referidas al sistema NAD27, además de la altitud y fotografías del lugar.

La morfometría se registró mediante una brújula marca Bronton de tipo asimutal y una cinta métrica de 100 m o distanciómetro, siguiendo el criterio propuesto por Welch (1948).

La batimetría se efectuó por medio de transectos paralelos perpendiculares a la longitud máxima del cuerpo de agua con una sonda (un cabo graduado con un peso o sondaleza en el extremo). En cada transecto se determinó la profundidad cada 5 o 10 metros por medio de un distanciómetro.

Con respecto a la toma de muestra de agua se estableció una estación de muestreo en la parte central para cada sistema acuático.

En cada sitio se determinaron los siguientes parámetros: temperatura ambiental y del agua (con un termómetro de ± 1 °C), pH (con un potenciómetro), conductividad eléctrica (con un conductímetro), transparencia (mediante el disco de Secchi).

Para la toma de muestras de agua se utilizó una botella Van Dorn horizontal de dos litros de capacidad y las muestras se almacenaron en botellas de polietileno de un litro para la determinación de los parámetros químicos. Para la determinación del oxígeno disuelto se empleó una botella DBO de trescientos mililitros (Método de Winkler modificación de azida de sodio) de capacidad.

Para la identificación del fitoplancton, se tomaron muestras de 100 ml de agua con la botella Van Dorn y se vertieron en frascos de polietileno de 125 ml, se preservaron con 10 gotas de acetato de lugol, para su traslado al laboratorio.

Para la cuantificación de la biomasa de fitoplancton se tomaron 100 ml de muestra y se filtraron a través de un dispositivo millipore con filtro de 0.045 μm , el cual se guardó en papel aluminio y se preservó a 4 °C para su posterior análisis en el laboratorio.

Para la colecta del zooplancton se empleó una red de plancton tipo cónica de 0.30 m de diámetro y 160 μm de abertura de malla con arrastres de 10 metros a una velocidad de 1 m/s, obteniendo una muestra de 200 a 300 ml aproximadamente, la cual se almacenó en una botella de polietileno con formalina comercial al 10% neutralizado con borato de sodio.

Las colectas de peces se realizarán con ayuda de un chinchorro playero de 10m de longitud y luz de malla de 1mm, las muestras se fijarán con formol neutralizado con borato al 10% en un recipiente de polietileno; posteriormente las muestras se conservaron en alcohol etílico al 70%.

In situ se realizaron las siguientes técnicas:

QUÍMICOS	MÉTODO
Oxígeno disuelto	Winkler (modificación de azida de sodio)
Alcalinidad total	Volumetría con indicadores
Dureza total	Complejométrico
Dureza de calcio	Complejométrico
Material y método	(Arredondo, 1986; SARH, 1982)

FASE DE LABORATORIO

Las determinaciones que se realizaron en el laboratorio fueron:

NUTRIENTES	MÉTODO
Sólidos sedimentables	Cono de Imnof
Sólidos totales	Evaporación a 105 °C
Amonio	Fenato
Nitritos	Ac. Sulfanílico
Nitratos	Ac. Fenoldisulfónico
Ortofosfatos	Fosfomolibdato
Fósforo total	Digestión ácida + Fosfomolibdato
Silicatos	Molibdo-silicato
Sulfatos	Turbidimétrico
	(Arredondo, 1986; SARH, 1982)

Para el conteo de fitoplancton de la muestra se tomó 1 ml de alícuota homogenizada y se colocó en una cámara de sedimentación durante 24 horas con base en la técnica de Uthörmol (Schwoerbel, 1975). Con ayuda del microscopio invertido marca American Optical se contaron los individuos presentes en 10 campos a 40X del objetivo x 10X del ocular, mismos que se identificaron con

ayuda de las claves propuestas por Pennak (1979), Needham y Needham (1972), Ortega (1984), Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b); Ettl y Gärtner (1988); Dillard (1989); Comas (1996) y John *et al.* (2002).

Para el conteo del zooplancton se utilizó una cámara de conteo Sedgwick-Rafter con ayuda de un microscopio óptico con objetivo de 40X (Schwoerbel, 1975; Wetzel y Likens, 1979), y se identificaron a los organismos presentes con ayuda de las claves propuestas por Pennak (1979); Needham y Needham (1978), Suárez-Morales *et al.* (1996); Suárez-Morales y Reid (1998); Koste W. (1978, 1978a); Korovochinsky y Smirnov (1998); Silva-Briano y Suarez (1998); Silva-Briano y Segers (1992) y Ahlstrom (1940, 1943).

Para calcular el volumen de agua filtrado a través de la red se utilizó la fórmula siguiente:

$$V = (\pi r^2 d) F$$

Donde “V” es el volumen de agua filtrada, “r” el radio de la boca de la red, “d” la longitud del trayecto de desplazamiento de la red y el factor de eficiencia de filtración (González de Infante, 1988).

Para la determinación de biomasa (clorofila *a*), se colocó el filtro en un tubo de centrifuga, se adicionó de dos a tres ml de acetona al 90%, se maceró el filtro y se completo el volumen de acetona hasta 10 ml. Se colocó en la oscuridad durante 2 horas a temperatura ambiente y se centrifugó durante 10 minutos a 4 000 rpm.

Posteriormente se extrajo el sobrenadante con una pipeta pasteur y se colocó en una celda, para llevar a cabo su lectura en el espectrofotómetro. Las longitudes de onda a las cuales se hicieron las lecturas de las muestras fueron: 665, 645 y 630 nm, que son las máximas absorbancias de la clorofila *a*, *b* y *c* respectivamente. Estas lecturas se llevaron a cabo contra un blanco de acetona al 90%.

La concentración para cada clorofila en $\mu\text{g/l}$ se obtuvo a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}\text{Clorofila } a &= 11.64 E_{665} - 2.16 E_{645} + 0.10 E_{630} \\ \text{Clorofila } b &= 20.97 E_{645} - 3.94 E_{665} - 3.66 E_{630} \\ \text{Clorofila } c &= 54.22 E_{630} - 14.81 E_{645} - 5.53 E_{665}\end{aligned}$$

Se restó la extracción a 750 nm de las extracciones a 665, 645 y 630; los valores obtenidos se multiplicaron por el volumen de la extracción en ml y se dividió por el volumen de agua en litros (Contreras, 1994.).

Los peces colectados se identificarán por con ayuda de un estereoscopio y claves de identificación (Rosen y Bailey, 1963; Álvarez del Villar, 1970; Needham y

Needham, 1972; Miller, 1974, 1983; Gaspar-Dillanes, 1987; Espinosa-Pérez *et al.*, 1993) y se conservaron en alcohol.

FASE DE GABINETE

Con los datos obtenidos de la morfometría se elaboró el mapa del contorno del cuerpo de agua y con los datos registrados de la batimetría se obtuvieron las isobatas correspondientes. Para definir el área de cada una de las isobatas se utilizó el método de corte y peso (Håkanson, 1981; Lind, 1985). Con los valores de las áreas se obtuvo el volumen entre cada una de las isobatas, por la siguiente fórmula:

$$V = h/3 (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})$$

Y el volumen total se definió mediante:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots V_n$$

Además de obtener los valores para:

- Profundidad media $\bar{Z} = V/A_o$
- Profundidad relativa $Z_r = 50Z_m \sqrt{\pi} / \sqrt{A_o}$
- Perímetro o línea de costa L
- Desarrollo de la línea de costa $DL = L/2 \sqrt{A_o * \pi}$
- Profundidad máxima Z_m
- Relación profundidad media con la profundidad máxima $\bar{Z} : Z_m$

Se empleó el Índice de Carlson (1977) para determinar el estado trófico de cada sistema asociado a la visibilidad al disco de secchi, clorofila "a" y fósforo total.

$$\text{IET de fósforo total (IETF}_t) = 14.42 * [\ln (F_t \text{ promedio})] + 4.15$$

$$\text{IET Clorofila "a" (IETC)} = 9.81 * [\ln (\text{Clorofila "a" promedio})] + 30.6$$

$$\text{IET Disco de Secchi (IETS)} = 60 - (14.41 * [\ln (\text{Secchi promedio})])$$

Los datos recopilados de las pruebas de nutrientes y parámetros físico-químicos, así como los referentes a las condiciones ambientales se utilizaron para la base de datos, la cual se manipuló en el paquete Microsoft Excel (2003) y Arc View v.8.3 con la finalidad de ubicar, clasificar cada uno de los sistemas y sus principales características de calidad de agua. Finalmente se realizó un análisis de cluster para clasificar los sistemas acuáticos, basados en algunos parámetros físicos, químicos y biológicos.

RESULTADOS

De acuerdo a los datos cartográficos del INEGI (1992) y las georeferencias tomadas en campo se ubicaron 54 sistemas en 13 municipios de los 18 que corresponden al área de estudio, de los cuales tres son consideradas como represas y no se evaluaron en el estudio, sólo se registraron. En la tabla 1 se aprecian los cuerpos acuáticos en orden ascendente de muestreo.

Tabla 1. Ubicación de los sistemas estudiados

ID	Nombre	Municipio	Altitud (m.s.n.m)	Latitud Norte	Longitud Oeste	Zona 14	
						UTM X	UTM Y
1	Zempoala	Huitzilac	2815	19° 02' 58.92"	99° 18' 56.94"	466772	2106230
2	Tonatiagua	Huitzilac	2816	19° 03' 13.86"	99° 18' 56.46"	466799	2106667
3	Compila	Huitzilac	2834	19° 03' 12.96"	99° 18' 51.48"	466935	2106658
4	Acoyotongo***	Huitzilac	2860	19° 03' 44.04"	99° 18' 54.30"	466847	2107614
5	Plan de Ayala	P. de Ixtla	998	18° 41' 37.6"	99° 17' 29.5"	469258	2066845
6	Felipe Ruiz de Velazco (Coahuixtla)	Amacuzac	951	18° 33' 29.6"	99° 21' 55.9"	461422	2051986
7	Bordo 5	Coatlán del Río	1133	18° 40' 16.4"	99° 26' 15.5"	453792	2064507
8	Tilcuate	Tetecala	1120	18° 39' 42.4"	99° 26' 26.4"	453560	2063261
9	Contlalco	Tetecala	1132	18° 39' 23.2"	99° 26' 45.8"	452955	2062748
10	El móvil	Tetecala	1152	18° 41' 02.3"	99° 26' 26.6"	453526	2065794
11	La nopalera	Coatlán del Río	1175	18° 42' 13.5"	99° 28' 20.5"	450206	2067987
12	Acuitlapilco	Tepoztlán	1421	18° 57' 40.9"	99° 06' 38.8"	488344	2096423
13	Los Arcos	Yautepec	1285	18° 53' 26.7"	99° 00' 27.1"	499207	2088615
14	Yautepec	Yautepec	1222	18° 52' 13.9"	99° 02' 29.0"	495639	2086377
15	El Jagüey (Ticomán)	Tlaltizapán	1007	18° 47' 45.4"	99° 06' 26.0"	488714	2078500
16	Tetecala 1	Tetecala	1124	18° 40' 48.5"	99° 25' 54.6"	454465	2065367
17	Tetecala 2	Tetecala	1092	18° 40' 58.5"	99° 25' 05.8"	455892	2065667
18	Tetecala 3*	Tetecala	1132	18° 41' 31.5"	99° 24' 34.3"	456800	2066679
19	Las Joyas	Tetecala	1157	18° 24' 45.6"	99° 27' 55.3"	450937	2068974
20	Los Guayabitos	Tetecala	1170	18° 42' 05.5"	99° 27' 33.7"	451565	2067742
21	Ojo de agua	Jojutla	891	18° 35' 45.7"	99° 11' 30.2"	479773	2056017
22	Jojutla*	Jojutla	916	18° 37' 31.1"	99° 12' 15.1"	478453	2059249
23	Chavarría	Coatlán del Río	1160	18° 43' 06.3"	99° 27' 35.7"	451480	2069617
24	Michapa	Coatlán del Río	1196	18° 41' 43.2"	99° 28' 51.9"	449268	2067066
25	Presa Seca	Coatlán del Río	1160	18° 41' 22.8"	99° 27' 35.3"	451516	2066428
26	Apancingo	Coatlán del Río	1147	18° 40' 57.2"	99° 27' 39.2"	451399	2065644
27	Frente Presa seca	Tetecala	1175	18° 41' 43.0"	99° 27' 52.6"	451010	2067050
28	Tetecala 2.5*	Tetecala	1110	18° 41' 17.4"	99° 24' 58.2"	456113	2066253
29	Bordo temporal*	Tetecala	1120	18° 40' 05.7"	99° 25' 38.6"	454926	2064052
30	Bordo 7 (Contlalco 2)	Coatlán del Río	1117	18° 40' 11.3"	99° 26' 22.0"	453657	2064234
31	Bordo 6*	P. de Ixtla	1117	18° 40' 09.5"	99° 26' 24.2"	453595	2064171
32	El Candelero 1	Tetecala	1132	18° 41' 09.7"	99° 26' 45.7"	452971	2066022
33	El Candelero 2	Tetecala	1125	18° 41' 11.0"	99° 26' 40.4"	453124	2066060
34	El Candelero (San Ignacio)	Tetecala	1136	18° 41' 15.8"	99° 26' 58.9"	452582	2066209
35	Bordo seco	Amacuzac	1000	18° 38' 22.0"	99° 23' 59.9"	457743	2061058
36	El Sol*	Xochitepec	1065	18° 45' 32.0"	99° 14' 04.8"	475254	2074036

Continuación... Tabla 1. Ubicación de los sistemas estudiados

ID	Nombre	Municipio	Altitud (m.s.n.m)	Latitud Norte	Longitud Oeste	UTM X	UTM Y
37	Apancingo 1*	Coatlán del Río	1150	18° 40' 59.0"	99° 27' 40.0"	451376	2065697
38	Apancingo 2	Coatlán del Río	1143	18° 40' 59.4"	99° 27' 35.4"	451508	2065710
39	Apancingo 3	Coatlán del Río	1168	18° 41' 30.4"	99° 28' 02.4"	450724	2066668
40	Las Joyas 1	Tetecala	1121	18° 41' 48.7"	99° 26' 40.2"	453133	2067220
41	Las Joyas 2*	Tetecala	1135	18° 41' 45.2"	99° 26' 54.6"	452710	2067119
42	Chisco**	Jojutla	860	18° 32' 34.8"	99° 15' 26.7"	472829	2050156
43	Coatetelco	Miacatlán	978	18° 44' 22.96"	99° 20' 19"	464163	2071980
44	El Rodeo	Miacatlán	1080	18° 46' 05.71"	99° 19' 20.18"	465887	2075142
45	P. Emiliano Zapata	P. de Ixtla	984	18° 29' 52.41"	99° 16' 34.52"	470965	2045153
46	Tequesquitengo	Jojutla	940	18° 36' 03.48"	99° 15' 57.87"	471923	2056555
47	Campo de cultivo*	Xochitepec	1158	18° 47' 59.7"	99° 13' 13.6"	476771	2078579
48	Cuentepec	Cuernavaca	1494	18° 52' 10.0"	99° 19' 19.2"	466082	2086288
49	Alpuyeca**	Xochitepec	1039	18° 44' 05.0"	99° 15' 28.7"	472803	2071372
50	Apancingo 0*	Coatlán del Río	1151	18° 41' 00.1"	99° 27' 34.3"	451528	2065732
51	Zacoaco	Ayala	1186	18° 48' 39.6"	99° 01' 50.5"	496764	2079792
52	Zacoaco 1*	Ayala	1184	18° 48' 47.3"	99° 02' 09.4"	496214	2080029
53	Las Alzadas	Tetecala	1149	18° 41' 42.15"	99° 27' 18.81"	452000	2067022
54	Apotla**	Jojutla	910	18° 40' 45.91"	99° 25' 10.73"	473323	2065251

* Secos durante el muestreo

** Represas

***difícil acceso

El área que se abarcó durante este estudio fue de 2 403 km², es decir, el 49.3% del Estado, de este, la superficie de los cuerpos acuáticos estudiados ocupa sólo el 0.5%. A continuación, en la Tabla 2, se enlistan las características morfométricas y batimétricas de los sistemas ubicados con base al área que ocupan, siendo Tequesquitengo el más grande y con mayor volumen, en contraste con el bordo 5 que fue el más pequeño.

Tabla 2. Morfometría de los sistemas en estudio (ordenados en función de su área)

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
7	0.06	53.7	196	78.5	26.9	0.09
35	0.10	41.6	256	85.3	61	0.04
33	0.11	2625	399	38	30	0.35
32	0.12	1224.3	150	53	22	1.05
30	0.19	1154.5	55	77	25	0.60
31	0.19	962.1	55	64.1	30	0.50
19	0.21	3213	194	63	34	1.50
27	0.30	1500	220	60	50	0.50
48	0.44	7553.2	334	94.1	35.4	1.73
3	0.53	30904.7	884.9	309.9	253.3	5.83
23	0.75	6821.5	384.7	151.2	71.5	0.91
20	0.81	4293.2	386	149.4	66.8	0.53
17	0.86	3768	360.6	111.5	107.4	0.44
16	0.88	8733.1	471	163.8	72.7	0.99

Continuación... Tabla 2. Morfometría de los sistemas en estudio (ordenados en función de su área)

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
34	1.60	20074.8	703.5	151.5	78.7	1.25
51	1.76	26561.2	627.8	212.1	86.2	1.51
12	2.09	15172.1	673.3	270.7	100.5	0.73
4	2.22	33247.9	1253.3	190.6	176.5	1.50
53	2.27	26157.1	677.4	205.5	123.1	1.15
40	2.30	110423	345.8	230	105	4.80
15	3.66	73243.4	881.4	211.7	173.9	2.00
2	4.10	115573.8	1825.3	252.3	167.5	2.82
10	4.12	43103	973.8	335.5	156.5	1.05
13	4.57	131098.4	1195.4	386.2	166.8	2.87
11	5.66	72507.9	939.5	293.3	293.2	1.28
9	5.69	98213.6	974.8	357.5	216.1	1.73
5	6.30	500000	1925.2	362.1	248.7	7.94
24	6.60	9904.9	1129.4	386.4	238.2	0.15
1	7.04	492754.7	1571.6	394.2	205.2	7.00
26	7.19	28767.7	1063.3	364.7	247.4	0.40
14	11.04	110423.5	1846.2	341.4	319	1.00
45	13.24	507409.2	2526.4	702	456	3.83
25	13.93	41786.1	1143.1	443	297	0.30
8	15.42	514879.6	2164.5	751.3	297	3.34
6	15.52	1200000	3761.7	534	214	7.73
43	110.82	565417.8	5035.2	1610.2	1098	0.51
44	208.21	11867951.9	6211.7	1757	1460	5.70
46	731.93	146140578.7	13525.4	4177.8	2575	19.97

Con base en los datos anteriores, los cuerpos de agua se clasificaron por categorías de acuerdo a su extensión (Tabla 3):

Tabla 3. Clasificación de los sistemas estudiados

Categoría	Número	Área Total (Ha)
0 - 1 ha	27	6.14
1.1 – 10 ha	16	67.18
10.1 – 100 ha	5	78.35
100.1 – 1 000 ha	3	1 050.97
Total	51	1 202.64

De lo anterior se aprecia en la figura 2 que en mayor proporción (53%) se encuentran los sistemas de 1 o menores de una hectárea y en menor porcentaje (6%) los sistemas de 100 a 1 000 hectáreas.

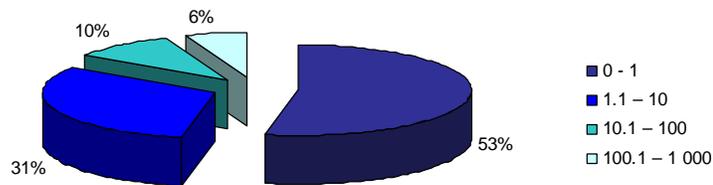


Figura 1. Porcentaje de sistemas por categoría (Ha)

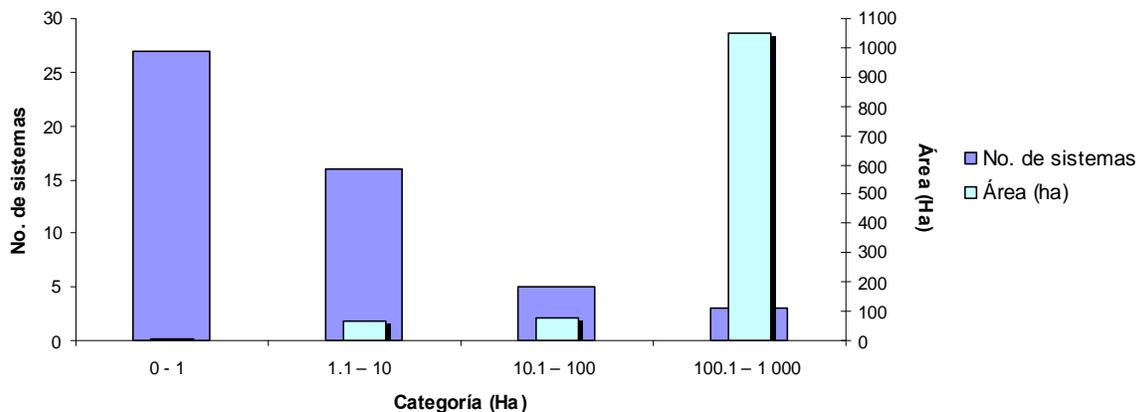


Figura 2. Cantidad de cuerpos acuáticos y área, evaluada por categoría

Al relacionar los datos de área total por sistema con la cantidad de sistemas por categoría se puede observar una relación inversamente proporcional (figura 3).

En la figura 4 se da un panorama general de los sistemas en estudio, describiéndolos en relación a su área.

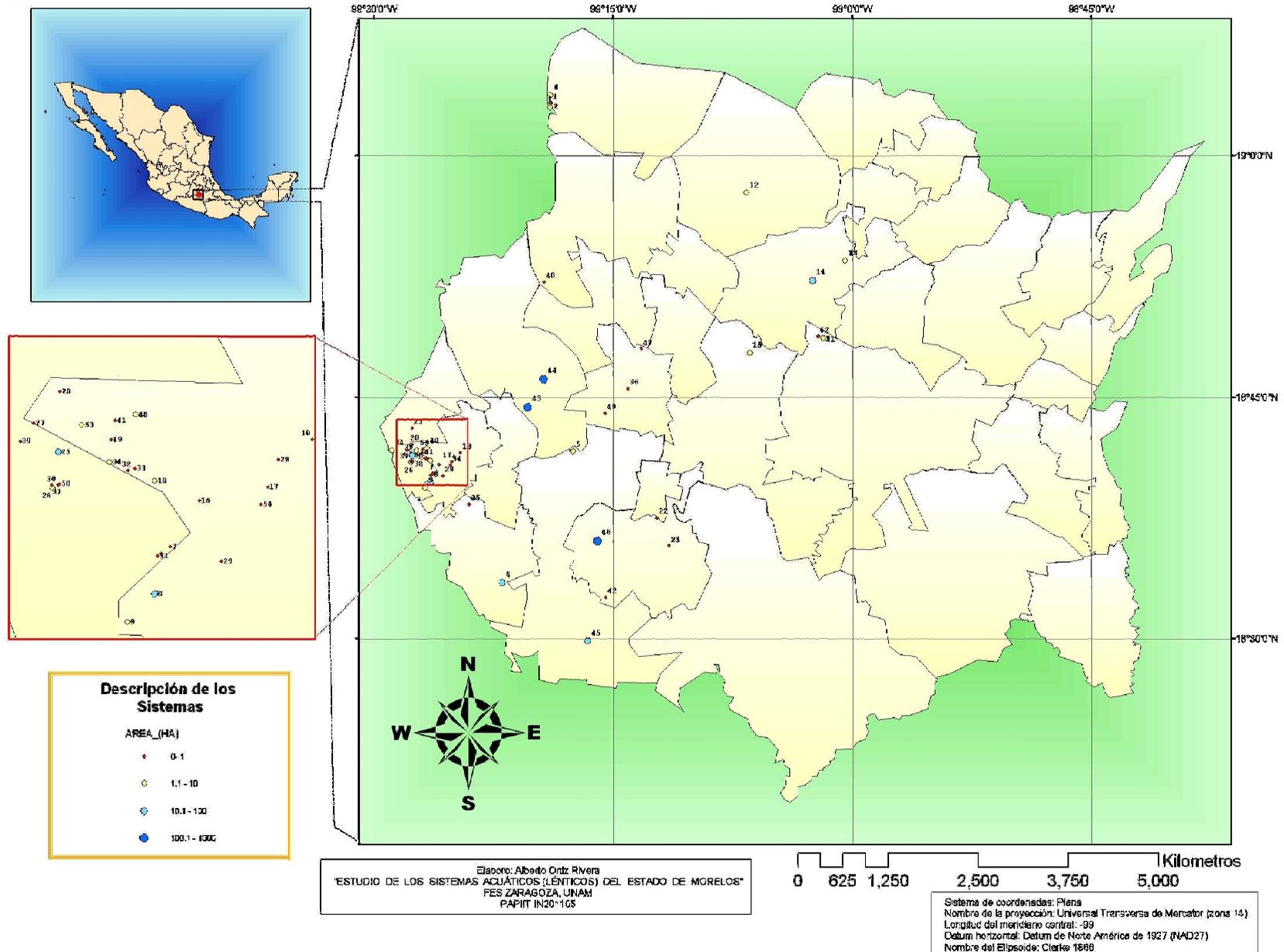


Figura 3. Distribución de los cuerpos de agua

A nivel más específico, la mayor parte de estos sistemas pertenecen al municipio de Tetecala (figura 5):

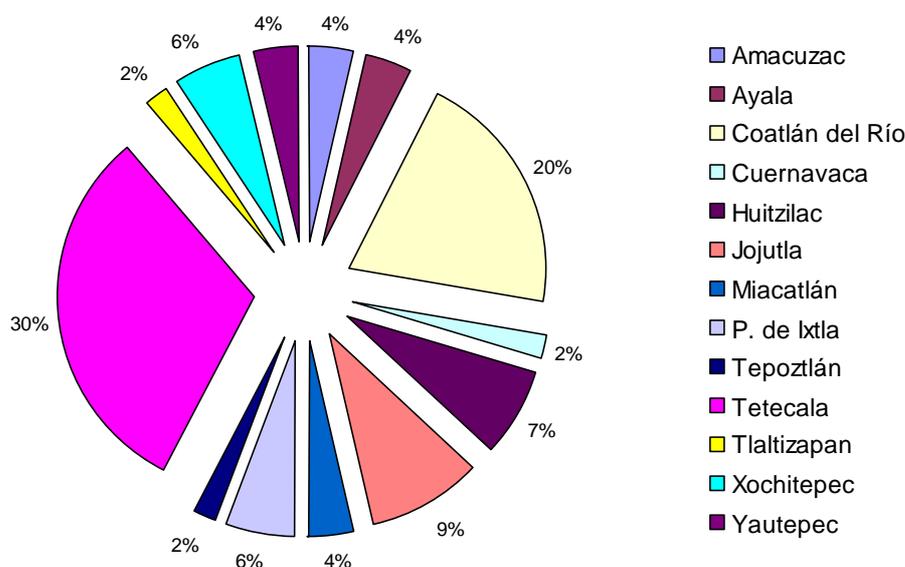


Figura 4. Distribución porcentual por municipio de los sistemas acuáticos

En función del tiempo de permanencia (tabla 4) se enlistan los sistemas como permanentes; aquellos que presentan un volumen remanente constante durante el año y los temporales, con agua solamente durante la época de lluvias.

Tabla 4. Lista de los sistemas acuáticos clasificados en permanentes y temporales

PERMANENTES		TEMPORALES	
ID	Sistema	ID	Sistema
1	Zempoala	3	Compila
2	Tonatiagua	7	Bordo 5
4	Acoyotongo	12	Acuitlapilco
5	Plan de Ayala	18	Tetecala 3
6	Felipe Ruiz de Velazco (Coahuixtla)	19	Las Joyas
8	Tilcuate	20	Los Guayabitos
9	Contlalco	22	Jojutla
10	El móvil	27	Frente Presa seca
11	La nopalera	28	Tetecala 2.5
13	Los Arcos	29	Bordo temporal
14	Yautepec	30	Bordo 7 (Contlalco 2)
15	El Jagüey	31	Bordo 6
16	Tetecala 1	35	Bordo seco
17	Tetecala 2	36	El Sol
21	Ojo de agua	37	Apancingo 1
23	Chavarría	38	Apancingo 2
24	Michapa	39	Apancingo 3
25	Presas Seca	41	Las Joyas 2
26	Apancingo	47	Campo de cultivo
32	El Candelero 1	50	Apancingo 0
33	El Candelero 2	52	Zacoaco 1
34	El Candelero		

Continuación...Tabla 4. Lista de los sistemas acuáticos clasificados en permanentes y temporales

ID	Sistema
40	Las Joyas 1
43	Coatetelco
44	El Rodeo
45	P. Emiliano Zapata
46	Tequesquitengo
48	Cuentepec
51	Zacoaco
53	Las Alzadas

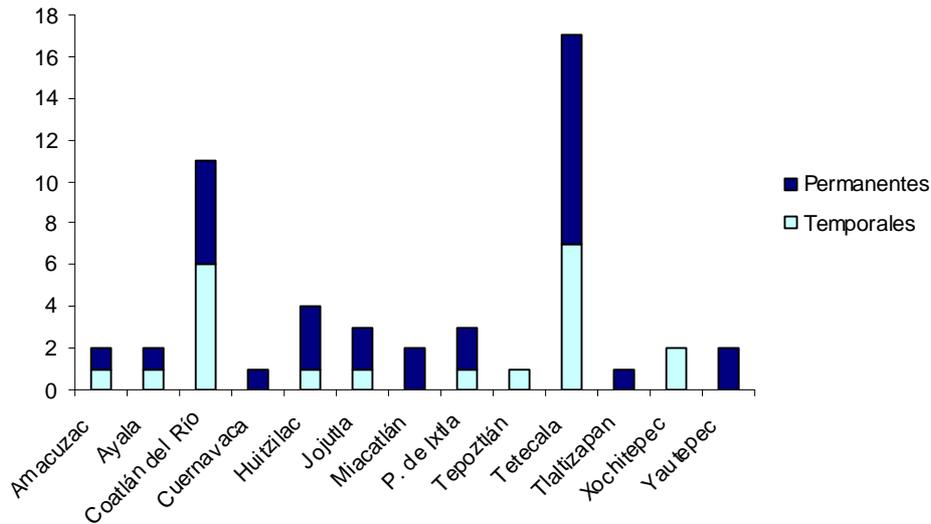


Figura 5. Representación gráfica de cuerpos acuáticos clasificados como temporales y permanentes por municipio

En la figura 6 se representa de forma gráfica la cantidad de sistemas permanentes y temporales por municipio, siendo el municipio de Tetecala el que tiene el mayor número de cuerpos acuáticos, diez de los cuales son permanentes y siete temporales, en contraste con Tepoztlán con un solo sistema temporal.

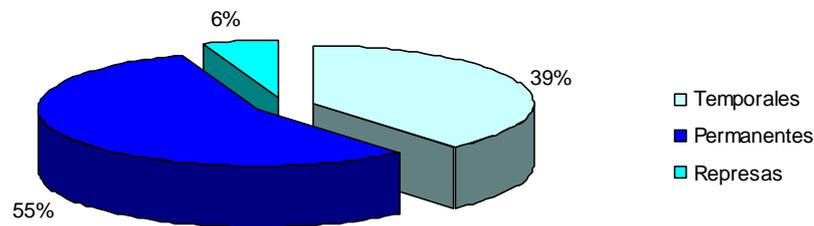


Figura 6. Porcentaje de los tipos de sistemas acuáticos

La figura 7 nos muestra que el 55% de los sistemas son permanentes, es decir se pueden encontrar presentes durante todo el año y 39% son temporales, sólo disponibles durante la época de lluvia.

A continuación se presenta el resumen general de los parámetros físicos, químicos y biológicos para cada cuerpo acuático por municipio:

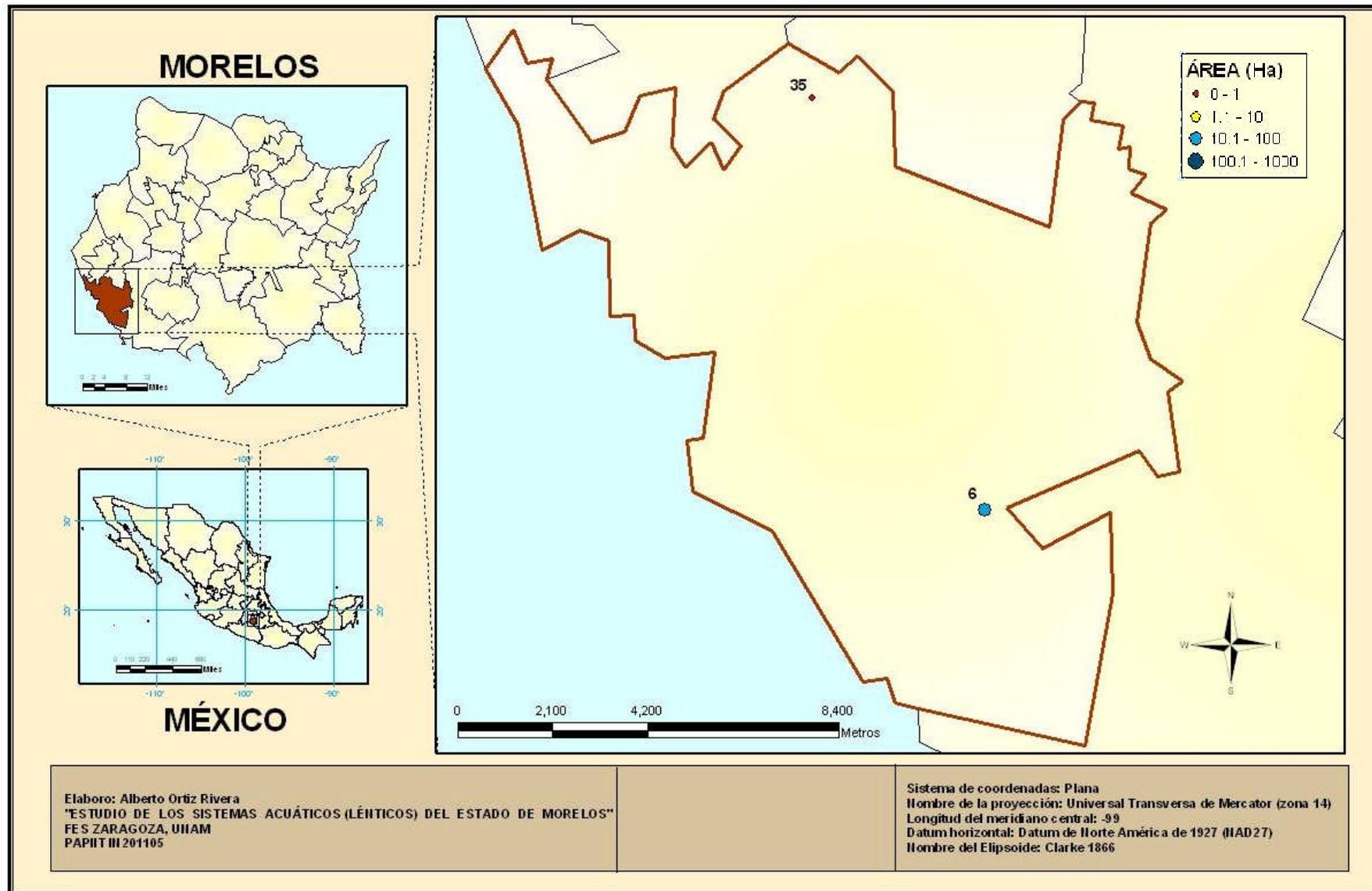


Figura 7. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Amacuzac (Escala 1: 100 000)

6 Felipe Ruiz de Velazco (Coahuixtla): S. Permanente



Figura 8. Felipe Ruiz de Velazco (Coahuixtla), enero del 2005

Tabla 5. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
6	15.52	1200000	3761.7	534	214	7.73

Cuerpo de agua de mediana profundidad, baja oxigenación durante la época de secas y alta concentración de oxígeno durante la temporada de lluvias, con un pH moderadamente básico, aguas moderadamente duras y alta producción durante los dos periodos de muestreo (figura 9, tabla 5 y 6).

