

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**



**ANÁLISIS DEL RECURSO ACUÁTICO (SISTEMAS LÉNTICOS)  
DE MORELOS EN LA PARTE NORTE-ORIENTE**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIOLOGO

PRESENTA:

**RAMÍREZ RAZO RASVIET ARACELI**

DIRECTOR: DR. JOSE LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ

---

México D.F., Septiembre 2008

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**



**ANÁLISIS DEL RECURSO ACUÁTICO (SISTEMAS LÉNTICOS)  
DE MORELOS EN LA PARTE NORTE-ORIENTE**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIOLOGO

PRESENTA:

**RAMÍREZ RAZO RASVIET ARACELI**

DIRECTOR: DR. JOSE LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ

Proyecto financiado por DGAPA-PAPIIT IN201105

---

México D.F., Septiembre 2008

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS**

El presente trabajo lo dedico con especial amor a mi familia, ellos que me han formado, apoyado y comprendido durante 25 años para lograr mis metas y con quienes espero poder seguir compartiendo mis triunfos. Gracias por sus oportunas opiniones vertidas para el mejoramiento de esta tesis.

Agradezco a todos las personas que estuvieron a mí alrededor durante mi formación en la universidad con quienes compartí momentos memorables y de quienes aprendí muchas cosas, en especial a mis amigos.

A todos los profesores que me impartieron cátedra, con todos aprendí grandes cosas dentro y fuera de las aulas.

Al Dr. Gómez Márquez le agradezco infinitamente el haberme permitido formar parte de su equipo de trabajo pues gracias a eso tuve la oportunidad de convivir con él y conocer la gran persona que es.

A la Dra. Bertha Peña por haber sido un ejemplo de paciencia y perseverancia para mí. Gracias.

Al Biol. Alberto Ortiz con mucho cariño y agradecimiento por que fue el gran apoyo durante toda la realización de este trabajo, por haber sido mi buen maestro y amigo, por compartir conmigo su tiempo y dedicación. Muchísimas gracias.

Al profesor Armando Cervantes por su apoyo en la realización de la parte estadística del presente trabajo.

A los sinodales quienes aportaron comentarios para mejorar este trabajo.

Al Biol. Guzmán quien fue uno más de mis compañeros de trabajo y me aportó grandes conocimientos a lo largo de mi estadía en el laboratorio de limnología.

A DGAPA-PAPIIT por el apoyo económico proporcionado para poder llevar a cavo este gran proyecto.

Por último a la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi casa de estudios a mucha honra...

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
Fase de campo .....	11
Fase de laboratorio.....	12
Fase de gabinete .....	13
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
CALIDAD DEL AGUA .....	116
ÍNDICE DEL ESTADO TRÓFICO .....	116
FITOPLANCTON .....	117
ZOOPLANCTON.....	133
ICTIOFAUNA .....	139
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	142
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>146</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>157</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>158</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>165</b>

### RESUMEN

Los estudios realizados con anterioridad en el estado de Morelos respecto a inventarios de embalses son pocos, el más sobresaliente es el realizado por Porras y col., en 1991, mencionan que en el estado hay un total de 124 cuerpos de agua entre presas, bordos y manantiales. El trabajo se realizó en la parte norte-oriental del estado en el periodo comprendido entre Noviembre del 2005 a Noviembre del 2007, con ello se abarcó un cuarto del territorio del Estado de Morelos, el área se delimita entre los 19° 05' 6.83" Norte y 18° 43' 35.46" Sur la ubicación de los cuerpos de agua se realizó mediante cartas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1992) con escala 1:50 000. En el área estudiada se reportaron un total de 43 embalses siendo la mayoría bordos menores a una hectárea, de todos los sistemas se evaluaron de los diferentes aspectos limnológicos (morfometría, batimetría, calidad del agua), composición y abundancia del fitoplancton y zooplancton así como el listado de fauna íctica en época de lluvias y secas. El área total de estudio abarca 11 municipios, el mayor número de sistemas se registró en Zacualpan con 10 embalses, del total de embalses muestreados 33 son permanentes y diez temporales, el gradiente altitudinal fue de los 1271 a los 1858 m.s.n.m., la temperatura del agua varió desde 17°C hasta los 31.3°C, la mayoría de los bordos son someros con profundidades de 0,3 m y la máxima de 22 m, las áreas calculadas fueron de 0,03 Ha (tres de mayo) hasta 7,71 Ha (cerro de la era). Los sistemas en su mayoría pueden clasificarse de acuerdo a los nutrimentos como eutróficos con tendencias a la hipereutrofia. En general los parámetros no rebasan los límites permisibles de calidad del agua. Respecto a los factores biológicos, se reportaron cinco divisiones de fitoplancton, las más representativa fue Chlorophyta con 80 especies, de un total de 147 especies de las cuales *Scenedesmus quadricauda* y *Kirchneriella lunaris* fueron las de mayor frecuencia en los sistemas. El zooplancton lo representaron los órdenes Diplostraca, Ploima y Copepoda (ciclopoida y calanoida), en total se reportaron 20 géneros y 31 especies, el género con más especies fue *Brachionus* con nueve, las especies más abundantes fueron: *Moina micrura*, *Diafanosoma birgei*, *Asplanchna sp.*, *Thermocyclops inversus* y *Arctodiaptomus dorsalis*. La ictiofauna se compone de tres familias, ocho géneros y ocho especies, la especie más representativa fue *Oreochromis niloticus*, le siguen *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops*, Con el análisis de componentes principales se llegó a determinar cuatro grupos principales, el primer componente agrupa las variables área, clorofila *a*, conductividad y volumen, en el segundo la cuenca y subcuenca con iguales valores, profundidad media, altitud, municipio y profundidad, el tercer componente engloba a las variables relacionadas con el nitrógeno, por último en el cuarto componente la temporada, el tipo (temporal o permanente) y la alcalinidad. El análisis de agrupamiento (cluster) mostró cuatro grupos, el más numeroso fue el de los sistemas más pequeños con base en los datos del área total.

## INTRODUCCIÓN

Se sabe que los recursos hídricos del país en volumen son de aproximadamente 137 112 Km<sup>3</sup>, en una superficie de 12 580 Km<sup>2</sup>, dentro de los que existe una gran diversidad de cuerpos de agua continentales que incluyen lagos, lagunas, presas y otros pequeños ecosistemas acuáticos de diferente origen (Aguilar, 2003). En la República Mexicana existen cerca de 70 lagos, cuyas áreas varían entre mil y diez mil hectáreas, las cuales cubren en conjunto 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, Bavicora y Bustillos en Chihuahua y Catemaco en Veracruz (Aguilar, 2003).

Uno de los problemas que enfrenta México es la escasez de agua dulce en muchas regiones del país, lo que se refleja en la aún deficiente disponibilidad de este recurso para satisfacer las necesidades de gran parte de la población, e incluso de las actividades agropecuarias e industriales. Si se considera que en general la economía de los países latinoamericanos tiene sus bases en el sector agropecuario o industrial, el manejo de los cuerpos acuáticos continentales debe contemplarse como una actividad complementaria a las actividades anteriores. Para lograr esto es necesario tener conocimiento científico de las propiedades funcionales que constituyen un ecosistema acuático.

En los últimos 50 años la construcción de presas se ha acelerado notablemente, debido a la topografía accidentada del suelo mexicano y a la necesidad creciente de retener los escurrimientos superficiales temporales durante la época de lluvias, las cuales tiene como finalidad el almacenamiento de agua para riego, control de avenidas, la generación de energía eléctrica, actividades recreativas y de manera secundaria para la producción de peces de agua dulce, entre las que destacan: tilapia, carpa y bagre (Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992).

El último censo de los cuerpos de agua continentales, elaborado en 1988 por la Dirección General de Acuicultura y Pesca, calcula que las presas representan el 50% de los cuerpos de agua. Actualmente se cuenta con 613 presas y 95 lagos que suman un total de 708 embalses, en su mayoría con pesquerías derivadas de la acuicultura. De estos 708 son reservorios epicontinentales y 24 de ellos sobrepasan las 10 000 Has de superficie, lo cual significa aproximadamente el 70% de la superficie total estimada al cubrir 670 000 ha (INEGI, 2000).

La distribución y disponibilidad del agua no es un hecho fortuito, sino que depende de diversos factores que determinan su distribución, acumulación, circulación o ambas, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

- ✓ Geológico: dependiendo de la permeabilidad del suelo, el agua escurrirá sobre la superficie terrestre, para crear arroyos, ríos y lagos, o bien, se filtrará al subsuelo para formar depósitos y corrientes subterráneas.
- ✓ Relieve: la presencia de cadenas montañosas cercanas a las costas puede dificultar el paso de nubes y provocar, consecuentemente, escasas lluvias en el interior del continente, como sucede en las sierras y las planicies del Norte de México. El relieve también tiene que ver con la dirección que siguen las corrientes de agua, de existir cuencas o depresiones es factible la formación de depósitos de agua.
- ✓ Clima: la abundancia o escasez de lluvia está asociada con los climas. En México, como en el mundo, los climas lluviosos propician regiones con abundantes recursos hidrológicos.
- ✓ Localización geográfica: esta influye en su diversidad climática. En las regiones del Centro y Sur de México se encuentran climas templados y tropicales, con abundantes lluvias, mientras que en el Norte los climas son secos y por lo tanto, el agua es más escasa.
- ✓ Cubierta vegetal: contribuye a retener la humedad en el ambiente, disminuye los escurrimientos superficiales y favorece la infiltración. (Flores-Palma y Martínez-Salazar, 1996).

## INTRODUCCIÓN

---

Arredondo-Figueroa y Flores-Nava (1992) mencionan que hasta 1979 a nivel nacional se tenían registrados 12 000 cuerpos de agua con una superficie inundada de 861 000 Has, de los cuales cerca de las tres cuartas partes corresponden a embalses artificiales. De este total, 10 000 embalses tiene de 1 a 10 Has de superficie inundada y representan el 3% de la superficie nacional. Actualmente se tienen registradas más de 1 000 presas con una capacidad de almacenamiento que fluctúa entre menos de uno hasta cinco millones de metros cúbicos.

El agua continental es afectada de muchas maneras por la sociedad industrializada. La agricultura causa muchos daños en el suelo y a comunidades terrestres, con lo cual entre otras cosas, se alteran las condiciones de calidad del agua (características físicas y químicas) así como de las comunidades acuáticas.

Morelos es uno de los estados más pequeños de la República Mexicana, se caracteriza por tener topografía accidentada, cuerpos de agua considerables, gran diversidad de climas, diversos tipos de vegetación, fauna y una alta productividad agrícola. Posee un gran potencial en cuanto a cuerpos de agua, tanto por su distribución como por su número. Cuenta con siete ríos que recorren gran parte del territorio, seis lagos con diferentes características, 124 embalses entre presas y bordos, así como alrededor de 50 manantiales. De estos destacan el lago de “El Rodeo”, “Tequesquitengo”, la presa “Los Carros” y “Emiliano Zapata” por mencionar algunos cuerpos de agua (Contrera-MacBeth, 1995).

El valor del agua para la irrigación, consumo doméstico e industrial, deposición de desechos, recreación y soporte de la vida acuática (incluyendo pesca comercial y deportiva), ha creado la tensión entre protección y uso de los recursos acuáticos. La evaluación técnica de este conflicto requiere entendimiento profundo y detallado de los ecosistemas acuáticos, los cuales son estudiados por la limnología.

Para la protección de las aguas continentales se requiere de comprensión y entendimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales dependen de la limnología, que es la ciencia del estudio integrado de las aguas continentales, ya que la investigación en limnología es básica para entender los ecosistemas acuáticos, que son de vital importancia para la biota mundial. Por citar la importancia de esta ciencia, los limnólogos identifican, diagnostican y prescriben efectivamente soluciones para evitar la eutrofización de lagos causada por detergentes, compuestos orgánicos, desechos urbanos y por la agricultura. También identifican y describen la acidificación de las aguas, esto asociado con la combustión de combustibles fósiles, producen además información sobre la productividad biológica, basados en estudios bioquímicos, cuestiones de interacción, dinámicas naturales de óptica y física, en la composición de la comunidad biótica y las adaptaciones de los organismos acuáticos y otras numerosas aportaciones acerca de la biodiversidad. (Lewis Jr. *et al.*, 1995).

Por otra parte, la calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua. La acidez y los nutrimentos contenidos en el agua, así como los procesos biogeoquímicos terrestres tienen influencia en la química del agua. La introducción accidental de especies afecta directamente a las comunidades acuáticas a través de la depredación, competencia y otras interacciones bióticas.

Además, la variación espacial y temporal de los nutrimentos se debe por una parte a que en temporadas de lluvia los sistemas acuáticos reciben aportes con alto contenido de materia orgánica, además de la depuración de los excrementos del ganado y el filtrado del agua a través del suelo y por otra que durante la época de secas, la tasa de evaporación y la infiltración hacen que el sistema pierda agua y se concentren las sales en el sistema que pueden afectar la vida acuática (Mason, 1984).

Asimismo, las masas de agua epicontinentales albergan una amplia variedad de formas de vidas planctónicas que se caracterizan por su tamaño pequeño, que varían desde pocos micrómetros hasta milímetros. Su importancia radica en que se encuentran en los primeros eslabones de la

cadena trófica y contribuyen a la unidad básica de la producción de materia orgánica de los sistemas acuáticos. Estos organismos han sido separados en dos grupos; fitoplancton (vegetales) y zooplancton (animales), en donde las variaciones y fluctuaciones espacio-tiempo dependen de la disponibilidad de nutrimentos, de la temperatura y la salinidad (Arredondo-Figueroa, 1993).

El plancton de los embalses tienen características propias como su baja diversidad y alta productividad (Payne, 1986). Una de las razones es por la alta y selectiva depredación de los peces, influyendo en la composición de la comunidad del zooplancton (Nilssen, 1984).

Por lo antes mencionado, la productividad primaria de las plantas fotoautótrofas puede determinarse por medio de la capacidad de realización de la fotosíntesis, es decir las clorofilas (*a*, *b* y *c*). La clorofila *a* es un pigmento fotosintético primario de todos los organismos fotosintetizadores que producen oxígeno (como elementos de desecho) y está presente en todas las algas; por lo general constituye el 0.5 y 2% del peso seco de las algas. En cuanto a la clorofila *b* se encuentra solamente en las algas verdes y en las Euglenofitas, además esta presente en todas las plantas superiores y por último la clorofila *c*, consta de dos componentes espectrales distintos (Schoworbel, 1975; Wetzel, 2001).

Por otra parte, el estudio de los peces se ha centrado en aquellos que se explotan comercialmente o que presentan potencial acuacultural. Al relacionar la distribución del agua en Morelos con los asentamientos humanos, se observa que muchos de los poblados se encuentran ubicados en las proximidades de los principales ríos y que es difícil encontrar localidades que no cuenten con por lo menos un embalse. Situación que ha hecho de la pesca una de las más importantes fuentes para la obtención de alimento rico en proteínas para las comunidades rurales del Estado.

Las presas y los bordos se caracterizan por presentar grandes fluctuaciones en sus volúmenes, así como aguas turbias ricas en nutrimentos. Debido al gran número de estos embalses que se presentan en la entidad (más de 120), que se encuentran distribuidos por todo el territorio morelense, se observa toda una gama de condiciones que van desde aquellos con ocho especies ícticas incluyendo fauna endémica, de los que se obtiene abundante pesca, hasta los que a pesar de tener agua de excelente calidad no presentan peces debido a la falta de un desarrollo pesquero adecuado.

Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de cuerpos de agua en el estado de Morelos es hasta ahora cuando se está haciendo un inventario real del recurso acuático; sobre las características limnológicas (morfometría, batimetría, calidad de agua, etc), biológicas y de producción. Se necesita información sobre su ubicación, la superficie que ocupan, la temporalidad y su utilidad. Por ello la pretensión y necesidad de actualizar la base de datos para proponer alternativas viables a las comunidades aledañas para un mejor aprovechamiento y manejo de este recurso.



## ANTECEDENTES

Se realizó una búsqueda intensa de información referente a las características de los sistemas acuáticos del estado de Morelos y de ella se desprende que hasta el momento no existe suficiente conocimiento sobre aspectos limnológicos y biológicos de los sistemas lénticos o en su defecto, la información sólo se encuentra en trabajos inéditos.

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, Morelos. Registró 13 especies de fitoplancton y concluyó con base en estos análisis que se clasifica como un cuerpo de agua mesotrófico.

Umaña y Collado (1990) estudiaron la composición y abundancia del plancton y sus variaciones en el embalse Arenal. La composición del plancton es típicamente tropical con una baja densidad. La división Chlorophyta fue el grupo más diverso y la Cyanophyta la más abundante. Del zooplancton el grupo Copepoda fue el de mayor densidad, y el Rotífera el más diverso. Los niveles de clorofilas son altos por lo que se observa una alta productividad primaria.

Sánchez y Vázquez (1990) determinaron la composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica de la laguna de Atezca, Hidalgo y analizaron el comportamiento de oxígeno disuelto, temperatura, pH y fosfatos. Dicho cuerpo de agua se comporta como un lago eutrófico térmicamente estratificado y se registraron 54 especies de fitoplancton.

Porras y col., (1991) hicieron un inventario sobre el recurso acuático del Estado de Morelos, en éste se reconocieron 124 cuerpos de agua en donde 68.5% corresponden a embalses con superficies que van de 1 a 10 Has, éstos son utilizados para irrigar zonas de cultivo, como abrevaderos para ganado y actividades piscícolas. Reportan una biota de 63 géneros de algas fitoplanctónicas siendo predominantes las clorofitas; una fauna de invertebrados acuáticos de 35 géneros y 27 especies de los cuales destacan los rotíferos, crustáceos e insectos; además de un registro ictiofaunístico de 12 especies con 8 autóctonas y 4 introducidas.

Suárez-Morales *et al.* (1993) estudiaron la variación estacional del zooplancton de la presa J. J. Alzate, un cuerpo de agua eutrófico durante un ciclo anual (1986-1987). Se observó un total de 21 especies pertenecientes a tres grupos: Rotífera, Cladóceros y Copépoda. La comunidad zooplanctónica se encuentra dominada por Cladóceros, que constituyen más del 90% de la captura media total durante el ciclo estudiado. La especie dominante fue *Moina macrocopa*, con picos de abundancia en el verano y el otoño. Las mayores densidades de rotíferos y cladóceros se observaron en el otoño, cuando se presentaron las más altas temperaturas. La estructura de la comunidad zooplanctónica local se ve fuertemente afectada por los ritmos estacionales de vaciado y llenado de la presa.

Flores (1994), realizó un estudio fisicoquímico en el embalse "El Niagara" Aguascalientes. El embalse se encuentra muy contaminado, ya que la calidad de agua se ha deteriorado debido a la descarga de aguas residuales según lo muestran los diversos parámetros fisicoquímicos y biológicos. Las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo al igual que los valores extremos de oxígeno disuelto indican que existe una eutrofización y contaminación permanentes en la presa. La concentración de coliformes fecales es un riesgo para la salud humana. En México se tienen muchos problemas con la cantidad y calidad del agua, por lo cuál se plantea un aprovechamiento racional del agua, un ordenamiento de las cuencas hidrológicas, evaluación del impacto ambiental, planificación nacional hidráulica y un cambio en la actitud de los usuarios.