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	25.9	23.9
Profundidad (m)	8	14
Transparencia (m)	0.56	0.83
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.28	9.04
Alcalinidad total (mg/L)	30	16
Dureza total (mg/L)	66	108
pH	9.63	8.74
Conductividad (μS/cm)	195	568
Nitratos (mg/L)	0.332	0.115
Nitritos (mg/L)	0.031	0.001
Amonio (mg/L)	0.115	0.052
Ortofosfatos (mg/L)	0.008	0.030
Fósforo total (mg/L)	0.136	0.093
Silicatos (mg/L)	50.79	1.87
Sulfatos (mg/L)	7.48	20.05
Clorofila “a” (μg/L)	19.39	25.76
Clase Estado Trófico	Eutrófico-Hipereutrófico	Eutrófico

Los grupos representativos de fitoplancton, durante la época de secas fueron por orden de abundancia, Chlorophyta > Cyanophyta y en la de lluvias Chromophyta > Chlorophyta > Cyanophyta (figura 10).

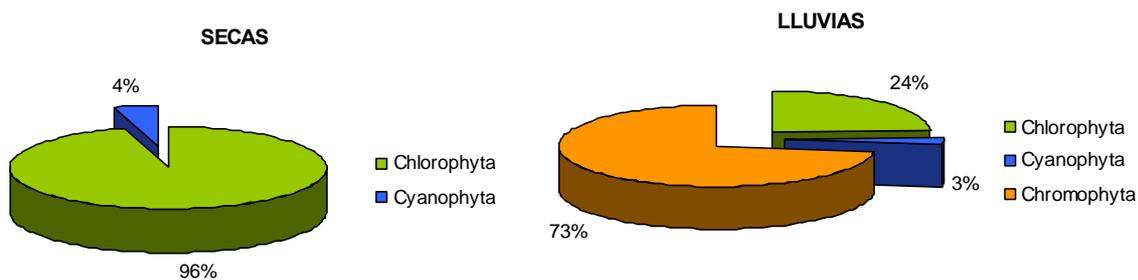


Figura 9. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, se registraron tres grupos: Cladóceros con abundancia del 67%, Rotíferos con el 22% y Copépodos-Calanoideos con el 11%. Durante la época de lluvias, sólo se encontraron dos grupos, los Copépodos-Calanoideos el grupo más representativo con un 89% de abundancia y los Cladóceros con 11% (figura 11).

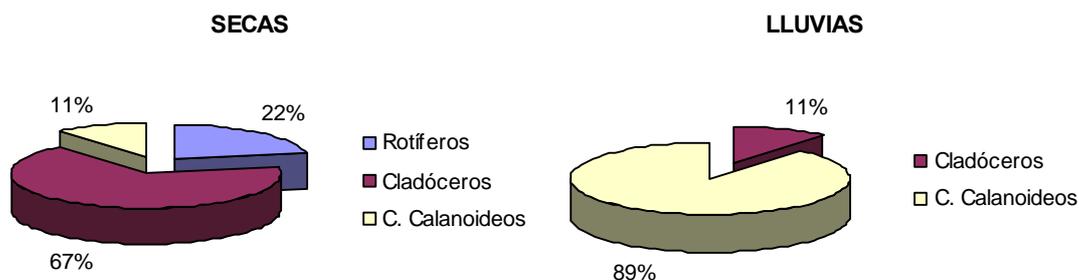


Figura 10. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

35 Bordo seco: S. Temporal



Figura 11. Bordo seco, agosto del 2005

Tabla 7. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
35	0.10	41.6	256	85.3	61	0.3

Sistema muy somero, con buena oxigenación, moderadamente básico, de aguas suaves y muy productivas (figura 12, tabla 7 y 8).

Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	30
Profundidad (m)		0.4
Transparencia (m)		0.19
Oxígeno disuelto (mg/L)		5.94
Alcalinidad total (mg/L)		15
Dureza total (mg/L)		61
pH		8.66
Conductividad (μS/cm)		124
Nitratos (mg/L)		0.351
Nitritos (mg/L)		0.003
Amonio (mg/L)		0.472
Ortofosfatos (mg/L)		0.458
Fósforo total (mg/L)		1.708
Silicatos (mg/L)		21.38
Sulfatos (mg/L)		86.97
Clorofila “a” (μg/L)		28.51
Clase Estado Trófico		Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Euglenophyta (figura 13)

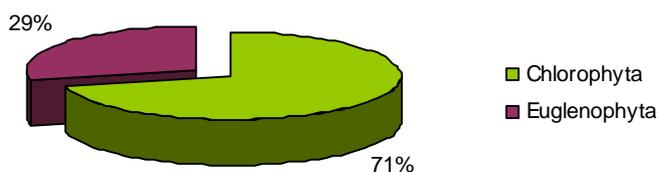


Figura 12. Composición porcentual de las divisiones presentes de fitoplancton

Sin muestra de zooplancton debido a la poca profundidad del sistema.

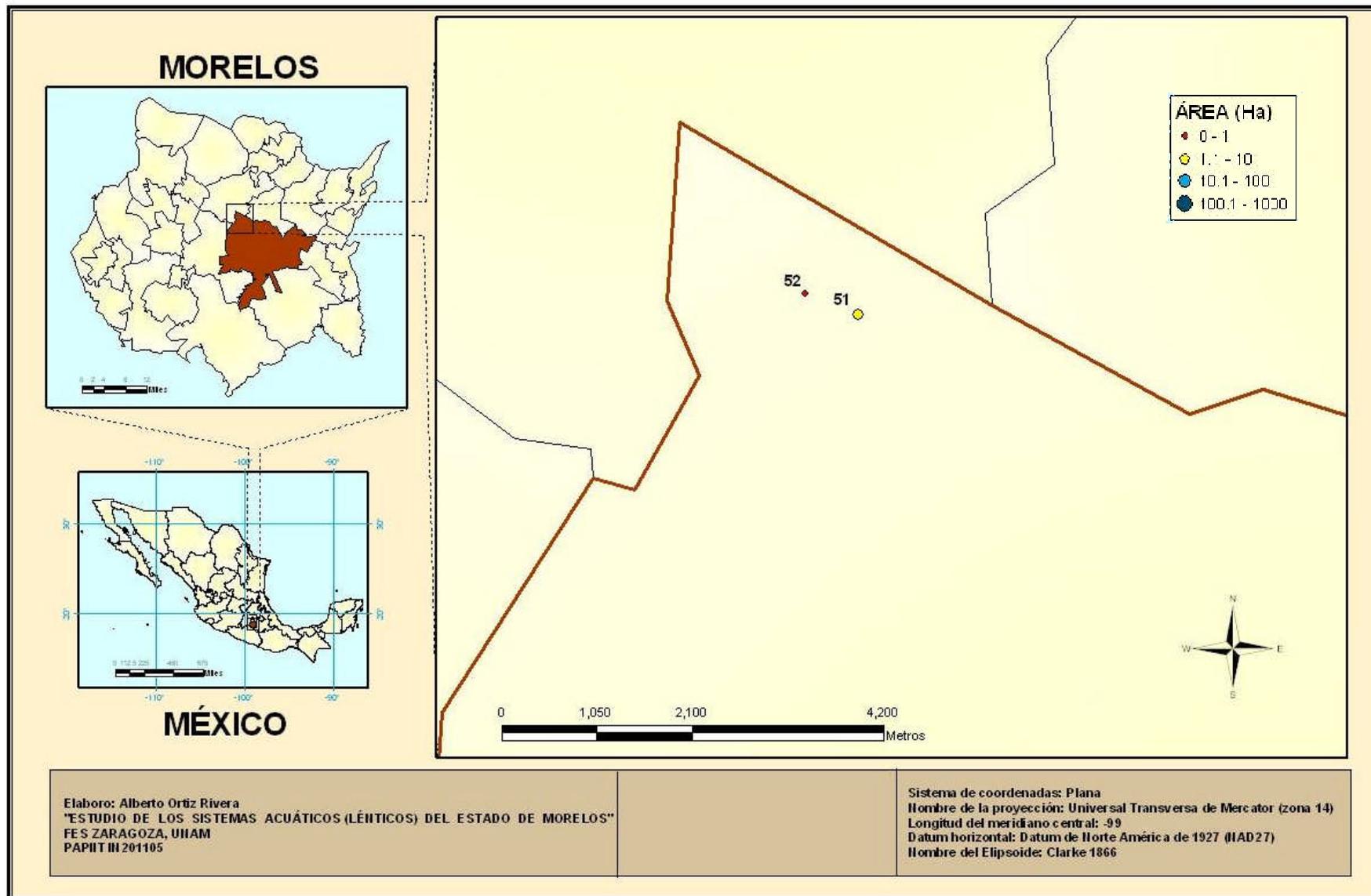


Figura 13. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Ayala (Escala 1 : 50 000)

51 Zacoaco: S. Permanente



Figura 14. Zacoaco, noviembre del 2005

Tabla 9. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
51	1.76	26561.2	627.8	212.1	86.2	1.51

Sistema somero, con alta oxigenación, pH moderadamente básico, aguas duras y alta productividad (figura 15, tabla 9 y 10).

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Sin muestra	25
Profundidad (m)		1.7
Transparencia (m)		0.25
Oxígeno disuelto (mg/L)		11.37
Alcalinidad total (mg/L)		32
Dureza total (mg/L)		250
pH		8.65
Conductividad (µS/cm)		1705
Nitratos (mg/L)		0.044
Nitritos (mg/L)		0.008
Amonio (mg/L)		0.289
Ortofosfatos (mg/L)		0.488
Fósforo total (mg/L)		0.848
Silicatos (mg/L)		31.98
Sulfatos (mg/L)		62.72
Clorofila "a" (µg/L)		4.13
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chromophyta > Chlorophyta (figura 16)

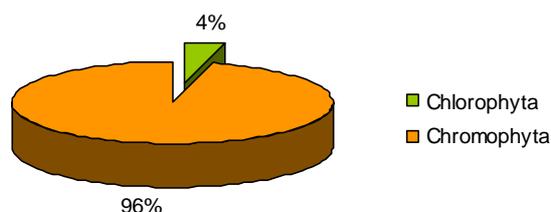


Figura 15. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

En el zooplancton se registraron dos grupos: Copéodos-Calanoideos con abundancia del 86% y Cladóceros con el 14% (figura 17).

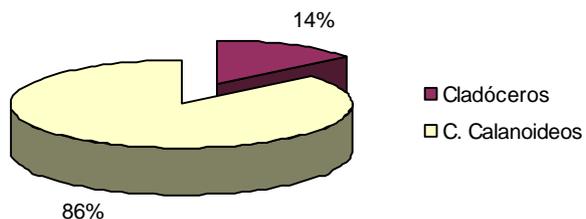


Figura 16. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

52 Zacoaco 1: S. Temporal

El muestreo no se realizó debido a la poca profundidad que presentó el sistema durante las dos épocas visitadas.

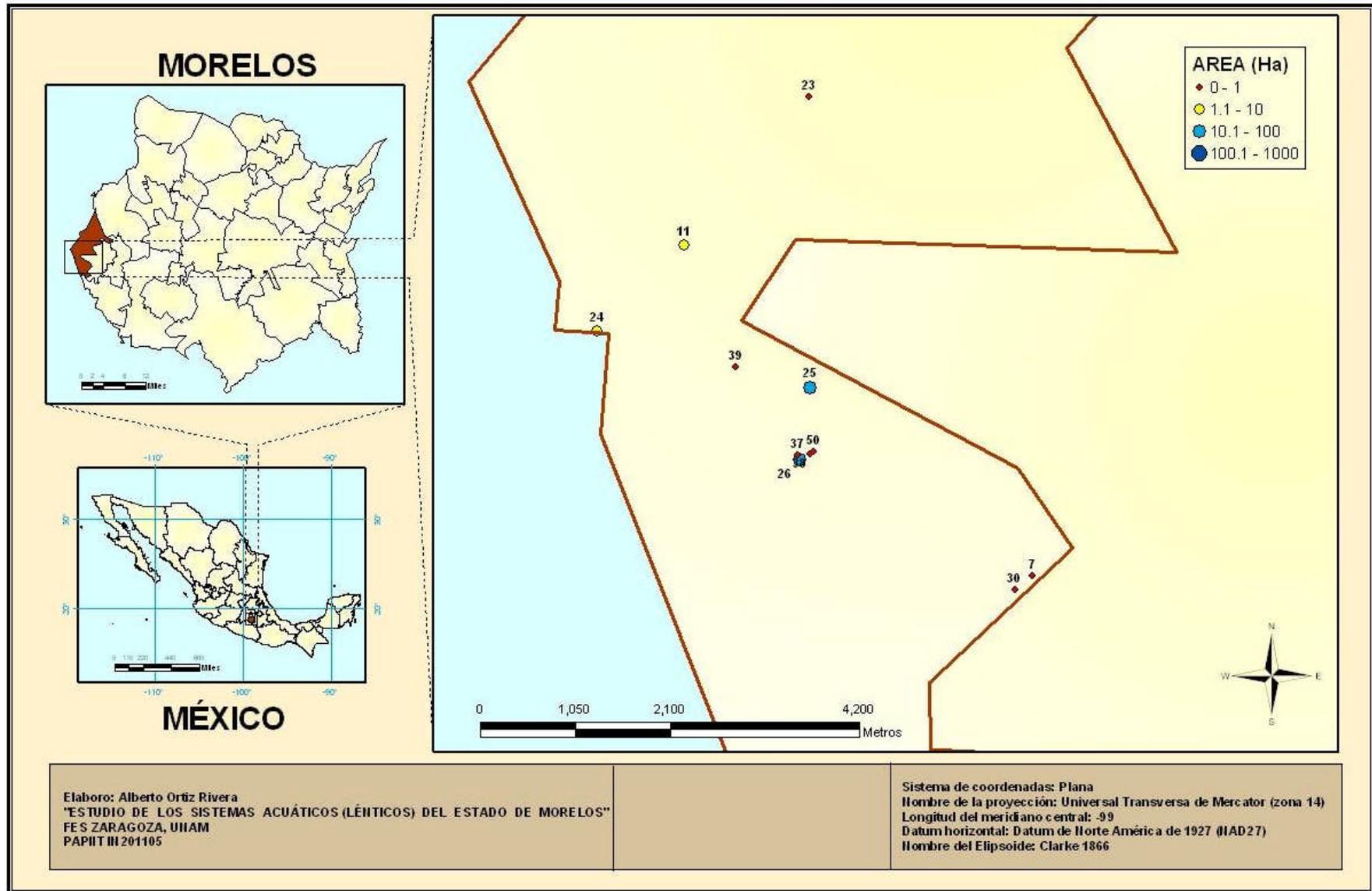


Figura 17. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Coatlán del Río (Escala 1: 50 000)

7 Bordo 5: S. Temporal



Figura 18. Bordo 5, noviembre del 2004

Tabla 11. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
7	0.06	53.7	196	78.5	26.9	0.09

Sistema muy somero, baja oxigenación, pH moderadamente ácido, aguas moderadamente duras y alta productividad (figura 19, tabla 11 y 12).

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARAMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	23
Profundidad (m)		0.5
Transparencia (m)		0.1
Oxígeno disuelto (mg/L)		1.19
Alcalinidad total (mg/L)		10
Dureza total (mg/L)		85
pH		5.83
Conductividad (μS/cm)		122
Nitratos (mg/L)		0.074
Nitritos (mg/L)		0.0007
Amonio (mg/L)		0.133
Ortofosfatos (mg/L)		0.0006
Fósforo total (mg/L)		0.044
Silicatos (mg/L)		5.86
Sulfatos (mg/L)		21.67
Clorofila “a” (μg/L)		18.56
Clase Estado Trófico		Eutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Cyanophyta > Chlorophyta durante la época de secas. Para la temporada de lluvias se presentaron cuatro grupos: Chlorophyta y, en menor proporción, las divisiones de Chromophyta, Cyanophyta y Euglenophyta (figura 20).

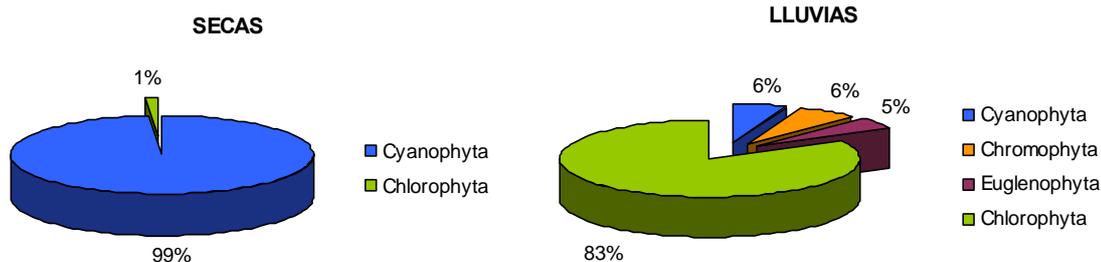


Figura 19. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

En el zooplancton época de lluvia se registraron tres grupos: Cladóceros con el 93% Copépodos-Calanoideos con abundancia del 5% y Rotíferos con el 2% (figura 21).

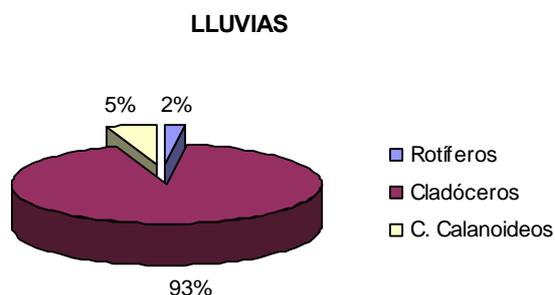


Figura 20. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

11 La nopalera: S. Permanente



Figura 21. La nopalera, mayo del 2004

Tabla 13. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
11	5.66	72507.9	939.5	293.3	293.2	1.28

Sistema somero, buena disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico durante las dos temporadas, aguas moderadamente duras, con alta productividad en ambas épocas (figura 22, tabla 13 y 14).

Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	29.2	26.8
Profundidad (m)	1.6	3
Transparencia (m)	0.17	0.37
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.80	10.15
Alcalinidad total (mg/L)	20	9
Dureza total (mg/L)	92	70
pH	8.83	8.30
Conductividad (μS/cm)	504	267
Nitratos (mg/L)	0.055	0.124
Nitritos (mg/L)	0.003	0.001
Amonio (mg/L)	0.542	0.083
Ortofosfatos (mg/L)	0.199	0.197
Fósforo total (mg/L)	0.437	1.169
Silicatos (mg/L)	12.81	6.25
Sulfatos (mg/L)	31.41	16.95
Clorofila “a” (μg/L)	48.14	39.02
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta durante la temporada de secas. Y en la época de lluvias se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta > Pyrrophyta (figura 23).

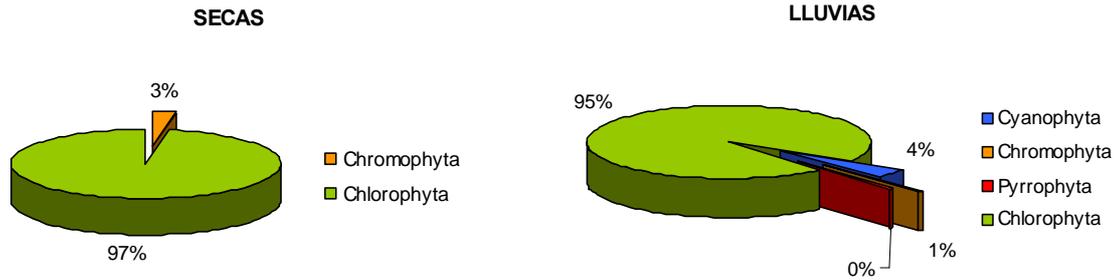


Figura 22. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, se registraron cuatro grupos, los Copépodos-Calanoideos, el más representativo, con un 66% de abundancia; Cladóceros, con 29%; Copépodos-Ciclopoideos, con el 3.7% y en menor proporción los Rotíferos, con el 2%. En lluvias se registraron sólo tres grupos, sólo que en orden inverso: Cladóceros, con abundancia del 53%; Copépodos-Ciclopoideos, con 36% y Copépodos-Calanoideos, con el 11% (figura 24).

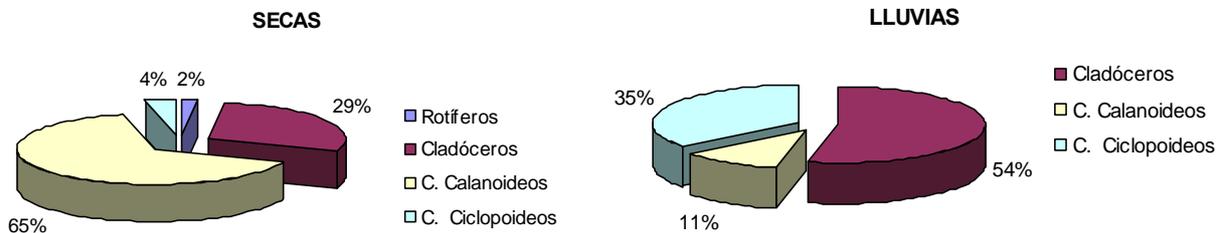


Figura 23. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

23 Chavarria: S. Permanente



Figura 24. Chavarria, julio del 2004

Tabla 15. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perimetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
23	0.75	6821.5	384.7	151.2	71.5	0.91

Sistema somero, buena disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico durante las dos temporadas, aguas duras en secas y suaves en lluvias, con alta productividad en ambas épocas (figura 25, tabla 15 y 16).

Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	35	25.6
Profundidad (m)	1.6	2.9
Transparencia (m)	0.22	0.25
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.86	5.74
Alcalinidad total (mg/L)	17	14
Dureza total (mg/L)	210	70
pH	8.08	8.20
Conductividad (μS/cm)	977	623
Nitratos (mg/L)	0.107	0.145
Nitritos (mg/L)	0.021	0.001
Amonio (mg/L)	0.365	0.100
Ortofosfatos (mg/L)	2.001	0.592
Fósforo total (mg/L)	4.271	2.209
Silicatos (mg/L)	11.24	7.02
Sulfatos (mg/L)	62.72	23.01
Clorofila “a” (μg/L)	79.30	13.45
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta durante la época de secas. Y para la temporada de lluvias, se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta Cyanophyta, Chromophyta y Euglenophyta (figura 26).

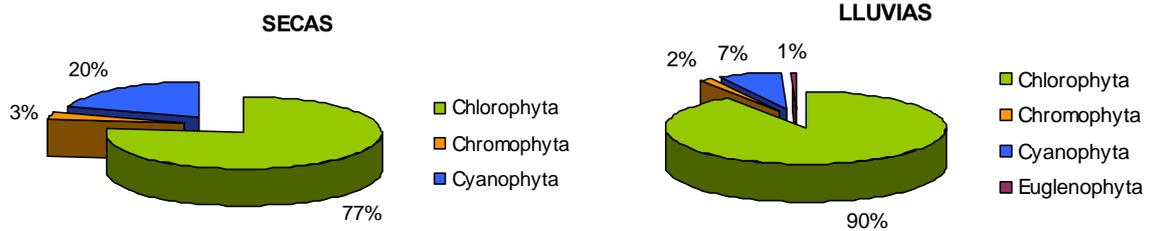


Figura 25. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton durante la época de secas se encontraron dos grupos, los Copépodos-Calanoideos, el más representativo, con un 73% de abundancia y Cladóceros, con 27%. En lluvias se registraron lo mismos grupos: sólo que orden inverso Cladóceros con abundancia del 64% y Copépodos-Calanoideos con el 36% (figura 27).

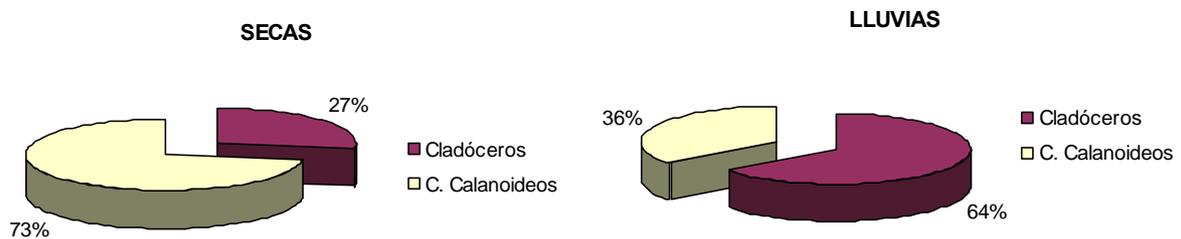


Figura 26. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

24 Michapa: S. Permanente



Figura 27. Michapa, enero del 2005

Tabla 17. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
24	6.60	9904.9	1129.4	386.4	238.2	0.15

Sistema somero, cubierto por vegetación todo el año, baja oxigenación, pH ligeramente ácido y aguas moderadamente duras (figura 28, tabla 17 y 18).

Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	No muestreado	25
Profundidad (m)		1.5
Transparencia (m)		0.26
Oxígeno disuelto (mg/L)		1.14
Alcalinidad total (mg/L)		16
Dureza total (mg/L)		117
pH		6.24
Conductividad (μS/cm)		186
Nitratos (mg/L)		0.277
Nitritos (mg/L)		0.003
Amonio (mg/L)		0.583
Ortofosfatos (mg/L)		0.481
Fósforo total (mg/L)		0.605
Silicatos (mg/L)		21.07
Sulfatos (mg/L)		59.92
Clorofila "a" (μg/L)		
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton, por orden de abundancia fueron: Cyanophyta > Chlorophyta > Chromophyta y Euglenophyta (figura 29).

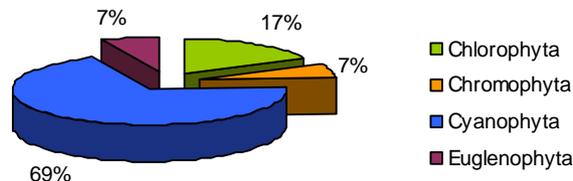


Figura 28. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Sin muestra de zooplancton.

25 Presa Seca: S. Permanente



Figura 29. Presa seca, julio del 2004

Tabla 19. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
25	13.93	41786.1	1143.1	443	297	0.30

Sistema somero, cubierto por vegetación todo el año, baja oxigenación, pH moderadamente ácido, aguas duras y alta productividad (figura 30, tabla 19 y 20).

Tabla 20. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	No muestreado	30.5
Profundidad (m)		1.45
Transparencia (m)		0.21
Oxígeno disuelto (mg/L)		3.81
Alcalinidad total (mg/L)		20
Dureza total (mg/L)		180
pH		5.32
Conductividad (μS/cm)		378
Nitratos (mg/L)		0.055
Nitritos (mg/L)		0.0003
Amonio (mg/L)		0.407
Ortofosfatos (mg/L)		0.034
Fósforo total (mg/L)		1.729
Silicatos (mg/L)		6.63
Sulfatos (mg/L)		38.17
Clorofila "a" (μg/L)		21.94
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chromophyta > Chlorophyta (figura 31).

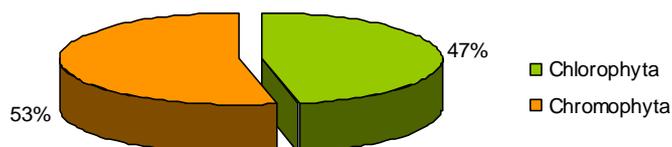


Figura 30. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Sin muestra de zooplancton.

26 Apancingo: S. Permanente



Figura 31. Apancingo, julio del 2004

Tabla 21. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
26	7.19	28767.7	1063.3	364.7	247.4	0.40

Sistema muy somero, con alta disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico, aguas duras a muy duras y con alta productividad (figura 32, tabla 21 y 22).

Tabla 22. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	31.2	24.5
Profundidad (m)	0.4	1.5
Transparencia (m)	0.15	0.2
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.13	12.85
Alcalinidad total (mg/L)	53	23
Dureza total (mg/L)	333	133
pH	8.02	8.05
Conductividad (μS/cm)	935	910
Nitratos (mg/L)	0.047	0.113
Nitritos (mg/L)	0.003	0.002
Amonio (mg/L)	0.526	0.127
Ortofosfatos (mg/L)	2.058	0.855
Fósforo total (mg/L)	3.382	2.780
Silicatos (mg/L)	3.56	59.63
Sulfatos (mg/L)	57.26	97.70
Clorofila “a” (μg/L)	66.9400	17.4800
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton, fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Euglenophyta durante la época de secas. Para la temporada de lluvias, sólo se presentaron dos grupos, las Chlorophyta > Chromophyta (figura 33).

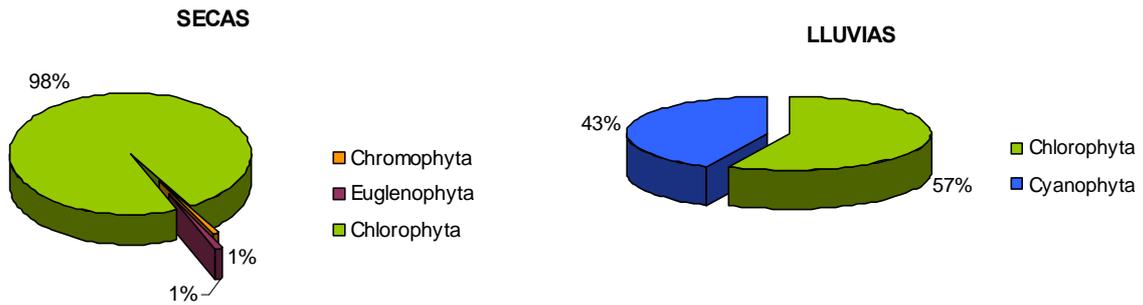


Figura 32. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, sólo se encontraron dos grupos, los Cladóceros el grupo más representativo con un 64% de abundancia y Copépodos-Calanoideos con 36%. Se registraron tres grupos: Copépodos-Calanoideos con abundancia del 65%, Cladóceros con el 33% y Copépodos-Ciclopoideos con un 2% en época de lluvias (figura 34).

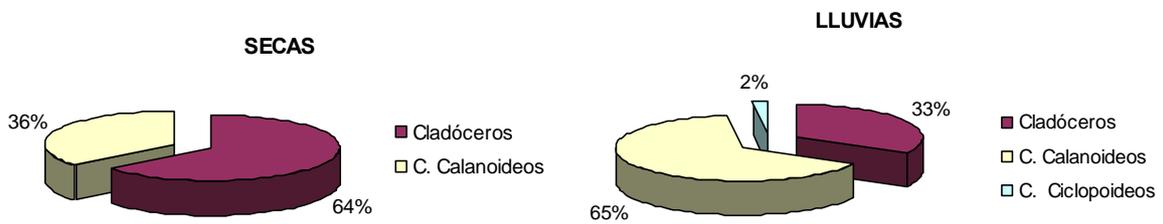


Figura 33. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

30 Bordo 7 (Contlalco 2): S. Temporal



Figura 34. Bordo 7, octubre del 2005

Tabla 23. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
30	0.19	1154.5	55	77	25	0.60

Sistema muy somero, buena disponibilidad de oxígeno, pH ligeramente básico, aguas suaves y alta productividad (figura 35 tabla 23 y 24).

Tabla 24. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	30.0
Profundidad (m)		1.0
Transparencia (m)		0.2
Oxígeno disuelto (mg/L)		8.12
Alcalinidad total (mg/L)		15
Dureza total (mg/L)		60
pH		7.72
Conductividad (µS/cm)		260
Nitratos (mg/L)		0.167
Nitritos (mg/L)		0.002
Amonio (mg/L)		0.396
Ortofosfatos (mg/L)		0.047
Fósforo total (mg/L)		0.125
Silicatos (mg/L)		25.60
Sulfatos (mg/L)		42.39
Clorofila "a" (µg/L)		12.51
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta (figura 36).

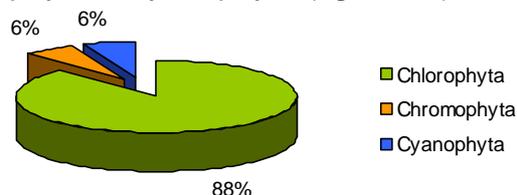


Figura 35. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Sin muestra de zooplancton.

38 Apancingo 2: S. Temporal



Figura 36. Apancingo 2, noviembre del 2005

Sistema muy somero, nula disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente ácido, aguas moderadamente duras y alta productividad (figura 37 y tabla 25).

Tabla 25. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	28
Profundidad (m)		0.6
Transparencia (m)		0.21
Oxígeno disuelto (mg/L)		0
Alcalinidad total (mg/L)		22
Dureza total (mg/L)		80
pH		5.9
Conductividad (µS/cm)		190
Nitratos (mg/L)		0.390
Nitritos (mg/L)		0.004
Amonio (mg/L)		0.592
Ortofosfatos (mg/L)		0.320
Fósforo total (mg/L)		0.649
Silicatos (mg/L)		17.69
Sulfatos (mg/L)		75.71
Clorofila "a" (µg/L)		62.88
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta > Euglenophyta (figura 38).

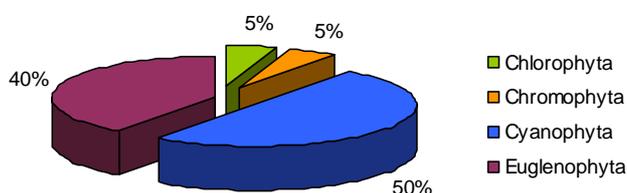


Figura 37. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

La muestra de zooplancton solo fue representada por el grupo de Copépodos-Calanoideos.

39 Apancingo 3: S. Temporal



Figura 38. Apancingo 3, noviembre del 2005

Sistema muy somero, nula disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente ácido, aguas moderadamente duras y con alta productividad (figura 39 y tabla 26).

Tabla 26. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	28
Profundidad (m)		0.6
Transparencia (m)		0.25
Oxígeno disuelto (mg/L)		0
Alcalinidad total (mg/L)		22
Dureza total (mg/L)		80
pH		5.9
Conductividad (µS/cm)		190
Nitratos (mg/L)		0.390
Nitritos (mg/L)		0.004
Amonio (mg/L)		0.462
Ortofosfatos (mg/L)		0.320
Fósforo total (mg/L)		0.649
Silicatos (mg/L)		17.69
Sulfatos (mg/L)		75.71
Clorofila “a” (µg/L)		62.88
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta > Euglenophyta (figura 40).

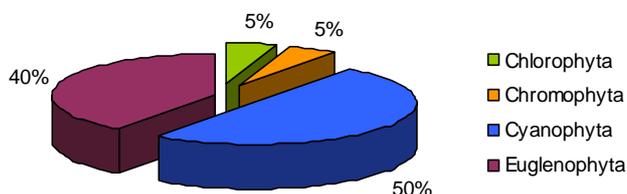


Figura 39. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

La muestra de zooplancton solo fue representada por grupo de Copépodos-Calanoideos.