Gutiérrez y col., (1994) describen para el control de malezas un método integral sobre la calidad del agua y parámetros biológicos; (cantidad de plancton en la columna de agua). Las características obtenidas y los valores detectados indican que la calidad del agua para la presa Miraplanes se encuentra deteriorada por las descargas de aguas residuales municipales y por el escurrimiento que llega a la presa, lo que ocasiona el crecimiento de las malezas dentro del vaso por la entrada de nutrimentos.

Contreras-Macbeath (1995), realizó un estudio sobre la ictiofauna del Estado de Morelos. Menciona que éste cuenta con seis lagos, 124 embalses entre presas y bordos, así como alrededor de 50 manantiales. Referente a la ictiofauna reporta un total de ocho familias y 21 especies de las cuales 14 son introducidas, 5 son endémicas y solo dos son nativas del Estado. En cuanto a los lagos menciona por su importancia el de Tequesquitengo, entre las presas por su gran volumen Los Carros y Cayehuacán y el manantial más importante al de Las Estacas. También menciona una compleja problemática que presentan los ecosistemas acuáticos del Estado por la falta de conocimiento de ellos.

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 Norma Oficial Mexicana 001. El sistema se clasificó como un cuerpo de agua monomítico cálido con características eutróficas.

Gómez-Márquez (1998), llevó a cabo un estudio acerca de la edad y crecimiento de *Oreochromis niloticus* del lago de Coatetelco, 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 de crecimiento fue baja ( $K=0.07$ ), además de alcanzar un tamaño ( $L_{\infty}$ ) de 29.19 cm. El análisis de frecuencia de la longitud no establece diferencias significativas (t-student,  $p<0.05$ ), para la lectura de las escamas.

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: Copépoda (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.

Dorantes-Gómez y Zavala-Montero (2003) llevaron a cabo muestreos mensuales en la presa Emiliano Zapata, el lago El Rodeo y Coatetelco. La presa Emiliano Zapata y el Lago El Rodeo se clasificaron como sistemas monomíticos cálidos y el lago Coatetelco como cálido polimítico continuo. La temperatura del agua en los tres sistemas osciló 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  $\mu$ S/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  $\mu$ S/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  $\mu$ S/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.

Gómez-Márquez y col., (2003) realizaron un estudio del zooplancton de el lago Coatetelco, Morelos. en él reconocen cinco especies entre la que destaca el calanoideo *Arctodiaptomus dorsalis* como la más abundante con una densidad de 61,202 ind/m<sup>3</sup> seguida del cladócero *Diaphanosoma birgei*.

Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel, (2003) hicieron un estudio referente a los rotíferos de embalses en la subcuenca del río Cuautla en Morelos. Determinaron un total de 16 especies en tres embalses: Xalostoc, Las Teclas y Palo Blanco, en estos se encontró un bajo número de organismos, aunque *Brachionus caudatus* y *Horatëlla thomassoni* fueron las más abundantes. Registraron que los embalses presentaron una alta alcalinidad, de agua duras, con pH superiores a los 8.3 y con concentraciones de oxígeno mayores a 7.0 mg/l.

Díaz y col., (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 los cuales se localizan en 15 municipios del Estado de Morelos.

Ortiz, (2006) realizó en el periodo de abril de 2004 a diciembre de 2005 toma de muestras de agua de los sistemas acuáticos presentes en la parte centro poniente del Estado de Morelos. 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 numero de sistemas se ubicó en los municipios de Tetecala y Coatlán del Río, con base en la presencia de estos durante las estaciones de secas y lluvias, 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). 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 flora algal , 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). La composición del zooplancton está dada por los siguientes grupos, (por 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, contenidas en 10 géneros y 7 familias; las especies más conspicuas fueron *Oreochromis niloticus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*. Los sistemas con mayor número de ictiofauna fueron Emiliano Zapata y Coatetelco, con siete y seis especies respectivamente.

Parra y col., (2006) evaluaron la cantidad de biomasa generada por el zooplancton de dos embalses de Morelos, "San Ignacio" y "La Laguna de enmedio". Se identificaron 15 especies siendo los rotíferos los más diversos con 11 especies en el embalse San Ignacio y 13 especies de las cuales 8 son de rotíferos en la Laguna de en medio. La abundancia del zooplancton respecto a la cantidad de kilocalorías generadas fueron valores entre 3.0 kcal/m<sup>2</sup>/día y 10.3 kcal/m<sup>2</sup>/día para San Ignacio y 3.5 kcal/m<sup>2</sup>/día a 14.6 kcal/m<sup>2</sup>/día en la Laguna de enmedio concluyeron que estos embalses son altamente productivos.

### ÁREA DE ESTUDIO

Morelos representa el 0.3% de la superficie del país (4 958.22 km<sup>2</sup>) y cuenta con 1 539.07 Ha de aguas continentales de gran importancia económica, ecológica y cultural. Sus coordenadas geográficas son: al Norte 19° 05', al Sur 18° 20' latitud Norte; al Este 98° 37' y al Oeste 99° 30' longitud Oeste.

Es estado Colinda al Norte con el Estado de México y el Distrito Federal, al Este con el Estado de México y Puebla, en el Sur con Puebla y Guerrero y al Oeste con Guerrero y Estado de México y cuenta con 33 municipios.

El área de estudio (Figura 1), se encuentra entre los 19° 05' 6.83'' Norte y 18° 43' 35.46'' Sur (latitud norte); 93° 3' 45.24'' Oeste y 98° 38' 1.50'' Este (longitud oeste).

La geología del estado lo compone:

- Roca ígnea extrusiva perteneciente al periodo cuaternario, ocupando el 42.85% de la superficie estatal.
- Suelo perteneciente la periodo cuaternario que ocupa el 5.75% de su superficie.
- Roca ígnea extrusiva del periodo terciario que ocupa el 17.07%.
- Roca sedimentaria del periodo terciario que ocupa el 18.78%.
- Roca sedimentaria del periodo cretácico y ocupa el 15.55%.

Fisiográficamente se encuentra entre la provincia Eje Neovolcánico y las subprovincias Lagos y Volcanes de Anáhuac y la del Sur de Puebla, así como en la Sierra Madre del Sur en la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses.

El clima está representado por 3 tipos:

- Cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w).
- Semicálido subhúmedo con lluvias en verano AC(w).
- Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w).

La temperatura mínima registrada en los últimos 80 años es 15.6°C y la máxima registrada es de 26.5°C y actualmente oscila entre los 16.8 y los 20.5°C.

La precipitación mínima del año menos lluvioso registrado en los últimos 80 años es de 404.9 mm y la máxima es de 760.5 mm. En el año más lluvioso la mínima fue de 1283.1 mm y la máxima fue de 3587.5 mm; en promedio va de 822.7 mm hasta 1508.9 mm.

La agricultura ocupa el 52.91 % de la superficie estatal, los principales cultivos son caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*), cacahuete (*Arachis hypogea*) y sandía (*Citrullus lanatus*). Los pastizales ocupan el 5.04%, representados por zacate (*Asistida adscensionis*), grama negra (*Hilaria cenchroides*), navajita (*Heteropogon contortus*) y zacatón (*Muhlenbergia macroura*). Los bosques representan el 8.53%, sus principales representantes son el ocote blanco (*Pinus montezumae*), chino (*Pinus leiophylla*), quebracho (*Quercus rugosa*), laurelillo (*Quercus laurina*) y encino (*Quercus magnoliifolia*). La selva el 30.70%, en donde se encuentra copal (*Bursera Fagaroides*), cuajote (*Bursera copallifera*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), cazahuete (*Ipomoea wolcottiana*) y pochote (*Ceiba pentandra*). El restante 2.82% es para otros usos.

El área de estudio corresponde a la región del Balsas, en la cuenca R. Atoyac y R. Grande de Amacuzac (INEGI, 1998).

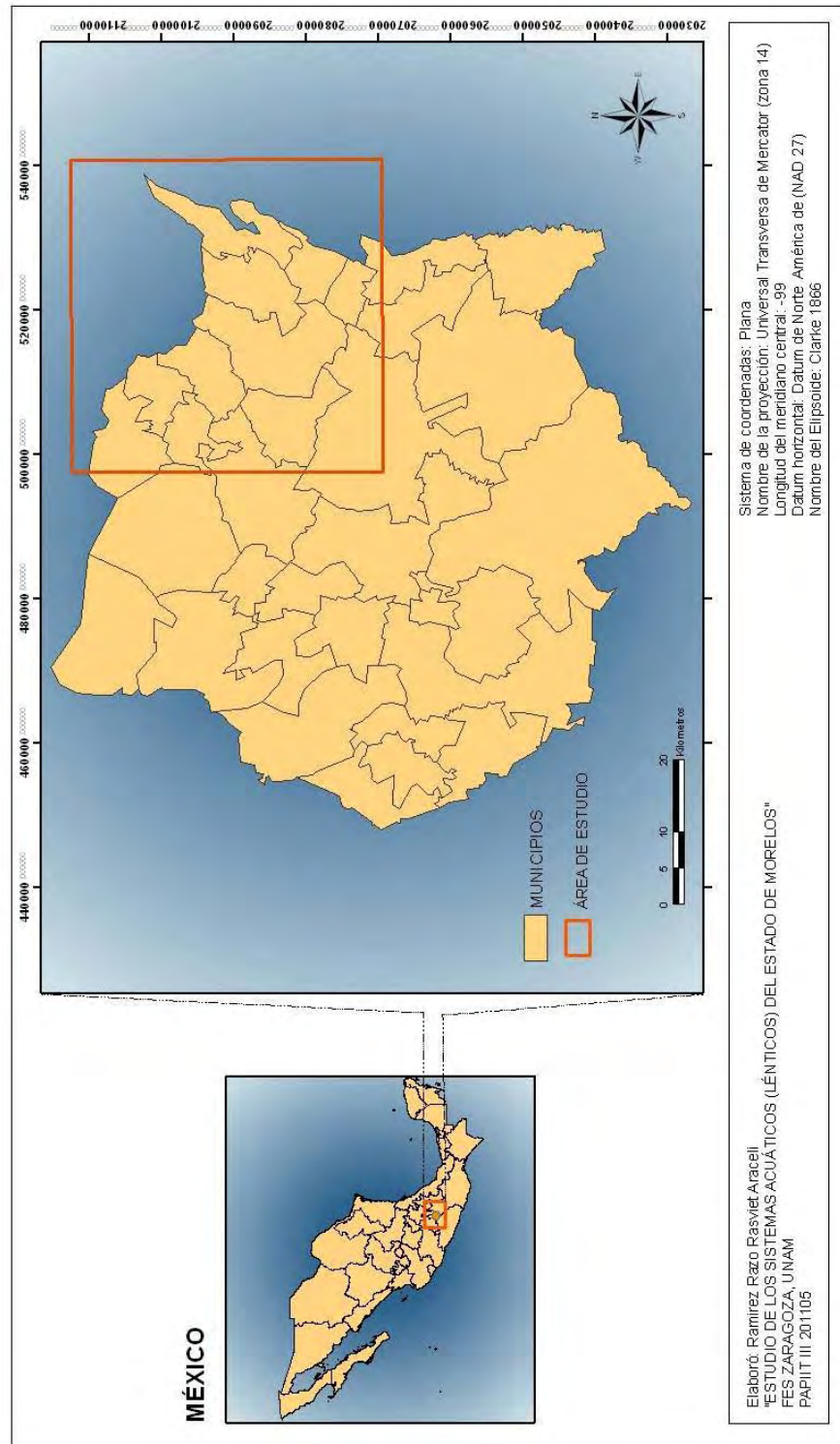


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

## OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico de la situación actual del recurso acuático (sistemas lénticos) del Estado de Morelos en su parte centro-oriente, mediante la evaluación de los diferentes aspectos limnológicos (morfometría, batimetría, calidad del agua), composición y abundancia del fitoplancton y zooplancton así como el listado de fauna íctica en dos épocas del año.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Obtener algunos parámetros de la morfometría y batimetría de cada cuerpo de agua.
- Determinar la variación de los factores físicos y químicos en cada sistema en época de secas y lluvias.
- Conocer la composición y abundancia en época de secas y lluvias del plancton (fito y zoo).
- Obtener la variación de la biomasa fitoplanctónica (clorofila *a*) como indicador de la producción primaria.
- Realizar la determinación de la fauna íctica presente a nivel específico posible en cada sistema.
- Analizar el estado trófico con base en la calidad del agua de cada sistema en dos épocas del año.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron dos veces para cada sistema, una en la época de lluvias y otra durante la época de secas a lo largo de 12 meses. Durante este tiempo se realizó la ubicación e identificación de los cuerpos de agua presentes en la zona, así como la calidad del agua y las características biológicas en cada uno de ellos.

### Fase de campo

La ubicación de los cuerpos de agua se realizó teniendo como base 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) con escala 1:50,000; ortofotos digitales con escala 1:75,000 e imágenes digitales de la carta topográfica escala 1:50 000, con la finalidad de establecer los puntos o rutas a seguir durante la fase de campo.

Los sistemas acuáticos se georeferenciaron por medio de un G.P.S. expresión inglesa “Global Positioning System” (Sistema de Posicionamiento Global). Ésta se definió en coordenadas geográficas y en unidades U.T.M. (Universal Transverse Mercator) referidas al sistema NAD27, también se tomaron los datos de altitud y se tomaron fotografías de cada sistema. Aunado a lo anterior, se realizó el registro de datos como municipio y nombre del sistema.

Con ayuda de una balsa, se realizó la colecta de muestra de agua en el centro del sistema, con ayuda de la botella Van Dorn de dos litros de capacidad. Para la determinación de cada uno de los parámetros, las muestras se guardaron en botellas de plástico de un litro de capacidad. Asimismo, se tomó hora a la que se tomó la muestra, el día, la nubosidad y la temperatura ambiental.

*In situ* se realizaron las determinaciones de:

Transparencia o visibilidad al disco de Secchi, la cual se midió con ayuda del disco de Secchi.

La temperatura ambiental y del agua con ayuda de un termómetro de  $\pm 1$  °C.

La concentración del oxígeno disuelto se realizó por medio del método de Winckler, con la modificación del ázida de sodio.

El pH se determinó por medio de un potenciómetro marca Conductronic o Hanna.

La conductividad se midió por medio de un conductímetro marca Conductronic o Hanna.

La morfometría de cada sistema se realizó por medio del método de segmentos con ayuda de cuerdas y brújula marca Broünton se determinará la dirección de los puntos de acuerdo al criterio de Welch (1948), así mismo se utilizó un distanciómetro. Con los datos obtenidos de cada sistema se procedió a pasar la información a un programa de computadora (Autocad 2000) para obtener la forma y por lo tanto, el perímetro del sistema.

La batimetría de cada sistema se realizó con ayuda de una balsa inflable, se trazaron al menos dos transectos pertinentes para el muestreo y con una sondaleza se midieron las profundidades cada 10 o 20 m apoyados con un distanciómetro.

Para la colecta de fitoplancton se tomó una muestra de agua con la botella van Dorn en frascos de plástico de 60 ml y se fijó con acetato de lugol para su posterior análisis en el laboratorio (Schwoerbel, 1975).

La colecta de zooplancton se hizo por arrastre con una red de plancton tipo cónica de 0.30 m de diámetro y 160  $\mu$ m de abertura de malla con arrastre de 10 m a la velocidad de 1m/s, las muestras se fijaron y conservaron con formol neutralizado con borato al 4% en una botella de polietileno para su posterior análisis en el laboratorio.

Las colectas de peces se realizaron con ayuda de un chinchorro playero de 10 m de longitud y luz de malla de 2 mm, las muestras se fijaron con formol neutralizado con borato al 10% en un recipiente de polietileno; ya en el laboratorio los peces se lavaron con agua corriente y posteriormente las muestras se conservaron en alcohol etílico al 70%.

**Fase de laboratorio**

Con las muestras colectadas en campo (las cuales se guardaron en hielo para su conservación), se realizaron en el laboratorio los análisis químicos y de nutrimentos.

**Tabla 1. Métodos usados para determinar los parámetros químicos**

Químicos	Método
Alcalinidad total	Volumetría con indicadores
Dureza total	Complejométrico
Dureza de calcio	Complejométrico

(Arredondo, 1986; SARH, 1982; APHA 1992)

**Tabla 2. Métodos usados para determinar nutrimentos**

Nutrimento	Método
Amonio	Fenato
Nitritos	Ácido Sulfanílico
Nitratos	Ácido Fenoldisulfónico
Ortofosfatos	Fosmolibdato
Fósforo Total	Digestión ácida + fosfomolibdato
Silicatos	Molibdo-silicato de amonio
Sulfatos	Turbidimétrico

(SARH, 1982, Arredondo-Figueroa, 1986; APHA, 1992)

Las muestras de fitoplancton en laboratorio, se colocaron en una cámara de sedimentación por 24 hr, se realizaron las determinaciones con ayuda de manuales de microalgas (Needham y Needham, 1972; Pennak, 1979; Ortega, 1984; Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b; Ettl y Gärtner, 1988; Dillard, 1989; Comas, 1996; John *et al.*, 2002) y del microscopio de contraste de fases y el conteo del número de células se realizó con ayuda de un microscopio invertido. Los resultados se expresaron en número de células por unidad de volumen y la determinación se realizó al nivel específico posible.

Las muestras de zooplancton se determinaron colocando un mililitro (ml) de muestra en una cámara de conteo Sedgwick-Rafter, al nivel específico posible con ayuda de un microscopio óptico con objetivo de 40x (Schwoerbel, 1975; Wetzel y Likens, 1979) y manuales de identificación de zooplancton (Needham y Needham, 1972; Koste, 1978; Pennak, 1979; Suárez-Morales *et al.* 1996; Suárez-Morales y Reid, 1998; Korovochinsky y Smirnov, 1998; Silva-Briano y Suarez, 1998; Silva-Briano y Segers, 1992; Ahlstrom, 1940, 1943). Los resultados se expresaron en función del número de organismos por especies dominantes. Para calcular el volumen de agua filtrado a través de la red se utilizará la siguiente expresión:

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

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 F el factor de eficiencia de filtración (González de Infante, 1988).

Para la determinación de biomasa del fitoplancton (clorofila a) se filtraron 100 ml de la muestra de agua al vacío con papel filtro (fibra de vidrio) de 0.42 µm, se colocó el filtro en un tubo de centrifuga, se adicionaron de dos a tres ml de acetona al 90%, se maceró el filtro y se completó el volumen de acetona hasta 10 ml. Se colocó en la oscuridad durante 2 horas a temperatura ambiente y posteriormente se centrifugó durante 10 minutos a 4 000 rpm.



Concluido lo anterior, 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 fueron: 665, 645, 630 y 750 nm, que son las máximas absorbancias de la clorofila a, b y c respectivamente. Estas lecturas se llevarán a cabo contra un blanco de acetona al 90%.

La concentración para cada tipo de clorofila en µg/l se obtuvo a partir de las siguientes fórmulas:

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

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 identificaron con ayuda de un estereoscopio y de 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, Miller *et al.*, 2005).