50 Apancingo 0: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

37 Apancingo 1: S. Temporal

Ausente durante los muestreo.

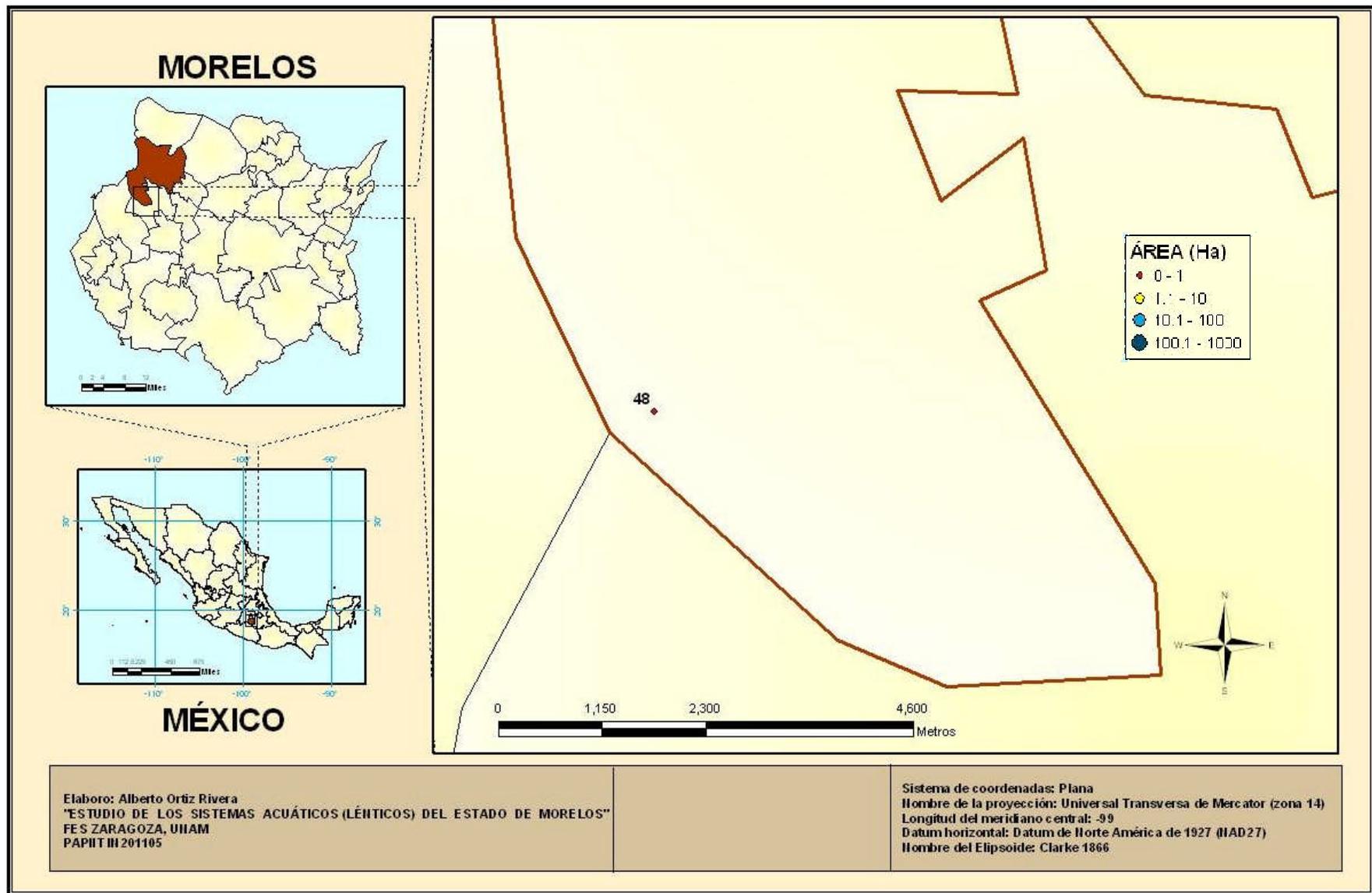


Figura 40. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Cuernavaca (Escala 1 : 50 000)

48 Cuentepec: S. Permanente



Figura 41. Cuentepec, agosto del 2005

Tabla 27. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
48	0.44	7553.2	334	94.1	35.4	1.73

Sistema somero, alta oxigenación, pH neutro, de aguas suaves y alta productividad (figura 42, tabla 27 y 28).

Tabla 28. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	No muestreado	26
Profundidad (m)		3.2
Transparencia (m)		0.2
Oxígeno disuelto (mg/L)		8.55
Alcalinidad total (mg/L)		16
Dureza total (mg/L)		37
pH		7.46
Conductividad (μS/cm)		307
Nitratos (mg/L)		0.129
Nitritos (mg/L)		0.003
Amonio (mg/L)		0.461
Ortofosfatos (mg/L)		0.036
Fósforo total (mg/L)		0.238
Silicatos (mg/L)		16.92
Sulfatos (mg/L)		67.22
Clorofila "a" (μg/L)		56.89
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Pyrrophyta > Euglenophyta > Chlorophyta, Chromophyta > Cyanophyta (figura 43).

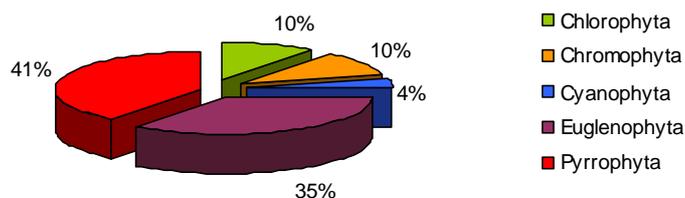


Figura 42. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Muestra de zooplancton solo fue representada por grupo de Cladóceros.

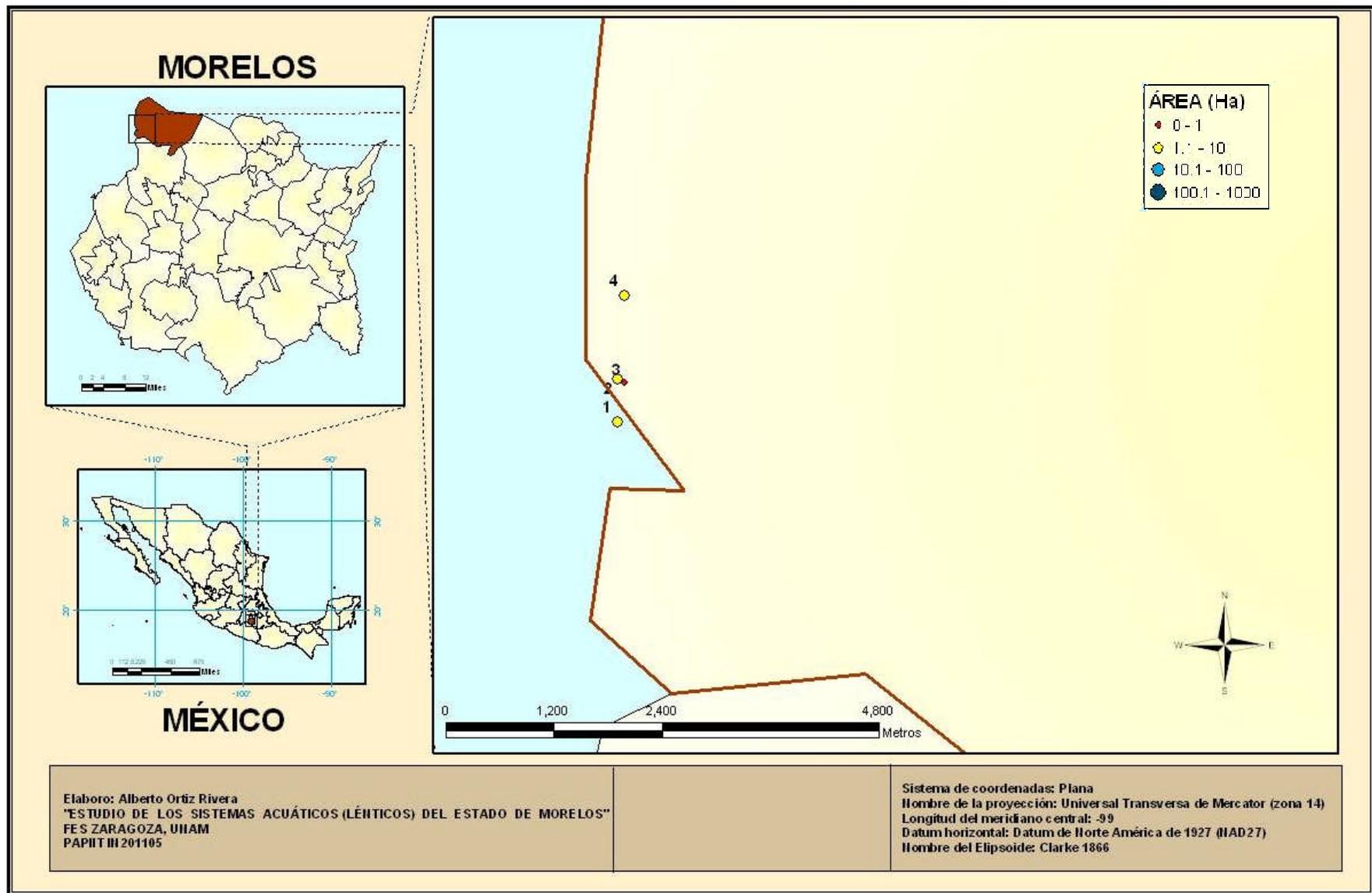


Figura 43. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Huitzilac (Escala 1: 50 000)

1 Zempoala: S. Permanente

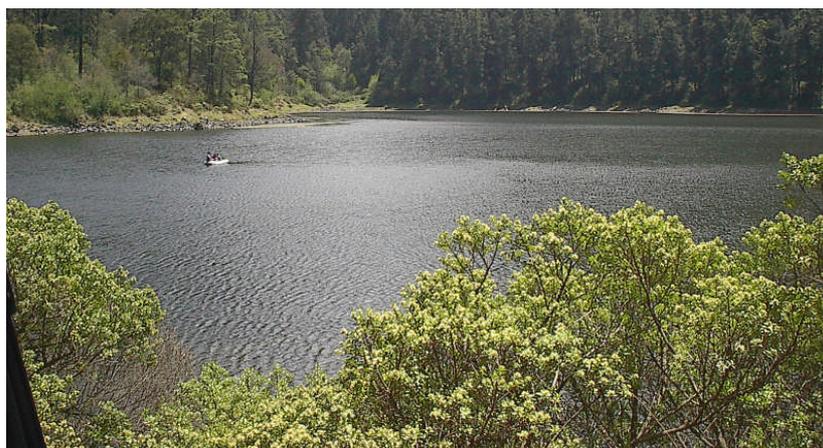


Figura 44. Zempoala, octubre del 2004

Tabla 29. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
1	7.04	492754.7	1571.6	394.2	205.2	7.00

Sistema de mediana profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH neutro, de aguas moderadamente duras y de baja productividad durante las dos épocas del año (figura 45, tabla 29 y 30).

Tabla 30. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	18.6	17.9
Profundidad (m)	6	8.7
Transparencia (m)	2.4	2
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.07	6.22
Alcalinidad total (mg/L)	20	10
Dureza total (mg/L)	80	100
pH	7.31	6.98
Conductividad (μS/cm)	130	369
Nitratos (mg/L)	0.049	0.0965
Nitritos (mg/L)	0.0009	0
Amonio (mg/L)	0.164	0.271
Ortofosfatos (mg/L)	0.019	0.002
Fósforo total (mg/L)	0.039	0.012
Silicatos (mg/L)	14.62	6.82
Sulfatos (mg/L)	23.69	8.75
Clorofila “a” (μg/L)		2.25
Clase Estado Trófico	Mesotrófico	Mesotrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta, durante la temporada de secas. Y para la época de lluvias se presentaron las mismas divisiones, pero con otro orden de abundancia: Chromophyta > Cyanophyta > Chlorophyta (figura 46).

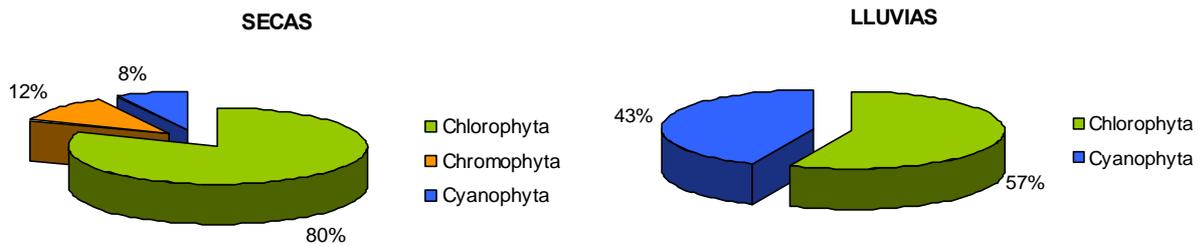


Figura 45. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, se encontraron cuatro grupos, los Copéodos-Ciclopoideos y Cladóceros como los grupos más representativos, con el 38.5 % de abundancia; Copéodos-Calanoideos, con 15% y en menor proporción los Rotíferos, con el 8%. En lluvias, se registraron los mismos grupos: Cladóceros con abundancia del 76%, Copéodos-Calanoideos con el 21% y en menor número, Copéodos-Ciclopoideos y Rotíferos con 2% y 1%, respectivamente (figura 47).

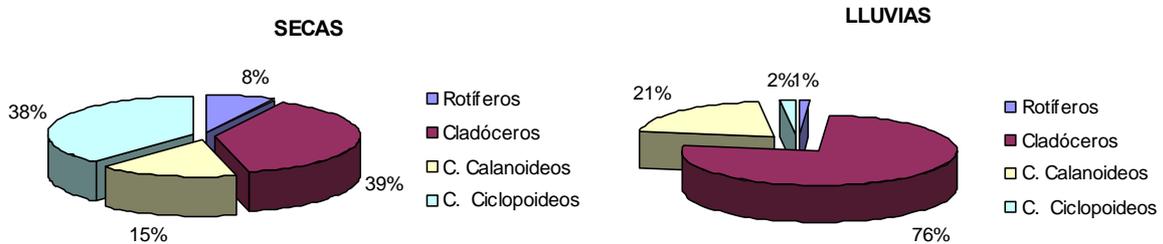


Figura 46. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

2 Tonatiahua: S. Permanente



Figura 47. Tonatiahua, octubre del 2004

Tabla 31. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
2	4.10	115573.8	1825.3	252.3	167.5	2.82

Sistema de mediana profundidad, buena disponibilidad de oxígeno durante secas y baja durante lluvias, pH neutro durante las dos temporadas, de aguas moderadamente duras y de baja productividad durante las dos épocas del año (figura 48, tabla 31 y 32).

Tabla 32. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	17.5	18.5
Profundidad (m)	6.3	8.45
Transparencia (m)	2.4	3
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.02	2.46
Alcalinidad total (mg/L)	15	12
Dureza total (mg/L)	107	100
pH	7.35	6.35
Conductividad (μS/cm)	178	409
Nitratos (mg/L)	0.102	0.088
Nitritos (mg/L)	0.0006	0.0006
Amonio (mg/L)	0.090	0.176
Ortofosfatos (mg/L)	0.020	0.010
Fósforo total (mg/L)	0.031	0.033
Silicatos (mg/L)	13.35	10.72
Sulfatos (mg/L)	17.26	4.52
Clorofila "a" (μg/L)		3.77
Clase Estado Trófico	Mesotrófico	Mesotrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta durante la temporada de secas. Y para la época de lluvias se presentaron sólo dos divisiones: Chromophyta > Cyanophyta (figura 49).

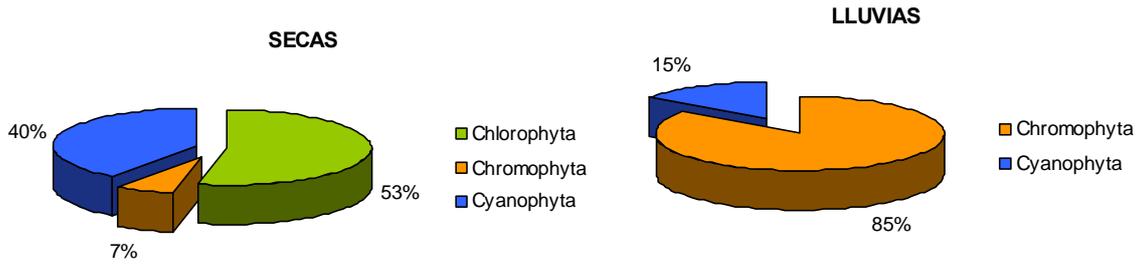


Figura 48. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton durante la época de secas se encontraron tres grupos, los Cladóceros como el grupo más representativo con el 52% de abundancia, Copépodos-Ciclopoideos con 35% y en menor proporción los Rotíferos con el 13%. En lluvias se registraron los siguientes grupos: Cladóceros con abundancia del 88%, Copépodos-Calanoideos con el 9% y en menor número Copépodos-Ciclopoideos con 3% (figura 50).

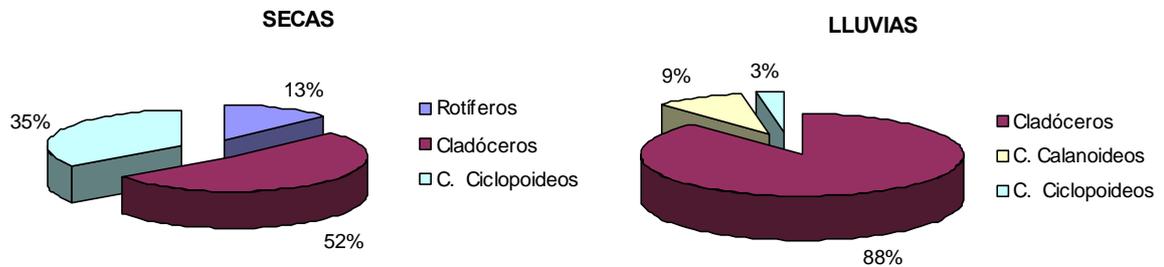


Figura 49. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

3 Compila: S. Temporal



Figura 50. Compila, abril del 2004

Tabla 33. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
3	0.53	30904.7	884.9	309.9	253.3	5.83

Sistema de mediana profundidad, baja disponibilidad de oxígeno, pH neutro, de aguas moderadamente duras y de baja productividad (figura 51, tabla 33 y 34).

Tabla 34. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	18.1
Profundidad (m)		17.5
Transparencia (m)		2
Oxígeno disuelto (mg/L)		2.59
Alcalinidad total (mg/L)		11
Dureza total (mg/L)		84
pH		6.67
Conductividad (μS/cm)		287
Nitratos (mg/L)		0.041
Nitritos (mg/L)		0.0005
Amonio (mg/L)		0.227
Ortofosfatos (mg/L)		0.005
Fósforo total (mg/L)		0.029
Silicatos (mg/L)		4.10
Sulfatos (mg/L)		20.86
Clorofila “a” (μg/L)		4.60
Clase Estado Trófico		Mesotrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chromophyta > Chlorophyta > Cyanophyta (figura 52).

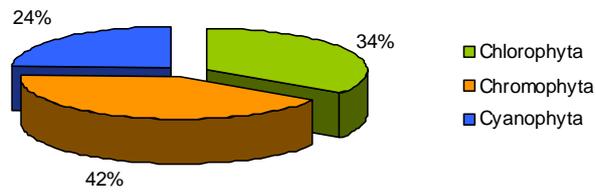


Figura 51. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton se encontraron tres grupos: los Copépodos-Calanoideos, el más representativo, con un 62% de abundancia; Cladóceros, con 33% y en menor proporción los Rotíferos, con el 5% (figura 53).

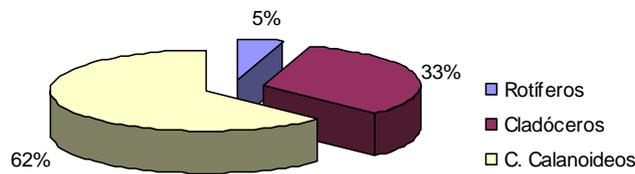


Figura 52. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

4 Acoyotongo: S. Permanente



Figura 53. Acoyotongo, octubre del 2004

Tabla 35. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
4	2.22	33248	1253.3	190.6	176.5	1.50

La información de la morfometría se obtuvo por medio de la carta topográfica y de las ortofotos del estado. No muestreado debido a las difíciles condiciones de acceso (figura 54 y tabla 35).

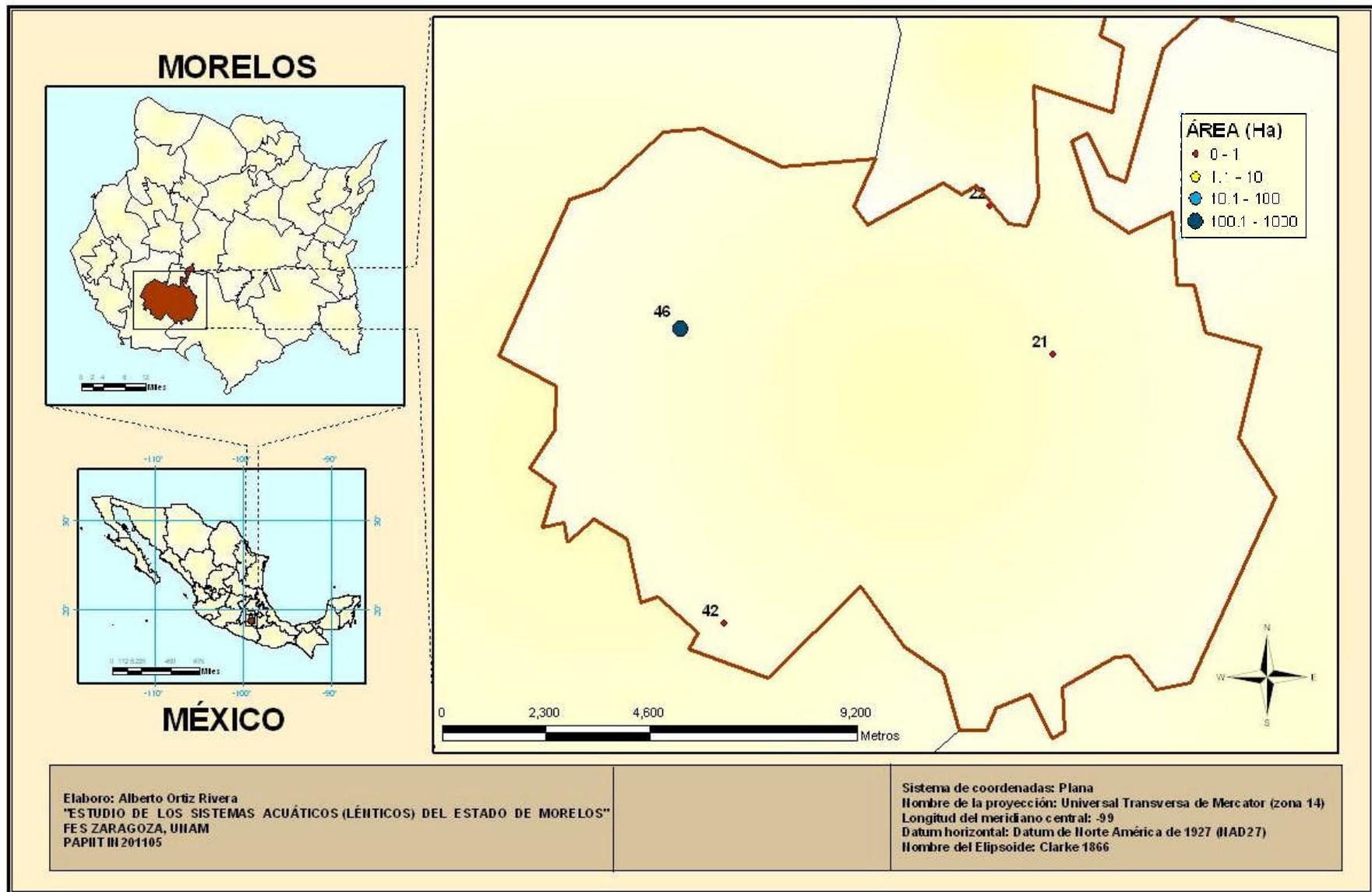


Figura 54. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Jojutla (Escala 1: 100 000)

46 Tequesquitengo: S. Permanente

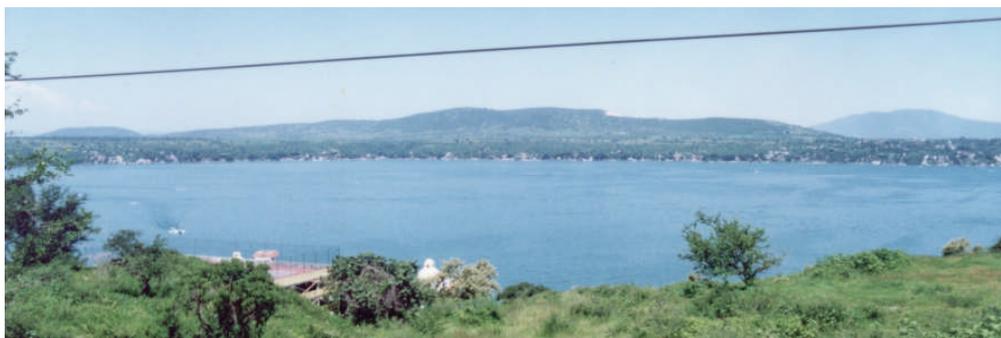


Figura 55. Tequesquitengo

Tabla 36. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
46	731.93	146140578.7	13525.4	4177.8	2575	19.97

Sistema profundo, buena disponibilidad de oxígeno, de pH neutro, de aguas muy duras y alta productividad (figura 56, tabla 36 y 37).

Tabla 37. Valores registrados en un ciclo anual

PARÁMETROS	Máximo	Mínimo	Promedio
Temperatura H ₂ O (°C)	30.5	23.8	26.5
Transparencia (m)	4.9	1.9	3.1
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.5	1.6	4.9
Alcalinidad total (mg/L)	95.9	55.6	66.6
Dureza total (mg/L)	1156	330	902
pH	8	6.5	7
Conductividad (μS/cm)	3200	2887	3081
Clase Estado Trófico			Mesotrófico-Eutrófico

ITAM-SARH (1986)

22 Jojutla: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

21 Ojo de agua: S. Permanente



Figura 56. Ojo de agua, mayo del 2005

Pequeño sistema contaminado por descargas de aguas negras (no se tomo muestra de agua) (figura 57).

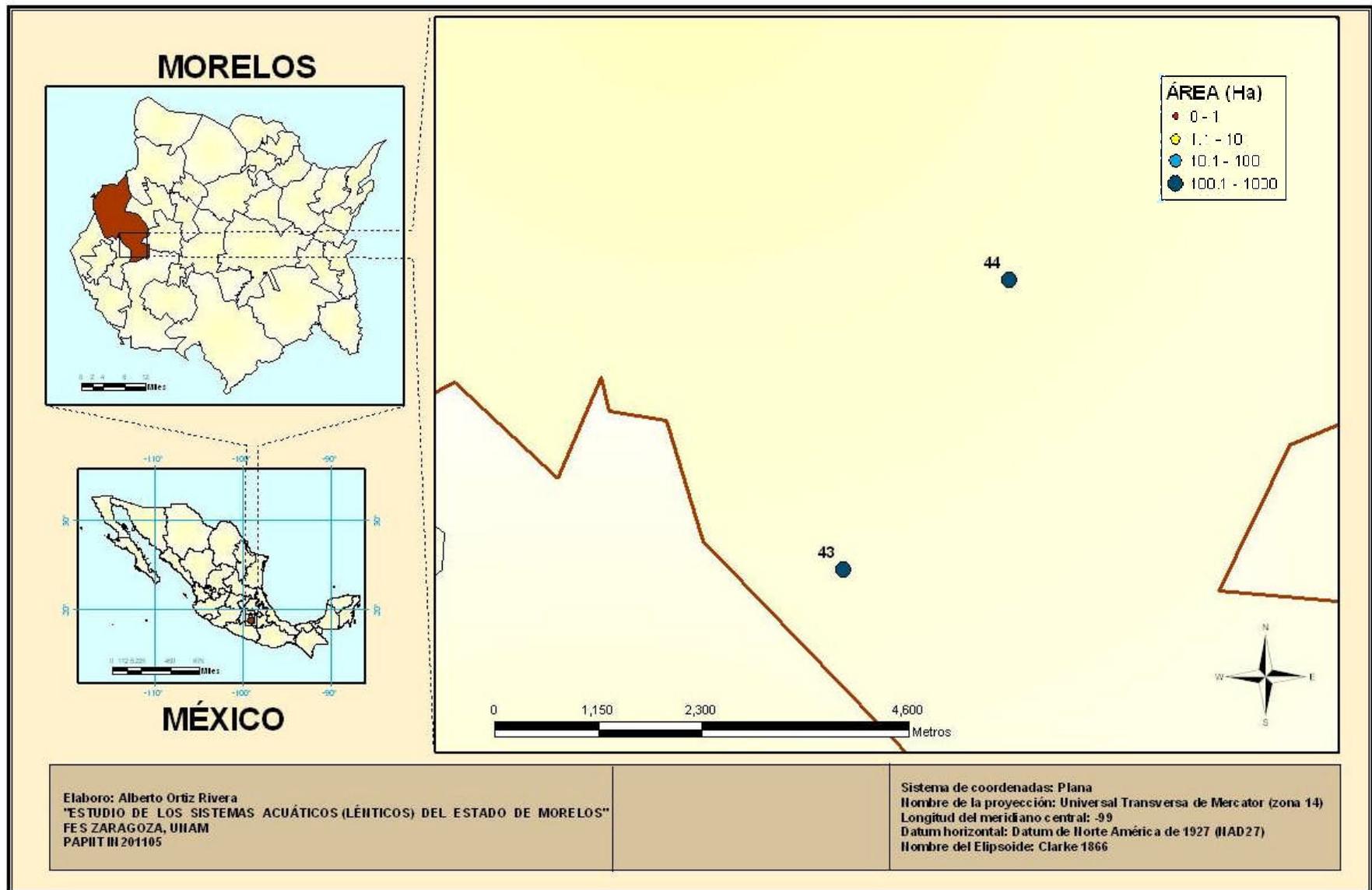


Figura 57. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Miaatlán (Escala 1: 50 000)

43 Coatetelco: S. Permanente



Figura 58. Coatetelco

Tabla 38. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
43	110.82	565417.8	5035.2	1610.2	1097.9	0.51

Sistema somero, buena oxigenación, pH fuertemente básico, de aguas duras y alta productividad (figura 59, tabla 38 y 39).

Tabla 39. Valores registrados en un ciclo anual durante febrero del 2001 a febrero del 2002

PARÁMETROS	Máximo	Mínimo	Promedio
Temperatura H ₂ O (°C)	33.6	21.5	27.7
Profundidad (m)	1.80	0.90	1.32
Transparencia (m)	0.28	0.08	0.16
Oxígeno disuelto (mg/L)	10.39	1.75	7.07
Alcalinidad total (mg/L)	50	23	37
Dureza total (mg/L)	325	110	179
pH	9.2	7.8	8.6
Conductividad (µS/cm)	753	460	542
Nitratos (mg/L)	1.007	0.048	0.453
Nitritos (mg/L)	0.021	0.001	0.005
Amonio (mg/L)	0.797	0.093	0.275
Ortofosfatos (mg/L)	0.623	0.057	0.221
Fósforo total (mg/L)	1.272	0.110	0.450
Silicatos (mg/L)	101.6	14.5	43.7
Sulfatos (mg/L)	88.3	21.0	35.8
Clorofila "a" (µg/L)	158	23	71
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico		

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta (figura 60).

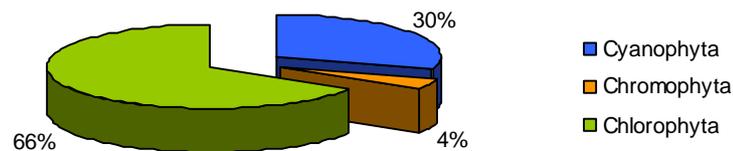


Figura 59. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton en un ciclo anual

Para la composición del zooplancton, el grupo más abundante fue el de los copépodos (81%) seguido por los cladóceros y por último los rotíferos (figura 61).

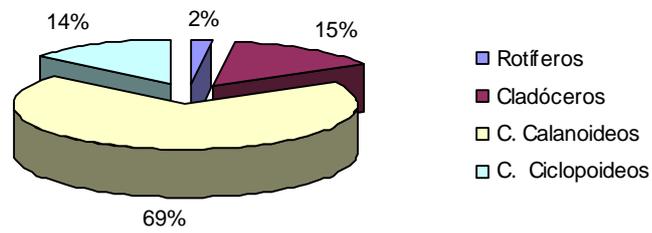


Figura 60. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados en un ciclo anual

(Dorantes y Zavala, 2003)

44 El rodeo: S. Permanente



Figura 61. El rodeo

Tabla 40. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
44	208.21	11867951.9	6211.7	1757	1459.6	5.70

Sistema de media profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH neutro, de aguas suaves, de buena productividad (figura 62, tabla 40 y 41).

Tabla 41. Valores registrados en un ciclo anual durante febrero del 2001 a febrero del 2002

PARÁMETROS	Máximo	Mínimo	Promedio
Temperatura H ₂ O (°C)	30.1	21	25.07
Profundidad (m)	9.50	1.50	5.83
Transparencia (m)	1.70	0.13	0.80
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.54	0.18	4.49
Alcalinidad total (mg/L)	25	5	11.69
Dureza total (mg/L)	140.14	40.04	68.49
pH	8.76	6.58	7.41
Conductividad (μS/cm)	204	115	138.11
Nitratos (mg/L)	0.590	0.038	0.1433
Nitritos (mg/L)	0.017	0.000	0.002
Amonio (mg/L)	0.676	0.097	0.341
Ortofosfatos (mg/L)	0.295	0.000	0.048
Fósforo total (mg/L)	0.418	0.012	0.102
Silicatos (mg/L)	34.2	8.3	26.2
Sulfatos (mg/L)	9.5	0.2	2.9
Clorofila "a" (μg/L)	79	2	34
Clase Estado Trófico	Eutrófico-Hipereutrófico		

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta (figura 63).

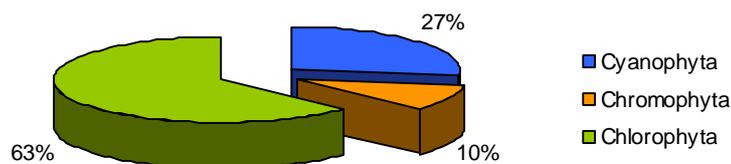


Figura 62. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton en un ciclo anual

Para la composición del zooplancton, el grupo más abundante es el de los copépodos que incluye a los ciclopoideos y calanoideos (59%), seguidos por los cladóceros (37%) y por último los rotíferos (4%) (figura 64).