### Fase de gabinete

Una vez georeferenciados los embalses, se procedió a la ubicación de estos puntos dentro del estado, posteriormente estos puntos fueron transformados en polígonos para su manejo y la obtención del área y volumen de cada sistema acuático con apoyo del programa Arc Map 9.2.

Se recopilaron los datos obtenidos en campo respecto a morfometría y batimetría, con ellos se realizaron los contornos de los sistemas. Estos datos se utilizaron para obtener modelos digitales en 3D y con esto obtener el área, largo, ancho, perímetro y volumen de cada sistema.

Los datos recopilados de las pruebas de nutrimentos y parámetros físico-químicos, así como los referentes a las condiciones ambientales se utilizaron para la base de datos, la cual se manejó en el paquete Microsoft Excel y Arc Map 9.2 con la finalidad de ubicar y clasificar cada uno de los sistemas y sus principales características de calidad de agua en un mapa por municipios del estado de Morelos.

Se aplicó el Índice de Carlson (1979) para determinar el estado trófico de cada sistema asociado a la visibilidad al disco de secchi, clorofila "a" y fósforo total.

$$\begin{aligned}\text{IET de fósforo total (IETF}_t) &= 14.42 * [\ln (F_t \text{ promedio})] + 4.15 \\ \text{IET Clorofila "a" (IETC)} &= 9.81 * [\ln (\text{Clorofila "a" promedio})] + 30.6 \\ \text{IET Disco de Secchi (IETS)} &= 60 - (14.41 * [\ln (\text{Secchi promedio})])\end{aligned}$$

Se realizó un análisis de agrupamiento (cluster) a los sistemas acuáticos, basados en el área total de los embalses, así como el análisis de componentes principales para simplificar el total de parámetros obtenidos durante el estudio y así determinar el comportamiento de los sistemas con base en los parámetros más relevantes.

## RESULTADOS

El estudio que se realizó en la parte norte-oriental del estado de Morelos cubre una cuarta parte del estado. El área de estudio, como se muestra en la figura 2, se encuentra entre los 19° 5' 6.83" Norte y 18° 43' 35.46" Sur (latitud norte); 93° 3' 45.24" Oeste y 98° 38' 1.50" Este (longitud oeste).

Los datos que se reportan en este trabajo van de Agosto del 2005 a Septiembre del 2007.

**Tabla 3. Municipio, altitud, coordenadas geográficas y UTM de cada sistema**

ID	Sistema	Municipio	Altitud msnm	Latitud Norte	Longitud Oeste	UTM Norte Y	UTM Oeste X
R1	Campo nuevo (Gabriel)	Yecapixtla	1474	18° 49' 43.4"	98° 53' 20.4"	2082013	511644
R2	Bordo popo	Yecapixtla	1612	18° 51' 33"	98° 51' 51.4"	2085336	514272
R3	Tehuehue I	Yecapixtla	1624	18° 51' 40.7"	98° 51' 16.7"	2085534	515292
R4	Tehuehue	Yecapixtla	1628	18° 51' 39.3"	98° 51' 11.2"	2085526	515488
R5	Paraiso	Yecapixtla	1680	18° 51' 19.6"	98° 49' 41.3"	2085021	518551
R6	Paraiso I	Yecapixtla	1676	18° 50' 59.8"	98° 49' 29.1"	2084497	518781
R7	El venado	Jonacatepec	1502	18° 44' 13"	98° 49' 08.4"	2071729	519163
R8	El ciruelo	Jonacatepec	1456	18° 44' 33.6"	98° 49' 34.5"	2072349	518409
R9	Barranca onda	Jonacatepec	1436	18° 43' 52.2"	98° 48' 37.8"	2071100	519958
R10	Las pochotes	Jantetelco	1475	18° 43' 41.6"	98° 44' 59.2"	2071016	526396
R11	El pijón	Temoac	1506	18° 44' 52.8"	98° 47' 31.4"	2072861	521817
R12	Popotlán	Temoac	1576	18° 46' 12.6"	98° 45' 53.2"	2075603	524753
R13	Zacualpan	Zacualpan	1627	18° 47' 04.4"	98° 47' 04.4"	2077129	523669
R14	San Andrés	Zacualpan	1667	18° 47' 56.2"	98° 45' 50.9"	2078767	524800
R15	San Andrés I	Zacualpan	1685	18° 47' 59.3"	98° 45' 56.4"	2078844	524636
R16	San Andrés II	Zacualpan	1687	18° 48' 02"	98° 46' 01.9"	2078860	524539
R17	Cerro de la era	Zacualpan	1718	18° 48' 13.2"	98° 45' 12.1"	2079137	526058
R18	Chicomozuelo	Zacualpan	1697	18° 47' 52.6"	98° 44' 46.5"	2078516	526690
R19	El sitio	Zacualpan	1744	18° 49' 00.8"	98° 45' 20"	2080640	525802
R20	P. Vista hermosa	Ocuituco	1826	18° 51' 38.7"	98° 47' 09.4"	2085377	522575
R21	Xalostoc	Ayala	1275	18° 44' 05.3"	98° 54' 52.8"	2071647	509048
R22	Las torres	Ayala	1357	18° 46' 07.8"	98° 52' 58.1"	2075438	512602
R23	Plan 1	Tlayacapan	1644	18° 57' 08.6"	98° 59' 22.6"	2095647	501029
R24	Plan 2	Tlayacapan	1622	18° 57' 10.7"	98° 59' 23.9"	2095724	501026
R25	Plan 3	Tlayacapan	1628	18° 57' 09.3"	98° 59' 30.4"	2095624	500827
R26	Plan 4	Tlayacapan	1656	18° 57' 08.3"	98° 59' 31.5"	2095607	500779
R27	Plan 5	Tlayacapan	1674	18° 57' 5.9"	98° 59' 12"	2095538	501342
R28	3 de Mayo	Tlayacapan	1633	18° 57' 6.2"	98° 59' 3.9"	2094884	502084
R29	Nacatongo	Tlayacapan	1619	18° 57' 06.3"	98° 59' 04.1"	2095538	501596
R30	Cocoyoc-Oaxtepec	Yautepec	1321	18° 53' 25.9"	99° 58' 00.9"	2088782	501708
R31	La Hacienda	Yautepec	1338	18° 52' 48.0"	98° 58' 56.4"	2087381	501744
R32	Peña Flores	Cuautla	1341	18° 51' 41.3"	98° 53' 00.0"	2085388	503073
R33	B. Tepetlixpita	Totolapan	1858	18° 58' 20.9"	98° 55' 22.3"	2097807	508113
R34	B. Las Manzanas	Totolapan	1854	18° 58' 21.8"	98° 54' 09.5"	2097834	510218
R35	La Poza	Ayala	1271	18° 47' 59.5"	98° 59' 31.5"	2078726	500788
R36	Tecajec	Yecapixtla	1598	18° 48' 14.8"	98° 48' 46.6"	2078985	519689
R37	Tezozongo	Temoac	1432	18° 45' 45.7"	98° 49' 43.7"	2076425	520346
R38	Las Tinajas	Cuautla	1322	18° 46' 16.9"	98° 55' 23.9"	2075585	508127
R39	Mariano Escobedo	Zacualpan	1781	18° 49' 03.1"	98° 44' 40.5"	2080745	526921
R40	Zocavones	Temoac	1593	18° 46' 22.8"	98° 46' 04.3"	2075601	524409
R41	Tequisquiác	Temoac	1528	18° 45' 5.6"	98° 45' 57.1"	2073204	524638
R42	J. Cesar Uscanga	Zacualpan	1789	18° 49' 11.6"	98° 44' 55.4"	2080958	526493
R43	Barreto	Zacualpan	1698	18° 47' 55.2"	98° 45' 36.7"	2078350	525201

En la Tabla 3 se muestran todos los sistemas georeferenciados en la parte norte-oriental del estado, en total se registraron 43 de los cuales 10 son sistemas temporales y 33 permanentes a lo largo de todo el año. Las altitudes entre las que se encuentran estos sistemas son 1271 msnm a 1858 msnm.

**Tabla 4. Datos morfométricos de los sistemas estudiados**

ID	Largo máx. (m <sup>2</sup> )	Ancho máx. (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Z (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (Ha)
R1	65.0	52.0	465.20	0.64	32575	0.99
R2	46.0	37.0	217.49	1.16	2260	0.23
R3	43.0	30.0	301.68	1.37	9368	0.23
R4	50.0	47.0	283.70	1.83	4827	0.40
R5	39.3	36.8	777.07	1.5	13874	0.75
R6	26.7	18.8	400.12	2.54	15240	0.28
R7	49.7	46.7	956.15	2.99	168976	4.99
R8	382	265	971.07	2.15	115451	3.12
R9	98.8	49.7	491.50	1.78	7525	0.50
R10	126.0	42.0	1264.64	4.93	159648	1.60
R11	102.0	73.0	526.61	0.81	28120	1.08
R12	458.0	242.0	863.03	4.67	134571	1.85
R13	338.0	158.0	613.92	2.39	56602	1.55
R14	77.4	62.5	694.26	2.58	120943	3.28
R15	96.5	75.2	372.56	2.05	20702	0.85
R16	263.0	164.1	6101.1	1.21	11265	0.61
R17	351.4	262.6	1252.39	3.37	686303	7.71
R18	169.3	118.1	744.54	1.92	97861	2.39
R19	201.4	131.8	557.74	3.28	101807	1.59
R20	251.1	188.9	1020.03	2.66	184366	3.96
R21	124.3	91.9	1293.27	1.75	209512	7.57
R22	156.6	149.4	2488.90	2.63	106864	6.83
R23	410.9	359.4	199.91	1.63	6064	0.30
R24	209.4	157.2	121.41	3.08	4265	0.11
R25	270.7	188.9	126.71	1.20	2486	0.10
R26	140.6	115.7	136.78	1.71	2259	0.13
R27	127.1	81.1	123.08	2.92	2920	0.10
R28	185.5	149.6	72.21	2.47	615	0.03
R29	270.7	127.5	153.15	2.61	6626	0.16
R30	72.0	52.1	695.73	1.21	110915	2.45
R31	167.4	153.5	983.81	1.15	96127	5.92
R32	186.5	186.5	534.44	0.65	29294	1.59
R33	391.3	336.9	215.09	1.95	9521	0.32
R34	273.8	250.7	284.39	1.85	13455	0.60
R35	273.5	82.2	585.05	1.33	88558	1.55
R36	187.1	60.5	170.04	0.60	713	0.16
R37	89.7	39.3	220.92	1.3	2005	0.29
R38	132.5	83.0	790.23	2.02	113427	2.60
R39	40.0	33.0	231.71	1.77	5965	0.30
R40	77.2	54.3	501.26	6	221679	1.28
R41	127	97	386.46	2.17	14154	0.64
R42	104	94	304.94	2	13379	0.65
R43	315	117	811.74	11.5	471668	3.16

## RESULTADOS

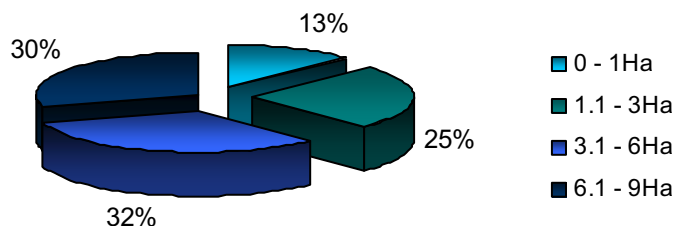
En la Tabla 4 se enlistan las profundidades, volúmenes y áreas de los 43 sistemas, los sistemas menos profundos fueron Campo nuevo y Bordo Popo con 0.3 m en época de secas, al igual que en época de lluvias con 1.0 m, el sistema más profundo es la Presa Zocavones con 22 m. Cerro de la Era es el cuerpo de agua de mayor tamaño con 7.71Ha y 686 303 m<sup>3</sup>, 3 de Mayo el de menor área con 0.03 Ha y 615 m<sup>3</sup>. El área total inundada en la zona de estudio fue de 739756,991 m<sup>2</sup>.

En la tabla 5 se muestran las categorías en la que se clasificaron los sistemas de acuerdo al área cubierta, así como el número de sistemas por categoría y el área total cubierta. La categoría de cero a 1 hectarea tuvo 24 sistemas y en total estos sistemas cubrieron un área de 9,8Ha, en la categoría de 1.1 - 3Ha se reportaron 10 sistemas los cuales cubrieron 18,45Ha, con 6 sistemas la categoría de 3.1 - 6Ha cubrió 24,43Ha siendo la categoría que mas área cubrió y por último la categoría de 6.1 - 9Ha tuvo el menor numero de representantes con tres y cubrió un total de 22,12Ha.

**Tabla 5. Número de sistemas por categoría y área total cubierta**

Categoría	No. de sistemas	Área Total cubierta (Ha)
0 - 1Ha	24	9,8
1.1 - 3Ha	10	18,45
3.1 - 6Ha	6	24,43
6.1 - 9Ha	3	22,12
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>74,8</b>

Los cuerpos de agua se clasificaron de acuerdo su área, de aquí salieron 4 categorías de las cuales la de 3,1 a 6 Ha tuvo el 32% del área, la de 6.1 a 9 Ha cubrió el 30%, la categoría de 1.1 a 3 Ha abarcó el 25% y la de 0 a 1 Ha cubrió el 13% del área total cubierta por el total de los sistemas (Figura 2).



**Figura 2. Porcentaje de área total cubierta (Ha) por los sistemas en categorías**

En la gráfica inferior se muestra en porcentaje el área total cubierta por los cuerpos de agua en los municipios correspondientes, se observa que el municipio que mas superficie inundada tiene es Zacualpan el cual muestra el 0.45% de su área cubierta, le sigue Temoac con el 0.15% y Jonacatepec con el 0.10%, Yautepec, Cuautla, Ayala y Ocuituco presentan el 0.05% de su territorio inundado, Jantetelco, Tlayacapan, y Yecapixtla presentaron una superficie inundada del 0.025% aproximadamente y por último Totolapan es el que menos área inundada presenta puesto que presenta menos del 0.020% de su territorio (Figuras 3 y 4).

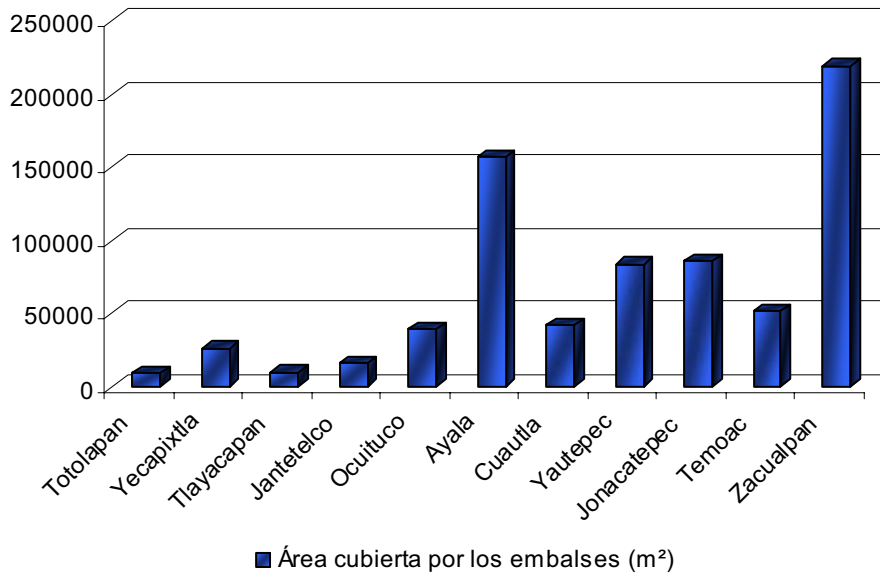


Figura 3. Porcentaje del área cubierta por los sistemas en cada municipio

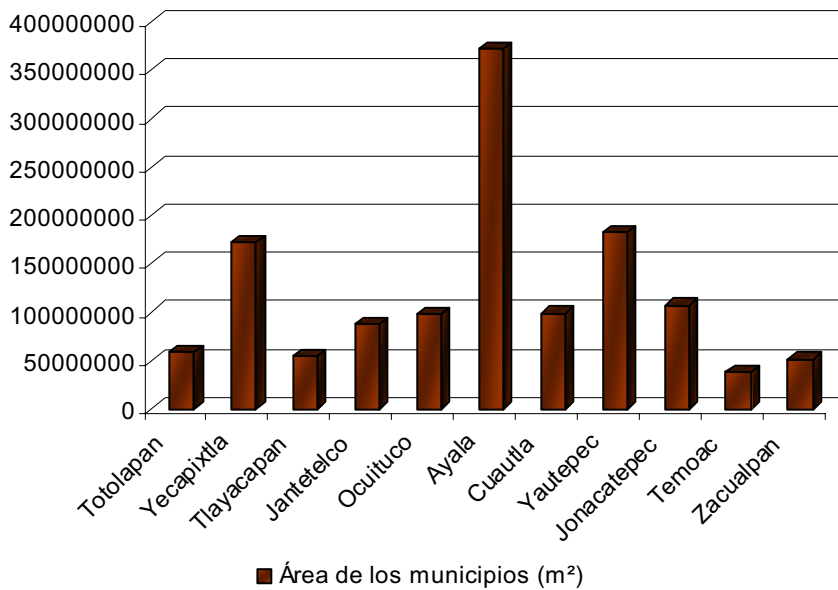


Figura 4. Área de cada Municipio

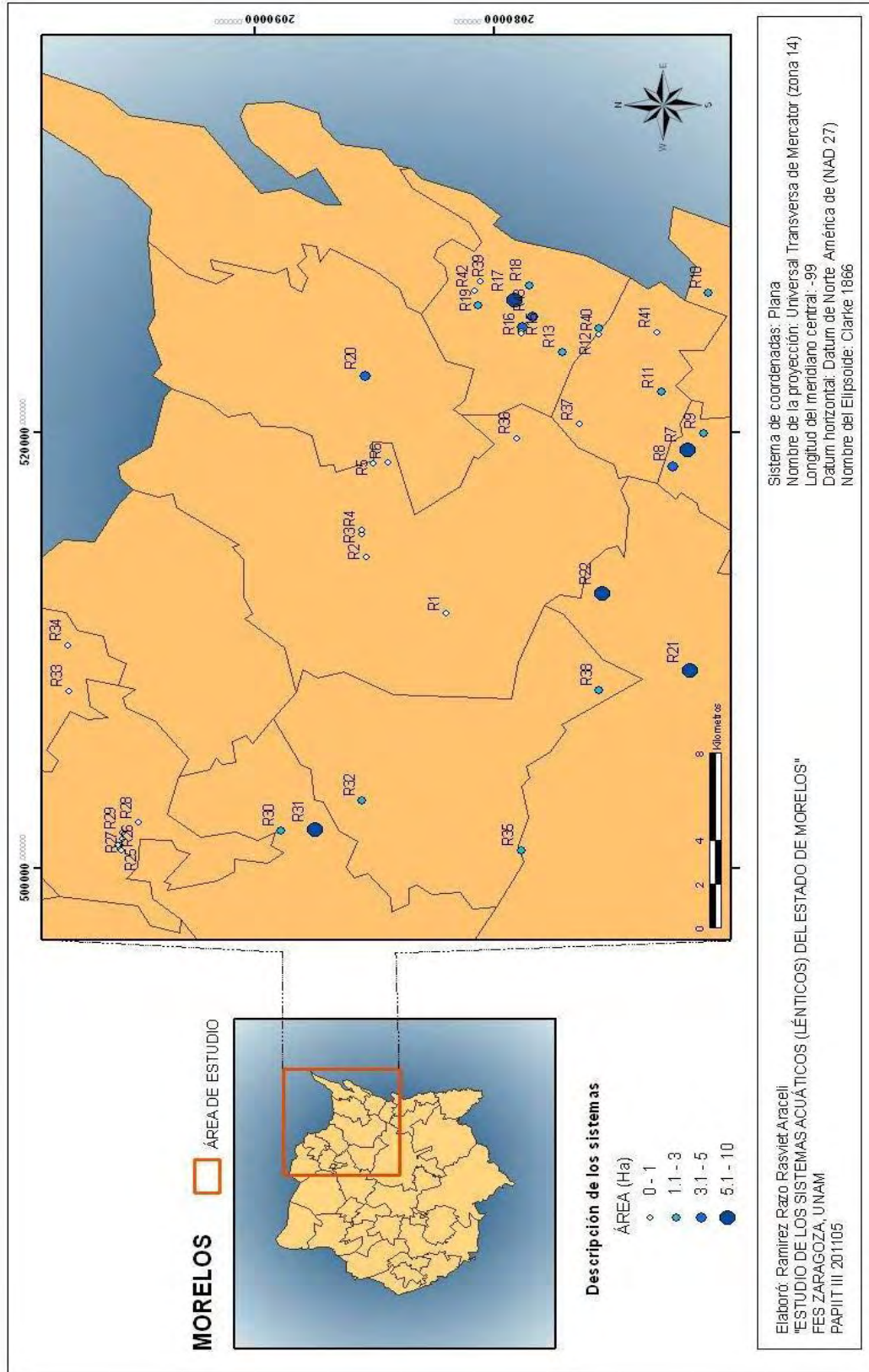


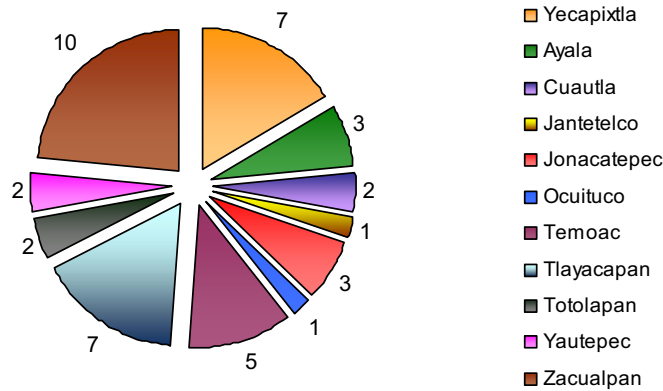
Figura 5. Mapa de la distribución de los embalses