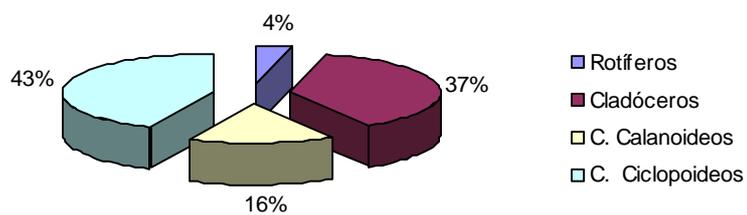


Figura 63. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados en un ciclo anual

(Dorantes y Zavala, 2003)

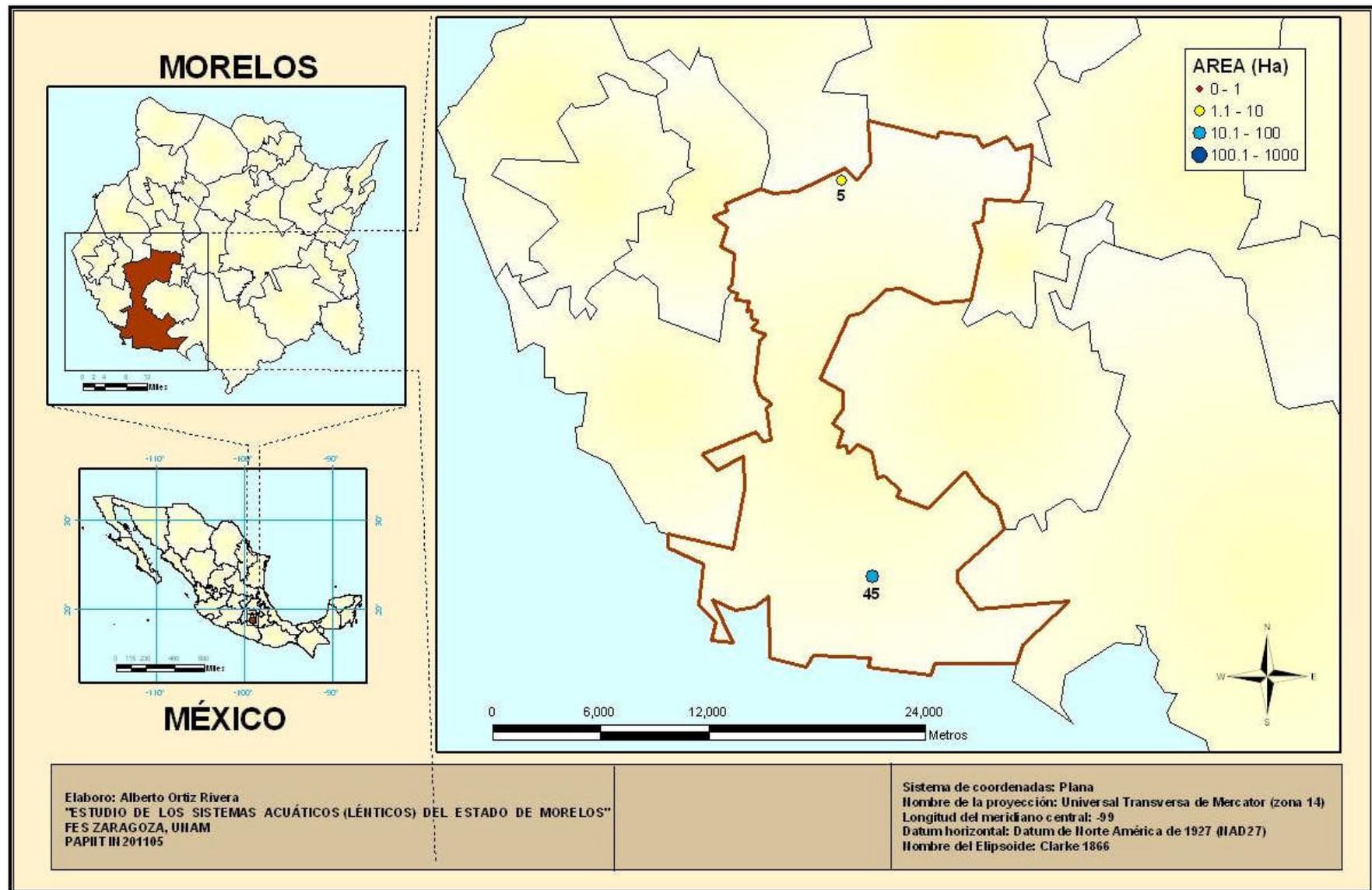


Figura 64. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Puente de Ixtla (Escala 1: 250 000)

5 Plan de Ayala: S. Permanente



Figura 65. Plan de Ayala, abril del 2005

Tabla 42. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
5	6.30	500000	1925.2	362.1	248.7	7.94

Sistema de media profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH fuertemente básico durante las dos temporadas, de aguas moderadamente duras en secas y aguas suaves en lluvias y de alta productividad durante las dos épocas del año (figura 66, tabla 42 y 43).

Tabla 43. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	25.1	23.5
Profundidad (m)	1.0	4.4
Transparencia (m)	0.28	0.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.07	9.512
Alcalinidad total (mg/L)	20	30
Dureza total (mg/L)	190	66.066
pH	8.52	8.93
Conductividad (μS/cm)	394	1368
Nitratos (mg/L)	0.134	0.332
Nitritos (mg/L)	0.0006	0.031
Amonio (mg/L)	0.183	0.146
Ortofosfatos (mg/L)	0.0006	0.008
Fósforo total (mg/L)	0.066	0.136
Silicatos (mg/L)	38.12	50.79
Sulfatos (mg/L)	15.76	7.48
Clorofila “a” (μg/L)	11.56	19.39
Clase Estado Trófico	Eutrófico	Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta durante la temporada de secas. Y para la época de lluvias se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta y Euglenophyta (figura 67).

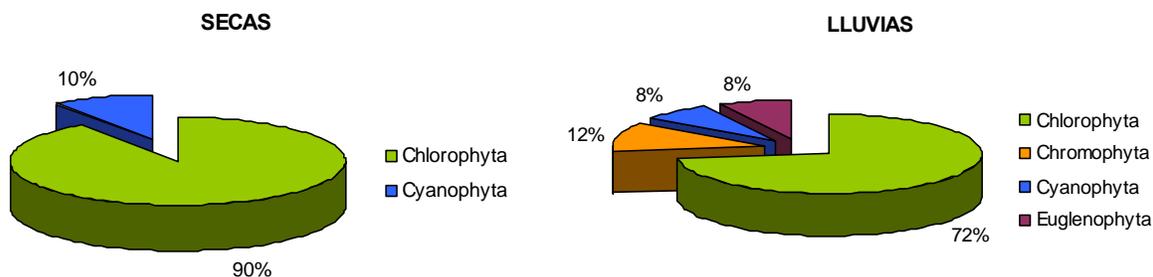


Figura 66. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, se encontraron tres grupos: los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 95% de abundancia; en menor proporción Rotíferos y Copépodos-Calanoideos con 4% y 1%, respectivamente. En lluvias, se registraron cuatro grupos: Cladóceros, con abundancia del 70%, Copépodos-Calanoideos con el 14%, Copépodos-Ciclopoideos con 13% y en menor número Rotíferos con 3% (figura 68).

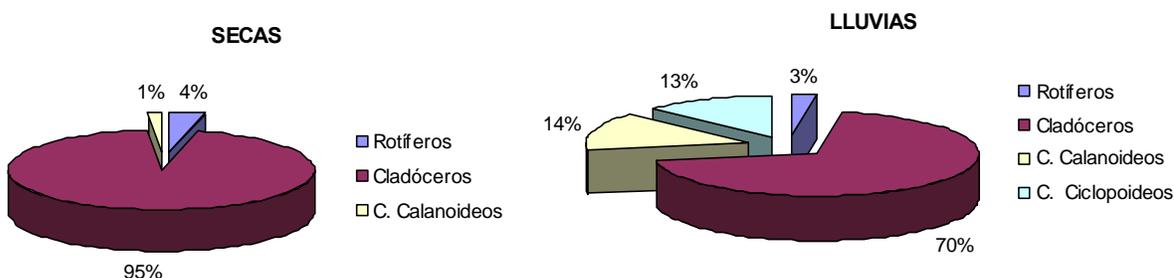


Figura 67. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

45 P. Emiliano Zapata: S. Permanente



Figura 68. Emiliano Zapata

Tabla 44. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
45	13.24	507409.2	2526.4	702	456	3.83

Sistema de media profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH neutro, de aguas muy duras y alta productividad (figura 69, tabla 44 y 45).

Tabla 45. Valores registrados en un ciclo anual durante febrero del 2001 a febrero del 2002

PARÁMETROS	Máximo	Mínimo	Promedio
Temperatura H ₂ O (°C)	31.7	20.6	24.6
Profundidad (m)	13.5	4.00	9.57
Transparencia (m)	1.12	0.33	0.64
Oxígeno disuelto (mg/L)	11.59	0.18	3.21
Alcalinidad total (mg/L)	42.5	10	18.01
Dureza total (mg/L)	490.49	302.80	378.96
pH	8.6	6.19	7.48
Conductividad (μS/cm)	930	587	696
Nitratos (mg/L)	0.431	0.038	0.192
Nitritos (mg/L)	0.067	0.000	0.006
Amonio (mg/L)	0.581	0.044	0.30
Ortofosfatos (mg/L)	0.672	0.010	0.260
Fósforo total (mg/L)	1.547	0.053	0.397
Silicatos (mg/L)	35.4	2.8	21.4
Sulfatos (mg/L)	133.4	22.843	87.1
Clorofila "a" (μg/L)	83	7	43
Clase Estado Trófico	Eutrófico-Hipereutrófico		

Con respecto al comportamiento de los valores promedio para cada uno de los grupos representativos del fitoplancton que se registraron, se presenta el siguiente orden por abundancia para cada división: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta (figura 70).

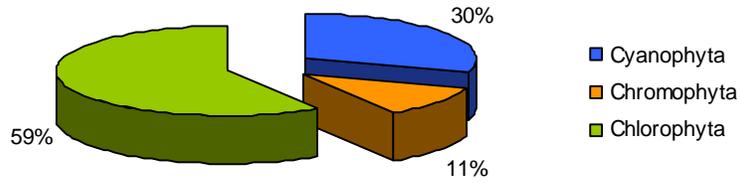


Figura 69. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton se tienen registros de cuatro grupos, los copépodos que incluyen a los ciclopoideos y calanoideos, fue el grupo con mayor abundancia (79%), los cladóceros en segundo lugar (19%) y los rotíferos sólo representaron el 2% siendo el de menor abundancia durante todo el muestreo (figura 71).

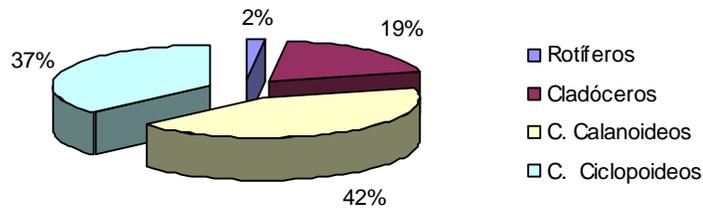


Figura 70. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

(Dorantes y Zavala, 2003)

31 Bordo 6: S. Temporal



Figura 71. Bordo 6, noviembre del 2004

Tabla 46. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
31	0.19	962.1	55	64.1	30	0.50

Ausente durante los muestreos y cuando contenía agua el sistema, este no tenía más de diez cm de profundidad (figura 72 y tabla 46).

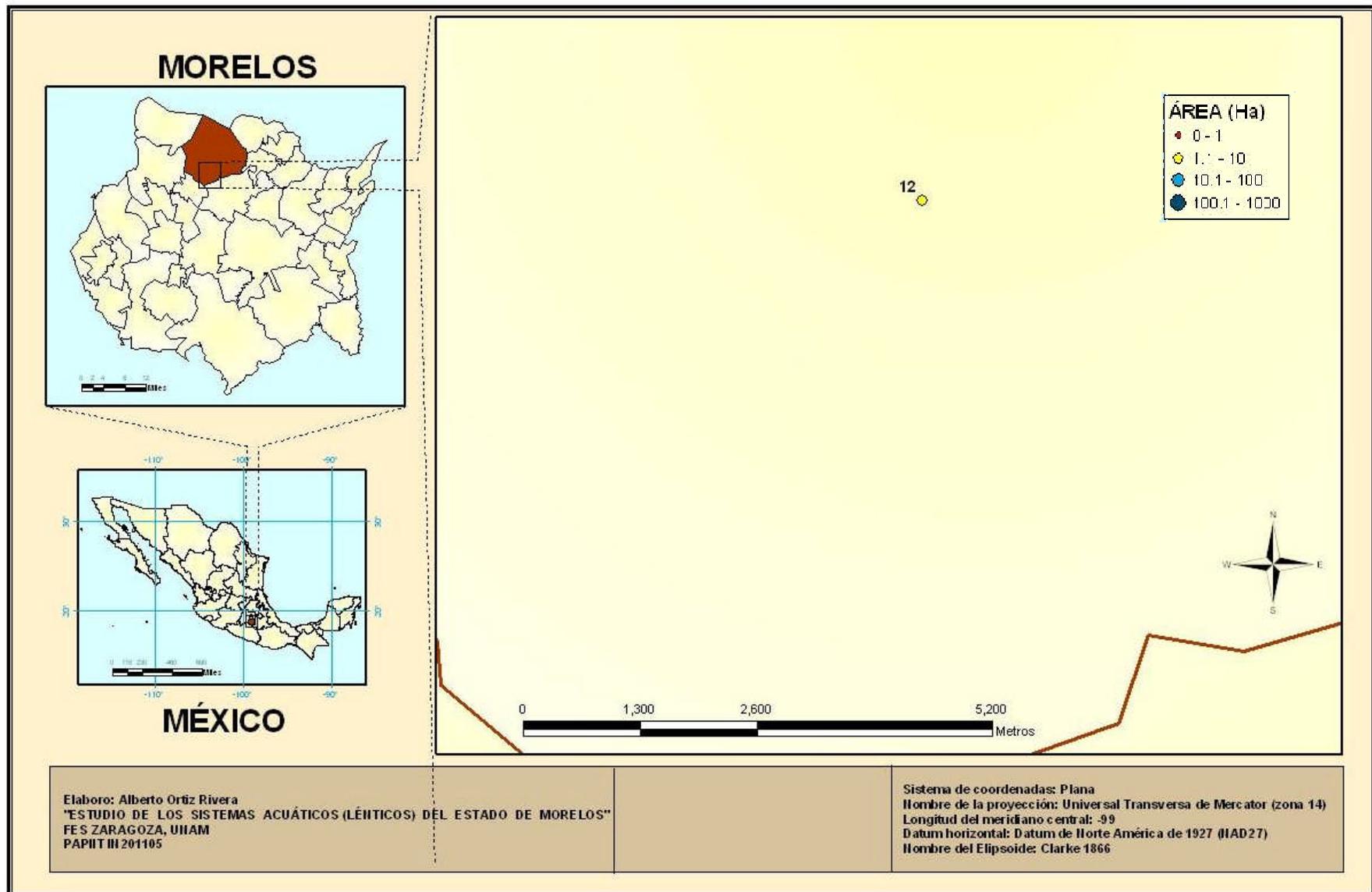


Figura 72. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Tepoztlán (Escala 1: 50 000)

12 Acuitlalpilco: S. Temporal



Figura 73. Acuitlalpilco, noviembre del 2004

Tabla 47. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
12	2.09	15172.1	673.3	270.7	100.5	0.73

Sistema de baja profundidad, alta disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico, de aguas moderadamente duras y de alta productividad (figura 74, tabla 47 y 48).

Tabla 48. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	27.4
Profundidad (m)		1.3
Transparencia (m)		0.17
Oxígeno disuelto (mg/L)		9.04
Alcalinidad total (mg/L)		8
Dureza total (mg/L)		80
pH		8.32
Conductividad (μS/cm)		414
Nitratos (mg/L)		0.118
Nitritos (mg/L)		0.001
Amonio (mg/L)		0.116
Ortofosfatos (mg/L)		0.066
Fósforo total (mg/L)		0.252
Silicatos (mg/L)		10.86
Sulfatos (mg/L)		30.24
Clorofila "a" (μg/L)		40.89
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta (figura 75).

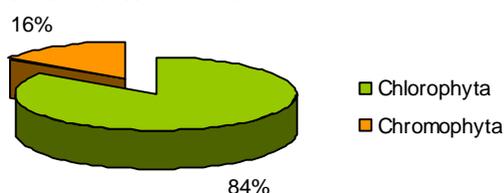


Figura 74. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton se encontraron tres grupos, los Copépodos-Calanoideos como el grupo más representativo con el 45% de abundancia y en menor proporción Cladóceros y Copépodos-Ciclopoideos con 35% y 20% respectivamente (figura 76).

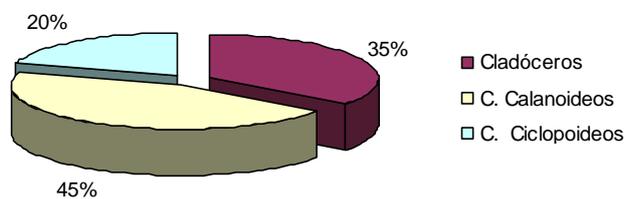


Figura 75. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

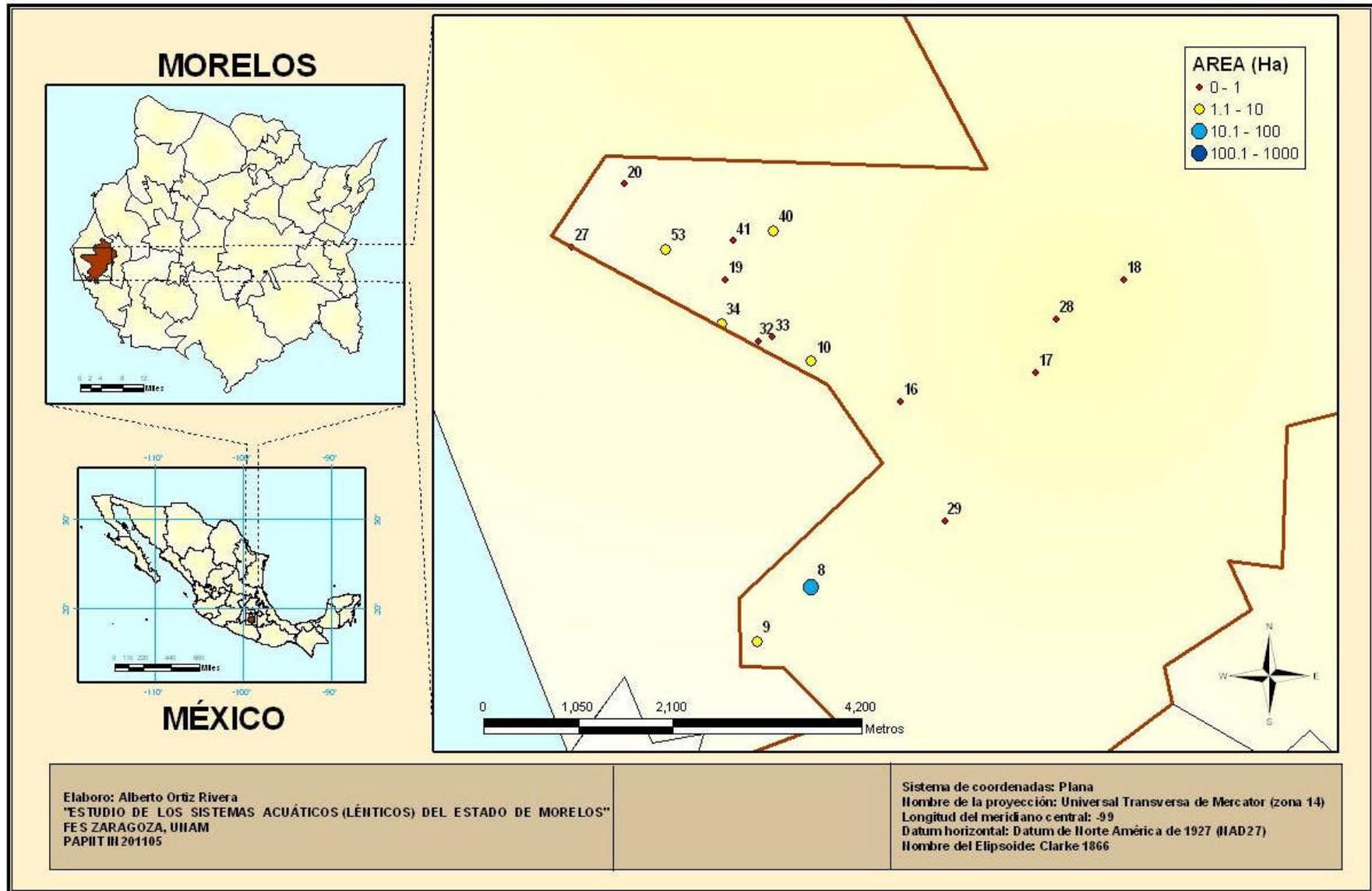


Figura 76. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Tetecala (Escala 1: 50 000)

8 Tilcuate: S. Permanente



Figura 77. Tilcuate, noviembre del 2004

Tabla 49. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
8	15.42	514879.6	2164.5	751.3	297	3.34

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno en ambas temporadas, el pH varía de muy fuertemente básico a neutro, aguas suaves en temporada de secas y moderadamente duras en lluvias, con alta productividad (figura 78, tabla 49 y 50).

Tabla 50. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	27.9	27
Profundidad (m)	6.5	9
Transparencia (m)	0.35	0.37
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.42	4.703
Alcalinidad total (mg/L)	9	8
Dureza total (mg/L)	45	80
pH	9.33	6.61
Conductividad (μS/cm)	504	119
Nitratos (mg/L)	0.351	0.124
Nitritos (mg/L)	0.046	0.0001
Amonio (mg/L)	0.034	0.108
Ortofosfatos (mg/L)	0.013	1.392
Fósforo total (mg/L)	0.885	2.115
Silicatos (mg/L)	18.15	7.40
Sulfatos (mg/L)	9.59	28.33
Clorofila “a” (μg/L)	22.89	38.28
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta > Euglenophyta (figura 79).

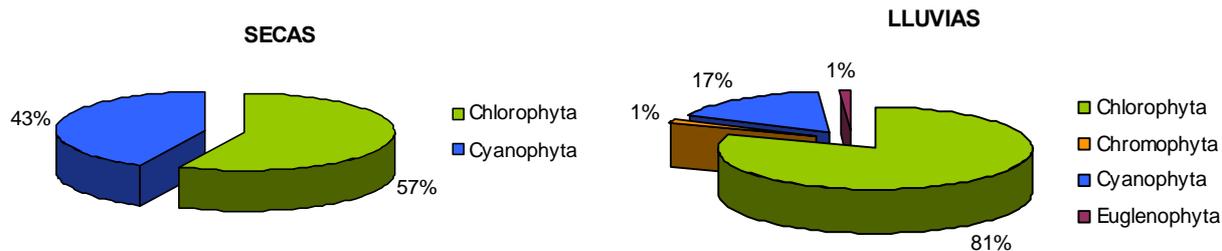


Figura 78. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se encontraron sólo dos grupos: los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 75% de abundancia y en menor proporción Rotíferos, con 25%. En lluvias, se registraron cuatro grupos: los Copéodos-Ciclopoideos, con el 39% de abundancia; Rotíferos, con 28%; Cladóceros, con el 22% y en menor proporción Copéodos-Calanoideos, con 11% (figura 80).

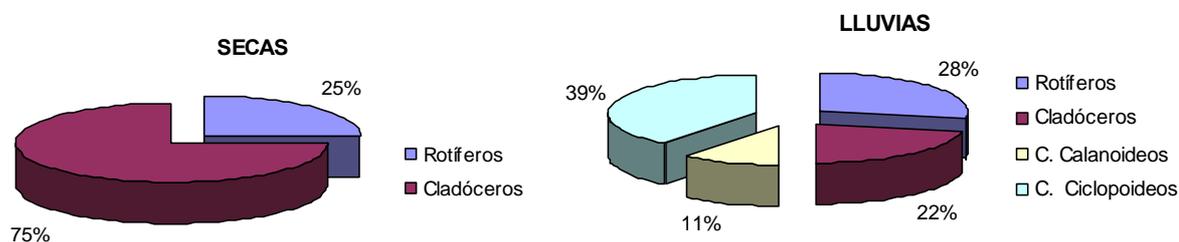


Figura 79. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

9 Contlalco: S. Permanente



Figura 80. Contlalco, abril del 2004

Tabla 51. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
9	5.69	98213.6	974.8	357.5	216.1	1.73

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico, de aguas moderadamente duras y de alta productividad durante las dos épocas (figura 81, tabla 51 y 52).

Tabla 52. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	27.4	26.6
Profundidad (m)	1.20	2
Transparencia (m)	0.3	0.35
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.41	6.895
Alcalinidad total (mg/L)	90	9
Dureza total (mg/L)	85	80
pH	8.79	6.90
Conductividad (µS/cm)	216	183
Nitratos (mg/L)	0.587	0.074
Nitritos (mg/L)	0.004	0.0004
Amonio (mg/L)	0.069	0.100
Ortofosfatos (mg/L)	0.029	0.935
Fósforo total (mg/L)	0.573	1.003
Silicatos (mg/L)	8.51	7.40
Sulfatos (mg/L)	9.59	28.33
Clorofila “a” (µg/L)	65.06	52.53
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta, Euglenophyta (figura 82).

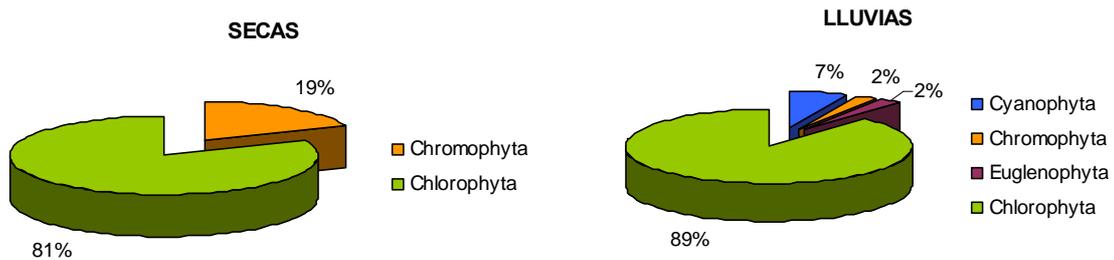


Figura 81. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton durante la época de secas, se encontraron cuatro grupos, los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 76% de abundancia; Rotíferos, con 14%; en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos y Copépodos-Calanoideos con 7% y 3%, respectivamente. En lluvias se registraron únicamente tres grupos: Cladóceros, con abundancia del 64%; Copépodos-Ciclopoideos, con el 27% y en menor número Rotíferos, con 9% (figura 83).

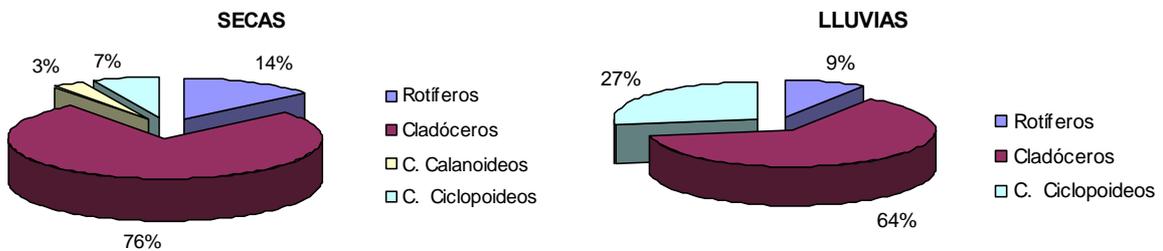


Figura 82. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

10 El móvil: S. Permanente



Figura 83. El móvil, abril del 2004

Tabla 53. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
10	4.12	43103	973.8	335.5	156.5	1.05

Sistema de baja profundidad, baja oxigenación durante la temporada seca y buena disponibilidad de oxígeno durante lluvias, el pH va de neutro a ligeramente básico, aguas moderadamente duras durante secas y suaves en lluvias, con alta productividad (figura 84, tabla 53 y 54).

Tabla 54. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	25.1	25
Profundidad (m)	0.3	1.8
Transparencia (m)	0.05	0.15
Oxígeno disuelto (mg/L)	2.01	4.92
Alcalinidad total (mg/L)	10	10
Dureza total (mg/L)	97	66
pH	7.58	6.73
Conductividad (μS/cm)	147	46
Nitratos (mg/L)	0.400	0.240
Nitritos (mg/L)	0.022	0.011
Amonio (mg/L)	0.554	0.493
Ortofosfatos (mg/L)	0.990	0.160
Fósforo total (mg/L)	1.140	0.190
Silicatos (mg/L)	61.00	25.00
Sulfatos (mg/L)	35.54	92.38
Clorofila "a" (μg/L)		33.45
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron sólo dos divisiones: Chlorophyta > Euglenophyta (figura 85).

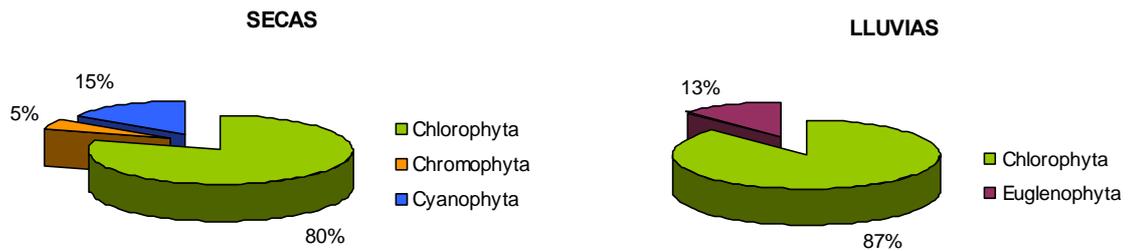


Figura 84. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, se encontraron cuatro grupos: los Ciliados, como el grupo más representativo con el 45% de abundancia; Cladóceros, con 28%; Copépodos-Calanoideos, con 26% y en menor proporción Rotíferos, con el 1% (figura 86).

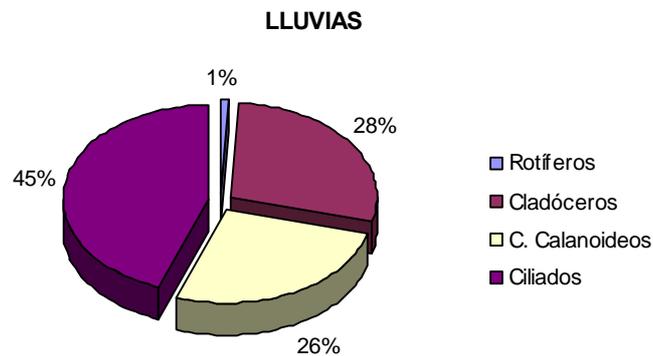


Figura 85. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

16 Tetecala 1: S. Permanente



Figura 86. Tetecala 1, octubre del 2004

Tabla 55. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
16	0.88	8733.1	471	163.8	72.7	0.99

Sistema de baja profundidad, baja oxigenación durante ambas temporadas, el pH va de ligeramente básico a neutro, aguas moderadamente duras en las dos temporadas, con alta productividad (figura 87, tabla 55 y 56).

Tabla 56. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	27.7	28.6
Profundidad (m)	1.9	4
Transparencia (m)	0.17	0.18
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.08	2.68
Alcalinidad total (mg/L)	10	15
Dureza total (mg/L)	101	100
pH	7.76	6.82
Conductividad (μS/cm)	158	80
Nitratos (mg/L)	0.307	0.058
Nitritos (mg/L)	0.002	0.004
Amonio (mg/L)	0.435	0.347
Ortofosfatos (mg/L)	0.036	0.036
Fósforo total (mg/L)	0.218	0.068
Silicatos (mg/L)	14.12	12.39
Sulfatos (mg/L)	29.66	19.26
Clorofila "a" (μg/L)	50.68	
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Euglenophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron cuatro divisiones: Chlorophyta > Pyrrophyta > Chromophyta > Euglenophyta (figura 88).

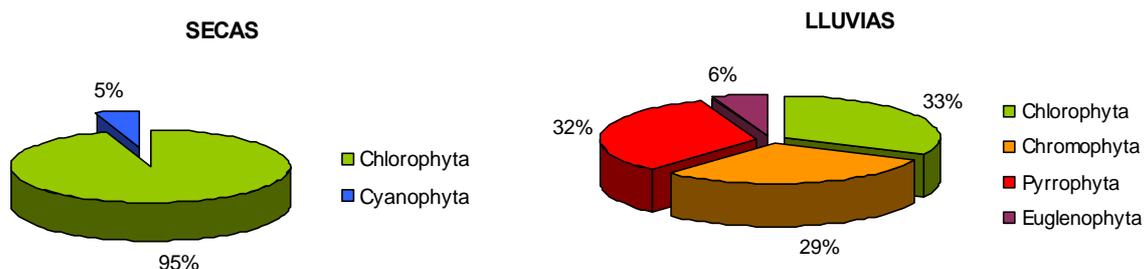


Figura 87. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se registraron cuatro grupos: los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 67% de abundancia; Copépodos-Calanoideos, con 16%; Copépodos-Ciclopoideos, con el 12% y en menor proporción Rotíferos, con 5%. En lluvias, se registraron únicamente dos grupos: Copépodos-Calanoideos, con el 69% y Cladóceros, con el 31% (figura 89).

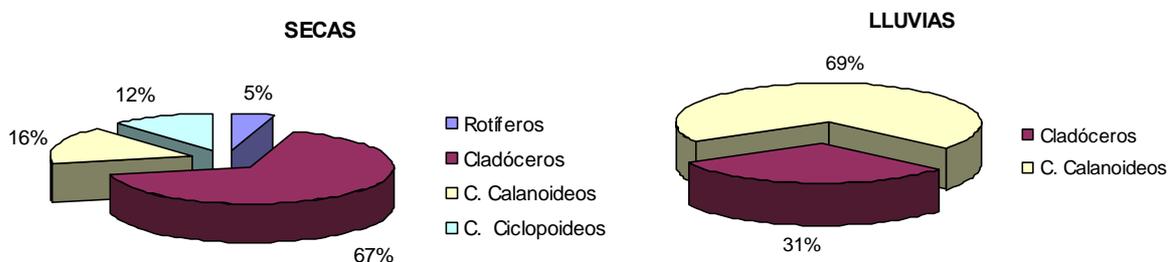


Figura 88. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

17 Tetecala 2: S. Permanente



Figura 89. Tetecala 2, mayo del 2004

Tabla 57. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
17	0.86	3768	360.6	111.5	107.4	0.44

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno en secas y baja oxigenación en lluvias, el pH va de moderadamente básico a neutro, aguas moderadamente duras en las dos temporadas, con alta productividad (figura 90, tabla 57 y 58).

Tabla 58. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	31.4	31.4
Profundidad (m)	2.5	3.7
Transparencia (m)	0.13	0.3
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.56	2.35
Alcalinidad total (mg/L)	15	13
Dureza total (mg/L)	118	132
pH	8.24	6.66
Conductividad (μS/cm)	245	97
Nitratos (mg/L)	0.324	0.132
Nitritos (mg/L)	0.002	0.001
Amonio (mg/L)	0.595	0.350
Ortofosfatos (mg/L)	0.142	0.017
Fósforo total (mg/L)	0.254	0.019
Silicatos (mg/L)	32.36	8.94
Sulfatos (mg/L)	25.25	9.14
Clorofila "a" (μg/L)	50.84	5.19
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Eutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta, Euglenophyta (figura 91).

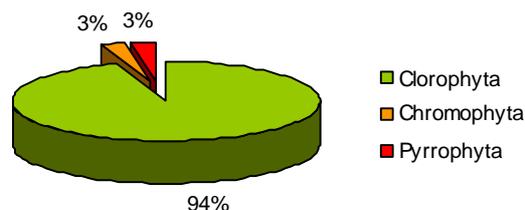


Figura 90. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se encontraron dos grupos: los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 80% de abundancia y en menor proporción Rotíferos, con 20%. En lluvias, se registraron cuatro grupos: los Cladóceros, con el 38% de abundancia; Copépodos-Ciclopoideos, con 31%; Copépodos-Calanoideos, con el 23% y en menor proporción Rotíferos, con 8% (figura 92).