El mapa que se muestra en la figura 5 presenta la distribución de los 43 embalses registrados en el área de estudio ubicada en la parte noreste del estado de Morelos. Se muestran simbolizados de acuerdo al área calculada del sistema.

**Tabla 6. Sistemas permanentes y temporales**

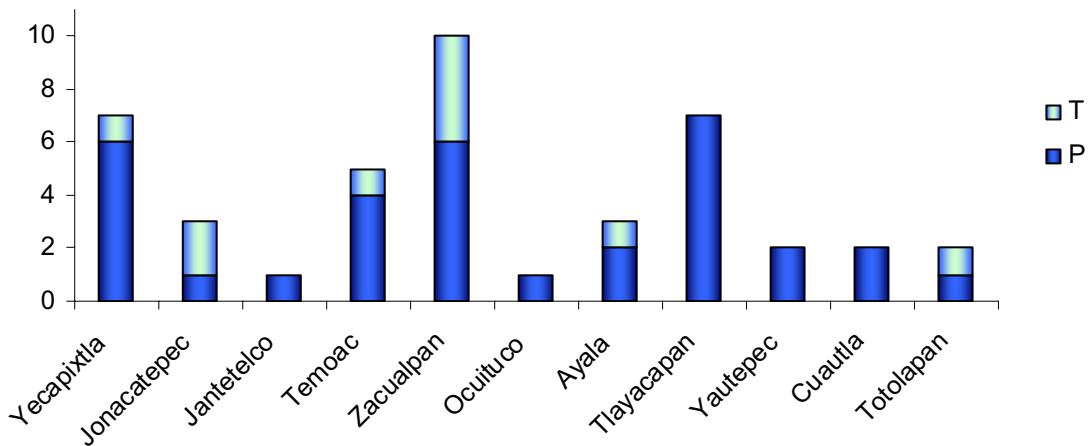
ID	Permanentes	ID	Temporales
R1	Campo nuevo (Gabriel)	R7	El venado
R2	Bordo popo	R8	El ciruelo
R3	Tehuehue I	R15	San Andrés I
R4	Tehuehue	R16	San Andrés II
R5	Paraíso	R19	El sitio
R6	Paraíso I	R33	B. Tepetlixpita
R9	Barranca honda	R35	La Poza
R10	Las pochotes	R36	Tecajec
R11	El pijón	R37	Tezozongo
R12	Popotlán	R42	J. Cesar Uscanga
R13	Zacoalpan		
R14	San Andrés		
R17	Cerro de la era		
R18	Chicomozuelo		
R20	Presa vista hermosa		
R21	Xalostoc		
R22	Las torres		
R23	Plan 1		
R24	Plan 2		
R25	Plan 3		
R26	Plan 4		
R27	Plan 5		
R28	3 de Mayo		
R29	Nacatongo		
R30	Cocoyoc-Oaxtepec		
R31	La Hacienda		
R32	Peña Flores		
R34	B. Las Manzanas		
R38	Las Tinajas		
R39	J. Mariano Escobedo		
R40	Socavones		
R41	Tequisquiac		
R43	Barreto		

Como se muestra en la figura 6, el municipio con mayor número de sistemas es Zacualpan con un total de 10 seguido de los municipios de Yecapixtla y Tlayacapan con 7 sistemas cada uno, Temoac con 5 y los municipios restantes tienen de 1 a 3 sistemas.



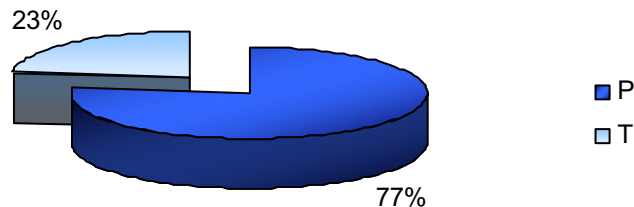
**Figura 6. Número de sistemas por municipio**

El municipio con mayor número de sistemas temporales reportados es Zacualpan con un total 4 seguido de Jonacatepec con 2, los municipios de Jantetelco, Ocuituco, Tlayacapan, Yautepec y Cuautla, no tienen sistemas temporales. Tlayacapan con 7 sistemas permanentes, fue el municipio con mayor número en esta categoría, seguido de Yecapixtla y Zacualpan con 6, Temoac presentó 4, Ayala, Yautepec y Cuautla 2 sistemas y por último Jantetelco, Ocuituco y Totolapan con un solo sistema permanente (Figura 7).



**Figura 7. Número de sistemas temporales y permanentes por municipio**

Como se observa en la figura 8, el porcentaje de sistemas permanentes es casi tres cuartas partes mayor que los sistemas temporales, teniendo así 33 sistemas permanentes y 10 temporales, esto significa que el 77% del recurso acuático está presente durante todo el año y el 10% solo durante la época de lluvias.



**Figura 8. Porcentaje de sistemas temporales y permanentes**



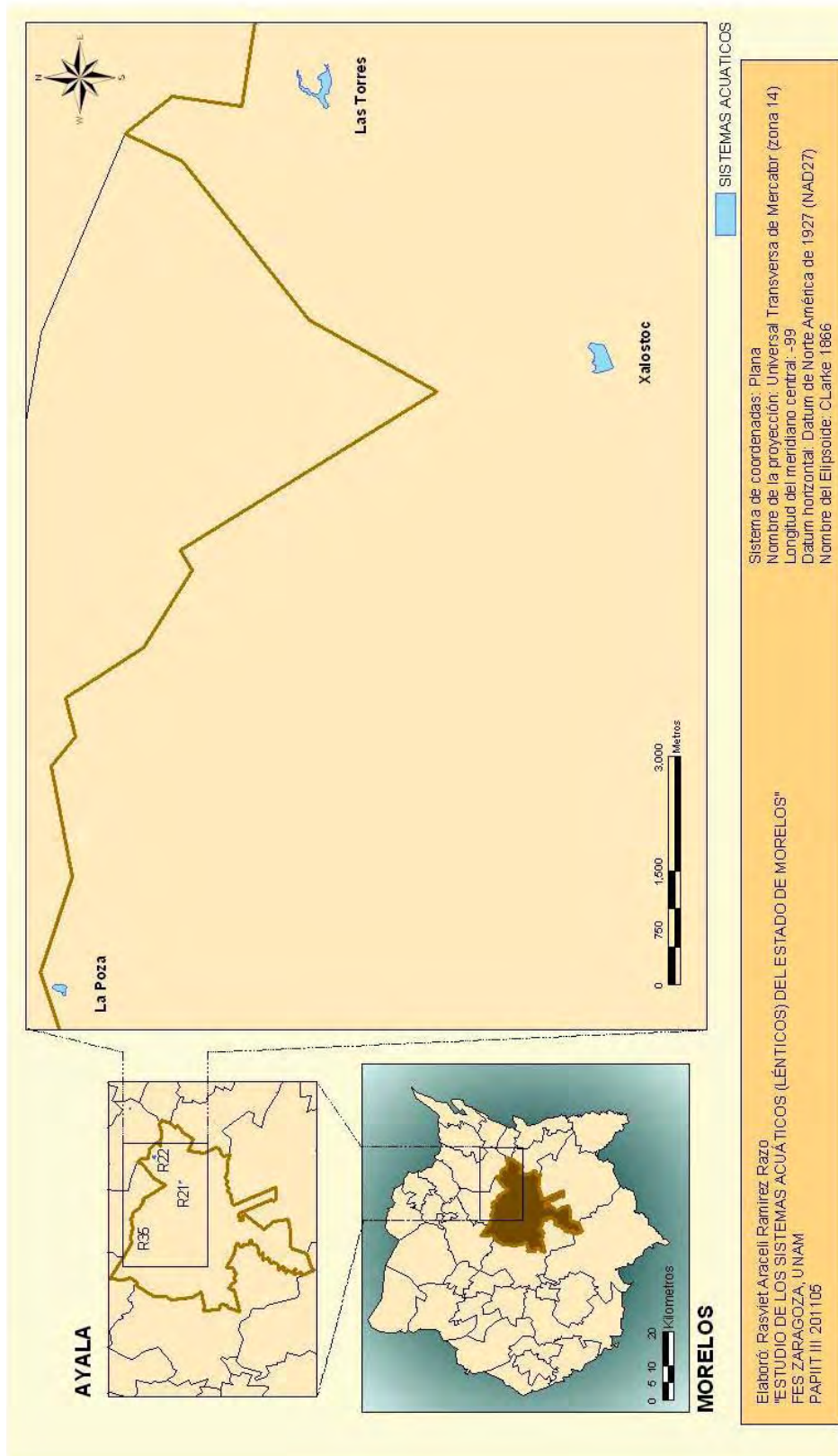


Figura 9. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Ayala

**Sistema: La Poza (R35), temporal**



**Figura 10. La Poza, Julio 2006**

La Poza es un sistema temporal, tiene un área aproximada de 12946.0 m<sup>2</sup> y un volumen de 88558 m<sup>3</sup> (Figura 10), en época de lluvias llega a tener hasta 1.25 m de profundidad (Tabla 7), lo que lo hace un sistema de mediana profundidad, por su valor de pH se considera altamente alcalino, con una oxigenación moderada y aguas duras.

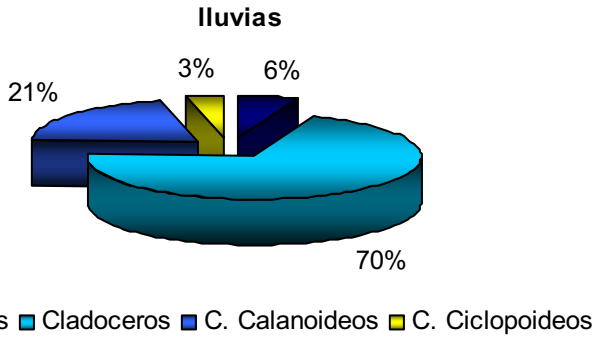
**Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos, nutrientes y clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	26.4
Temperatura ambiente (°C)	-	22.1
Hora de la toma	-	09:43
Profundidad (m)	-	1.25
Transparencia (m)	-	0.25
pH	-	8.55
Conductividad (µS/cm)	-	649
Clorofila "a" (µg/L)	-	0
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	5.3
Alcalinidad total (mg/L)	-	105
Dureza total (mg/L)	-	210.21
Nitratos (mg/L)	-	0.082
Nitritos (mg/L)	-	0.0024
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.685
Fósforo total (mg/L)	-	1.325
Sulfatos (mg/L)	-	-
Amonio (mg/L)	-	0.182
Silicatos (mg/L)	-	34.094

Este sistema presenta una buena productividad, a pesar de no haberse registrado clorofila "a", de acuerdo a los valores de transparencia y fósforo total se puede establecer que es un sistema hipereutrófico (Tabla 8).

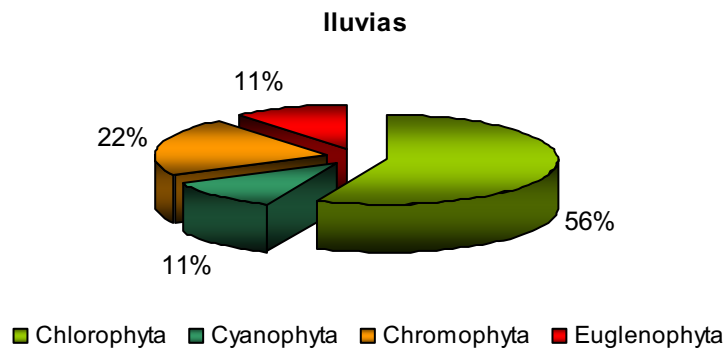
**Tabla 8. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	146.34	0	107.81	127.08	Hipereutrófico



**Figura 11. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema La Poza en época de Iluvias**

Este sistema solo muestra una época de muestreo ya que es temporal, el comportamiento del zooplancton se muestra en la figura 11, el grupo dominante fue el de los Cladoceros con el 70%, seguido de los Copepodos calanoideos con 21%, en tercer lugar los rotíferos con 6% y por último los Copepodos ciclopoideos con el 3%.



**Figura 11. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema La Poza en época de Iluvias**

En la composición del fitoplancton se vio como resultado la identificación de cuatro divisiones: la Clorophyta fue la más abundante con el 56%, en segundo lugar la Crhomophyta abarcaron el 22% y por último las divisiones Euglenophyta y Cyanophyta representaron el 11% cada una del total (figura 12).

**Sistema: Las Torres (R22), permanente**



**Figura 13. Las Torres, Junio 2006**

Las Torres es un sistema con un volumen aproximado de 106864 m<sup>3</sup> y un área de 68522.9 m<sup>2</sup> (Figura 13), tiene 6 m de profundidad en época de lluvias lo que lo hace un sistema con buena profundidad ya que está muy por encima del promedio, sus aguas son fuertemente alcalinas, con buena concentración de oxígeno disuelto y muy duras (Tabla 9).

**Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos y clorofila "a"**

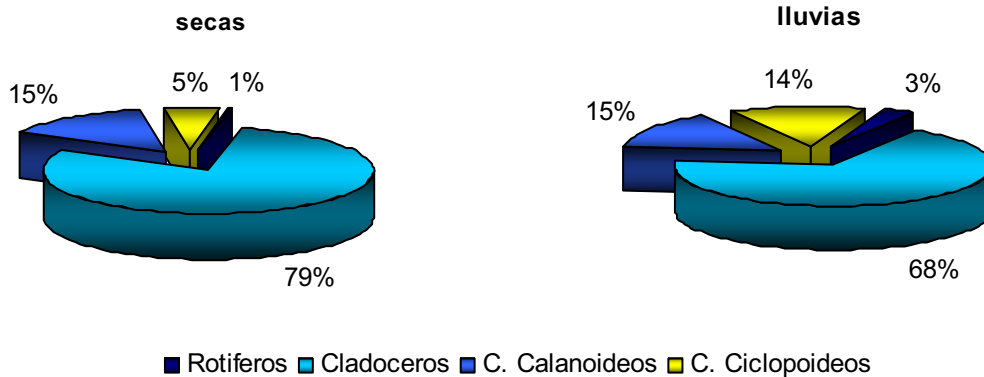
<b>Parámetros</b>	<b>secas</b>	<b>lluvias</b>
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	29.5	28
Temperatura ambiente (°C)	32.5	25
Hora de la toma	14:00	09:37
Profundidad (m)	3	6
Transparencia (m)	17.5	7.5
pH	9.22	8.64
Conductividad (µS/cm)	513	1551
Clorofila "a" (µg/L)	32.4227	24.0440
Oxígeno disuelto (mg/L)	11.74	5.51
Alcalinidad total (mg/L)	92	29.5
Dureza total (mg/L)	85.08	1001
Nitratos (mg/L)	0.1212	0.3077
Nitritos (mg/L)	0.0016	0.0019
Ortofosfatos (mg/L)	0.0025	0.0631
Fósforo total (mg/L)	0.2465	0.6437
Sulfatos (mg/L)	64.1816	74.8019
Amonio (mg/L)	0.2951	0.3689
Silicatos (mg/L)	24.5319	39.5088

La clasificación trófica del sistema lo marca como eutrófico-hipereutrófico (Tabla 10) en ambas épocas esto hace que sea un sistema altamente productivo todo el año.

**Tabla 10. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

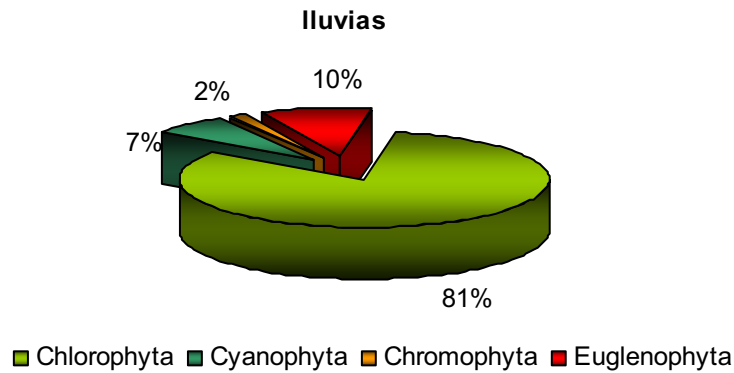
<b>Época</b>	<b>IET Transparencia</b>	<b>IET Clorofila a</b>	<b>IET Fósforo Total</b>	<b>Promedio IET</b>	<b>Clasificación</b>
Secas	85.12	64.73	83.57	77.8	eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	97.33	61.79	97.41	85.51	eutrófico- hipereutrófico

El grupo de zooplancton dominante en este sistema para ambas épocas fue el de los Cladoceros con el 79% en secas y 68% en lluvias, en segundo lugar los Copepodos cladoceros en ambas épocas con 15%, seguido de los Copepodos Ciclopoideos con 5 y 14% en seca y lluvias respectivamente y por último los rotíferos (Figura 14).



**Figura 14. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Torres en ambas épocas**

En la figura 14 se observa el comportamiento del fitoplancton en época de lluvias en este sistema, la división que mas abundancia reportó fue Chlorophyta con el 80%, le siguió la Euglenophyta con 10%, después la Cyanophyta con el 7% y por último la Crhomophyta con el 2% del total (Figura 15).



**Figura 15. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Torres**

**Sistema: Xalostoc (R21), permanente**



**Figura 16. Xalostoc, Septiembre 2006**

Xalostoc presenta un volumen aproximado de 209512 m<sup>3</sup> con un área de 75552.8 m<sup>2</sup> (Figura 16), este sistema tiene en época de lluvias una buena profundidad con 5 m, el pH en promedio lo hace un sistema ligeramente alcalino, con muy buena oxigenación y de aguas muy duras, en cuanto a algunos nutrientes, sus valores están muy por debajo del límite permisible (Tabla 11).

**Tabla 11. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	secas	lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	24.2	24.4
Temperatura ambiente (°C)	26.2	26
Hora de la toma	09:50	10:06
Profundidad (m)	5	4
Transparencia (m)	0.3	42
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.668	10.74
Alcalinidad total (mg/L)	51.5	49.0
Dureza total (mg/L)	750.8	734.23
pH	6.45	8.85
Conductividad (µS/cm)	1281	1996
Nitratos (mg/L)	0.102	0.0609
Nitritos (mg/L)	0.0042	0.0004
Amonio (mg/L)	0.475	0.5179
Ortofosfatos (mg/L)	0.8480	0.3751
Fósforo total (mg/L)	1.1809	0.8518
Silicatos (mg/L)	1.4904	8.1724
Sulfatos (mg/L)	12.3513	32.4180
Clorofila “a” (µg/L)	20.7780	80.4960

Este sistema presenta una muy buena productividad a lo largo de todo el año (Tabla 12), lo que lo hace un sistema apto para el cultivo de peces.

**Tabla 12. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
secas	78.60	60.36	106.16	81.71	eutrófico- hipereutrófico
lluvias	72.50	73.65	101.45	82.53	hipereutrófico



En este sistema el comportamiento del zooplancton fue muy variado (Figura 17), en época de secas el grupo dominante fue el de Rotíferos con el 58%, mientras que en lluvias fue el penúltimo con el 1%, en secas los Cladoceros en el segundo lugar con 21% y en lluvias con 2%, los Copepodos Ciclopoideos en tercer lugar con 16% en secas y último en lluvias con el 0% y el grupo dominante en lluvias fue el de Copepodos Calanoideos con el 97%.

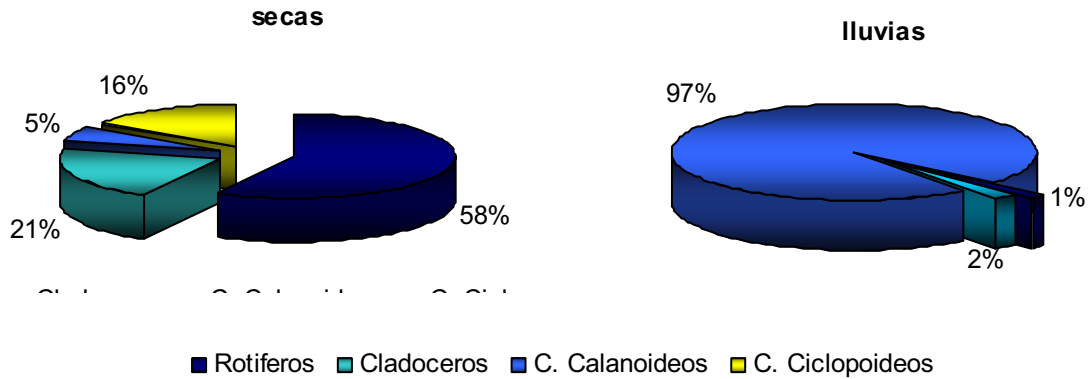


Figura 17. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Xalostoc en ambas épocas

El comportamiento del fitoplancton en Xalostoc se observa en la Figura 18, ahí se observa que la división Chlorophyta pasó de ser la dominante en secas a ser el segundo lugar en lluvias, disminuyó del 55 al 27%, la Cyanophyta aumentaron hacia la época de lluvias, pasó del 16 al 65% de una época a otra, la Euglenophyta también disminuyeron hacia la época de lluvias, éstas en secas representaron el 19% y para la siguiente temporada bajaron al 3% y por último la Crhomophyta pasó del 10% en época de secas al 5% en lluvias.

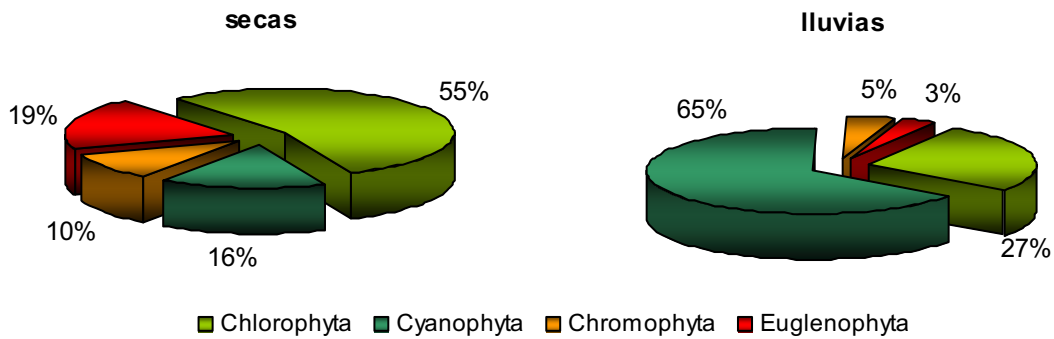


Figura 18. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Xalostoc en ambas épocas

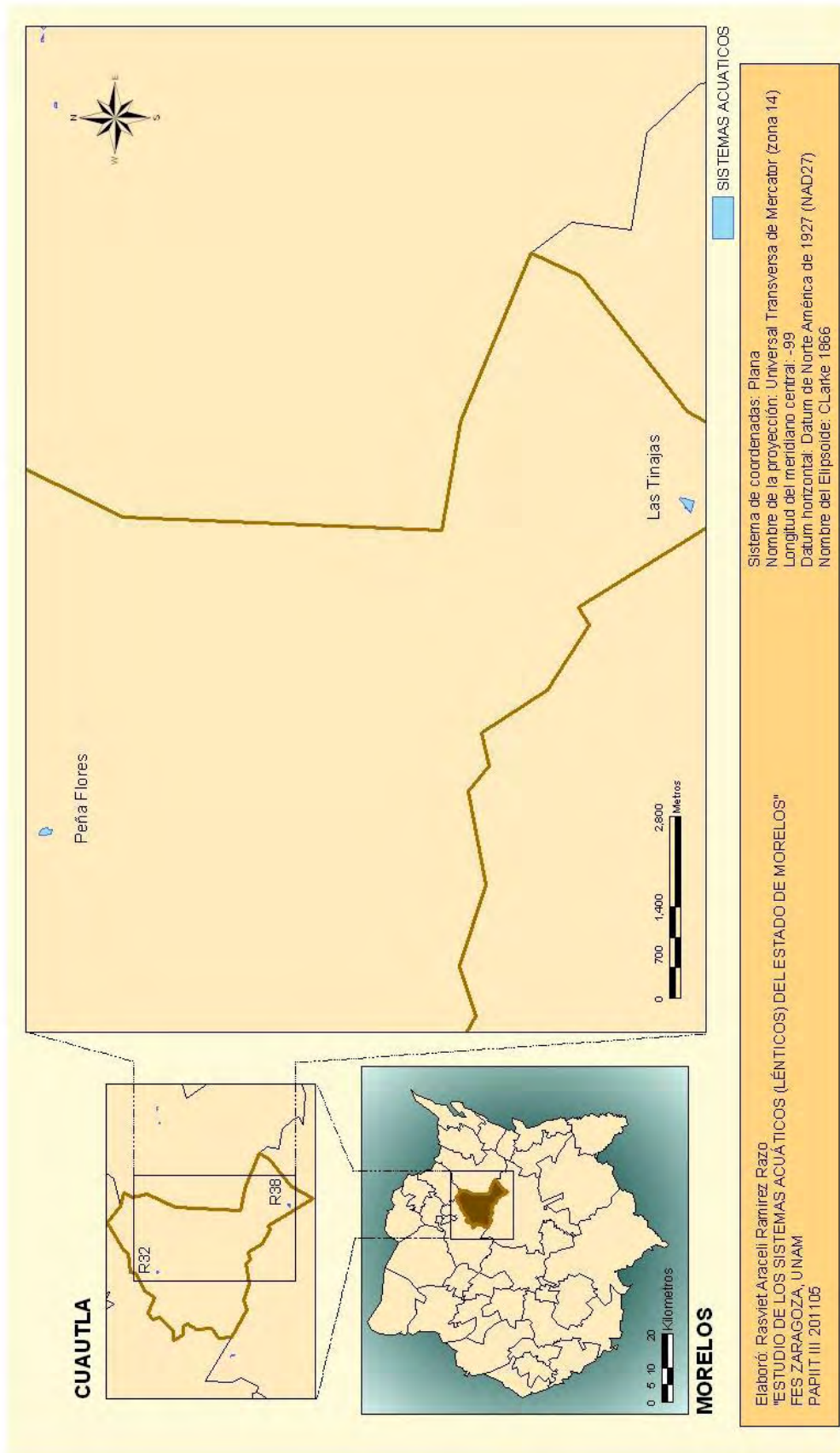


Figura 19. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Cuautla



**Sistema: Peña Flores (R32), permanente****Figura 20. Peña Flores, Febrero 2006**

El cuerpo de agua Peña Flores tiene un volumen aproximado de 29294 m<sup>3</sup> y un área de 15915.1 m<sup>2</sup> (Figura 20) es uno de los más someros, en ambas épocas presentó una profundidad promedio de 0.65 m, el pH en promedio es ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto es alta y su agua es dura, los valores de los nutrimentos se encuentran por debajo del límite permisible (Tabla 13).

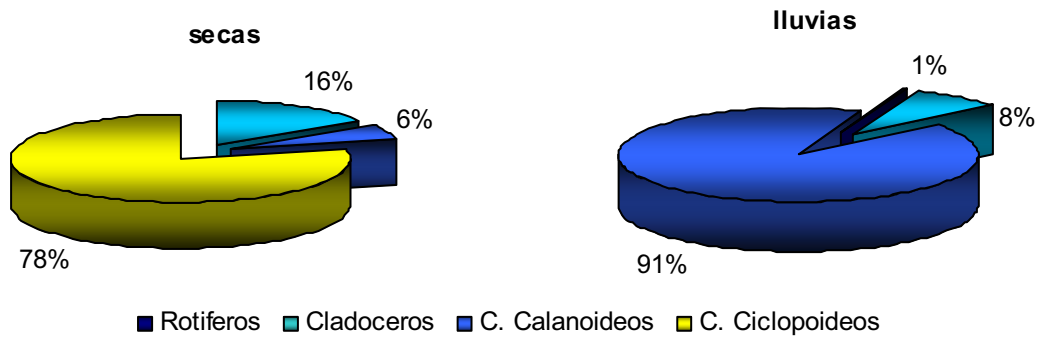
**Tabla 13. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	25.6	26.9
Temperatura ambiente (°C)	31.4	30.5
Hora de la toma	17:25	15:02
Profundidad (m)	0.65	1.4
Transparencia (m)	0.17	0.22
pH	8.05	7.21
Conductividad (µS/cm)	1056	348
Clorofila "a" (µg/L)	21.9320	32.8420
Oxígeno disuelto (mg/L)	11.9296	14.7256
Alcalinidad total (mg/L)	24	58
Dureza total (mg/L)	155.155	140.14
Nitratos (mg/L)	0.0746	0.0378
Nitritos (mg/L)	0.0002	0.0014
Ortofosfatos (mg/L)	0.1538	0.0069
Fósforo total (mg/L)	0.1122	0.3165
Sulfatos (mg/L)	46.1959	32.2164
Amonio (mg/L)	0.4918	0.2361
Silicatos (mg/L)	19.5396	102.6425

De acuerdo al IET (Tabla 14), el sistema Peña Flores se clasifica como eutrófico-hipereutrófico, lo que lo hace un sistema muy productivo todo el año.

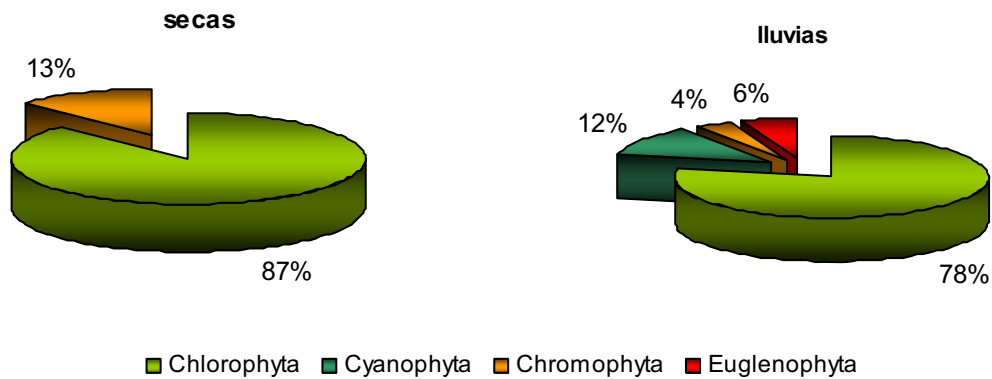
**Tabla 14. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	85.12	60.89	72.22	72.74	eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	81.49	64.85	87.17	77.84	eutrófico- hipereutrófico



**Figura 21. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Peña Flores**

En la figura 21 se muestran los porcentajes que representan a cada grupo de zooplancton reportado en el sistema Peña Flores, como se observa, los de mayor frecuencia son los copépodos Ciclopoideos con el 78% en época de secas y los Copépodos Calanoideos en lluvias con el 91%, le siguen los Cladóceros con el 16% en secas y los Cladóceros con el 8% en lluvias, en tercer lugar en época de secas los Copépodos Calanoideos con 6% y en lluvias el grupo de los rotíferos con el 1%, por último con el 0% los rotíferos en época de secas y los Copépodos Ciclopoideos en lluvias.



**Figura 22. Porcentaje de organismos de fitoplancton en Peña Flores**

En época de secas solo se encontraron dos grupos el de Chlorophyta (Figura 22), en este sistema el grupo dominante en ambas épocas fue el de las Clorofilas con el 87% en secas y el 78% en lluvias, en segundo con 13% las Crhomophyta Cyanophyta en lluvias, seguido de las Euglenophyta con 6% y Cormofita con 4%.

**Sistema: Las Tinajas (R38), permanente****Figura 23. Las Tinajas, Octubre 2006**

El sistema Las Tinajas (Figura 23) presenta un volumen aproximado de 113427 m<sup>3</sup> y un área de 26031.5 m<sup>2</sup> (Tabla 15), es de mediana profundidad con 2 m en época de lluvias, es fuertemente alcalino con 8.73 de pH, tiene una muy buena oxigenación, es de aguas duras y no rebasa los límites permisibles de calidad.

**Tabla 15. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	25.1
Temperatura ambiente (°C)		22.3
Hora de la toma		09:15
Profundidad (m)	-	2
Transparencia (m)	-	0.35
pH	-	8.73
Conductividad (µS/cm)	-	319
Clorofila "a" (µg/L)	-	30.41
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	6.56
Alcalinidad total (mg/L)	-	20
Dureza total (mg/L)	-	170.17
Nitratos (mg/L)	-	0.132
Nitritos (mg/L)	-	0.0012
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.2276
Fósforo total (mg/L)	-	0.233
Sulfatos (mg/L)	-	24.90
Amonio (mg/L)	-	0.1328
Silicatos (mg/L)	-	34.67

Este sistema solo se muestro en época de lluvias y de acuerdo al IET se clasifica como hipereutrófico, lo que demuestra que es un sistema de buena productividad (Tabla 16).

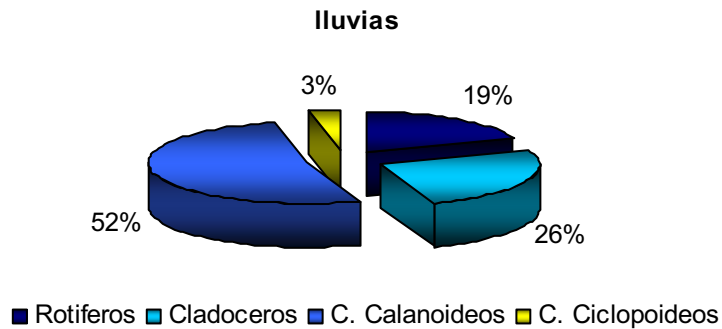
**Tabla 16. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	75.13	64.10	82.77	74	Hipereutrófico

## RESULTADOS

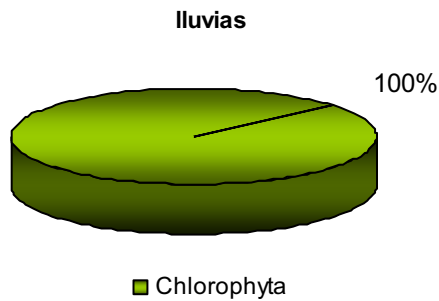
---

La composición del zooplancton muestra que el grupo dominante en éste periodo fueron los Copépodos Calanoideos con el 53%, en segundo el de los Cladoceros con el 26%, seguido del los Rotíferos con el 19% y por último los Copépodos Ciclopoideos con el 3% del total (Figura 24).



**Figura 24. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Tinajas en época de lluvias**

Con respecto al fitoplancton, en esta muestra solo se encontraron organismos de la división Clorofita, teniendo así el 100% en esta época (Figura 25).