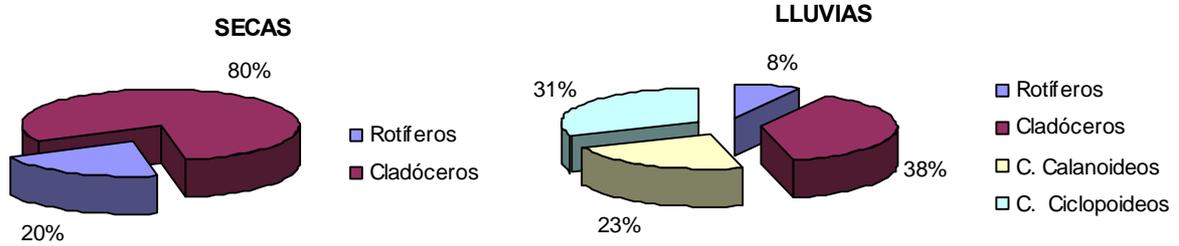


Figura 91. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

19 Las Joyas: S. Temporal



Figura 92. Las joyas, agosto del 2005

Tabla 59. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
19	0.21	2142	194	63	34	1

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH ligeramente básico, aguas suaves y con alta productividad (figura 93, tabla 59 y 60).

Tabla 60. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	29.3
Profundidad (m)		1.2
Transparencia (m)		0.2
Oxígeno disuelto (mg/L)		6.63
Alcalinidad total (mg/L)		20
Dureza total (mg/L)		37
pH		7.62
Conductividad (μS/cm)		150
Nitratos (mg/L)		0.469
Nitritos (mg/L)		0.0008
Amonio (mg/L)		0.174
Ortofosfatos (mg/L)		0.206
Fósforo total (mg/L)		0.392
Silicatos (mg/L)		16.85
Sulfatos (mg/L)		29.66
Clorofila "a" (μg/L)		67.42
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Euglenophytas > Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta (figura 94).

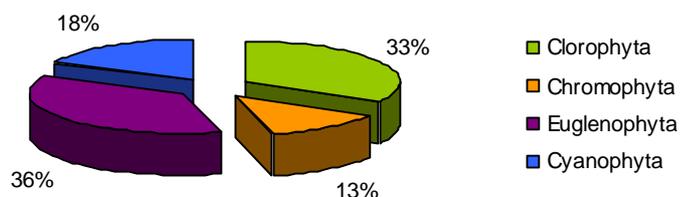


Figura 93. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, se encontraron cinco grupos: los Ciliados, como el grupo más representativo con el 61% de abundancia; Cladóceros, con el 16%;

Rotíferos, con el 11%; en menor proporción el grupo de los Copépodos-Calanoideos y Copépodos-Ciclopoideos con el 10% y 2%, respectivamente (figura 95).

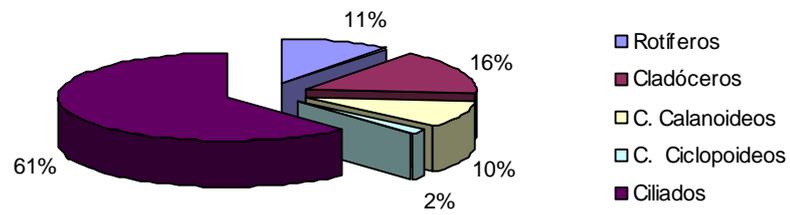


Figura 94. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

20 Los Guayabitos: Temporal



Figura 95. Los guayabitos, enero del 2005

Tabla 61. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
20	0.81	4293.2	386	149.4	66.8	0.53

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH fuertemente básico, de aguas moderadamente duras y de alta productividad (figura 96, tabla 61 y 62).

Tabla 62. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	25
Profundidad (m)		0.9
Transparencia (m)		0.1
Oxígeno disuelto (mg/L)		6.98
Alcalinidad total (mg/L)		12
Dureza total (mg/L)		76
pH		9.05
Conductividad (μS/cm)		278
Nitratos (mg/L)		0.159
Nitritos (mg/L)		0.0007
Amonio (mg/L)		0.114
Ortofosfatos (mg/L)		0.078
Fósforo total (mg/L)		0.426
Silicatos (mg/L)		30.82
Sulfatos (mg/L)		66.4
Clorofila “a” (μg/L)		122.82
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta >> Chromophyta > Euglenophyta > Cyanophyta (figura 97).

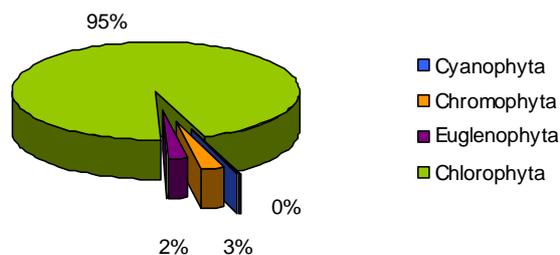


Figura 96. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, se registraron tres grupos: los Copépodos-Calanoideos, como el grupo más representativo con el 86% de abundancia; en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos y Rotíferos con 7%, cada uno (figura 98).

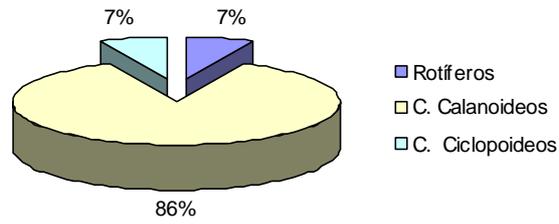


Figura 97. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

27 Frente Presa seca: S. Temporal



Figura 98. Frente a presa seca, agosto del 2005

Sistema de baja profundidad, alta disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico, de aguas moderadamente duras y de alta productividad (figura 99, tabla 63 y 64).

Tabla 63. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
27	0.30	1500	220	50	60	0.50

Tabla 64. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	Ausente	26
Profundidad (m)		0.95
Transparencia (m)		0.22
Oxígeno disuelto (mg/L)		0.18
Alcalinidad total (mg/L)		10
Dureza total (mg/L)		110
pH		6.83
Conductividad (μS/cm)		152
Nitratos (mg/L)		0.351
Nitritos (mg/L)		0.003
Amonio (mg/L)		0.726
Ortofosfatos (mg/L)		0.764
Fósforo total (mg/L)		1.876
Silicatos (mg/L)		55.02
Sulfatos (mg/L)		99.12
Clorofila "a" (μg/L)		2.52
Clase Estado Trófico		Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Euglenophyta > Chromophyta (figura 100).

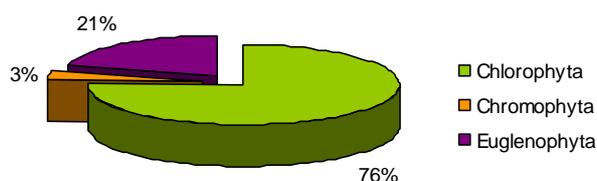


Figura 99. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Sin muestra de zooplancton.

32 El Candelero 1: S. Permanente



Figura 100. El candelero 1, diciembre del 2004

Tabla 65. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
32	0.12	1224.3	150	53	22	1.05

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, el pH varía de moderadamente básico neutro, de aguas suaves durante el periodo de secas y aguas moderadamente duras durante lluvias, de alta productividad durante las dos épocas (figura 101, tabla 65 y 66).

Tabla 66. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	27.5	30
Profundidad (m)	1.3	1.5
Transparencia (m)	0.22	0.25
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.49	4.87
Alcalinidad total (mg/L)	13	10
Dureza total (mg/L)	57	77
pH	8.07	6.68
Conductividad (μS/cm)	75	200
Nitratos (mg/L)	0.052	0.195
Nitritos (mg/L)	0.004	0.001
Amonio (mg/L)	0.251	0.086
Ortofosfatos (mg/L)	0.049	0.017
Fósforo total (mg/L)	0.148	0.186
Silicatos (mg/L)	28.83	19.61
Sulfatos (mg/L)	25.43	24.90
Clorofila “a” (μg/L)	35.54	20.96
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta > Euglenophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron las mismas divisiones: Chlorophyta > Euglenophyta > Cyanophyta > Chromophyta (figura 102).

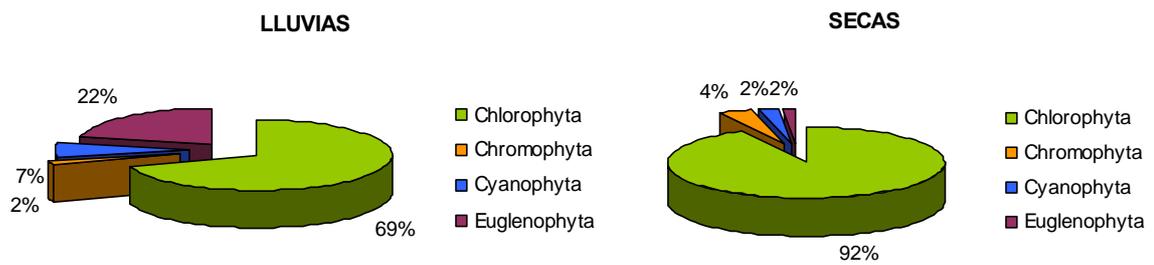


Figura 101. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas, se encontraron tres grupos: los Copépodos-Calanoideos, como el grupo más representativo con el 73% de abundancia; Cladóceros, con 19% y en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos, con 8%. En lluvias, se registraron igual número de grupos: Copépodos-Calanoideos, con el 76%; Copépodos-Ciclopoideos, con abundancia del 13% y Cladóceros, con 11% (figura 103).

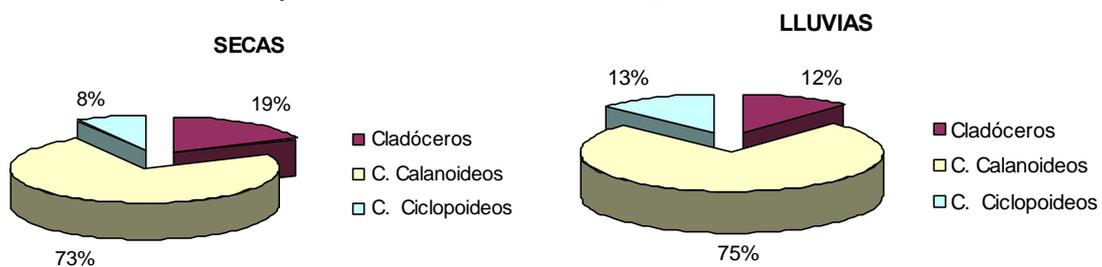


Figura 102. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

33 El Candelero 2: S. Permanente



Figura 103. El candelero 2, diciembre del 2004

Tabla 67. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
33	0.11	2625	399	38	30	0.35

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH ligeramente ácido, aguas suaves y de alta productividad (figura 104, tabla 67 y 68).

Tabla 68. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	26.2	No muestreado
Profundidad (m)	0.35	
Transparencia (m)	0.22	
Oxígeno disuelto (mg/L)	5	
Alcalinidad total (mg/L)	12	
Dureza total (mg/L)	74	
pH	6.40	
Conductividad (μS/cm)	65	
Nitratos (mg/L)	0.239	
Nitritos (mg/L)	0.002	
Amonio (mg/L)	0.354	
Ortofosfatos (mg/L)	0.055	
Fósforo total (mg/L)	0.070	
Silicatos (mg/L)	10.32	
Sulfatos (mg/L)	27.04	
Clorofila “a” (μg/L)	113.33	
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Chromophyta > Cyanophyta, Euglenophyta (figura 105).

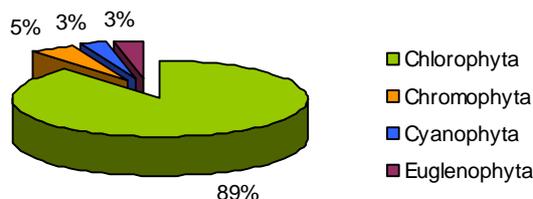


Figura 104. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Sin muestra de zooplancton.

34 El Candelero (San Ignacio): S. Permanente



Figura 105. El candelero, septiembre del 2005

Tabla 69. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
34	1.60	20074.8	703.5	151.5	78.7	1.25

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, el pH varía de neutro a ligeramente básico, de aguas moderadamente duras durante el periodo de secas y aguas suaves durante lluvias, de alta productividad durante las dos épocas (figura 106, tabla 69 y 70).

Tabla 70. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila "a" y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	25.5	32
Profundidad (m)	1.55	2.2
Transparencia (m)	0.27	0.27
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.53	7.04
Alcalinidad total (mg/L)	7	10
Dureza total (mg/L)	107	70
pH	7.26	7.65
Conductividad (μS/cm)	90	317
Nitratos (mg/L)	0.069	1.141
Nitritos (mg/L)	0.001	0.0007
Amonio (mg/L)	0.558	0.392
Ortofosfatos (mg/L)	0.034	0.030
Fósforo total (mg/L)	0.082	0.363
Silicatos (mg/L)	21.69	20.00
Sulfatos (mg/L)	12.21	34.89
Clorofila "a" (μg/L)	13.52	16.15
Clase Estado Trófico	Eutrófico-Hipereutrófico	Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Euglenophyta > Chromophyta > Pirrophyta durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron sólo dos divisiones: Chlorophyta > Chromophyta (figura 107).

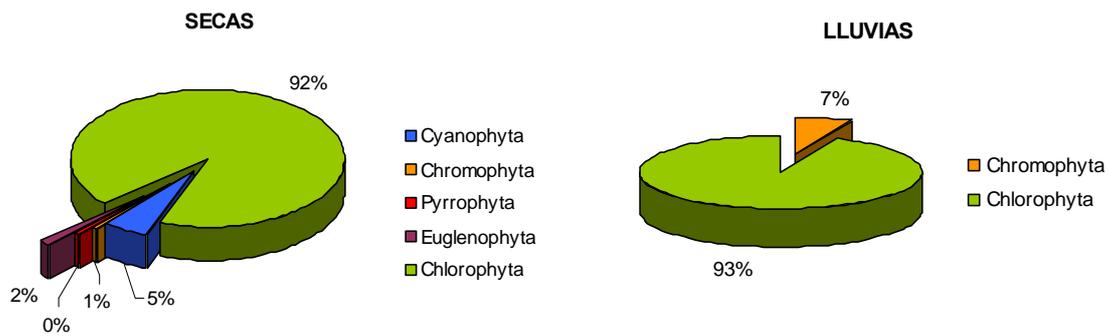


Figura 106. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton durante la época de secas, se encontraron tres grupos, los Copépodos-Calanoideos, como el grupo más representativo con el 73% de abundancia; Cladóceros, con 19% y en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos, con 8%. En lluvias, se registraron solamente dos grupos: Rotíferos, con abundancia del 58% y Copépodos-Calanoideos, con el 42% (figura 108).

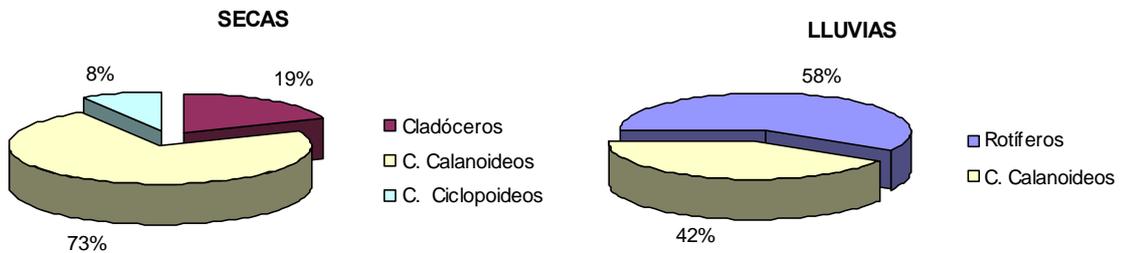


Figura 107. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

40 Las Joyas 1: S. Permanente



Figura 108. Las joyas 1, enero del 2005

Tabla 71. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
40	2.30	110423	345.8	230	105	4.80

Sistema de baja profundidad, baja oxigenación durante la temporada seca y buena disponibilidad de oxígeno durante lluvias, el pH va de neutro a ligeramente básico, aguas moderadamente duras durante lluvias y suaves en secas, con alta productividad (figura 109, tabla 71 y 72).

Tabla 72. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	22	30
Profundidad (m)	6.6	9.4
Transparencia (m)	0.5	0.3
Oxígeno disuelto (mg/L)	10.34	11.37
Alcalinidad total (mg/L)	5	10
Dureza total (mg/L)	82	202
pH	8.10	9.49
Conductividad (μS/cm)	334	96
Nitratos (mg/L)	0.189	0.195
Nitritos (mg/L)	0.0003	0.008
Amonio (mg/L)	0.076	0.426
Ortofosfatos (mg/L)	0.025	0.276
Fósforo total (mg/L)	0.133	0.377
Silicatos (mg/L)	21.22	31.98
Sulfatos (mg/L)	23.35	55.04
Clorofila “a” (μg/L)	41.39	34.42
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Cyanophyta > Chromophyta > Euglenophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron las mismas divisiones: Chlorophyta > Euglenophyta > Chromophyta, Cyanophyta (figura 110).

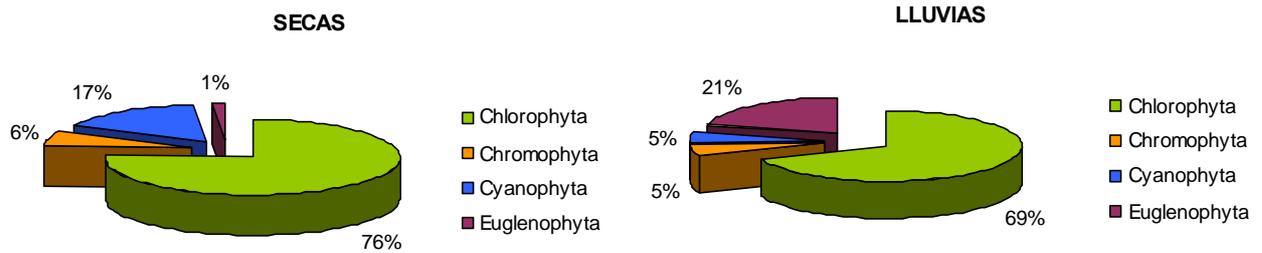


Figura 109. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se registraron cuatro grupos: los Cladóceros, como el grupo más representativo con el 84% de abundancia; Copépodos-Calanoideos, con 11%; en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos y Rotíferos con 3%, cada uno. En lluvias, se registraron igual número de grupos: Copépodos-Calanoideos, con el 71%; Cladóceros, con 17%; Copépodos-Ciclopoideos, con abundancia del 7% y Rotíferos, con 5% (figura 111).

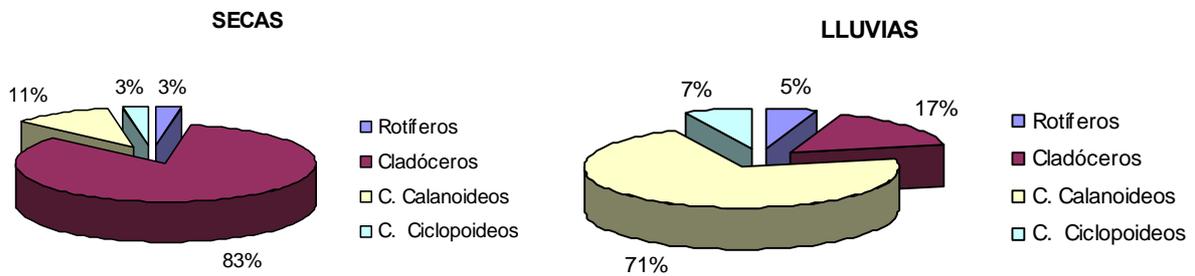


Figura 110. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

53 Las Alzadas: S. Permanente



Figura 111. Las alzadas, diciembre del 2005

Tabla 73. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
53	2.27	26157.1	677.4	205.5	123.1	1.15

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno, pH neutro, de aguas suaves y de alta productividad (figura 112, tabla 73 y 74).

Tabla 74. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	22.8	No muestreado
Profundidad (m)	1.07	
Transparencia (m)	0.13	
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.25	
Alcalinidad total (mg/L)	16	
Dureza total (mg/L)	60	
pH	6.93	
Conductividad (μS/cm)	420	
Nitratos (mg/L)	0.343	
Nitritos (mg/L)	0.002	
Amonio (mg/L)	0.375	
Ortofosfatos (mg/L)	0.091	
Fósforo total (mg/L)	0.223	
Silicatos (mg/L)	15.77	
Sulfatos (mg/L)	16.95	
Clorofila “a” (μg/L)	10.57	
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Euglenophyta (figura 113).

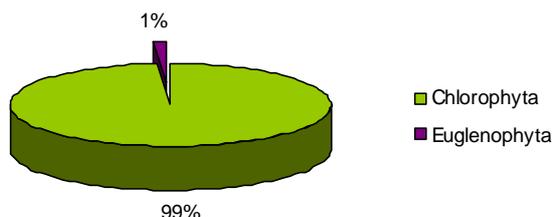


Figura 112. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, se encontraron cuatro grupos: los Copépodos-Calanoideos, como el grupo más representativo con el 78% de abundancia; Cladóceros, con 16%; en menor proporción Rotíferos y Copépodos-Ciclopoideos con 4% y 2%, respectivamente (figura 114).

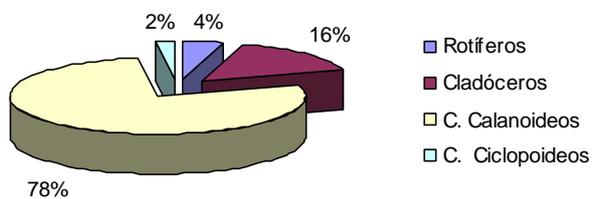


Figura 113. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

29 Bordo temporal: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

41 Las Joyas 2: S. Temporal

Ausente durante los muestreos

28 Tetecala 2.5: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

18 Tetecala 3: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

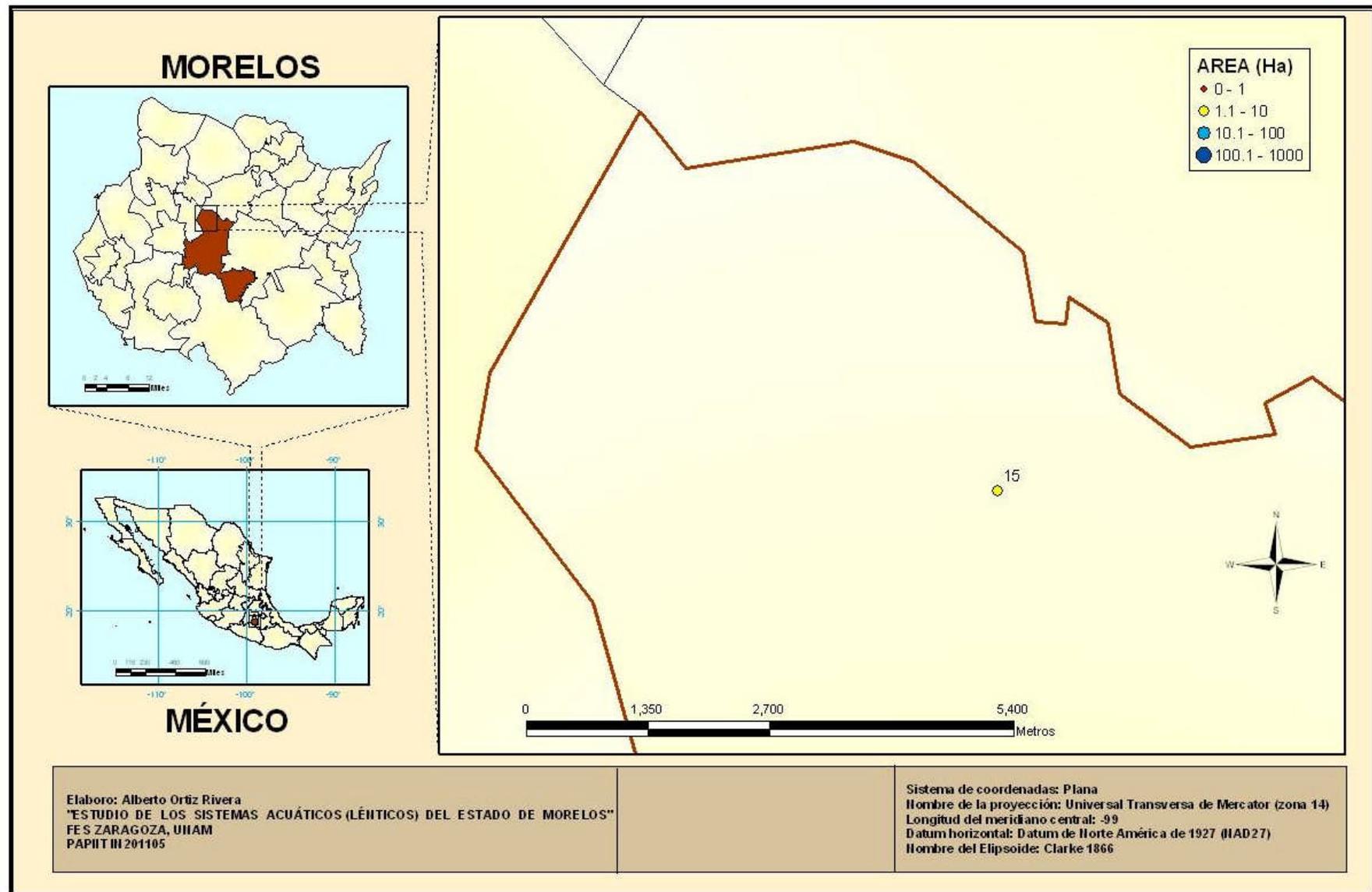


Figura 114. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Taltizapan (Escala 1: 50 000)

15 El jagüey (Ticomán): S. Permanente



Figura 115. El jagüey, noviembre del 2005

Tabla 75. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
15	3.66	73243.4	881.4	211.7	174	2.00

Sistema de baja profundidad, alta disponibilidad de oxígeno, pH moderadamente básico, de aguas muy duras, con alta productividad (figura 116, tabla 75 y 76).

Tabla 76. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	No muestreado	28
Profundidad (m)		2.45
Transparencia (m)		0.3
Oxígeno disuelto (mg/L)		10.81
Alcalinidad total (mg/L)		32
Dureza total (mg/L)		553
pH		8.43
Conductividad (μS/cm)		940
Nitratos (mg/L)		1.075
Nitritos (mg/L)		0.017
Amonio (mg/L)		0.462
Ortofosfatos (mg/L)		0.670
Fósforo total (mg/L)		0.761
Silicatos (mg/L)		18.92
Sulfatos (mg/L)		23.86
Clorofila “a” (μg/L)		32.17
Clase Estado Trófico		Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron por orden de abundancia: Euglenophyta > Chlorophyta > Chromophyta, Cyanophyta (figura 117).

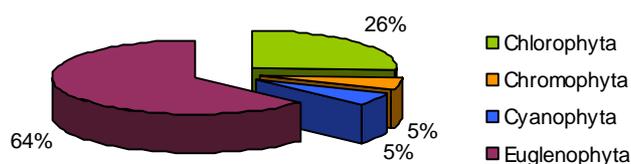


Figura 116. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, se registraron cuatro grupos: los Copépodos-Calanoideos, como el grupo más representativo con el 71% de abundancia; Cladóceros, con

17%; en menor proporción Copépodos-Ciclopoideos y Rotíferos con 7% y 5%, respectivamente (figura 118).

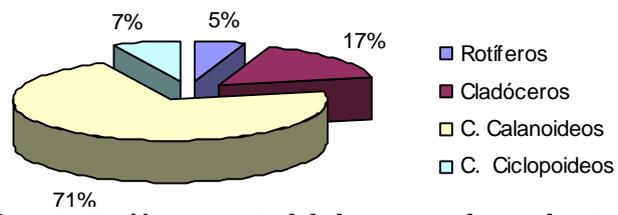


Figura 117. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

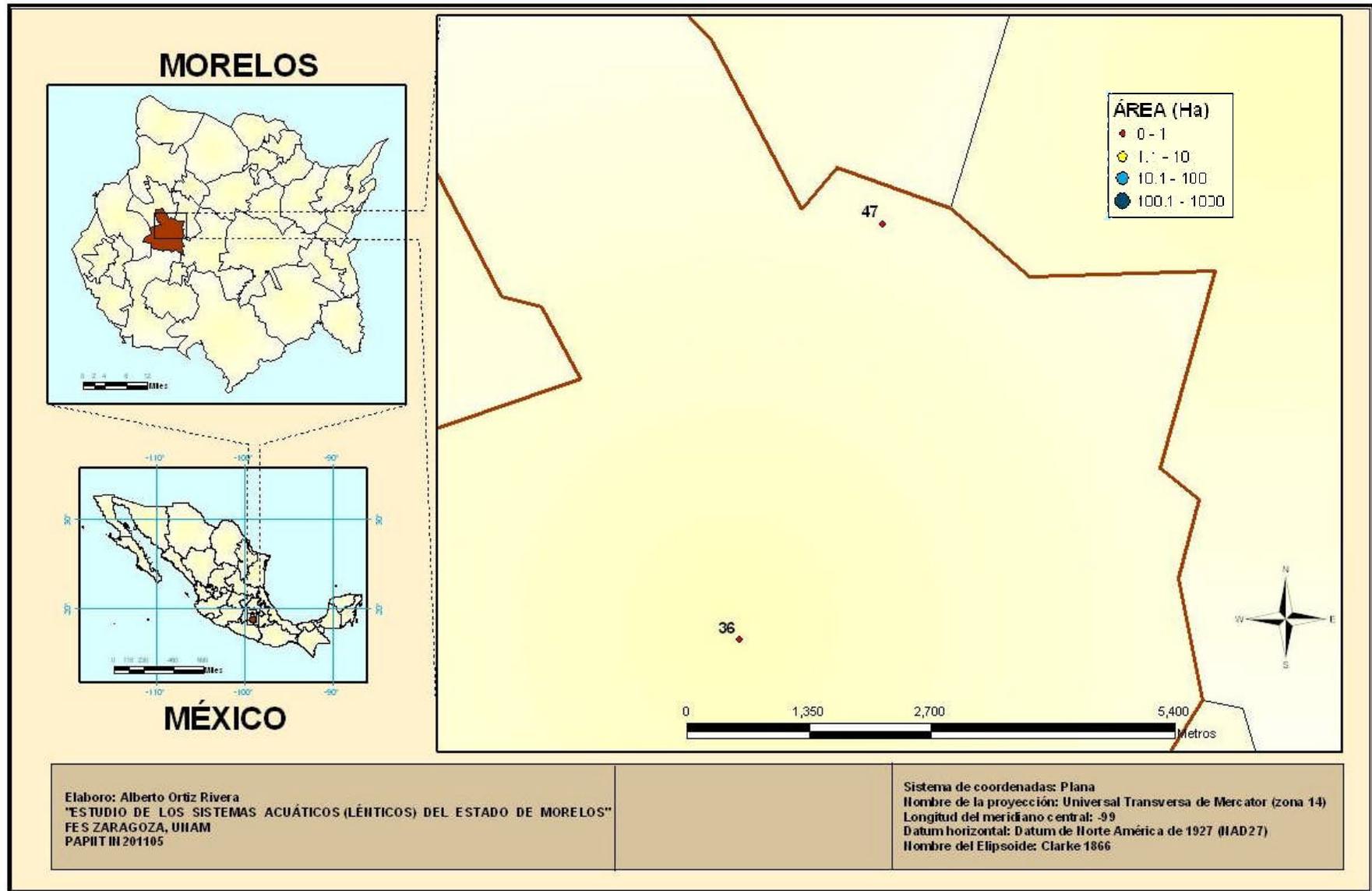


Figura 118. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Xochitepec (Escala 1 : 50 000)

47 Campo de cultivo: S. Temporal

Ausente durante los muestreos. En la actualidad es un campo de cultivo

36 El Sol: S. Temporal

Ausente durante los muestreos.

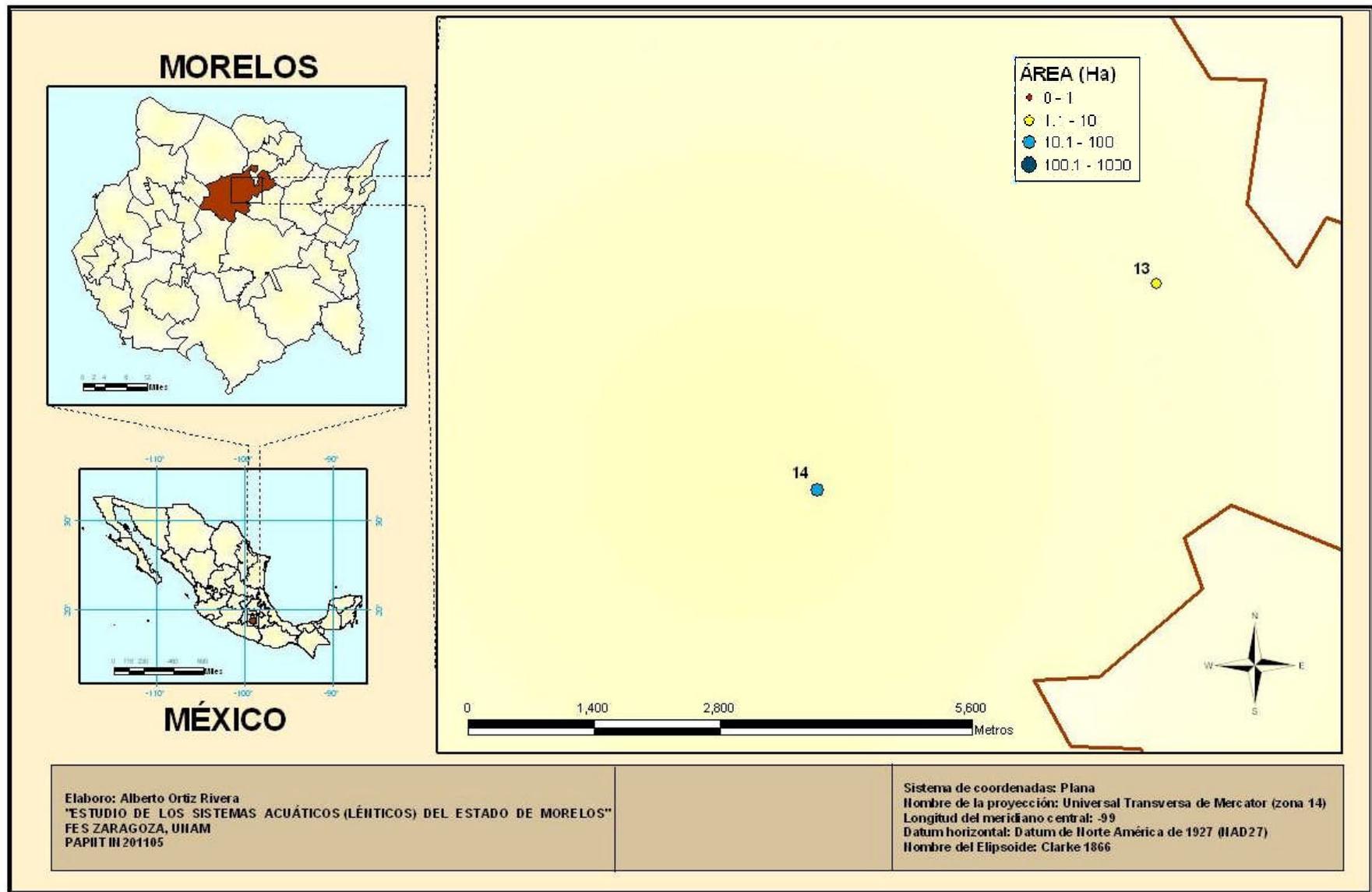


Figura 119. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Yautepec (Escala 1 : 50 000)

13 Los Arcos: S. Permanente



Figura 120. Los arcos, noviembre del 2004

Tabla 77. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
13	4.57	131098.4	1195.4	386.2	166.8	2.87

Sistema de baja profundidad, alta disponibilidad de oxígeno en ambas temporadas, el pH es moderadamente básico durante las dos épocas, aguas moderadamente duras en ambas temporadas, con alta productividad (figura 121, tabla 77 y 78).