**Figura 25. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Tinajas**

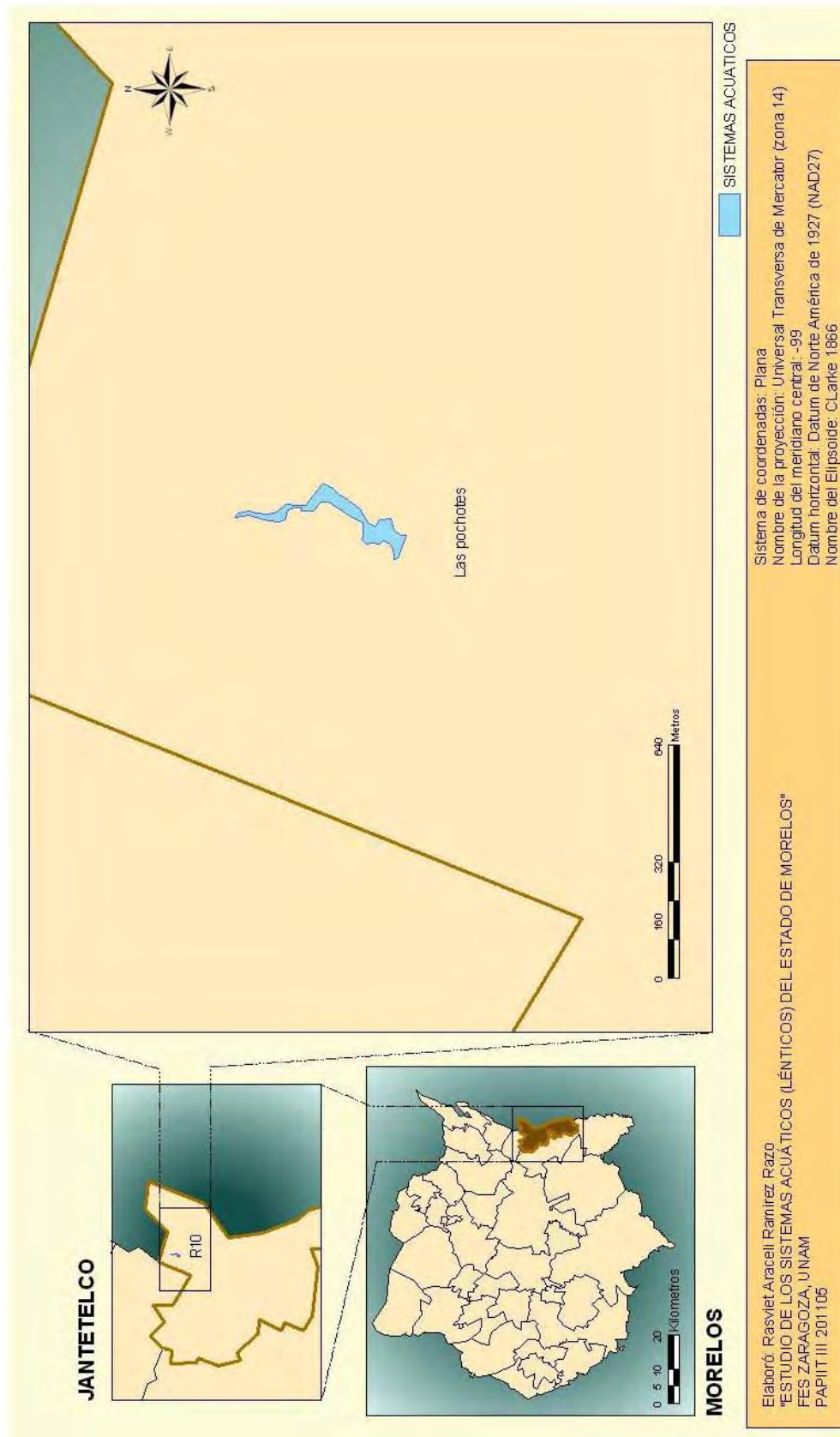


Figura 26. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Jantetelco

**Sistema: Los Pochotes (R10), permanente**



**Figura 27. Los Pochotes, Noviembre 2006**

Los Pochotes es el único sistema localizado en el municipio Jantetelco, tiene un volumen aproximado de 159 648 m<sup>3</sup> con un área de 15 964.8 m<sup>2</sup> (Figura 27), es uno de los cuerpos de agua más profundos con 8.8 m como máxima, tiene un pH ligeramente alcalino, el oxígeno disuelto tiene baja concentración, es de aguas duras y en general está dentro de los límites permisibles de calidad del agua (Tabla 17).

**Tabla 17. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

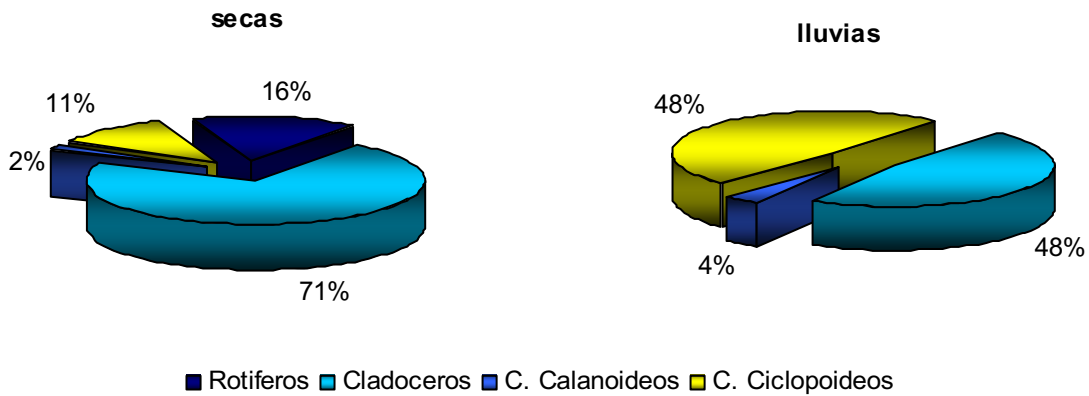
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	22.2	20
Temperatura ambiente (°C)	25.5	21.1
Hora de la toma	11:06	11:23
Profundidad (m)	7	8.8
Transparencia (m)	0.57	0.55
pH	8.03	7.68
Conductividad (µS/cm)	690	320
Clorofila "a" (µg/L)	25.34	23.426
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.17	4.47
Alcalinidad total (mg/L)	12	15
Dureza total (mg/L)	155.155	100.100
Nitratos (mg/L)	0.2501	0.0269
Nitritos (mg/L)	0.002	0.0004
Ortofosfatos (mg/L)	0.0240	0.0202
Fósforo total (mg/L)	0.2560	0.1103
Sulfatos (mg/L)	25.964	17.4116
Amonio (mg/L)	0.5557	0.7869
Silicatos (mg/L)	16.6978	24.6855

Los Pochotes es un sistema de buena productividad ya que de acuerdo al IET se clasifica como hipereutrófico (Tabla 18).

**Tabla 18. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

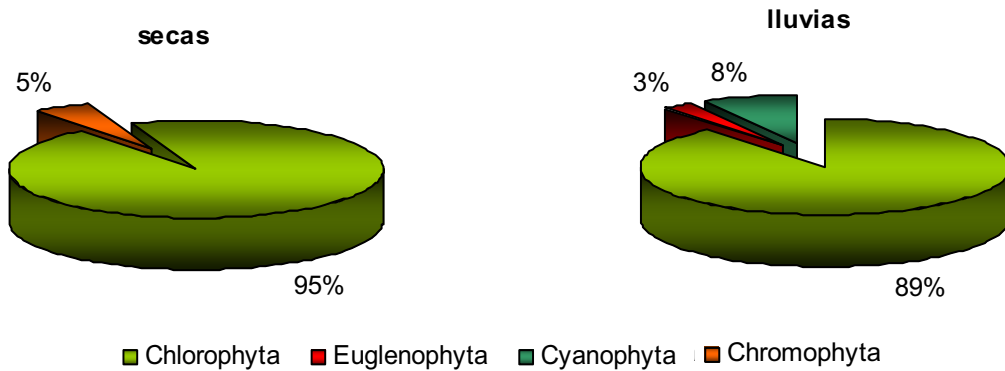
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	68.10	62.31	84.11	71.51	hipereutrófico
Lluvias	134.98	61.54	71.97	89.50	hipereutrófico

En este sistema el zooplancton se presentó con una dominancia del grupo de los cladoceros en ambas épocas, en lluvias este grupo domina junto con el de los copépodos Ciclopoideos empatando con el 48%, los Rotíferos son el segundo grupo en época de secas con el 16%, en tercero los Copépodos Ciclopoideos con 11% y los Copépodos Calanoideos con 4% en lluvias, por último los Rotíferos en lluvias y Copépodos Calanoideos en secas (Figura 28).



**Figura 28. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Los Pochotes en ambas épocas**

El fitoplancton en este sistema se mantuvo dominado por el grupo de las Clorofilas, en época de secas abarcó el 95% y en lluvias 89%, el segundo grupo encontrado en época de secas es Cormofita con 5%, en lluvias se encontraron tres grupos, de los cuales en segundo lugar está la Cianofita con 8% y por último la Euglenofita con el 3% (Figura 29).



**Figura 29. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Los Pochotes ambas épocas**



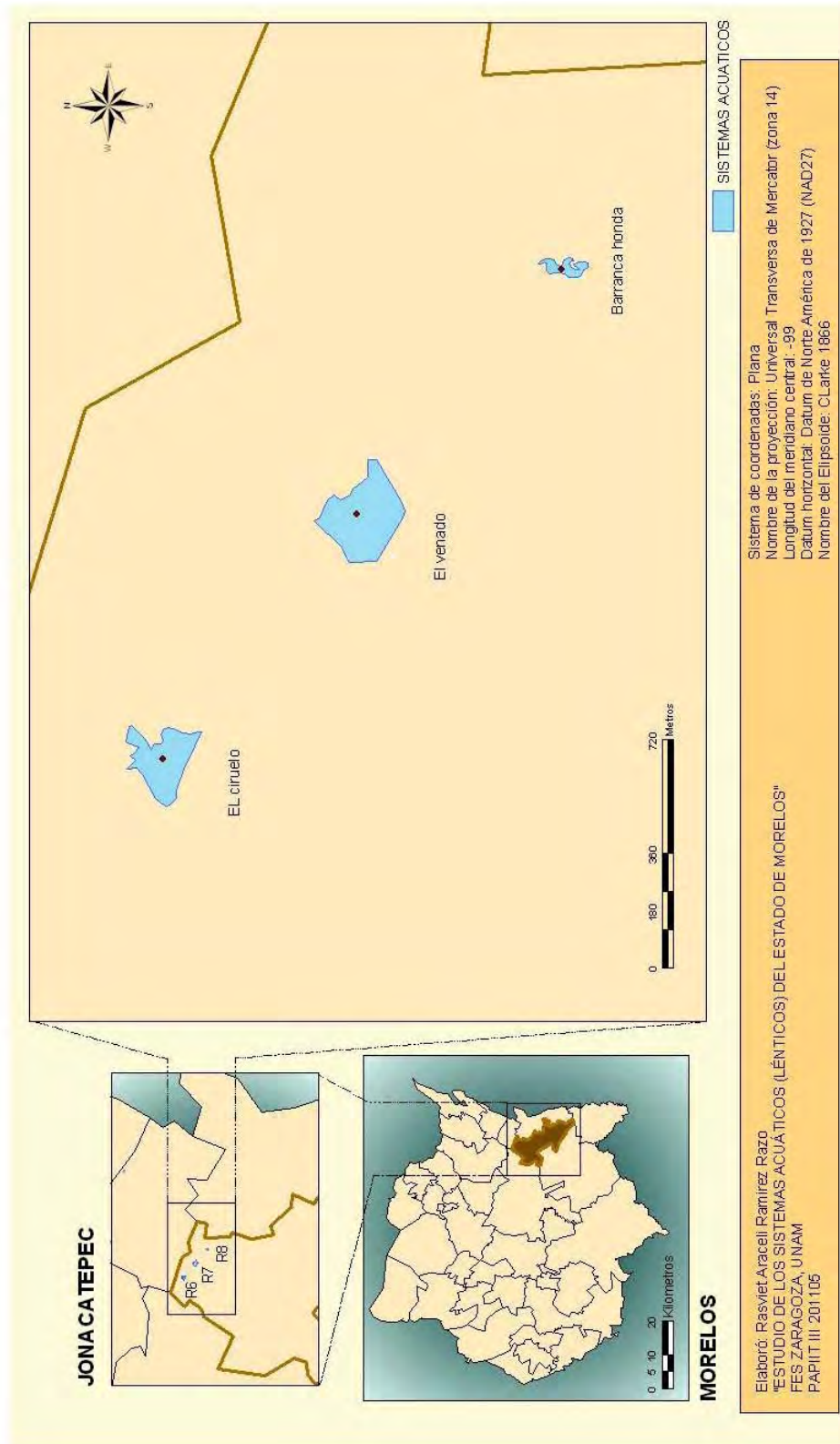


Figura 30. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Jonacatepec



**Sistema: El Venado (R7), temporal****Figura 31. El Venado, Agosto 2007**

El venado es un sistema temporal con un volumen aproximado de 168 976 m<sup>3</sup> y tiene un área de 49 809.8 m<sup>2</sup>, es de poca profundidad (Figura 31), en época de lluvias cuenta con 1.5 m, el pH es neutro, la concentración de oxígeno disuelto es buena, de acuerdo a los valores de dureza, se clasifican como aguas suaves (Tabla 19).

**Tabla 19. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	22.3
Temperatura ambiente (°C)	-	22.7
Hora de la toma	-	13:40
Profundidad (m)	-	1.5
Transparencia (m)	-	0.05
pH	-	6.97
Conductividad (μS/cm)	-	810
Clorofila "a" (μg/L)	-	18.36
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	6.52
Alcalinidad total (mg/L)	-	15
Dureza total (mg/L)	-	60.1
Nitratos (mg/L)	-	0.1706
Nitritos (mg/L)	-	0.0139
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.1349
Fósforo total (mg/L)	-	0.2219
Sulfatos (mg/L)	-	67.23
Amonio (mg/L)	-	0.393
Silicatos (mg/L)	-	36.59

Este sistema es clasificado como hipereutrófico, por lo cual se considera como productivo aun siendo temporal (Tabla 20).

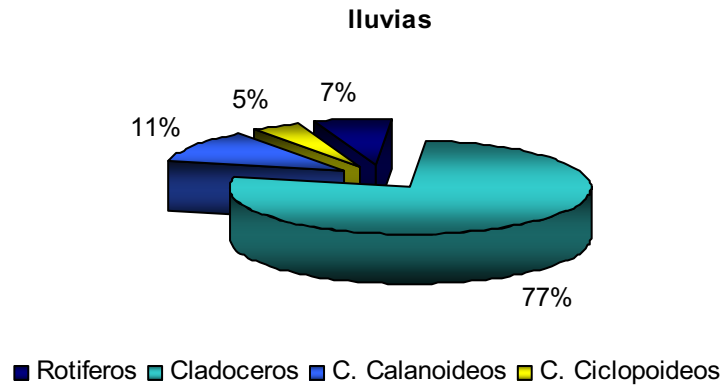
**Tabla 20 Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	103.17	59.15	82.05	80.46	hipereutrófico

## RESULTADOS

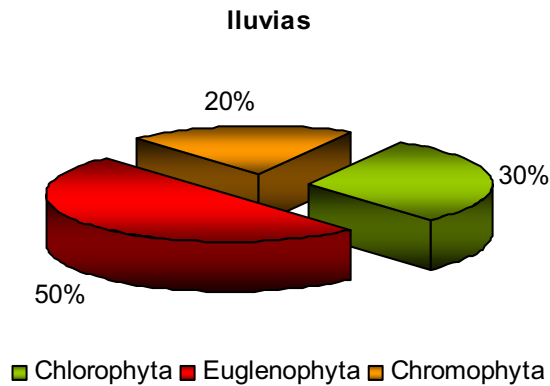
---

De acuerdo al zooplancton en este cuerpo de agua se observa que el grupo dominante es el de Cladoceros con el 77%, seguido del de Copépodos Calanoideos con 11%, el tercer grupo es el de Rotíferos con un 7% y por último los Copépodos Ciclopoideos con el 5% del total (Figura 32).



**Figura 32. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Venado**

En este sistema a diferencia de los demás, la división dominante de fitoplancton no fue la Clorophyta, la división que sobresale es la Euglenophyta con el 50%, la segunda Chlorophyta con el 30% y por último la Crhomophyta con el 20% (Figura 33).



**Figura 33. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Venado**

**Sistema: El ciruelo (R8), temporal****Figura 34. El Ciruelo, Junio 2006**

Este sistema presenta un volumen aproximado de 115 451 m<sup>3</sup> con un área de 31 206.9 m<sup>2</sup>(Figura 34), tiene una profundidad baja, cuenta con aguas neutras, suaves y con buena concentración de oxígeno disuelto. Tiene un área de 31 206.9 m<sup>2</sup> y un volumen máximo de 11 5451 m<sup>3</sup> (Tabla 21).

**Tabla 21. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	24.8
Temperatura ambiente (°C)	-	26.5
Hora de la toma	-	14:22
Profundidad (m)	-	1.5
Transparencia (m)	-	0.12
pH	-	7.34
Conductividad (μS/cm)	-	474
Clorofila “a” (μg/L)	-	17.68
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	6.34
Alcalinidad total (mg/L)	-	12
Dureza total (mg/L)	-	60.06
Nitratos (mg/L)	-	0.4739
Nitritos (mg/L)	-	0.022
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.933
Fósforo total (mg/L)	-	0.5643
Sulfatos (mg/L)	-	55.04
Amonio (mg/L)	-	0.6738
Silicatos (mg/L)	-	44.65

El Ciruelo es un cuerpo de agua de buena productividad, ya que de acuerdo al IET se clasifica como hipereutrófico (Tabla 22).

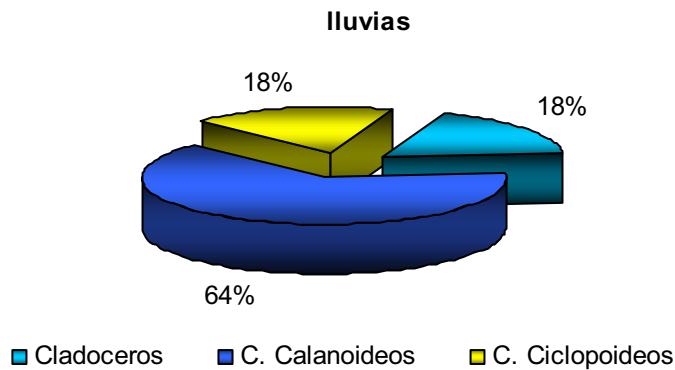
**Tabla 22. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	90.55	58.78	95.51	81.61	hipereutrófico

## RESULTADOS

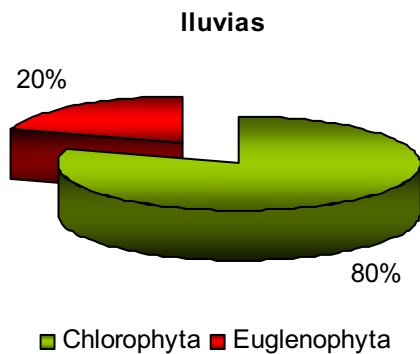
---

El zooplancton en este sistema está dominado por el grupo de los Copépodos Calanoideos con el 64%, en segundo lugar están los Copépodos Ciclopoideos y los Cladoceros con el 18% cada uno y por último el grupo de Rotíferos estuvo ausente (Figura 35).



**Figura 35. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Ciruelo**

El fitoplancton tiene solo dos representantes en este sistema, domina el grupo de las Clorofita con el 80%, el segundo grupo presente es el de Euglenofita con 20% (Figura 36).