Tabla 78. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	29.9	26.5
Profundidad (m)	2.3	3.85
Transparencia (m)	0.17	0.24
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.28	11.06
Alcalinidad total (mg/L)	21	10
Dureza total (mg/L)	133	95
pH	8.33	8.23
Conductividad (μS/cm)	329	620
Nitratos (mg/L)	0.080	0.102
Nitritos (mg/L)	0.001	0.001
Amonio (mg/L)	0.406	0.406
Ortofosfatos (mg/L)	0.293	0.125
Fósforo total (mg/L)	0.500	0.144
Silicatos (mg/L)	46.95	5.48
Sulfatos (mg/L)	24.55	26.14
Clorofila “a” (μg/L)	29.05	19.03
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Cyanophyta > Chlorophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron tres divisiones: Chlorophyta > Euglenophyta > Cyanophyta (figura 122).

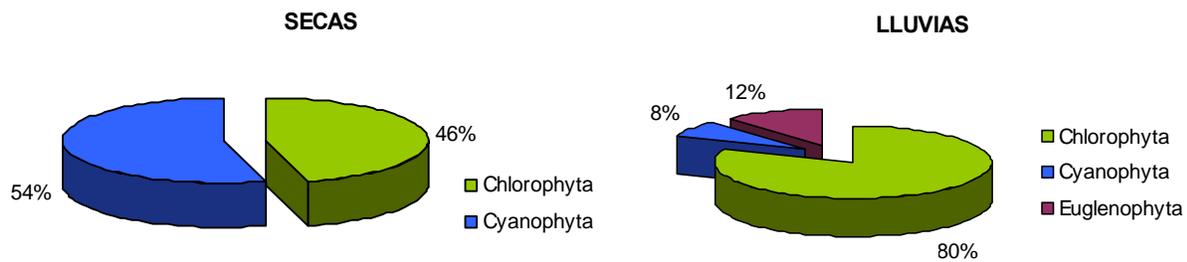


Figura 121. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se registraron tres grupos: los Cladóceros, con el 56% de abundancia; Copépodos-Calanoideos, con 41% y en menor proporción Rotíferos, con 3%. En lluvias, se registraron cuatro grupos: los Copépodos-Calanoideos, con el 42% de abundancia; Cladóceros, con 36%; Copépodos-Ciclopoideos, con el 21% y en menor proporción Rotíferos, con 1% (figura 123).

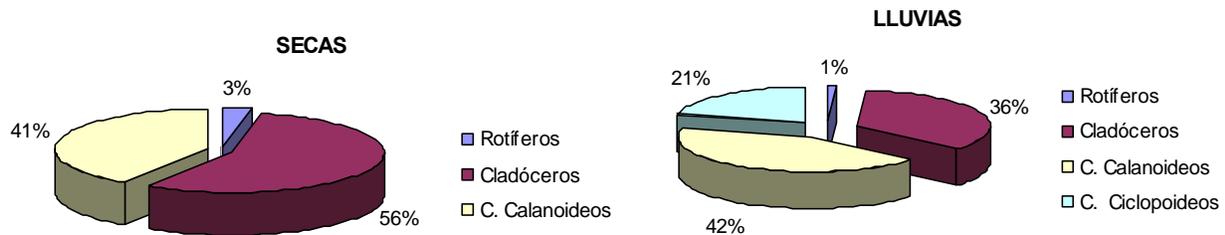


Figura 122. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

14 Yautepec: S. Permanente



Figura 123. Yautepec, febrero del 2005

Tabla 79. Datos morfométricos

ID	Área (Ha)	Volumen (m ³)	Perímetro (m)	Largo Máx. (m)	Ancho Máx. (m)	\bar{z}
14	11.04	110423.5	1846.2	341.4	319	1.00

Sistema de baja profundidad, buena disponibilidad de oxígeno en ambas temporadas, el pH es ligeramente básico, aguas muy duras en las dos épocas, con alta productividad (figura 124, tabla 79 y 80).

Tabla 80. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos, clorofila “a” y estado trófico

PARÁMETROS	Secas	Lluvias
Temperatura H ₂ O (°C)	29	25.1
Profundidad (m)	1.4	2
Transparencia (m)	0.33	0.4
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.05	8.51
Alcalinidad total (mg/L)	30	33
Dureza total (mg/L)	707	685
pH	7.52	7.69
Conductividad (μS/cm)	1445	1180
Nitratos (mg/L)	0.066	0.126
Nitritos (mg/L)	0.0009	0.007
Amonio (mg/L)	0.250	0.310
Ortofosfatos (mg/L)	0.012	0.057
Fósforo total (mg/L)	0.140	0.072
Silicatos (mg/L)	85.74	91.88
Sulfatos (mg/L)	142.43	95.64
Clorofila “a” (μg/L)	18.13	21.32
Clase Estado Trófico	Hipereutrófico	Eutrófico-Hipereutrófico

Las divisiones representativas de fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta > Euglenophyta > Chromophyta, durante la temporada de secas. Para la época de lluvias, se presentaron tres divisiones: Chlorophyta > Cyanophyta > Cyanophyta (figura 125).

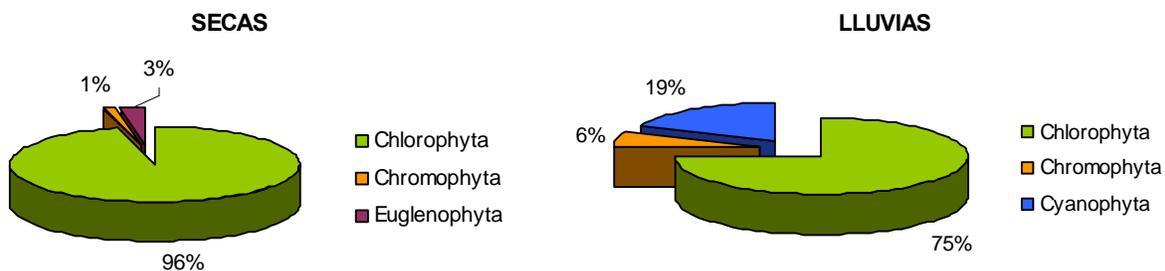


Figura 124. Composición porcentual de las divisiones presentes en el fitoplancton

Para el zooplancton, durante la época de secas se registraron tres grupos: los Copépodos-Calanoideos, con el 95% de abundancia; en menor proporción Cladóceros y Copépodos-Ciclopoideos con el 2.5%, cada uno. En lluvias, se encontraron sólo dos grupos: los Copépodos-Calanoideos, con el 72% de abundancia y en menor número Cladóceros, con 28% (figura 126).

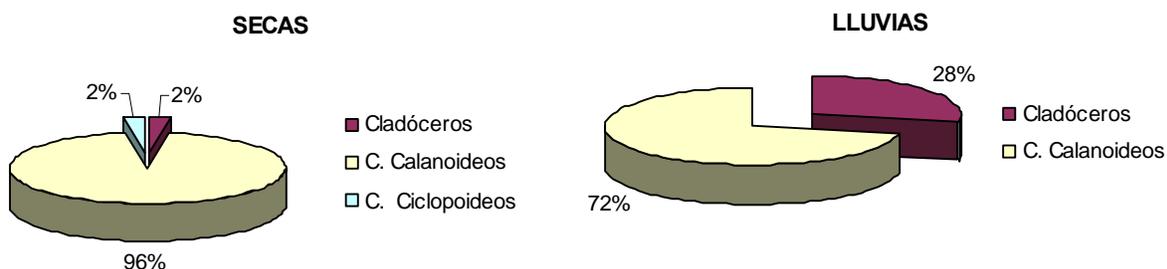


Figura 125. Representación porcentual de los grupos de zooplancton registrados

Calidad del agua

Para saber en que condiciones se encuentra un sistema se analiza una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos, y después se comparan estos datos con valores aceptados internacionalmente (tabla 81), que indica la calidad del agua. (Pellizzary, 2005).

Tabla 81. Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-ECOL-1996) Diario oficial de la federación, agosto-94 y enero-96.

CARACTERISTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
Alcalinidad total en CaCO ₃ mg/L	400
Dureza total (como CaCO ₃) mg/L	500
Dureza de magnesio en CaCO ₃ mg/L	25
Fosfatos (como PO ₄ ⁼) mg/L	0.1
Nitratos (como N) mg/L	10
Nitritos (como N) mg/L	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N) mg/L	0.5
pH(potencial de hidrógeno)en unidades de pH	6.5 – 8.5
Sólidos disueltos totales mg/L	1000
Sulfatos (como SO ₄ ⁼) mg/L	400

Con el fin de caracterizar los sistemas con base a la calidad de agua, composición y abundancia de fitoplancton y zooplancton, en cada uno de los sistemas se realizaron muestreos en épocas de secas y de lluvias y dependiendo del volumen que presentara el sistema se tomaron a diferentes niveles de profundidad (superficie y fondo), en un punto de muestreo, preferentemente al centro del sistema.

De manera global los sistemas no rebasan los límites permisibles de calidad del agua.

Índice del Estado Trófico

De acuerdo con el estado trófico de los sistemas, basado solamente en el promedio de los valores de los índices de clorofila “a”, transparencia al disco de secchi y fósforo total, se desprenden los siguientes resultados (tabla 82), de manera global:

Tabla 82. Valores promedio del índice de Carlson y clasificación de los sistemas

ID	Sistema	IET Promedio	Clasificación
1	Zempoala	47.58	Mesotrófico
2	Tonatihua	52.71	Mesotrófico
3	Compila	41.02	Mesotrófico
5	Plan de Ayala	63.12	Eutrófico
6	Felipe Ruiz de Velazco	66.13	Eutrófico-Hipereutrófico
7	Bordo 5	62.67	Eutrófico

Continuación... Tabla 82. Valores promedio del índice de Carlson y clasificación de los sistemas

ID	Sistema	IET Promedio	Clasificación
8	Tilcuate	82.25	Hipereutrófico
9	Contlalco	83.22	Hipereutrófico
10	El móvil	79.24	Hipereutrófico
11	La nopalera	82.04	Hipereutrófico
12	Acuitlalpilco	78.67	Hipereutrófico
13	Los Arcos	74.33	Eutrófico-Hipereutrófico
14	Yautepec	68.36	Eutrófico-Hipereutrófico
15	El Jagüey (Ticomán)	80.61	Hipereutrófico
16	Tetecala 1	76.87	Hipereutrófico
17	Tetecala 2	68.94	Eutrófico-Hipereutrófico
19	Las Joyas	81.79	Eutrófico-Hipereutrófico
20	Los Guayabitos	87.48	Hipereutrófico
23	Chavarría	88.26	Hipereutrófico
24	Michapa	96.53	Hipereutrófico
25	Presa Seca	86.28	Hipereutrófico
26	Apancingo	95.50	Hipereutrófico
27	Frente Presa seca	69.79	Eutrófico-Hipereutrófico
30	Bordo 7 (Contlalco 2)	70.80	Hipereutrófico
32	El Candelero 1	74.45	Hipereutrófico
33	El Candelero 2	74.68	Hipereutrófico
34	El Candelero	67.48	Eutrófico-Hipereutrófico
35	Bordo seco	87.48	Eutrófico-Hipereutrófico
40	Las Joyas 1	74.02	Hipereutrófico
43	Coatetelco	83.70	Hipereutrófico
44	El Rodeo	66.42	Eutrófico-Hipereutrófico
45	P. Emiliano Zapata	74.79	Eutrófico-Hipereutrófico
46	Tequesquitengo		*Mesotrófico-Eutrófico
48	Cuentepec	78.85	Hipereutrófico
51	Zacoaco	75.29	Hipereutrófico
53	Las Alzadas	75.29	Hipereutrófico

*IMTA/SARH

De forma gráfica se puede observar lo siguiente:

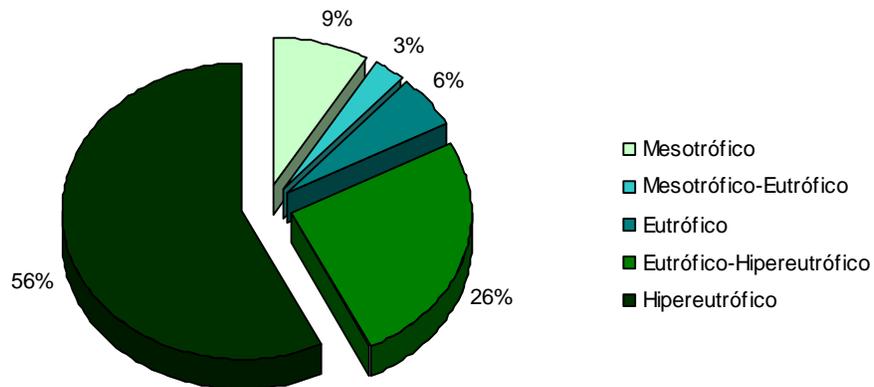


Figura 126. Porcentaje de cuerpos acuáticos por estado trófico

Más de la mitad de los sistemas estudiados se encuentran clasificados como hipereutróficos seguidos por los eutróficos-hipereutróficos (figura 127).

Fitoplancton

Para este estudio se utilizó la clasificación propuesta por Ortega (1984), la cual considera 6 grandes divisiones que son: Cyanophyta, Rodophyta, Chromophyta, Pyrrophyta, Euglenophyta y Chlorophyta.

Tabla 83. Lista general de especies de fitoplancton

DIVISIÓN	CLASE	GENERO	ESPECIE
CYANOPHYTA	CYANOPHYCEAE	Anabaena	<i>Anabaena sp</i>
			<i>Anabaena spiroides</i>
		Anabeaenopsis	<i>Anabeaenopsis elenkinii</i>
		Chroococcus	<i>Chroococcus limnética</i>
			<i>Chroococcus minutus</i>
		Liyngbya	<i>Liyngbya lutea</i>
		Merismopedia	<i>Merismopedia glauca</i>
			<i>Merismopeida tenuissima</i>
			<i>Merismopeida sp</i>
		Mycrocystis	<i>Mycrocystis aeruginosa</i>
			<i>Mycrocystis incerta</i>
			<i>Mycrocystis flos-aquae</i>
			<i>Microcystis sp</i>
Nostoc	<i>Nostoc sp</i>		
	<i>Nostoc caeruleum</i>		
Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp</i>		
CHROMOPHYTA	DIATOMOPHYCEAE (BACILLARIOPHYCEAE)	Asterionella	<i>Asterionella formosa</i>
		Cocconeis	<i>Cocconeis sp</i>
		Cymbella	<i>Cymbella sp</i>
		Ephitmia	<i>Ephitmia sp</i>
		Fragilaria	<i>Fragilaria crotonensis</i>
			<i>Fragilaria sp</i>
		Gomphonema	<i>Gomphonema sp</i>
			<i>Gomphonema truncatum*</i>
		Navicula	<i>Navicula platalea</i>
			<i>Navicula sp</i>
		Nitzchia	<i>Nitzchia sp</i>
		Pinularia	<i>Pinularia sp</i>
		Stephanodiscus	<i>Stephanodiscus niagarae</i>
		Synedra	<i>Synedra sp</i>
Trachyneis	<i>Trachyneis sp</i>		
PYRROPHYTA	DINOPHYCEAE	Lophodinium	<i>Lophodinium dadayii</i>
		Oodinium	<i>Oodinium sp</i>

Continuación...Tabla 83. Lista general de especies de fitoplancton

DIVISIÓN	CLASE	GENERO	ESPECIE
EUGLENOPHYTA	EUGLENOPHYCEAE	Euglena	<i>Euglena guntheri</i>
			<i>Euglena sp</i>
		Phacus	<i>Phacus sp</i>
		Trachelomonas	<i>Trachelomonas amphoriformis</i>
<i>Trachelomonas sp</i>			
CHLOROPHYTA	CHLOROPHYCEAE	Actinastrum	<i>Actinastrum glacillum</i>
		Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
			<i>Ankistrodesmus falciformis</i>
			<i>Ankistrodesmus gracilis</i>
		Closterium	<i>Closterium acutum</i>
			<i>Closterium jenneri*</i>
			<i>Closterium sp</i>
		Chlamydomonas	<i>Chlamydomonas mexicana</i>
		Chlorella	<i>Chlorella miniata</i>
			<i>Chlorella saccrophilla</i>
			<i>Chlorella sp</i>
		Coelastrum	<i>Coelastrum sp</i>
		Cosmarium	<i>Cosmarium subcucumis</i>
			<i>Cosmarium sp</i>
		Crucigenia	<i>Crucigenia quadrata</i>
			<i>Crucigenia tetrapedia</i>
		Desmococcus	<i>Desmococcus viridis</i>
		Dictyosphaerium	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>
			<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
		Euastrum	<i>Euastrum insulare</i>
		Franceia	<i>Franceia droescheri</i>
		Gloeocystis	<i>Gloeocystis ampla</i>
		Gonium	<i>Gonium sociale</i>
		Haematococcus	<i>Haematococcus pluvialis</i>
		Kirchneriella	<i>Kirchneriella lunaris</i>
			<i>Kirchneriella obesa</i>
		Monoraphidium	<i>Monoraphidium sp</i>
		Oocystis	<i>Oocystis sp</i>
		Ophilocyttium	<i>Ophilocyttium sp</i>
		Pediastrum	<i>Pediastrum duplex</i>
			<i>Pediastrum heptactis</i>
			<i>Pediastrum simplex</i>
<i>Pediastrum sp</i>			
<i>Pediastrum tetras</i>			
Radiosphaera	<i>Radiosphaera dissecta</i>		
Scenedesmus	<i>Scenedesmus acuminatus</i>		
	<i>Scenedesmus arcuatus</i>		
	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		
	<i>Scenedesmus bijugatus</i>		
	<i>Scenedesmus dimorphus</i>		
	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>		

Continuación...Tabla 83. Lista general de especies de fitoplancton

DIVISIÓN	CLASE	GENERO	ESPECIE
			<i>Scenedesmus quadricauda</i>
			<i>Scenedesmus sp</i>
		Schroederia	<i>Schroederia setigera</i>
		Selenastrum	<i>Selenastrum sp</i>
		Staurastrum	<i>Staurastrum gracille</i>
			<i>Staurastrum paradoxum</i>
			<i>Staurastrum sp</i>
		Tetraedron	<i>Tetraedron regulare</i>
			<i>Tetraedron sp</i>
		Ulotrix	<i>Ulotrix sp</i>
		Zoocystis	<i>Zoocystis vorticellae</i>

Tabla 84. Frecuencia de aparición y abundancia de las especies registradas de fitoplancton por sistema

ID	ID = SISTEMAS ACUÁTICOS ESTUDIADOS																												Abun. org/mL									
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	23	24	25	26	27	30	32	33	34	35	38		39	40	43	44	45	48	51	53	
CYANOPHYTA																																						
<i>Anabaena sp</i>	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X		X			X			X			X	X	X				X	X	X	X				25710	
<i>Anabaena spiroides</i>						X	X																														1997	
<i>Anabeaopsis elenkinii</i>						X								X			X				X	X		X	X				X	X	X	X				75254		
<i>Chroococcus limnética</i>																															X	X					1102	
<i>Chroococcus minutus</i>		X																																			250	
<i>Liyngbya lutea</i>																												X	X								4992	
<i>Merismopedia glauca</i>			X			X		X									X	X		X			X		X					X	X	X				14726		
<i>Merismopeida tenuissima</i>			X	X					X										X			X							X	X	X	X	X				2995	
<i>Merismopeida sp</i>																						X	X														250	
<i>Mycrocystis aeruginosa</i>															X															X	X	X					250	
<i>Mycrocystis incerta</i>	X														X			X												X	X	X					1498	
<i>Mycrocystis flos-aquae</i>												X		X																								499
<i>Microcystis sp</i>								X							X																							998
<i>Nostoc sp</i>																															X	X	X					770
<i>Nostoc caeruleum</i>					X																																	250
<i>Oscillatoria sp</i>																	X								X	X					X	X	X					749
CHROMOPHYTA																																						
<i>Asterionella formosa</i>	X	X	X																																		6490	
<i>Cocconeis sp</i>	X								X						X																						499	
<i>Cymbella sp</i>																								X					X									375
<i>Ephitmia sp</i>		X																																				250
<i>Fragilaria crotonensis</i>	X	X																																				499
<i>Fragilaria sp</i>								X						X						X			X						X								1747	
<i>Gomphonema sp</i>	X										X						X																			X		1123

Continuación... Tabla 84. Frecuencia de aparición y abundancia de las especies registradas de fitoplancton por sistema

ID	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	23	24	25	26	27	30	32	33	34	35	38	39	40	43	44	45	48	51	53	Abun. org/mL
<i>Gomphonema truncatum</i>										X								X																			499
<i>Navicula platalea</i>										X			X			X			X	X								X	X					X			2746
<i>Navicula sp</i>			X	X				X	X				X			X	X	X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X		X			9610
<i>Nitzchia sp</i>				X				X		X	X						X	X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X	X				5119
<i>Pinularia sp</i>																	X												X							250	
<i>Stephanodiscus niagarae</i>											X																									499	
<i>Synedra sp</i>											X																									250	
<i>Trachyneis sp</i>											X																									250	
PYRRROPHYTA																																					
<i>Lophodinium dadayii</i>																X	X																X			7488	
<i>Oodinium sp</i>																									X											250	
EUGLENOPHYTA																																					
<i>Euglena guntheri</i>				X										X											X		X	X				X			15226		
<i>Euglena sp</i>							X	X	X		X	X				X	X			X		X	X	X	X	X		X				X			6366		
<i>Phacus sp</i>							X									X	X			X	X	X	X	X	X										3495		
<i>Trachelomonas amphoriformis</i>															X			X																X	1248		
<i>Trachelomonas sp</i>							X									X	X							X	X	X									1124		
CHLOROPHYTA																																					
<i>Actinastrum glacillimum</i>																									X										499		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			X				X	X		X	X					X	X	X	X				X	X	X	X			X	X	X	X		X		109326	
<i>Ankistrodesmus falciformis</i>				X		X			X									X							X			X	X	X	X					5241	
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>						X	X		X				X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	30201		
<i>Closterium acutum</i>				X				X				X												X											2246		
<i>Closterium jenniferi</i>									X																										1248		
<i>Closterium sp</i>					X				X	X						X	X	X			X					X			X	X	X	X		X	X	5866	
<i>Chlamydomonas mexicana</i>																																	X		250		
<i>Chlorella miniata</i>				X				X				X		X				X			X		X	X	X									X	26458		

Continuación... Tabla 84. Frecuencia de aparición y abundancia de las especies registradas de fitoplancton por sistema

ID	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	23	24	25	26	27	30	32	33	34	35	38	39	40	43	44	45	48	51	53	Abun. org/mL
<i>Chlorella saccophylla</i>																														X	X	X				26166	
<i>Chlorella sp</i>	X														X						X																2995
<i>Coelastrum sp</i>								X									X	X							X	X			X		X						3496
<i>Cosmarium subcucumis</i>			X																										X								3245
<i>Cosmarium sp</i>		X						X									X	X		X	X		X	X	X			X	X	X		X				1998	
<i>Crucigenia quadrata</i>				X	X			X		X		X		X	X	X		X				X	X	X	X			X	X	X	X				X		15726
<i>Crucigenia tetrapedia</i>							X			X						X	X	X			X			X	X	X			X	X	X	X			X		9985
<i>Desmococcus viridis</i>												X					X	X						X	X	X			X	X	X	X					11981
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>																											X									2995	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																													X							499	
<i>Euastrum insulare</i>																											X	X								499	
<i>Franceia droescheri</i>																								X												250	
<i>Gloeocystis ampla</i>											X																									749	
<i>Gonium sociale</i>										X														X										X		749	
<i>Haematococcus pluvialis</i>																												X								250	
<i>Kirchneriella lunaris</i>			X					X	X		X		X	X	X		X	X	X		X			X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	100589	
<i>Kirchneriella obesa</i>								X										X			X			X			X		X							9236	
<i>Monoraphidium sp</i>																																		X		2246	
<i>Oocystis sp</i>																																X	X			270	
<i>Ophilocythium sp</i>																														X	X	X				8507	
<i>Pediastrum duplex</i>									X																X			X			X					1623	
<i>Pediastrum heptactis</i>								X													X			X				X						X		1747	
<i>Pediastrum simplex</i>															X	X					X			X						X						2247	
<i>Pediastrum sp</i>	X	X							X						X						X															1997	
<i>Pediastrum tetras</i>				X	X			X	X	X		X			X			X			X			X	X	X			X							3745	
<i>Radiosphaera dissecta</i>											X																									6989	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>					X				X				X		X						X															3494	

Continuación... Tabla 84. Frecuencia de aparición y abundancia de las especies registradas de fitoplancton por sistema

ID	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	23	24	25	26	27	30	32	33	34	35	38	39	40	43	44	45	48	51	53	Abun. org/mL
<i>Scenedesmus arcuatus</i>								X	X	X		X					X								X	X											11731
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>				X	X		X	X		X					X	X				X	X							X	X	X	X	X				X	15225
<i>Scenedesmus bijugatus</i>																	X			X				X	X	X			X								6739
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	X																																		X	749	
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>				X						X					X					X						X											2871
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			X		X	X				X	82618
<i>Scenedesmus sp</i>	X				X					X							X	X			X			X	X	X				X	X	X					8987
<i>Schroederia setigera</i>									X													X		X		X											7987
<i>Selenastrum sp</i>																													X	X							146
<i>Staurastrum gracille</i>	X																	X			X					X		X	X								1374
<i>Staurastrum paradoxum</i>												X	X																			X					499
<i>Staurastrum sp</i>	X			X					X	X		X			X	X		X					X	X		X						X		X			16225
<i>Tetraedron regulare</i>	X		X				X	X						X			X	X	X	X	X			X	X	X			X						X	14975	
<i>Tetraedron sp</i>									X				X		X																						1997
<i>Ulotrix sp</i>																	X																				125
<i>Zoocystis vorticellae</i>																								X													250

X = PRESENCIA
 CUADRO VACIO = NO OBSERVADA

El número de especie representativas por su abundancia y frecuencia de aparición por división fueron: Chlorophyta (52), Cyanophyta (16), Chromophyta (15), Euglenophyta (5) y Pyrrophyta (2). Dentro de las clorofilas la especie mas abundante fue *Ankistrodesmus falcatus* con 109 326 org/ml pero no la más frecuente, ya que *Scenedesmus quadricauda* tuvo el 69% de frecuencia, de las cianofitas la más abundante fue *Anabaenopsis elenkiniy* con 75 254 org/mL y la más frecuente fue *Anabaena sp* con el 56%, mientras que para la división de las cromofitas *Navicula sp* fue la mas abundante y frecuente (9 610 org/ml y 53% respectivamente), por otra parte para las euglenofitas la especie más abundante fue *Euglena guntheri* con 15 225 org/mL y con el 39% de frecuencia *Euglena sp.* Por último para las dos especies de pirrofitas la más frecuente y abundante fue *Lophodinium dadayii* (8% y 7 488 org/mL respectivamente) (tabla 83, 84 y figura 128, 129).

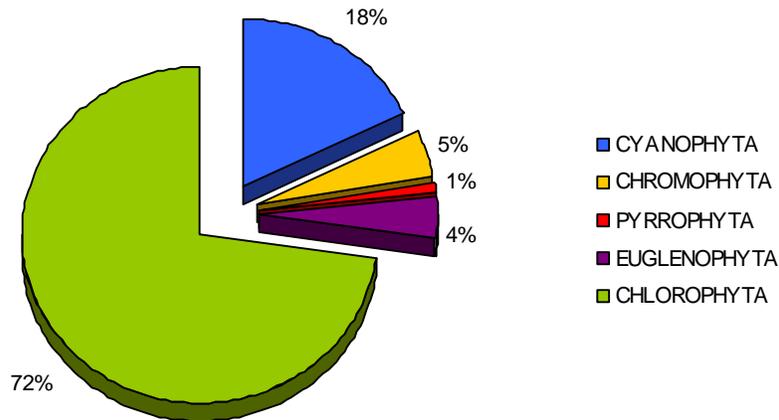


Figura 127. Composición porcentual de las divisiones presentes de fitoplancton

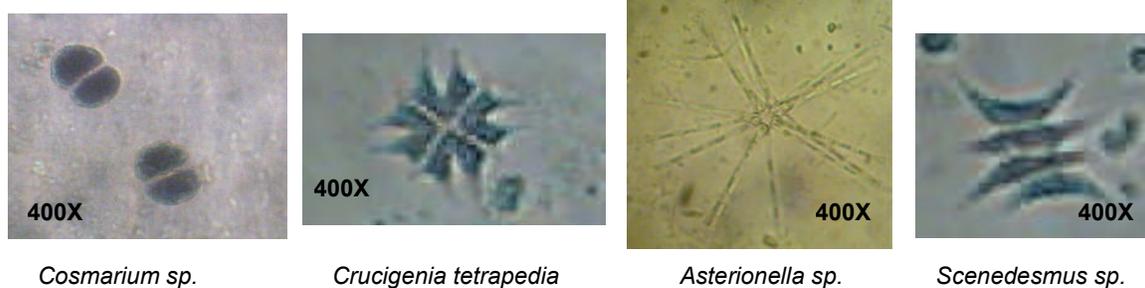


Figura 128. Especies de fitoplancton

Zooplancton

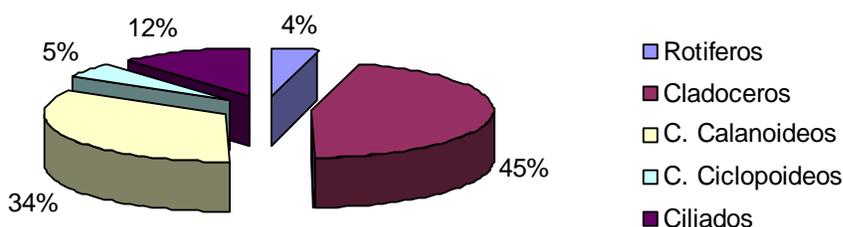


Figura 129. Representación porcentual de los grupos registrados para el zooplancton

De manera muy general la composición del zooplancton está dada por los siguientes grupos, a lo largo del estudio tuvo el siguiente orden de abundancia: los cladóceros fueron el grupo más abundante, seguidos por los copépodos (estos incluyen a los ciclopoideos y calanoideos) y la menor abundancia para los grupos de ciliados y rotíferos (figura 129).

Se determinó un total de 19 especies, 13 géneros y 9 familias, en sólo 20 sistemas revisados hasta el momento, que se muestran ordenados en forma sistemática (tabla 85), de acuerdo a ITIS (Integrated Taxonomic Information System), así como su presencia o ausencia por sistema (tabla 86). Las especies con mayor presencia fueron *Diaphanosoma birgei*, *Moina micrura* y *Arctodiaptomus dorsalis*, (figura 131). Los sistemas con mayor número de especies fueron Zempoala con ocho especies y la Joya 1 con siete especies.

Tabla 85. Composición taxonómica del zooplancton

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Calanoida	Diaptomidae	Arctodiaptomus	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i> (March, 1907)
		Leptodiaptomus	<i>Leptodiaptomus cuauhtemoci</i> (Osorio-Tafall, 1941)
		Mastigodiaptomus	<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i> (Herrick, 1895)
Cyclopoida	Cyclopoidae	Thermocyclops	<i>Thermocyclops inversus</i> (Korinet, 1981)
Diplostraca	Bosminidae	Bosmina	<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)
Diplostraca	Daphniidae	Daphnia	<i>Daphnia dentifera</i> (G. O. Sars, 1862) <i>Daphnia laevis</i> (Birge, 1879)
	Macrothricidae	Macrothrix	<i>Macrothrix sp</i> (Baird, 1843)
Ctenopoda	Sididae	Diaphanosoma	<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981)
Anomopoda	Moinidae	Moina	<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)
Flosculariacea	Testudinellidae	Filinia	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)
			<i>Filinia sp</i> (Ehrenberg, 1834)
Ploima	Brachionidae	Asplanchna	<i>Asplanchna sp</i> (Gosse, 1850)
		Brachionus	<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)
			<i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1898)
			<i>Brachionus plicatilis</i> (O. F. Muller, 1786)
			<i>Brachionus sp</i> (Ahistorom, 1940)
			<i>Brachionus urceolaris</i> (O. F. Muller, 1773)
Keratella	<i>Keratella sp</i> (Carlin, 1943)		

Tabla 86. Clasificación del zooplancton

ESPECIE	SISTEMAS ID																						
	1	2	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	32	34	39	40	43	44	45	51	53
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	X			X		X	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X	X
<i>Leptodiaptomus cuauhtemoci</i>	X	X						X															
<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i>	X												X										
<i>Thermocyclops inversus</i>																				X	X		
<i>Bosmina longirostris</i>	X																						
<i>Daphnia dentifera</i>	X	X						X															
<i>Daphnia laevis</i>			X																				
<i>Diaphanosoma birgei</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Macrothrix sp</i>	X																X						
<i>Moina micrura</i>					X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Asplanchna sp</i>	X				X		X						X										X
<i>Filinia longiseta</i>								X								X							
<i>Filinia sp</i>														X					X	X	X		
<i>Brachionus calyciflorus</i>				X						X								X					
<i>Brachionus falcatus</i>			X				X											X					
<i>Brachionus plicatilis</i>																		X					
<i>Brachionus sp</i>														X					X	X	X		
<i>Brachionus urceolaris</i>																		X					
<i>Keratella sp</i>																			X	X	X		

X = PRESENCIA
 CUADRO VACIO = NO OBSERVADA

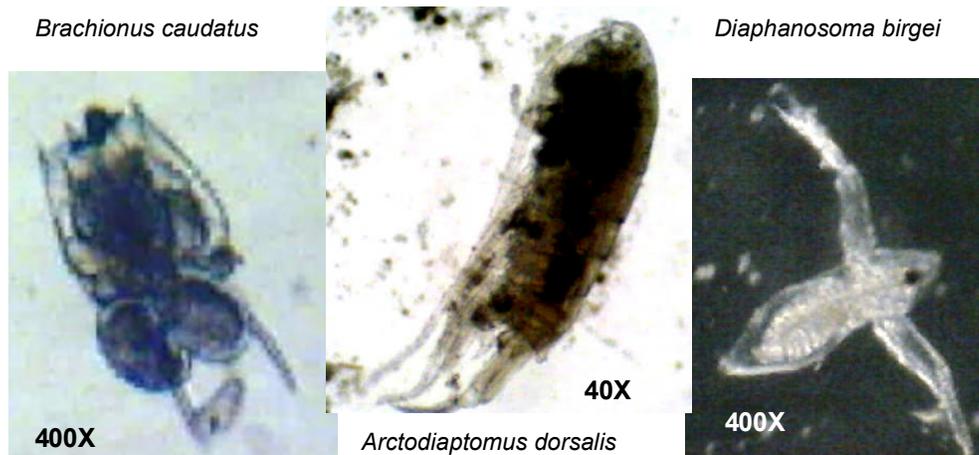


Figura 130. Algunas especies de zooplancton presentes durante el estudio

Ictiofauna

Se determinó un total de 10 especies, 10 géneros y 7 familias, que se muestran ordenados en forma sistemática en la siguiente tabla (87), de acuerdo a Nelson (2004), ITIS (Integrated Taxonomic Information System) y SIIT (Sistema Integrado de Información Taxonómica).