**Figura 36. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Ciruelo en época de lluvias**

**Sistema: Barranca Honda (R9), permanente****Figura 37. Barranca Honda, Noviembre 2006**

Este cuerpo de agua tiene un volumen aproximado de 7 525 m<sup>3</sup> y un área de 5 025.5 m<sup>2</sup> (Figura 37), es de mediana profundidad, ya que en época de lluvias la profundidad máxima es de 1.85 m aproximadamente, de acuerdo al pH el agua es ligeramente alcalina, las concentraciones de oxígeno disuelto es muy variable, de acuerdo a los valores de dureza del agua, ésta es suave (Tabla 23). Barranca Honda cuenta con 5 025.5 m<sup>2</sup> de área y un volumen de 7 525 m<sup>3</sup>.

**Tabla 23. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21.5	21.2
Temperatura ambiente (°C)	24.5	24.7
Hora de la toma	09:50	15:21
Profundidad (m)	1.5	1.85
Transparencia (m)	0.12	0.32
pH	7.3	8.2
Conductividad (µS/cm)	667	163
Clorofila "a" (µg/L)	38.9160	49.72
Oxígeno disuelto (mg/L)	0.466	7.46
Alcalinidad total (mg/L)	10	7
Dureza total (mg/L)	71.071	40.04
Nitratos (mg/L)	0.4504	0.0911
Nitritos (mg/L)	0.0040	0.0001
Ortofósforos (mg/L)	0.3751	0.2635
Fósforo total (mg/L)	0.2787	0.5227
Sulfatos (mg/L)	76.1779	18.022
Amonio (mg/L)	0.7328	0.7187
Silicatos (mg/L)	43.503	24.225

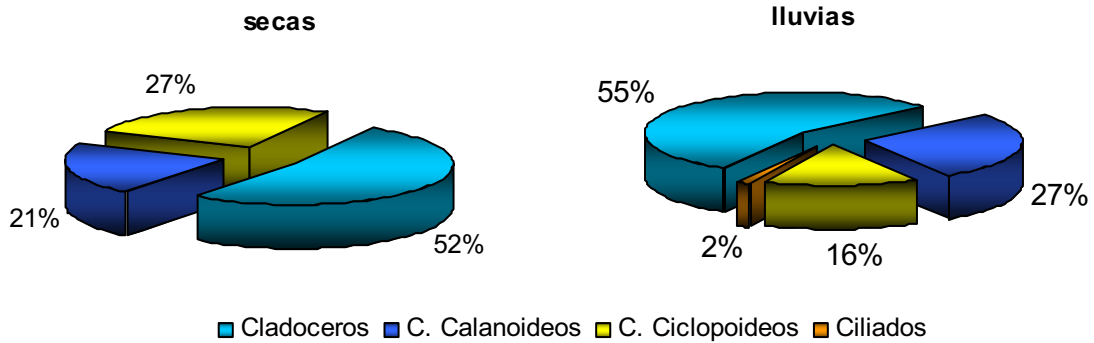
Barranca Honda es un sistema clasificado según el IET como eutrófico con tendencias a ser hipereutrófico, por lo cual se considera de muy buena productividad (Tabla 24).

**Tabla 24. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	89.96	66.52	85.33	80.61	hipereutrófico
Lluvias	76.20	24.23	94.40	64.94	Eutrófico- hipereutrófico

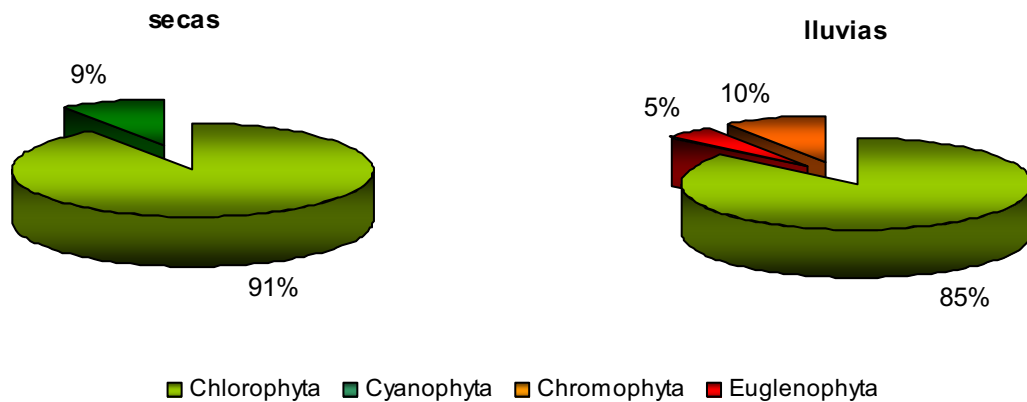
## RESULTADOS

El zooplancton se mantuvo con el mismo comportamiento en ambas épocas de acuerdo a la dominancia de los grupos, el grupo de los Cladoceros fue el dominante con 52 y 55% en secas y lluvias respectivamente, los Copépodos Calanoideos ocuparon el segundo sitio en Lluvias y los Copépodos Ciclopoideos en secas, el tercer lugar en secas fueron los Copépodos Calanoideos con 21% y en Lluvias los Copépodos Ciclopoideos con 16%, por último los rotíferos con 0% en secas y Lluvias, un quinto grupo en época de secas fue el de ciliados los cuales ocuparon el 2% (Figura 38).



**Figura 38. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Barranca Honda**

En el fitoplancton el grupo de las Clorofita fue el que mas organismos presentó, por ello en época de secas dominó con el 91% y en lluvias con el 85%, las Cianofita el segundo grupo en secas abarcó el 9%, a diferencia de la época de secas, en lluvias se reportaron los grupos de Cormofita y Euglenofita con el 10 y 5% respectivamente (Figura 39).



**Figura 39. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Barranca Honda**



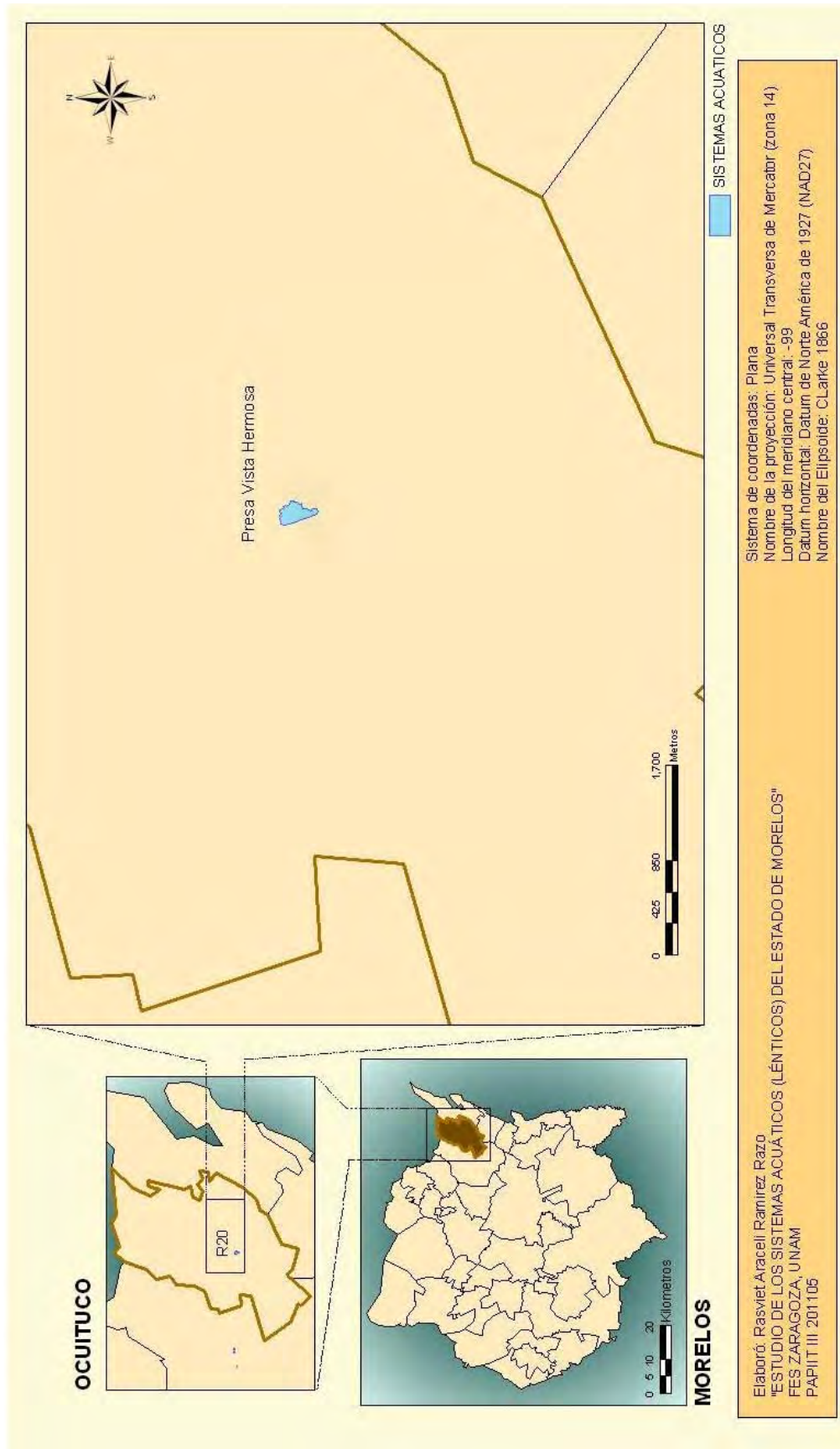


Figura 40. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Ocuilutco

**Sistema: Vista Hermosa (R20), permanente**



**Figura 41. Presa Vista Hermosa, Agosto 2006**

Este sistema tiene un volumen aproximado de 184 366 m<sup>3</sup> y un área de 39 236.2 m<sup>2</sup> (Figura 41), profundidad máxima de 10 m; por el valor de pH el agua se define como moderadamente alcalina y la concentración de oxígeno disuelto varía de una temporada a otra, en secas presenta un alta oxigenación, pero en lluvias es muy baja. De acuerdo a la dureza total promedio, se clasifica como agua moderadamente dura (Tabla 25).

**Tabla 25. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Lluvias	Secas
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	23.4	23.1
Temperatura ambiente (°C)	25.5	23.6
Hora de la toma	12:20	18:47
Profundidad máxima (m)	10	3.9
Transparencia (m)	0.075	0.22
pH	9.26	8.32
Conductividad (µS/cm)	1083	325
Clorofila “a” (µg/L)	76.232	39.888
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.283	4.101
Alcalinidad total (mg/L)	13	31
Dureza total (mg/L)	127	47
Nitratos (mg/L)	0.1130	0.2556
Nitritos (mg/L)	0.0035	0.0077
Ortofosfatos (mg/L)	0.1973	0.1973
Fósforo total (mg/L)	0.5264	0.4867
Sulfatos (mg/L)	129	30
Amonio (mg/L)	0.5684	0.0393
Silicatos (mg/L)	27	18

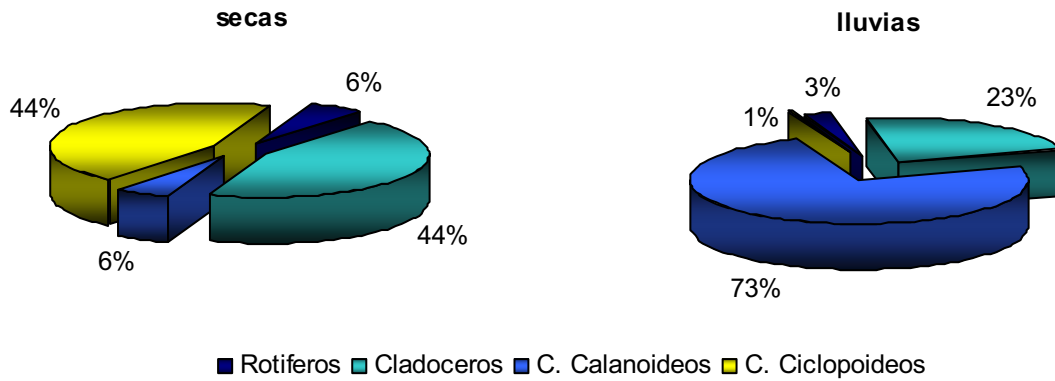
De acuerdo al estado trófico del sistema la Presa Vista Hermosa es hipereutrófica, por lo cual se considera que es un sistema de buena productividad (Tabla 26).

**Tabla 26. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	97.33	73.11	94.51	88.32	hipereutrófico
Lluvias	81.49	66.76	93.38	80.54	hipereutrófico

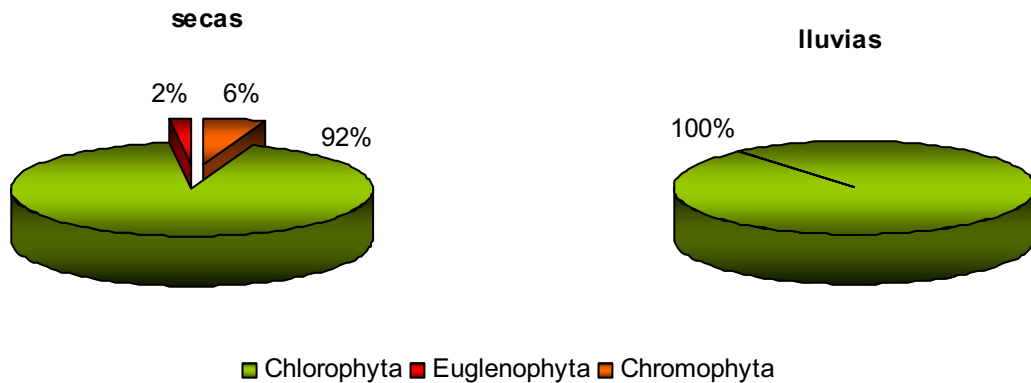


Respecto al zooplancton se puede observar que en la época de secas el grupo de los copépodos ciclopoideos fue el más numeroso (44%) y en la de lluvias disminuye hasta el 1%, el segundo grupo dominante en secas es el de los cladóceros con 44%, el cual disminuye hasta el 23% en lluvias; en tercer lugar siguen los copépodos calanoideos con el 6% y aumentan considerablemente hacia el periodo de lluvias abarcando el 73%. Por último, los rotíferos tuvieron el 6% en temporada de secas y disminuyeron en lluvias al 3% de abundancia (Figura 42).



**Figura 42. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Vista Hermosa**

En este sistema se encontraron solo tres grupos de fitoplancton, en época de secas se presentaron las clorofitas, euglenofitas y cromofitas con el 92, 2 y 6% respectivamente, mientras que en el periodo de lluvias el único grupo presente fue el de las clorofilas con el 100% en la muestra (Figura 43).



**Figura 43. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Vista Hermosa**

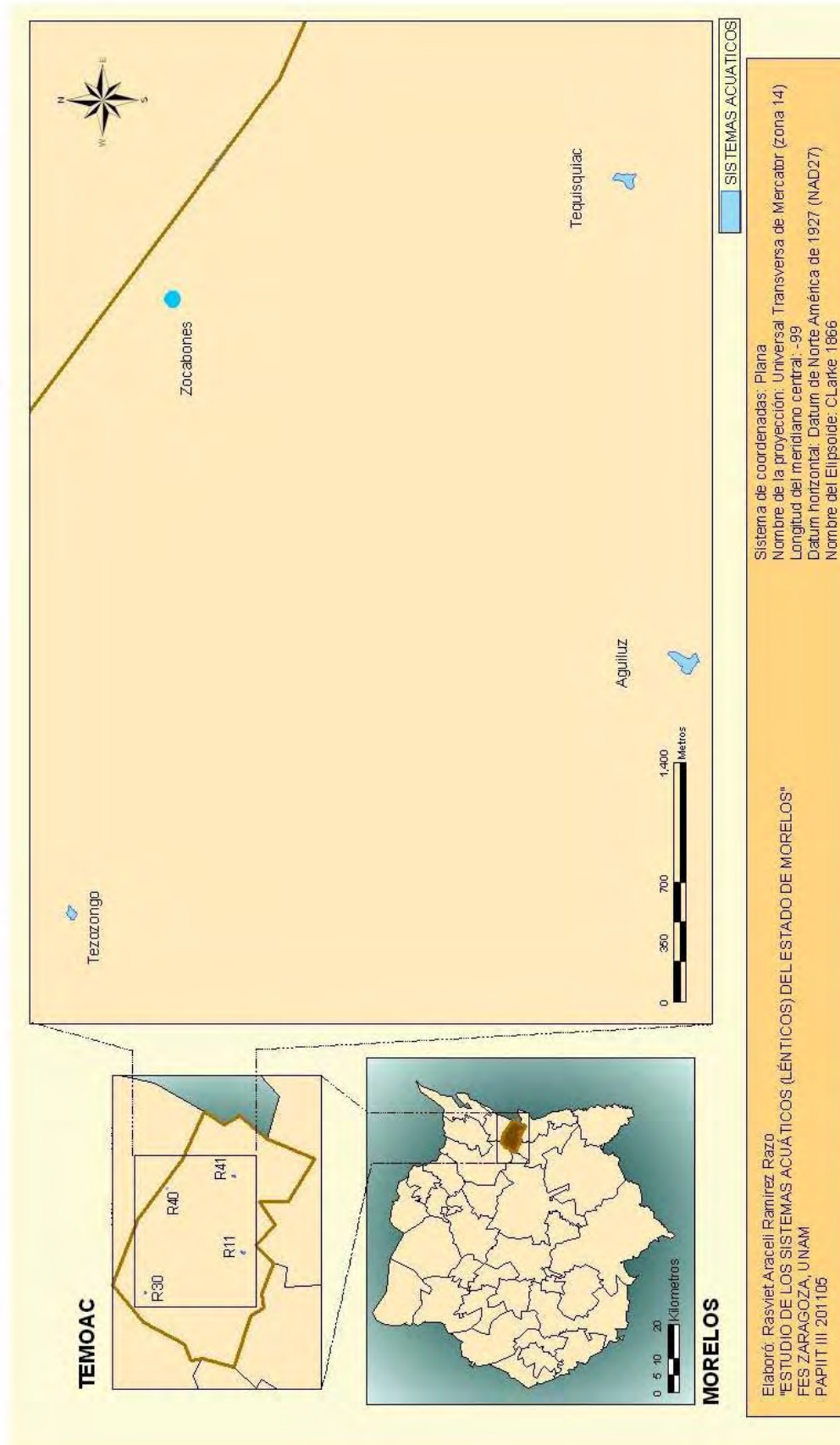


Figura 44. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Temoac

**Sistema: Aguiluz (El Pijón) (R14)****Figura 45. Aguiluz, Febrero 2007**

Aguiluz es un sistema que tiene un área de 10 438,1 m<sup>2</sup> con un volumen aproximado de 28 120 m<sup>3</sup> y una profundidad máxima de tres metros (Figura 45). De acuerdo a los valores de pH en época de secas el agua se clasifica como moderadamente alcalina y en lluvias ligeramente alcalina, las concentraciones de oxígeno disuelto en ambas temporadas fueron buenas y por los valores de dureza el agua es moderadamente dura (Tabla 27).

**Tabla 27. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Lluvias	Secas
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	28	21.8
Temperatura ambiente (°C)	22.8	26.8
Hora de la toma	09:25	12:26
Profundidad máxima (m)	3	1.2
Transparencia (m)	0.2	0.15
pH	9.03	7.74
Conductividad (µS/cm)	654	204
Clorofila “a” (µg/L)	43.7	23.7
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.202	6.338
Alcalinidad total (mg/L)	11.5	38
Dureza total (mg/L)	98	80
Nitratos (mg/L)	0.1541	0.1596
Nitritos (mg/L)	0.0044	0.0189
Ortofosfatos (mg/L)	0.088	0.2163
Fósforo total (mg/L)	0.798	0.3089
Sulfatos (mg/L)	137	182
Amonio (mg/L)	0.305	0.777
Silicatos (mg/L)	41	67

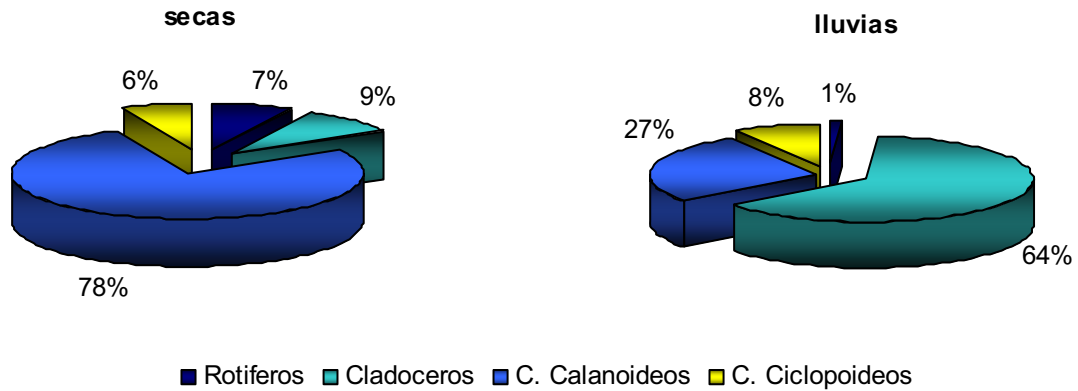
Este sistema se clasificó como hipereutrófico en época de secas y como eutrófico-hipereutrófico en lluvias de acuerdo al IET por ello se puede afirmar que es de buena productividad (Tabla 28).

**Tabla 28. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	85.12	67.65	100.52	84.43	hipereutrófico
Lluvias	87.34	61.65	86.82	78.6	Eutrófico-hipereutrófico

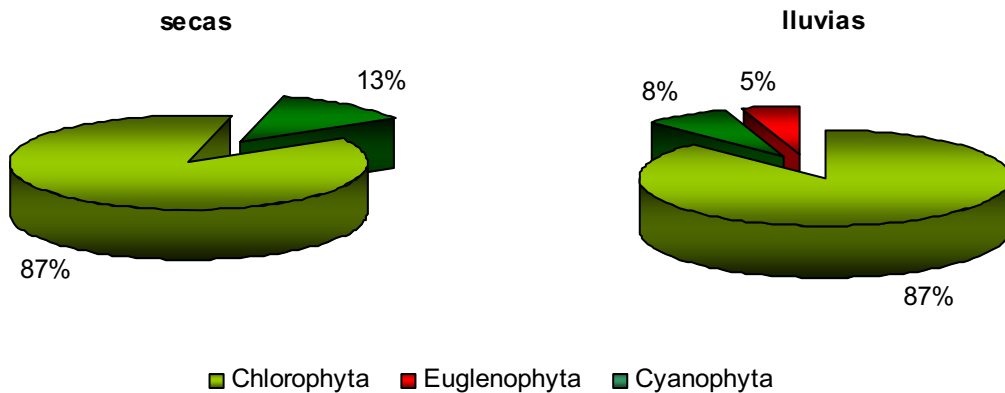
## RESULTADOS

En la figura 46 se observa la distribución de los grupos de zooplancton en este sistema, el grupo dominante en época de secas fue el de los copépodos calanoideos, el cual representó el 78% y hacia la época de secas éste disminuyó hasta el 27%; con 9% los cladóceros ocuparon el segundo lugar en secas y en lluvias aumentó hasta el 64% siendo así el grupo dominante, en tercer lugar el grupo de los rotíferos reportó el 7% en secas y en lluvias bajó al 1% y por último los copépodos ciclopoideos en secas abarcó el 6% y en lluvias aumento al 8%.



**Figura 46. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Aguiluz**

Las divisiones de fitoplancton mostraron el siguiente comportamiento; la división dominante fue la Chlorophyta la cual representó el 87% en ambas épocas, seguida de la Cyanophyta con el 13 y 8% y por último la Euglenophyta abarcó el 5% del total en lluvias (Figura 47).



**Figura 47. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Aguiluz**

**Sistema: Popotlán (R15), permanente****Figura 48. Popotlán, Febrero 2007**

Popotlán es uno de los sistemas más profundos, tiene un área de 18 563,6 m<sup>2</sup> con un volumen de 13 4571 m<sup>3</sup> (Figura 48), los valores de pH indican que sus aguas van de muy moderadamente alcalinas en secas a ligeramente alcalinas en lluvias, las concentraciones de oxígeno en ambas temporadas son buenas y de acuerdo a los valores de dureza, sus aguas se consideran como duras en secas y en lluvias moderadamente duras (Tabla 29).

**Tabla 29. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	25.8	21
Temperatura ambiente (°C)	28	24
Hora de la toma	14:05	17:20
Profundidad máxima (m)	5.4	8.4
Transparencia (m)	0.6	0.43
pH	9.14	8.5
Conductividad (µS/cm)	395	292
Clorofila "a" (µg/L)	74.55	26.97
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.935	13.42
Alcalinidad total (mg/L)	22.5	50
Dureza total (mg/L)	200	130
Nitratos (mg/L)	0.1048	0.1980
Nitritos (mg/L)	0.0017	0.0024
Ortofosfatos (mg/L)	0.5000	0.1223
Fósforo total (mg/L)	0.621	0.324
Sulfatos (mg/L)	99	40
Amonio (mg/L)	0.1869	0.251
Silicatos (mg/L)	9	62

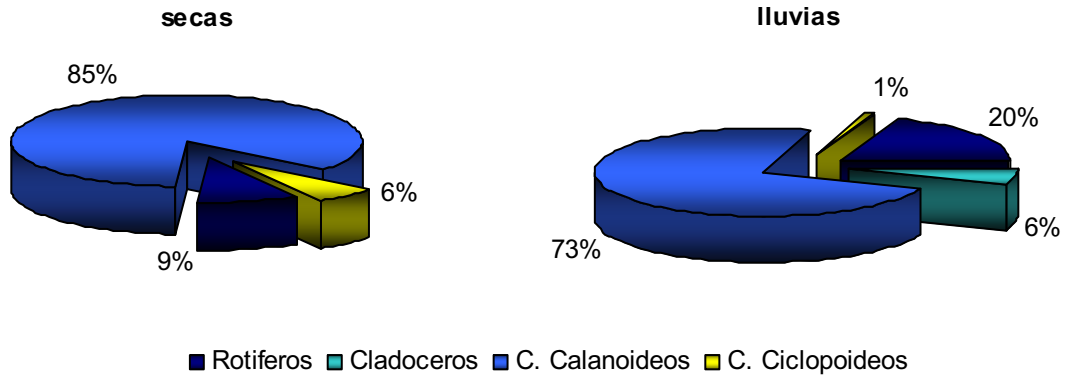
Popotlán fue catalogado como un sistema de muy buena productividad ya que de acuerdo al IET se clasificó como hipereutrófico en ambas épocas (Tabla 30).

**Tabla 30. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	68.61	72.90	96.89	79.47	hipereutrófico
Lluvias	72.33	62.92	87.51	74.25	hipereutrófico

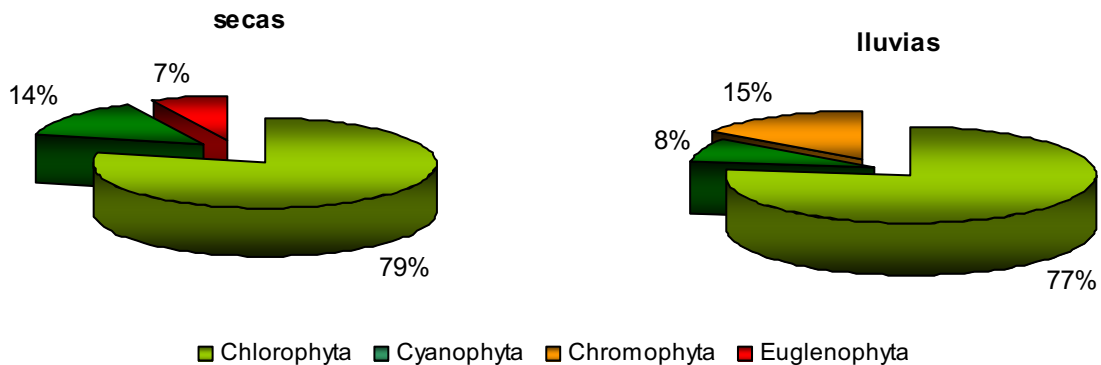
## RESULTADOS

La organización de los grupos de zooplancton en este sistema se muestra en la figura 49, los copépodos calanoideos ocuparon el primer lugar en ambas épocas, en secas cubrieron el 73% y en lluvias aumentaron hasta el 85%; en segundo lugar el grupo de los rotíferos abarcó el 20% en secas y 9% en lluvias, los copépodos ciclopoideos representaron el 1% en época de secas y aumentó hasta el 6% en lluvias; por último los cladóceros obtuvieron el 6% en secas y en lluvias no se reportaron organismos.



**Figura 49. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Popotlán**

En este sistema se reportaron 4 divisiones de las cuales solo dos coincidieron en ambas épocas, la Chlorophyta y la Cyanophyta, la primera fue la división con mayor abundancia en ambas temporadas registrando en secas el 79% y en lluvias el 77%, la segunda en secas abarcó el 14% y en lluvias disminuyó al 8%, la división Euglenophyta solo se registró en secas y abarcó el 7% de la muestra y la división Chromophyta solo se registró en la de lluvias donde representó el 15% del total (Figura 50).



**Figura 50. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Popotlán**



**Sistema: Tequisquiac (R41), permanente****Figura 51. Tequisquiac, Febrero 2007**

Tequisquiac es un sistema que tiene un área de 6 361,1 m<sup>2</sup> con un volumen aproximado de 14 154 m<sup>3</sup> (Figura 51) y una profundidad máxima de 3 m, el agua es ligeramente alcalina, la concentración de oxígeno disuelto es muy alta y de acuerdo al valor de dureza el agua se clasifica como dura (Tabla 31).

**Tabla 31. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21.6	28
Temperatura ambiente (°C)	26.2	28
Hora de la toma	11:00	16:14
Profundidad (m)	3	3
Transparencia (m)	0.25	0.1
pH	8	7.17
Conductividad (µS/cm)	294	197
Clorofila "a" (µg/L)	61.82	232
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.95	12.3
Alcalinidad total (mg/L)	59	20
Dureza total (mg/L)	190.19	140.14
Nitratos (mg/L)	0.107	0.51
Nitritos (mg/L)	0.003	0.005
Ortofosfatos (mg/L)	0.016	-
Fósforo total (mg/L)	0.036	0.008
Sulfatos (mg/L)	43.38	26.68
Amonio (mg/L)	0.196	0.20
Silicatos (mg/L)	10.02	8.47

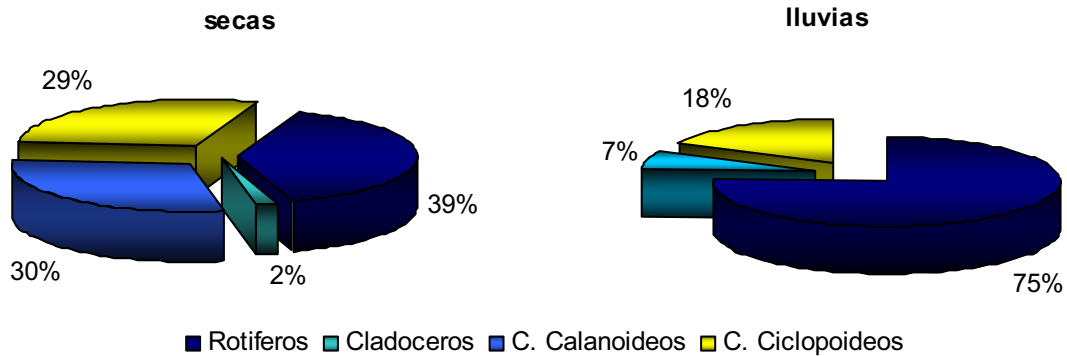
Tequisquiac fue clasificado como un sistema eutrófico hipereutrófico de acuerdo al IET por ello se cataloga como de buena productividad a lo largo de todo el año (Tabla 32).

**Tabla 32. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	146.34	71.06	44.48	87.29	Eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	93.18	84.05	34.49	70.58	Eutrófico- hipereutrófico

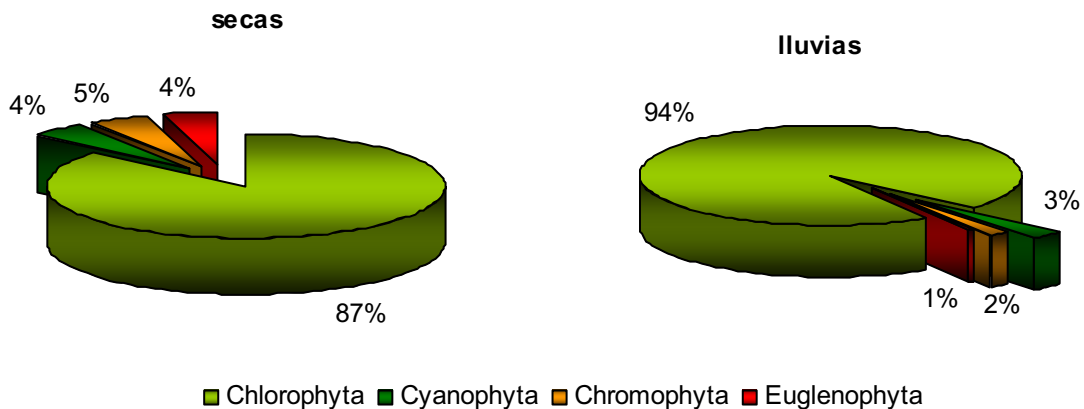
## RESULTADOS

En la figura 52 se muestra el ordenamiento de los grupos de zooplancton en este sistema, se puede observar que el grupo que mas abundancia mostró fue el de los rotíferos con el 39% en secas y aumentó hasta el 75% en lluvias, en segundo lugar el grupo de los copépodos calanoideos abarcó el 13% en época de secas pero en lluvias no se registró ningún organismo, los copepodos ciclopoideos cubrieron el 29% en secas y disminuyó al 18% en lluvias y por último, para el grupo de cladoceros se registró el 2% y aumentó hasta el 7% en época de lluvias.



**Figura 52. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tequisquiac**

En este sistema se reportaron cuatro divisiones, se observó que la división dominante en ambas épocas fue la Chlorophyta la cual representó el 87% en secas y aumentó al 94% en lluvias, la división Chromophyta abarcó el 5% y disminuyó hasta el 2% en lluvias, la división Cyanophyta representó el 4% en época de secas y disminuyó al uno por ciento en lluvias y la Euglenophyta cubrió el 4% en secas disminuyendo hasta el 1% en lluvias (Figura 53).



**Figura 53. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tequisquiac**



**Sistema: Tezozongo, temporal****Figura 54. Tezozongo, Agosto 2006**

Tezozongo es un sistema temporal por lo que sólo se registró en época de lluvias, en esta temporada tiene una profundidad máxima de 1.65 m lo que lo hace muy somero, tiene un área de 2 576.9 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 2 005 m<sup>3</sup> (Figura 54), el pH del agua registrado es neutro, la concentración de oxígeno disuelto es muy baja y la dureza del sistema se clasifica como agua suave (Tabla 33).

**Tabla 33. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	25
Temperatura ambiente (°C)	-	26.7
Hora de la toma	-	15:50
Profundidad (m)	-	1.65
Transparencia (m)	-	0.225
pH	-	7.28
Conductividad (µS/cm)	-	186
Clorofila “a” (µg/L)	-	28.57
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	1.86
Alcalinidad total (mg/L)	-	20
Dureza total (mg/L)	-	50.05
Nitratos (mg/L)	-	1.17
Nitritos (mg/L)	-	0.066
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.165
Fósforo total (mg/L)	-	0.238
Sulfatos (mg/L)	-	35.538
Amonio (mg/L)	-	0.83
Silicatos (mg/L)	-	28.14

Este sistema se clasificó de acuerdo al IET como eutrófico hipereutrófico por ello se puede considerar como un bordo muy productivo (Tabla 34).

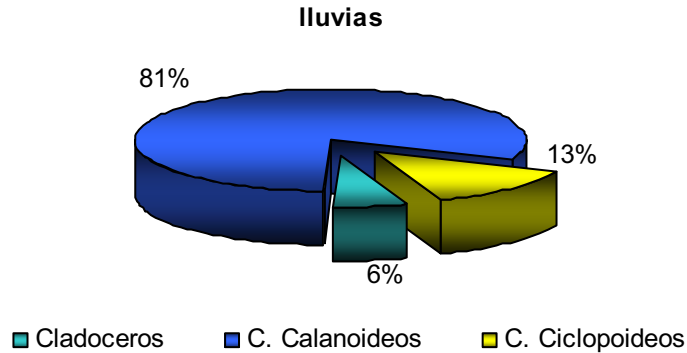
**Tabla 34. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	81.49	63.49	83.12	76.03	Eutrófico- hipereutrófico

## RESULTADOS

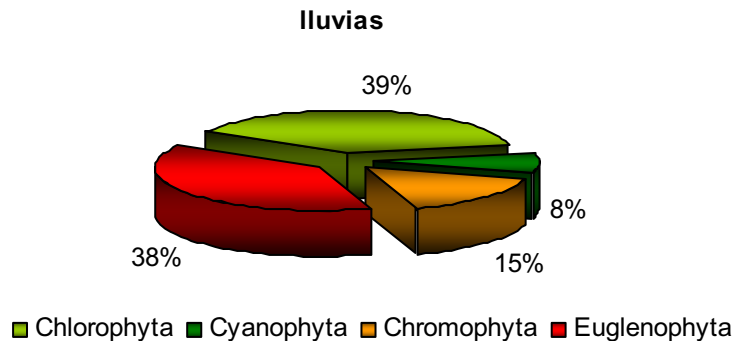
---

En la figura 55 se muestran los grupos de zooplancton encontrados en el sistema Tezozongo durante el muestreo, se puede observar que el grupo dominante fue el de los copépodos calanoideos el cual abarcó el 81%, el segundo grupo fue el de los copépodos ciclopoideos con el 13%, le siguió el grupo de los cladóceros con el 6% y por último para el grupo de los rotíferos no se reportó ningún ejemplar.



**Figura 55. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tezozongo**

El porcentaje de las divisiones de fitoplancton registradas en este sistema se muestra en la figura 56, la división que más abundancia se encontró fue la Chlorophyta con el 39% seguida de la división Euglenophyta con