Tabla 87. Composición taxonómica de ictiofauna

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Osteichthyes
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei

Superorden	Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Genero	Especie
Acanthopterygii	Cyprinodontiformes	Cyprinodontoidei	Goodeidae	Goodeinae	Girardinichthys	<i>Girardinichthys multiradiatus</i> (Meek, 1904)
			Poeciliidae	Poeciliinae	Heterandria	<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848)
					Poecilia	<i>Poecilia sphenops</i> (Cuvier and Valenciennes, 1846)
					Poeciliopsis	<i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848)
	Perciformes	Labroidei	Cichlidae		Cichlasoma	<i>Cichlasoma istlanum</i> (Swainson, 1839)
		Percoidei	Centrarchidae		Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
Ostariophysi	Cypriniformes		Cyprinidae		Micropterus	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)
	Siluriformes		Loricariidae	Hypostominae	Cyprinus	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)
Protacanthopterygii	Salmoniformes		Salmonidae	Salmoninae	Hypostomus	<i>Hypostomus punctatus</i> (Cuvier and Valenciennes, 1840)
					Oncorhynchus	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)

En la tabla 88 se observa la presencia o ausencia de especies de peces para 32 sistemas revisados. Las especies más abundantes fueron *Oreochromis niloticus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*, (figura 132). Los sistemas con mayor número de especies fueron Emiliano Zapata y Coatetelco, con siete y seis especies respectivamente.

Tabla 88. Ictiofauna detectada en los cuerpos de agua estudiados

GENERO Y ESPECIE	SISTEMAS																																
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	23	24	26	30	32	34	40	43	44	45	46	48	51	53	
<i>Girardinichthys multiradiatus</i>	X		X																														
<i>Heterandria bimaculata</i>	X		X	X	X		X	X		X		X	X	X					X				X	X			X	X	X	X			X
<i>Poecilia sphenops</i>				X		X	X						X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X		X		X	X	
<i>Poeciliopsis gracilis</i>				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X							X	X	X	X	X	X			
<i>Cyprinus carpio</i>	X		X																								X		X	X			
<i>Cichlasoma sp</i>				X	X		X	X				X															X	X	X			X	
<i>Micropterus salmoides</i>												X																					
<i>Oreochromis niloticus</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	X	X	X														X	X	X	X	X	X		X	X								
<i>Hypostomus punctatus</i>																													X				

X = PRESENCIA
 CUADRO VACIO = NO OBSERVADA



Poeciliopsis gracilis



Cichlasoma sp.



Oreochromis niloticus



Heterandria bimaculata

Figura 131. Muestra de algunas especies de peces reportadas en el presente estudio

ANÁLISIS DE CLUSTER

Se decidió aplicar un análisis de cluster para clasificar los sistemas acuáticos, basados en algunos parámetros físicos, químicos y biológicos. En el primer caso se examinó en función de la altitud, donde se observan dos grupos: el más numeroso, que va de los 900 a los 1500 m.s.n.m. y el otro de solo tres sistemas, con altitudes por encima de los de 2800 m.s.n.m. (figura 133).

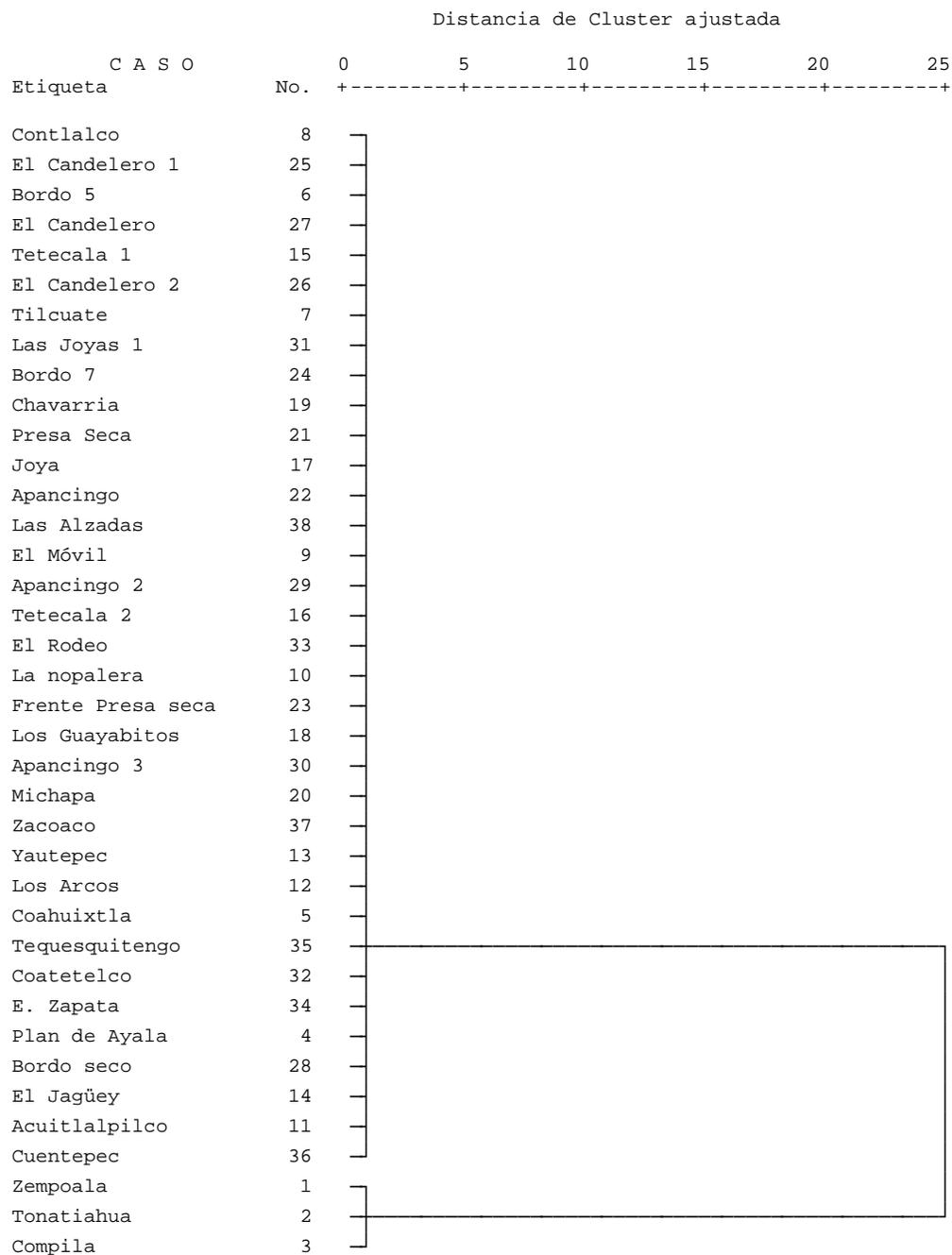


Figura 132. Dendrograma utilizando el método de Ward para la Altitud

Para el caso de la temperatura se forman cinco grupos: el grupo minoritario del análisis anterior se mantiene con temperaturas de 18°C y el otro se divide en cuatro grupos, en un intervalo de temperaturas que van de los 22 a los 32°C (figura 134) y que también son afectados por la altitud.

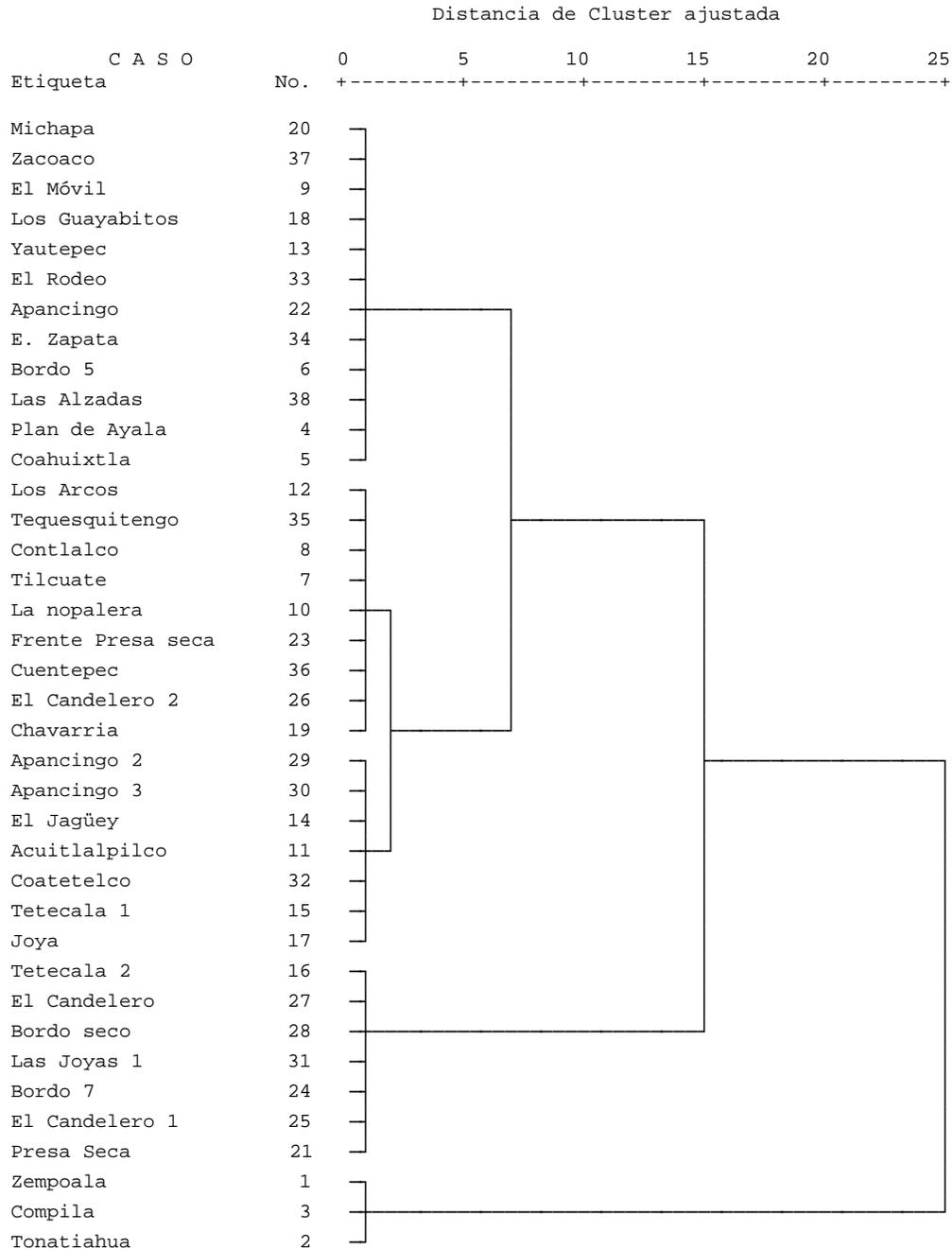


Figura 133. Dendrograma utilizando el método de Ward para la Temperatura

La situación para el fósforo total da como resultado cuatro grupos: un grupo minoritario (sistemas 7, 21, 23 y 28) con elevadas concentraciones y los tres restantes con un número equitativo de sistemas, los cuales son muy próximos en relación a esta característica (figura 135).

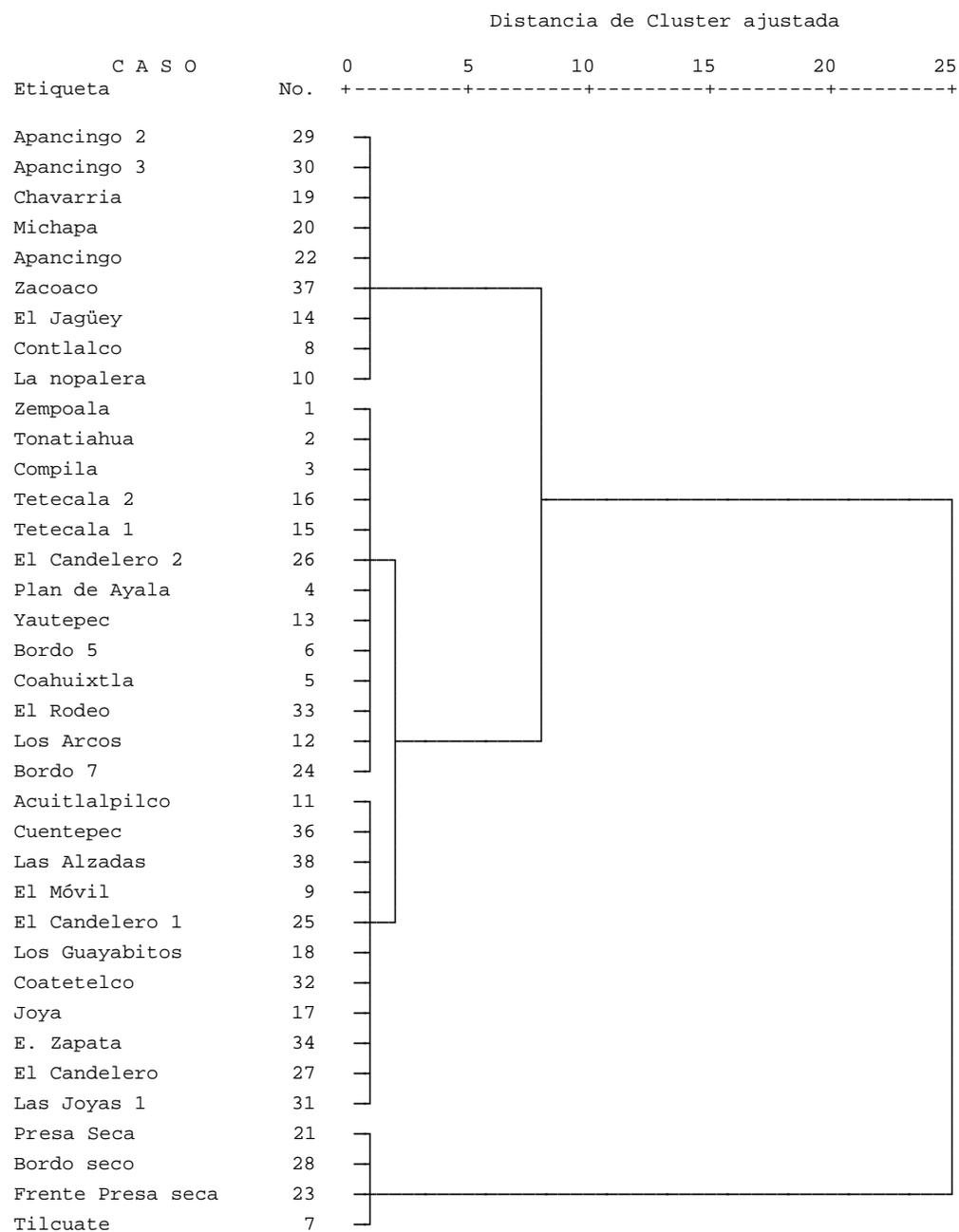


Figura 134. Dendrograma utilizando el método de Ward para Fósforo total

Para la abundancia de fitoplancton se observan tres grupos: el más numeroso, con la menor abundancia por sistema; un pequeño grupo, subsecuente a éste, con mayor abundancia y el último grupo (7, 8, 19 y 26) con elevada abundancia de fitoplancton (figura 136).

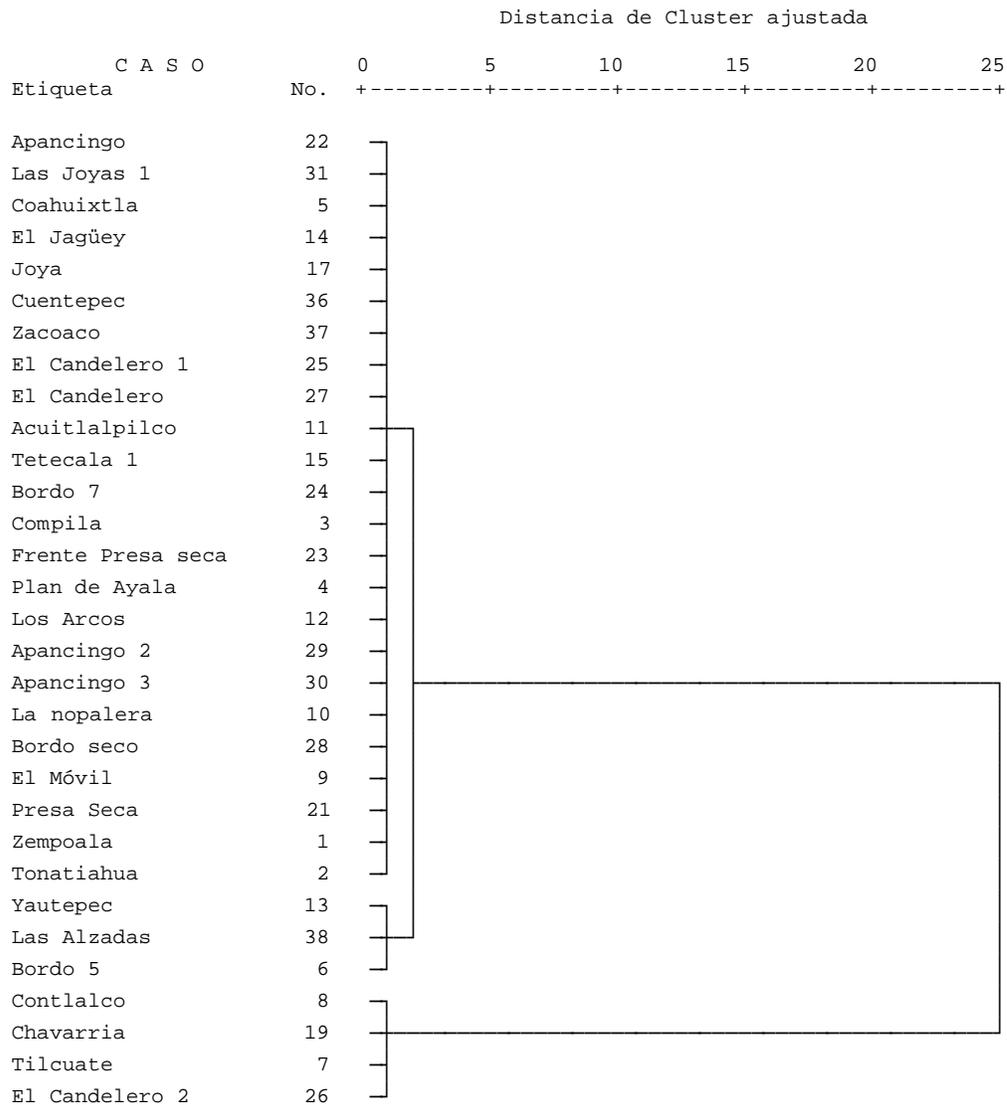


Figura 135. Dendrograma utilizando el método de Ward para Abundancia de Fitoplancton

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al comparar el total de cuerpos acuáticos reportados en este estudio (51 embalses), con los trabajos realizados por Porras (1991) y Contreras-MacBeath (1995) quienes reportan un total de 124 cuerpos de agua para todo el estado de Morelos, sólo existe coincidencia con 17 para la fracción centro poniente con base en datos de la cabecera municipal, altitud y coordenadas geográficas que documentan; esto puede deberse a que en la actualidad las zonas donde se ubican estos sistemas han sido utilizadas para otras actividades (entre otras, agrícolas), además de la creación de nuevos bordos y presas.

El 53% del total corresponden a sistemas acuáticos pequeños menores de una hectárea, los cuales son utilizados como reservorios para irrigar campos de cultivo, abrevaderos para ganado y en actividades piscícolas. Además el 55% del total de los sistemas son permanentes y el 39% son temporales. En los pequeños embalses se incrementan las variaciones de nivel por la marcada influencia del entorno, especialmente con la temperatura ambiental. De esta manera el tiempo de permanencia del agua en estos embalses depende directamente de los procesos de precipitación y evaporación, así como de otros factores secundarios de ganancia de agua: escurrimientos, flujos de agua subterránea, pérdidas por filtración y captura por parte de la vegetación aledaña. En un cuerpo hídrico permanente las ganancias de agua igualan a las pérdidas; en cambio en cuerpos temporales, las entradas y salidas son altamente variables, aunque predecibles cíclicamente (Williams, 1987).

Sugunan (1997) menciona que los cuerpos de agua naturales pueden ser clasificados como *lagos*, *lagunas* y escurrimientos temporales, y los artificiales como *jagüey*, *bordo* y *presa*. Los *lagos* y "*lagunas*" son usados como fuente de agua potable, acuicultura extensiva, agricultura y actividades recreativas, los escurrimientos temporales son utilizados principalmente para propósitos de acuicultura. *Jagüey* son pequeños, a menudo de uso doméstico, usualmente menores de 1ha en tamaño, hechos como abrevaderos para los animales y pequeñas granjas dedicadas a la agricultura. *Bordos* son pequeñas represas creadas primordialmente con propósitos de riego donde usualmente se practica la acuicultura. Algunas veces los pequeños *bordos* son denominados microbordos o microembalses (Hernández *et al.*, 2000) y se equiparan con los *jagüeyes*. Las *presas* son grandes construcciones para el riego, generación de energía hidroeléctrica o suministro para las ciudades. Los *embalses* se refieren a todo tipo cuerpos de agua intercontinentales.

De acuerdo con esta clasificación, un poco más del 50% de los cuerpos acuáticos revisados durante el presente estudio estarían integrados dentro de los cuerpos de agua artificiales denominados como *jagüeyes*, *bordos* o *microembalses*.

En cualquier sistema acuático en donde se realicen actividades relacionadas con la explotación pesquera, es importante conocer la morfometría y batimetría de la

cuenca lacustre con el fin de entender e interpretar mejor los movimientos de la masa de agua, la física del sistema, los procesos hidrológico y ecológicos responsables de la producción primaria.

La forma que presentan estos bordos o jagüeyes es generalmente circular y por sus dimensiones se favorece un mayor intercambio de materiales con la cuenca y un incremento en la tasa de sedimentación. De esta manera, un perfil batimétrico cóncavo favorece una distribución homogénea de las partículas en el fondo del sistema, aunque la forma puede variar en función de las características del terreno o de los intereses de sus propietarios. En general se encuentran localizados en zonas con pendientes pronunciadas o están comunicados por medio de afluentes y se les puede considerar como embalses someros con profundidades máximas de entre uno y cinco metros, que se forman en la época de lluvias (Hernández *et al.*, 2000).

En todos los sistemas acuáticos la profundidad media es el mejor índice de las condiciones morfométricas y muestra una correlación inversa con respecto a la productividad primaria. De acuerdo con Cole (1979) los cuerpos de agua someros se pueden considerar como sistemas productivos, por presentar valores de profundidad promedio menores a uno, ya que se favorece la interrelación entre la masa de agua y los materiales del fondo, es decir, la interfase sedimento-agua, por lo cual se vuelven más productivos.

Los pequeños embalses de acuerdo a Lewis (1983) se pueden clasificar como sistemas polimícticos cálidos continuos o discontinuos, por ser someros y encontrarse en latitudes tropicales. Existen trabajos más amplios acerca de algunos cuerpos de agua de la zona de estudio, por ejemplo (Dorantes y Zavala, 2003) mencionan que la presa Emiliano Zapata y el lago de El Rodeo fueron clasificados como monomícticos cálidos, por presentar un periodo de circulación o mezcla y otra de estratificación o discontinuidad térmica y holomíctico porque en ambos sistemas en el periodo de mezcla o circulación alcanzan las capas mas profundas. Muy probablemente las presas o sistemas mayores de diez hectáreas se pueden clasificar dentro de este grupo. Por otro lado, el lago Coatetelco esta en la clase de los polimícticos cálidos continuos (Gómez, 2002), sobre todo si se toma en cuenta la latitud en la que se ubica y la profundidad que presentan.

Sin embargo, por las características geológicas, climáticas y altitudinales, se registraron cuatro cuerpos de agua que se pudieran ubicar como sistemas templados y que corresponden al sistema "Lagunas de Zempoala", que se encuentra en los límites de los estados de Morelos y de México.

La evaluación de la calidad del agua es una materia difícil, en la que se discute cuales son los mejores indicadores para evaluar el estado del agua.

Tomando en cuenta los valores de los parámetros físicos y químicos (calidad de agua) obtenidos de los sistemas y contrastados con los límites permisibles de

calidad establecidos en las NOM's, de forma general los sistemas se adecuan a estos intervalos, aunque en algunos casos por ejemplo, las altas concentración de ortofosfatos registrados repercuten en una alta productividad (eutrofización) de los cuerpos hídricos.

La eutrofización es un proceso de sobreproducción de algas y macrofitas en los cuerpos de agua que pueden producir problemas en ciertos usos como: el suministro de agua potable por alteración de sus propiedades organolépticas (olor, sabor), corrosión del equipo hidroeléctrico y distintos trastornos en los procesos de tratamiento potabilizador por disminución del contenido de oxígeno, acumulación del amoníaco en la columna de agua y resuspensión de ciertos metales (Fe^{++} , Mn^{++}) del sedimento bajo condiciones anóxicas. Aunque es un proceso que, de forma lenta, puede tener un origen natural, hoy en día, es fundamentalmente de carácter cultural, acelerado por el aporte continuo de nutrientes de origen antropogénico (Salas y Martino, 2001).

El proceso de eutrofización natural se conoce como el envejecimiento de los lagos inducido por efectos naturales. Sin embargo, este término se ha utilizado para definir el fenómeno provocado por desechos humanos, llamándolo eutrofización cultural o simplemente eutrofización y que es "el sobreabastecimiento de los nutrientes de nitrógeno y fósforo a los cuerpos de agua, con el consecuente crecimiento acelerado de algas, que puede producir la muerte de peces al despojarlos del oxígeno que necesitan para vivir". Actualmente algunos autores prefieren definirlo como "el aumento de materia orgánica abastecida a los cuerpos de agua" (Aranda, 2001)

Debido al proceso de eutrofización, ya sea de forma natural o antropogénico, es necesario clasificar los sistemas según el grado de deterioro que hayan sufrido; sin embargo, al utilizar cualquier índice para clasificar los sistemas acuáticos, todos presentan desventajas ya que muchos de ellos sólo utilizan dos o tres parámetros, los cuales no describen adecuadamente su estado trófico porque estos pueden sufrir de crecimiento de algas excesivo que alteran los valores de la visibilidad al disco de secchi, así como de los factores que se consideren para la clasificación.

Diversos autores han propuesto clasificaciones basadas en algunas características que permitan la jerarquización de los ecosistemas acuáticos desde esta perspectiva. Dentro de estos ordenamientos destaca el que clasifica a los sistemas acuáticos en diversos estados tróficos en función de su contenido de nutrimentos, ya que comúnmente estos han sido tomados para tipificar a lagos en latitudes templadas (Contreras *et al.*, 1994). Uno de los intentos más conocidos de clasificación trófica en sistemas acuáticos fueron los de Carlson (1977), quien sugirió jerarquizaciones en función de la penetración de la luz (transparencia del disco de Secchi), la cantidad de fósforo total y la presencia de clorofila "a" en el agua y desarrollo una ecuación propia para cada uno de estos parámetros (ver anexo1).

De acuerdo a Carlson (1977), el 88% de los cuerpos de agua de este estudio están clasificados como eutróficos con tendencias hipereutróficas, debido a que en la época de dilución (durante la temporada de lluvias o máxima inundación) son productivos y en la época de estiaje o secas (de concentración) altamente productivos. El resto de los embalses, particularmente los de la parte norte de la zona de estudio ("lagunas de Zempoala"), están en la categoría de mesotróficos, es decir, son sistemas de mediana productividad por los intervalos que registraron.

Estos sistemas ricos en nutrimentos resultan importantes desde el punto de vista económico, puesto que son adecuados para realizar actividades de tipo productivo y de generación de alimentos de alta calidad proteica (piscicultura), necesarios para la población circundante de los cuerpos de agua.

Entre las comunidades acuáticas, los organismos del plancton se han utilizado como indicadores de las condiciones que prevalecen en los cuerpos de agua (Chacon *et al.*, 1991). El fitoplancton está compuesto de una cantidad y diversidad de organismos que ocupan distintos nichos ecológicos y propician una elevada disponibilidad de alimento para los otros niveles tróficos. Así mismo, el fitoplancton de las aguas continentales juegan un papel muy importante al fijar la energía proveniente del sol y transformarla en energía útil para los siguientes eslabones de la cadena alimenticia (Arredondo, 1993).

Los estudios rutinarios del fitoplancton de sistemas naturales conciernen primeramente a la composición de las comunidades y luego a su estructura y propiedad; Margalef (1983), sugiere tres ejes para abordar su estudio: células, pigmentos y producción primaria.

De los resultados obtenidos en el presente estudio se tiene que la diversidad de especies de fitoplancton registradas en cada uno de los sistemas acuáticos, ésta fue casi similar, lo que pone de manifiesto que al no existir grandes variaciones en las condiciones ambientales, la diversidad de organismos no cambia significativamente de sistema a sistema en áreas próximas, aún cuando estos presentan diferentes profundidades y áreas.

De las divisiones más abundantes, Chlorophyta fue una de las que más se registró durante todo el estudio, debido a que se desarrolla con mayor facilidad en los sistemas eutróficos con una relación N:P alta (Margalef, 1976); Cyanophyta fue la que se registró en segundo lugar ya que son los organismos comúnmente asociados a la eutrofización de los lagos y pueden tener un profundo efecto sobre la estructura comunitaria del plancton. Por una parte, inhiben a otras algas que sirven de alimento al zooplancton y producen sombra en caso de desarrollo masivo, lo que repercute de manera especial en aquellas algas que tienen elevado cociente respiración/fotosíntesis (González de Infante, 1988).

Las Euglenophytas, son un grupo más o menos heterotrófico y es por ello que las aguas ricas en materia orgánica son su hábitat ideal y aunque no fueron muy abundantes en cada uno de los sistemas, estos pueden aumentar de manera considerable cuando las condiciones ambientales permitan su desarrollo.

Las Chromophytas y las Pyrrophytas fueron menos abundantes debido posiblemente a que la mayoría de las especies se encuentran localizadas en los substratos (ya que muchas de ellas son sésiles), y a que las muestras corresponden principalmente a la parte limnética y no a la parte profunda. Así mismo, la temperatura promedio en los cuerpos de agua siempre fue superior a la temperatura necesaria para su buen desarrollo aunque existieran condiciones adecuadas de nutrimentos, de ahí su baja densidad.

En los cuerpos de agua y particularmente en los sistemas lénticos, los estudios del fitoplancton representan la parte importante de carácter biológico, cuando se trata de determinar el estado trófico. Las condiciones ambientales de los cuerpos de agua son el resultado de las variables que determinan la calidad de agua y estas se reflejan en la composición y diversidad de las especies del fitoplancton, así como en su densidad poblacional, ya que existen especies que son indicadoras de condiciones particulares del agua y las asociaciones de estas, así como su riqueza y abundancia relativa pueden ser parámetros indicadores de la calidad del agua (Gómez, 2002).

Margalef (1983), establece que para cuerpos de agua eutrofizados el intervalo de células fluctúa entre 100 y 10 000 org/ml. Si se contrastan las densidades de las muestras que se obtuvieron durante las dos épocas del año de cada sistema, los registros de los sistemas acuáticos superan los límites establecidos en la referencia y esto se debe a que las condiciones para su desarrollo son óptimas, (concentración de nutrimentos y factores fisicoquímicos), ya que algunos géneros como *Anabaena*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, son propias de aguas eutróficas, algunas especies mostraron un comportamiento temporal en el cual algunas dominaron durante la época de secas y otras en la época de lluvias. Estos cambios son atribuidos a diferentes factores, incluidos el pH, la temperatura, la concentración de nutrimentos, la luz, el clima, la ingestión de los peces y el zooplancton, la competencia interespecífica, así como algunas toxinas naturales de las algas (Quiroz *et al.*, 1992).

La variación estacional de fitoplancton muestra que la división Chlorophyta incrementa durante el periodo de lluvias mientras que la Cyanophyta durante la época de secas cuando la transparencia disminuye e incrementa la temperatura del agua de los sistemas debido probablemente a la influencia del viento lo cual hace que además de proporcionar nutrimentos necesarios por la remoción de los sedimentos permita la permanencia de las algas en la superficie.

Ponce (1983), reporta que las clorofitas se encuentran asociadas con la precipitación pluvial, lo cual manifiesta una disminución en la concentración de

sustancias disueltas y con esto un estado trófico de oligotrofia y que la asociación de las cianofitas se presenta con la etapa de concentración de sustancias disueltas, lo que establece una etapa eutrófica, esto para cuerpos de agua temporales.

Con respecto al zooplancton, este es un elemento importante en la transmisión de la energía solar captada por el fitoplancton hacia otros niveles tróficos, por lo que su composición no es constante en el tiempo, si no que va variando en respuesta a ciertos factores ambientales abióticos, tales como la intensidad de la luz y la densidad del agua o la viscosidad, (Armengol, 1982). Además, el desarrollo de las poblaciones de zooplancton no solo va a depender de la cantidad de alimento disponible sino también de su calidad. La diferente calidad nutricional de los diferentes taxones de algas sugiere que el zooplancton estará limitado por la calidad nutricional de las comunidades fitoplanctónicas (Brett *et al.*, 2000; Ramos-Rodríguez *et al.*, 2003).

El componente animal del plancton de las aguas continentales está dominado principalmente por tres grupos; cladóceros, copépodos, y rotíferos (Wetzel, 1981; Suárez y Reid, 1998). Los copépodos se encuentran divididos en dos subórdenes: Cyclopoidea y Calanoidea. Con respecto a la abundancia total del zooplancton, los valores que se registraron indican que estos sistemas son pobres en organismos zooplanctónicos, ya que González de Infante (1988), menciona que los rotíferos se presentan en sistemas eutróficos alrededor de 10^4 org/L.

Esta baja densidad y diversidad de especies posiblemente se deban a un alto contenido de sulfato, a la introducción de peces, al impacto humano con el establecimiento de tierras agrícolas, casi en contacto con la línea de costa y a las pequeñas dimensiones de los cuerpos de agua (morfología).

Para Morelos, la acuicultura se practica en sus tres modalidades (extensiva, semi-intensiva e intensiva) en diferentes cuerpos de agua de distintas capacidades de almacenamiento; desde grandes presas hasta pequeños estanques con producción familiar para autoconsumo. Sin embargo, una parte importante de la producción estatal se practica en bordos, sistemas creados para la captación de agua de lluvia para satisfacer las necesidades agrícolas y ganaderas (riego y abrevadero) de las zonas rurales; estos sistemas son generalmente poco profundos y temporales con gran cantidad de nutrientes disponibles y características fisicoquímicas muy estables, clasificados como ambientes cerrados, ya que la materia acarreada a través de la cuenca de abastecimiento se acumula en los sedimentos, generando un gran depósito de materia orgánica originando aguas pobres en oxígeno pero ricas en nutrientes, mismos que son aprovechados por los organismos en cultivo (Chacón y Rosas, 1999; Hopher y Prugini, 1985).

La especie más cultivada en Morelos es la tilapia, la cual pertenece a la familia Cichlidae, se tienen registros del cultivo de la misma en México desde principios

de la década de los sesentas, época en la que el gobierno de nuestro país decidió la introducción de esta especie motivado por el gran éxito alcanzado con su cultivo en otras naciones tropicales del mundo (Camacho *et al.*, 2000, Bardach *et al.*, 1986).

Las ventajas del cultivo de la tilapia son diversas, van desde las condiciones climáticas idóneas con las que cuenta las regiones sur, oriente y poniente de la entidad (clima cálido), desarrollándose adecuadamente en intervalos de temperatura de 25 a 30°C e inclusive soportando variaciones en la calidad del agua; son omnívoros que aprovechan aguas ricas en materia orgánica; de origen africano, es una especie de rápido crecimiento, gran adaptación al medio y resistencia a enfermedades; cuenta con una fertilidad muy alta y cuidado parental, estrategia reproductiva que le ha permitido competir fuertemente por espacio y alimento frente a cualquier especie nativa o introducida en los sistemas acuáticos, además no se requiere de instalaciones costosas y de gran complejidad tecnológica para su cultivo; es una especie de buen sabor que tiene una gran demanda y rápida colocación en el mercado, características muy favorables dadas las condiciones de marginalidad en las zonas rurales del estado (Pillay, 1997; Hopher y Prugini, 1985; Chacón y Rosas, 1999).

La introducción de la tilapia ha modificado la presencia de otras especies nativas del género *Cichlasoma* desplazándolas de su lugar de origen por competencia de nichos o por características alimenticias, las cuales desde el punto de vista ecológico tienen una alta importancia; sin embargo, desde el punto de vista económico esta especie introducida ha beneficiado a los pobladores de los alrededores de los cuerpos de agua que han visto en este recurso pesquero una fuente de subsistencia económica así como de alimento con alto valor proteico.

Otra especie cultivada es la carpa común que pertenece a la familia *Cyprinidae*, la cual es originaria de Asia Central, son organismos resistentes que pueden tolerar condiciones adversas, se alimenta de materia vegetal y animal (Bardach *et al.*, 1986). Estos organismos dejaron de sembrarse en la entidad hace varios años; sin embargo, se sigue teniendo registro de su captura en algunos bordos de la zona poniente (Coatlán del Río y Tetecala) aunque en menor escala.

La lobina negra, es considerada en la actualidad como una especie de poco impacto económico y social, que fue introducida como control biológico de la tilapia y para pesca deportiva, en bordos permanentes; sin embargo, su aceptación respecto al consumo no ha sido el esperado y en cuanto al aspecto deportivo, en la entidad no se ha difundido lo suficiente en este sentido (Huet, 1978).

Por otra parte la Subfamilia Poeciliinae consta de aproximadamente 200 especies (Rauchenberger, 1989). Son peces de talla pequeña, la mayoría de menos de 50 mm de longitud total. Se distribuyen en los trópicos y subtrópicos del continente americano, desde el noroeste de los Estados Unidos hasta el sur del Río de la

Plata, Argentina, con un gran número de especies localizadas en México, Centro y Sudamérica (Rosen y Bailey, 1963). Estos peces habitan ambientes dulceacuícolas y salobres, constituyendo una fauna continental extensa y bien adaptada a ambientes no favorables para muchas especies estrictamente de agua dulce o marina (Meffe y Snelson, 1989), suelen estar ausentes en ambientes de corriente rápida de montaña y en ríos muy grandes (Endler, 1984).

La mayoría de los poecílidos registrados en los cuerpos de agua analizados en este estudio fueron introducidos por actividades con fin de acuarismo y aunque en el medio natural su importancia es principalmente ecológica, desde el punto de vista económico solamente son explotados por unos cuantos grupos de pescadores, sin merma del tamaño de la población por las características reproductivas que estos manifiestan.

En vista del gran potencial que tiene la acuicultura en Morelos, principalmente con el cultivo de tilapia, aún cuando se trata de una especie introducida y debido a la gran distribución que en la actualidad tiene tanto en ambientes naturales como en artificiales y debido a que las autoridades federales y estatales tal vez no se percataron de las consecuencias que traería consigo la introducción de esta especie para cultivo, actualmente es importante aprovecharla y sacarle el mayor beneficio posible para brindar una fuente de alimento a la población marginada de la entidad.

Es importante saber si realmente existe la necesidad de introducir especies exóticas a estos sistemas y en caso afirmativo, que procedimientos y precauciones son los apropiados para impedir posibles consecuencias indeseables (Pillay, 1997; Martínez, 1998); tales como el desplazamiento de especies nativas de los ambientes naturales y un mal control en las poblaciones destinadas a la explotación. Desafortunadamente para las especies endémicas la introducción de especies exóticas ocurre desde hace varios años, sin embargo este fenómeno ha beneficiado a un gran porcentaje de la población en Morelos, ya que se ha generado alimento a bajo costo y de buena calidad nutricional, aunque debe contemplarse también, que estas especies son introducidas y que día con día van ganando terreno en el medio en que se desarrollan, lo que repercute en el desplazamiento de especies endémicas, mismas que a pesar de no representar una buena alternativa en la producción de carne, forman parte fundamental de los ecosistemas.

La relación acuicultura-medio ambiente tiene una influencia mutua, mayormente benéfica como el incremento de los nutrientes en las aguas utilizadas para este fin y con una siguiente utilización en el riego de cultivos agrícolas, el aumento de empleos, el desarrollo de las regiones marginadas y el aumento de la capacidad de ingresos de la población que desarrolla esta actividad; sin embargo, su mal manejo hace que esta actividad no trascienda, como en otros países de Latinoamérica, en donde los niveles de producción son considerables.

Como toda actividad productiva, la acuicultura tiene un impacto en el ambiente en el que se desarrolla, con alteraciones adversas para los organismos que de él dependen, evitar del todo este impacto resulta prácticamente imposible, ya que cada día se introducen nuevas especies exóticas de interés comercial que ofrecen excelentes resultados de producción; sin embargo, se debe poner mayor énfasis en tratar que la acuicultura sea una actividad sustentable y con un adecuado plan de manejo.

Por lo tanto, el disponer de la información acerca de la ubicación, disponibilidad y permanencia de los cuerpos acuáticos es una acción fundamental para proponer actividades y usos, tales como la retención del líquido con fines de: potabilización para uso local, irrigación de sus cultivos (leguminosas y hortalizas), potencial de producción pesquera y como atracción para la recreación. La construcción de nuevos embalses de pequeño tamaño y en menor proporción los de mayor área ha ido en aumento como se demuestra en el presente trabajo, además de que estos sistemas no se encuentran registrados en la cartografía consultada del estado. De acuerdo con esto actualizar y complementar estas cartas con información referente a la caracterización limnológica de los cuerpos acuáticos reportados, resulta una primera etapa a cumplir en vías a realizar otros estudios específicos en los que se considere la importancia de conservación, manejo y los servicios ambientales que generan los recursos hídricos en las diferentes subcuencas del estado de Morelos.

CONCLUSIONES

En la parte centro-poniente del Estado de Morelos se registraron un total de 51 cuerpos de agua.

El 53% de estos sistemas son menores de una Ha y el 6% son sistemas que van de 100 a 1 000 Ha. La mayor parte de los sistemas acuáticos estarían integrados dentro de los cuerpos de agua artificiales denominados como *jagüeyes*. La superficie que ocupan el total de sistemas dentro de la zona de estudio corresponde al 0.5%.

Los municipios con mayor número de sistemas presentes fueron Tetecala, con 17 cuerpos de agua, de los cuales 10 son permanentes y 7 temporales; y el municipio de Coatlán del río, con 11 sistemas, divididos en 5 permanentes y 6 temporales. En contraste, se encuentra el municipio de Tepoztlán, con sólo un cuerpo de agua de tipo temporal. En general, la mayoría de los sistemas estudiados están en la categoría de permanentes.

Los sistemas se adecuan a los límites permisibles de calidad del agua de acuerdo a las NOM's.

En relación con el estado trófico, un poco más del 50% de los sistemas están clasificados como hipereutróficos y en menor proporción, en sistemas mesotróficos y mesotróficos-eutróficos.

Para el fitoplancton, el número de especies representativas por su abundancia y frecuencia de aparición por división fueron: Chlorophyta, con 52 especies; Cyanophyta, con 16 especies; Chromophyta, con 15 especies; Euglenophyta, con cinco especies y Pyrrophyta, con dos especies.

En el caso del zooplancton, se determinó un total de 19 especies, 13 géneros y 9 familias; las especies con mayor presencia fueron *Diaphanosoma birgei*, *Moina micrura* y *Arctodiaptomus dorsalis*. El sistema con mayor número de especies fue Zempoala, con ocho; el de menor cantidad fue Apancingo 3 con sólo una.

La ictiofauna estuvo representada por un total de 10 especies, 10 géneros y 7 familias; las especies más representativas fueron *Oreochromis niloticus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*. Los sistemas con mayor número de especies fueron Emiliano Zapata y Coatetelco, con siete y seis especies, respectivamente.

El presente estudio viene a cubrir una primera etapa en la brecha de información que se tenía sobre el estado trófico de la gran parte de cuerpos acuáticos antes mencionados y es un aspecto importante para la gestión de la calidad de las aguas.

Se debe, inevitablemente, concluir que la eutrofización es un problema apremiante de la calidad de las aguas del país, situación cuya tendencia espontánea es ascendente.

Los datos reportados en este trabajo forman parte de una descripción de los sistemas y no son una verdadera caracterización de éstos, puesto que no hay seguimiento durante un ciclo anual, por lo cual, los resultados obtenidos son muy generales y posibilitan futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES FINALES

El conjunto de estas tareas ha permitido disponer de un diagnóstico actualizado del estado trófico de estos sistemas, con el cual se podría aminorar o evitar (en la medida de lo posible) los efectos indeseables de estos procesos sobre la calidad general del agua y ampliar el conocimiento sobre el estado de dichos ecosistemas acuáticos.

Sin embargo, las condiciones adversas que este proceso pudiera generar en los cuerpos de agua mencionados no son del todo graves, en cuanto a las condiciones ambientales; por ejemplo, algunos son sistemas temporales con recambios de agua periódicos, que generan cambios constantes en dichas condiciones. En este sentido, cabe hacer notar que no se han realizado estudios específicos que permitan conocer lo que está pasando realmente en estos sistemas, por lo que ésta podría ser una línea de investigación posterior.

ANEXO 1

Estado Trófico de Carlson

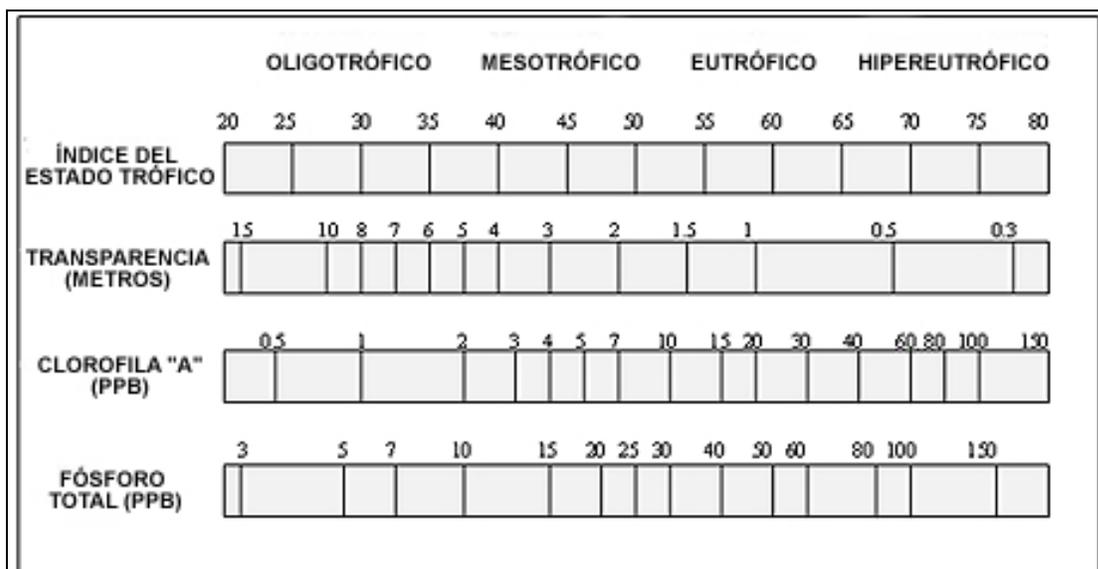
El Índice del Estado Trófico de Carlson (IET) es uno de los medios más comunes para caracterizar el estado trófico de un lago (condiciones globales) asociadas a la visibilidad al disco Secchi, clorofila "a", y el fósforo total. El término "estado trófico" se refiere al nivel de productividad en un lago, medido por el contenido de fósforo, la abundancia de algas, y la profundidad de penetración de la luz. El Índice del Estado Trófico es una medida viable para examinar la relación entre fósforo total, clorofila "a", y lecturas del disco Secchi en un lago y su productividad global. Pueden calcularse los valores de IET individuales de las siguientes ecuaciones:

$$\text{IET de fósforo total (IETF}_t) = 14.42 * [\ln (F_t \text{ promedio})] + 4.15$$

$$\text{IET Clorofila "a" (IETC)} = 9.81 * [\ln (\text{Clorofila "a" promedio})] + 30.6$$

$$\text{IET Disco de Secchi (IETS)} = 60 - (14.41 * [\ln (\text{Secchi promedio})])$$

El fósforo total y la clorofila "a" es medida en microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$) y la transparencia al disco de Secchi medida en metros (m). Los valores extremos de IET son de 0 (ultra-oligotrófico) y a 100 (hipereutrófico). Un alto valor o valores de estado de trófico crecientes indican más condiciones eutróficas (es decir, alta productividad).



REFERENCIAS

Aguilar, V., 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. Biodiversitas, Boletín bimestral de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, 8(48): 15.

Ahlstrom, E. H., 1940. A revision of the rotatorian genera *Brachionus* and *Platyias* with descriptions of one new species and two new varieties. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 77: 143-184.

Ahlstrom, E. H., 1943. A revision of the rotatorian genus *Keratella* with descriptions of three new species and five new varieties. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 80: 411-457.

Alvarez del Villar, J., 1970. Peces mexicanos (claves). Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Secretaría de Industria y Comercio. México, D.F. 166 p.

Aranda C. N., 2001. Alimentando al mundo, envenenando al planeta: eutrofización y calidad del agua. Avance y Perspectiva vol. 20: 293-303.

Armengol, J., 1982. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico, Le Recherche, 2(11): 168-178.

Arrendondo, F.J.L., 1986. Piscicultura. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua en estanques de piscicultura intensiva. Secretaria de pesca. 182 p.

Arredondo – Figueroa, J. L., 1993. Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la acuicultura. 1ª. Edición, UAM-I. 202 p.

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer., 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 327 p.

Bardach, E. J., Ryther, H. J. y McLaren, O. W., 1986. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor S.A. México. 741 p.

Batllori, A., 2002. Los problemas ambientales del estado de Morelos: la educación como parte de la solución. Gaceta Ecológica, INE-SEMARNAT, Nueva época, publicación trimestral, No. 61. Publicación electrónica. Revisado 2003. Disponible en:

http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/342/problem.html?id_pub=342&id_tema=13&dir=Consultas

Brett, M. T., Müller-Navarra, D. C. y Park, S., 2000. Empirical analices of the effect of phosphorus limitation on algal food quality for freshwater zooplankton. *Limnology and Oceanography* 45: 1564-1575.

Camacho, B. E., Luna, R. C. y Moreno, R. M. A., 2000. Guía para el cultivo de tilapia. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 136 p.

Carlson, R. E., 1977. A trophic state index of lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22(2): 361-368

Carta Nacional Pesquera, 2000. Diario Oficial de la Federación, t. DLXIII, núm. 20, 28 de agosto de 2000, México.

Cole, G. A. 1979. Textbook of Limnology. 2^a. Edition, The C.V. Mosby Co. St. Louis, 426 p.

Comas, A. 1996. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. Biblioteca Phycologica. Band 99. J. Cramer. Berlín. 192 pp.

Contreras, E.F., 1994. Manual de técnicas Hidrobiológicas. Ed. Trillas. 149 p.

Contreras-Espinosa, F., O. Castañeda-López y A. García-Nagaya., 1994. La clorofila como base para un Índice Trófico en Lagunas Costeras Mexicanas. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Revisado 2005. Artículo disponible en:
<http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1994-1-2/articulo438.html>

Contreras-Macbeath, T., 1995. Ecosistemas acuáticos del estado de Morelos con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo*, 20(122): 43-51.

Chacón, T. A. y R. M. Pérez y E. I. Muzquiz, 1991. Síntesis limnológica del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Biología Acuática* 1. Secretaria de Difusión Cultural, Editorial Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolas, 48 p.

Chacón, T. A. y Rosas M. C., 1999. Conceptos básicos de Acuicultura Rural. Universidad Michoacana de San Nicolas, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. 157p.

Díaz V. M., Molina, A. F.I., García, R.J. y Quiroz C. H., 2004. Acuicultura extensiva en bordos rurales del Estado De Morelos, México. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, no. 2, Vol. 5. Publicación electrónica. Revisado 2004. Disponible en:
<http://comunidad.veterinaria.org/actualidad/articulo.cfm?sesioncomunidad=000C6A A3-5611-10A8-96113B09D5AC2860&articulo=REDVETacui>

Dillard, G. E., 1989. Freshwater algae of the southeastern United States. Part 1. Chlorophyceae: Volvocales, Tetrasporales and Chlorococcales. Bibliotheca Phycologica 81. 202 p.

Dorantes, E. y M. B. Zavala, 2003. Estudio de la calidad de agua de tres cuerpos acuáticos en el estado de Morelos (Tesis Licenciatura), México, UNAM, 85 p.

Endler, J. A. 1984. Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes. 95-111 pp. *In*: Zares, T. M. (ed.). Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes. Dr. W. Junk Publishers, La Haya.

Escobar, L.H.E., Hernández, O.D. y Ponce, P.J.T., 2001. La acuicultura en el Estado de Morelos: Antecedentes, Modelos de Producción y Perspectivas. Memorias del XVI Congreso Nacional de Zoología. Ciudad de Zacatecas, Zac. del 28 octubre al 01 noviembre del 2001.

Espinosa-Pérez, H., P. Fuentes-Mata, T. Gaspar-Dillanes y V. Arenas., 1993. Notes on Mexican Ichthyofauna. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. Biological diversity of México, origins and distributions. Oxford University Press, New York. 812 p.

Ettl, H. & Gärtner, G. 1988. Chlorophyta II - Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. *In*: Pascher, A. - Süßwasserflora von Mitteleuropa, band 10, Gustav Fischer, Stuttgart-New York, XI + 426 p

Gaspar-Dillanes, M. T., 1987. Nuevo registro de *Heterandria (Pseudoxiphophorus) bimaculata* (Heckel, 1848) en la vertiente del Pacífico Mexicano. (Pisces: Poeciliidae). An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool. (2): 933-938.

Gilbert, J. J., 1985. Competition between rotifers and *Daphnia*. Ecology 66: 1943-1950.

Gómez-Márquez, J. L., 1998. Age and growth of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) in Mexico. Rev. Biol. Trop. 46 (4): 929-936

Gómez-Márquez, J. L., J. L. Guzmán-Arroyo y A. Olvera-Soto., 1999. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformis: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo" Estado de Morelos, México. Rev. Biol. Trop. 47 (3): 581-592.

Gómez-Márquez, J. L., 2002. Estudio Limnológico - Pesquero del Lago de Coatetelco, Morelos, México. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología) Facultad de Ciencias, UNAM. 181p.

Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, I. H. Salgado-Ugarte y J. L. Guzmán-Arroyo. 2003. Reproductive aspect of Oreochromis niloticus (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. Rev. Biol. Trop. 51 (1): 221-228.

Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, I. H. Salgado-Ugarte y J. S. Hernández Avilés. 2003a. Zooplankton in lake Coatetelco, A eutrophic shallow tropical lake, Mexico. Journal of Freshwater Ecology 18(4): 659-660.

González de Infante, A., 1988. El Plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, 87p.

González, R.J.M. y G.A. López., 1997. Aspectos hidrobiológicos de la Presa Emiliano Zapata, Morelos, México. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México. 81 p.

Granados, R.G., 1990. Comportamiento del zooplancton en tres ambientes acuáticos epicontinentales de Estado de Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. 55 p.

Guiset, A., 1977. Stomach contents in Asplanchna and Ploesoma. Archiv für Hydrobiologie. Beiheft. Ergebnisse der Limnologie 8: 126-129.

Håkanson, L., 1981. A Manual of Lake Morphometry. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 78 p.

Hepher, B y Pruginin, Y., 1985. Cultivo de peces comerciales, basado en experiencias de las granjas piscícolas en Israel. Ed. LIMUSA. México. 316 p.

Hernández, J. L. y J. L. García. 2000. Bordos y microembalses: 599-619. En: De la lanza-Espino G. y J. L Calderon (compiladores) 2002. Lagos y presas de México. AGT Editor, México 680 p.

Huet, M., 1978. Tratado de Piscicultura. Ed. Mundi-Prensa. España. 745 p.

INEGI., 1998. Anuario Estadístico del Estado de Morelos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 442 p.

Instituto Nacional de Pesca, 2002. Pesquerías en tres cuerpos de agua continentales de México. Octubre del 2002, México, D.F. 168 p.

ITIS. Catalogo electrónico. Revisado en 2006. Disponible en: <http://www.itis.usda.gov>.

John, D. M., Whitton B. A., Brook A. J., 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles and Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae.

Cambridge University Press and the Natural History Museum, Cambridge. 702 pp.

Korovochinsky, N. y N. Smirnov., (1998). Introduction to the "Cladocera" (Ctenopoda, Anomopoda, Onychopoda and Haplopoda). Supplemented for America. A. N. Severtsov Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology of the Russian Academy of Sciences, 143p.

Koste W., 1978. Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Vol. 1 Textband. Voigt Überordnung Monogononta. Germany. 673 p.

Koste W., 1978a. Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Vol. 2 Textband. Voigt Überordnung Monogononta. Germany. 234 p.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. 876 p.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596 p.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 576 p.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthesaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 437 p.

Lara Villa Miguel A., Moreno R. José L. y Amaro M. Esteban J., 1996. Fitoplancton Conceptos básicos y técnicas de laboratorio. México. UAM Iztapalapa. 224 p.

Lind, O. T., 1985. Handbook of common methods in limnology. Kendall-Hunt Publ. Co. Dubuque. 199 p.

Margalef, R., 1976. Biología de los embalses. Investigación y Ciencia, 1: 50-62.

Margalef, R., 1983. Limnología. Omega, Barcelona, España. 1010 p.

Meffe, G. K. y F. F. Snelson. 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. 13-31 pp. *In:* Meffe, G. K. y F. F. Snelson, Jr. (eds.) *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae).* Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 453 p.

Miller, R. R., 1974. Mexican Species of the Genus *Heterandria*, Subgenus *Pseudoxiphophorus* (Pisces: Poeciliidae). San Diego Soc. Nat. Hist. Trans. 17(17): 235-250.

Miller, R. R., 1983. Checklist and key to the mollies of Mexico (Pisces: Poeciliidae: *Poecilia*, subgenus *Mollienesia*). Copeia 1983:817-822.

Needham, J. G. y P. R. Needham., 1972. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté, Barcelona, 131 pp.

Nelson, J.S., E.J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea, and J.D. Williams., 2004. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, Sixth Edition. American Fisheries Society Special Publication, no. 29. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 386 p.

Ortega, M.M., (1984). Catalogo de algas continentales recientes de México. Coordinación de la Investigación Científica Instituto de Biología, UNAM, México. 565 p.

Pellizzary, M, R., 2005. Índice de Calidad General del Agua (ICG). Publicación. Tecnología del Medio Ambiente. 8 p.

Pennak, R. W., 1979. Freshwater invertebrates of the United States, 2nd ed. Wiley-Interscience; New York; 803 p.

Pillay, T. V. R., 1997. Acuicultura, principios y prácticas. Editorial LIMUSA. México. 699 p.

Ponce, P. J. T., 1983. Estudio del conocimiento fisicoquímico y de productividad primaria en un embalse temporal, utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, México. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM, 30 p.

Porras, D. D., Castrejón, O. L. y Hernández, O. D., 1991. Recursos Acuáticos del Estado de Morelos (Embalses). Universidad: Ciencia y Tecnología. Vol. 1(4): 19-36.

Quiroz, C. H, F. J. Luna y S. P. Delgado., 1992. Aspectos sobre la composición y abundancia del fitoplancton y sobre la productividad primaria en estanques

fertilizados con estiércol y fertilizante mineral. Universidad: Ciencia y Tecnología, U.A.E.M. 2(2): 103-112.

Ramos-Rodríguez, E. y Conde-Porcuna, J. M., 2003. Nutrient limitation on a planktonic rotifer: life history consequences and starvation resistance. Limnology and Oceanography 48: 933-938.

Rauchenberger, M., 1989. Annotated species list of the subfamily Poeciliinae. 359-368 pp. In: Meffe, G. K. y F. F. Snellson, Jr. (eds.) Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 453 p.

Rosen, D. E. y M. Bailey. 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography and systematics. Bull. Ams. Mus. Nat. Hist., 126:1-176

Salas, H. J. y P. Martino., 2001. Metodologías Simplificadas para la Evaluación de Eutrofización en Lagos Cálidos Tropicales. Publicaciones del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 60 p.

SARH., 1982. Manual de técnicas de análisis fisicoquímicos para aguas. 5ª edición. 319 p.

Schwoerbel, J., 1975. Métodos en hidrobiología. Editorial H. Blume, Ediciones Madrid, España: 262 p.

Sierra, R., 2000. Problemas del estado de Morelos. Conferencia impartida en el curso de Educación Ambiental organizado por el Grupo de Educación para el Medio Ambiente, GEMA.

SIIT. Catalogo electrónico. Revisado en 2006. Disponible en: http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/taxaget?p_ifx=itismx&p_lang=es

Silva-Briano, M. y H. Segers., 1992. Una nueva especie del género Brachionus (Rotifera: Monogononta), del Estado de Aguascalientes, México. Rev. Hydrobiol. Trop. 25(4): 283-285.

Silva-Briano, M. y E. Suarez., 1998. The copepoda calanoida (crustacea) of Aguascalientes state, México. Scientiae Naturae, 1. 37-68.

Suárez-Morales, E., J.W. Reid., T.M. Iliffe y F., Fiers., 1996. Catálogo de los copépodos (crustacea) continentales de la península de Yucatán, México. CONASUR-CONABIO., México. 296 p.

Suárez-Morales, E. y J. W. Reid., 1998. An update list of the free-living freshwater copopeds (Crustacea) of México. The Southwester Naturalist. 43(2): 256-265.

Sugunan, V. V., 1997. Fisheries management of small water bodies in seven countries in Africa, Asia and Latin America. FAO Fisheries Circular. No. 933. Rome, FAO. 1997. 149p.

Toledo, A., 2002. El agua en México y el mundo. Gaceta Ecológica, INE-SEMARNAT, Nueva época, publicación trimestral, No. 64. Publicación electrónica. Revisado 2003. Disponible en:
http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/366/toledo.html?id_pub=366&id_tema=13&dir=Consultas

Trejo-Albarran, R., J. Granados-Ramírez, H. Quiroz-Castela, I. Molina- Astudillo y J. García-Rodríguez. 2000. El Zooplancton del lago de Zempoala en el estado de Morelos, México. Memorias, XI Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología. Chapala, Jalisco. del 6 al 9 de mayo del 2000. 99 p.

Welch, P. S., 1948. Limnological Methods. Mc. Graw – Hill Book. New York. 381 p.

Wetzel, R. G., 1981. Limnología. Omega. S. A. Barcelona, España. 679p.

Wetzel, R. G. y G. E. Likens., 1979. Limnological Analysis. W. B. Saunders Philadelphia. 357 p.

Williams, D. D., 1987. The ecology of the temporary waters. The ecology of the temporary waters. Croom Helm. London & Sydney.

ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA 1. UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS
TABLA 2. MORFOMETRÍA DE LOS SISTEMAS EN ESTUDIO (ORDENADOS EN FUNCIÓN DE SU ÁREA)
TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS
TABLA 4. LISTA DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS CLASIFICADOS EN PERMANENTES Y TEMPORALES
TABLA 5. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 6. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 7. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 8. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 9. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 10. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 11. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 12. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 13. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 14. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 15. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 16. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 17. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 18. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 19. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 20. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 21. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 22. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 23. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 24. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 25. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 26. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 27. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 28. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 29. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 30. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 31. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 32. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 33. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 34. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO
TABLA 35. DATOS MORFOMÉTRICOS

TABLA 36. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 37. VALORES REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL
TABLA 38. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 39. VALORES REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL DURANTE FEBRERO DEL 2001 A
FEBRERO DEL 2002
TABLA 40. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 41. VALORES REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL DURANTE FEBRERO DEL 2001 A
FEBRERO DEL 2002
TABLA 42. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 43. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 44. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 45. VALORES REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL DURANTE FEBRERO DEL 2001 A
FEBRERO DEL 2002
TABLA 46. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 47. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 48. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 49. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 50. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 51. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 52. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 53. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 54. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 55. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 56. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 57. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 58. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 59. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 60. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 61. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 62. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 63. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 64. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 65. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 66. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 67. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 68. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 69. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 70. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 71. DATOS MORFOMÉTRICOS
TABLA 72. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO
TRÓFICO
TABLA 73. DATOS MORFOMÉTRICOS

TABLA 74. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO

TABLA 75. DATOS MORFOMÉTRICOS

TABLA 76. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO

TABLA 77. DATOS MORFOMÉTRICOS

TABLA 78. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO

TABLA 79. DATOS MORFOMÉTRICOS

TABLA 80. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRIMENTOS, CLOROFILA "A" Y ESTADO TRÓFICO

TABLA 81. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS (NOM-127-SSA1-1994 Y NOM-001-ECOL-1996) DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, AGOSTO-94 Y ENERO-96.

TABLA 82. VALORES PROMEDIO DEL ÍNDICE DE CARLSON Y CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS

TABLA 83. LISTA GENERAL DE ESPECIES DE FITOPLANCTON

TABLA 84. FRECUENCIA DE APARICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE FITOPLANCTON POR SISTEMA

TABLA 85. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DEL ZOOPLANCTON

TABLA 86. CLASIFICACIÓN DEL ZOOPLANCTON

TABLA 87. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE ICTÍOFAUNA

TABLA 88. ICTIOFAUNA DETECTADA EN LOS CUERPOS DE AGUA ESTUDIADOS

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
FIGURA 2. PORCENTAJE DE SISTEMAS POR CATEGORÍA (HA)
FIGURA 3. CANTIDAD DE CUERPOS ACUÁTICOS Y ÁREA, EVALUADA POR CATEGORÍA
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR MUNICIPIO DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS
FIGURA 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CUERPOS ACUÁTICOS CLASIFICADOS COMO TEMPORALES Y PERMANENTES POR MUNICIPIO
FIGURA 7. PORCENTAJE DE LOS TIPOS DE SISTEMAS ACUÁTICOS
FIGURA 9. FELIPE RUIZ DE VELAZCO (COAHUIXTLA), ENERO DEL 2005
FIGURA 10. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 11. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 12. BORDO SECO, AGOSTO DEL 2005
FIGURA 13. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES DE FITOPLANCTON
FIGURA 15. ZACOACO, NOVIEMBRE DEL 2005
FIGURA 16. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 17. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 19. BORDO 5, NOVIEMBRE DEL 2004
FIGURA 20. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 21. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 22. LA NOPALERA, MAYO DEL 2004
FIGURA 23. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 24. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 25. CHAVARRIA, JULIO DEL 2004
FIGURA 26. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 27. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 28. MICHAPA, ENERO DEL 2005
FIGURA 29. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 30. PRESA SECA, JULIO DEL 2004
FIGURA 31. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 32. APANCINGO, JULIO DEL 2004
FIGURA 33. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 34. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS
FIGURA 35. BORDO 7, OCTUBRE DEL 2005
FIGURA 36. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 37. APANCINGO 2, NOVIEMBRE DEL 2005
FIGURA 38. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON
FIGURA 39. APANCINGO 3, NOVIEMBRE DEL 2005

FIGURA 40. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 42. CUENTEPEC, AGOSTO DEL 2005

FIGURA 43. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 45. ZEMPOALA, OCTUBRE DEL 2004

FIGURA 46. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 47. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 48. TONATIAHUA, OCTUBRE DEL 2004

FIGURA 49. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 50. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 51. COMPILA, ABRIL DEL 2004

FIGURA 52. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 53. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 54. ACOYOTONGO, OCTUBRE DEL 2004

FIGURA 56. TEQUESQUITENGO

FIGURA 57. OJO DE AGUA, MAYO DEL 2005

FIGURA 59. COATETELCO

FIGURA 60. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON EN UN CICLO ANUAL

FIGURA 61. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL

FIGURA 62. EL RODEO

FIGURA 63. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON EN UN CICLO ANUAL

FIGURA 64. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN UN CICLO ANUAL

FIGURA 66. PLAN DE AYALA, ABRIL DEL 2005

FIGURA 67. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 68. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 69. EMILIANO ZAPATA

FIGURA 70. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 71. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 72. BORDO 6, NOVIEMBRE DEL 2004

FIGURA 74. ACUITLALPILCO, NOVIEMBRE DEL 2004

FIGURA 75. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 76. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 78. TILCUATE, NOVIEMBRE DEL 2004

FIGURA 79. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 80. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 81. CONTLALCO, ABRIL DEL 2004

FIGURA 82. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 83. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 84. EL MÓVIL, ABRIL DEL 2004

FIGURA 85. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 86. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 87. TETECALA 1, OCTUBRE DEL 2004

FIGURA 88. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 89. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 90. TETECALA 2, MAYO DEL 2004

FIGURA 91. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 92. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 93. LAS JOYAS, AGOSTO DEL 2005

FIGURA 94. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 95. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 96. LOS GUAYABITOS, ENERO DEL 2005

FIGURA 97. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 98. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 99. FRENTE A PRESA SECA, AGOSTO DEL 2005

FIGURA 100. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 101. EL CANDELERO 1, DICIEMBRE DEL 2004

FIGURA 102. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 103. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 104. EL CANDELERO 2, DICIEMBRE DEL 2004

FIGURA 105. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 106. EL CANDELERO, SEPTIEMBRE DEL 2005

FIGURA 107. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 108. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 109. LAS JOYAS 1, ENERO DEL 2005

FIGURA 110. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 111. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 112. LAS ALZADAS, DICIEMBRE DEL 2005

FIGURA 113. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 114. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 116. EL JAGÜEY, NOVIEMBRE DEL 2005

FIGURA 117. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 118. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 121. LOS ARCOS, NOVIEMBRE DEL 2004

FIGURA 122. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 123. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 124. YAUTEPEC, FEBRERO DEL 2005

FIGURA 125. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES EN EL FITOPLANCTON

FIGURA 126. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS

FIGURA 127. PORCENTAJE DE CUERPOS ACUÁTICOS POR ESTADO TRÓFICO

FIGURA 128. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS DIVISIONES PRESENTES DE FITOPLANCTON

FIGURA 129. ESPECIES DE FITOPLANCTON

FIGURA 130. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS REGISTRADOS PARA EL ZOOPLANCTON

FIGURA 133. DENDROGRAMA UTILIZANDO EL MÉTODO DE WARD PARA LA ALTITUD

FIGURA 134. DENDROGRAMA UTILIZANDO EL MÉTODO DE WARD PARA LA TEMPERATURA

FIGURA 135. DENDROGRAMA UTILIZANDO EL MÉTODO DE WARD PARA FÓSFORO TOTAL

FIGURA 136. DENDROGRAMA UTILIZANDO EL MÉTODO DE WARD PARA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON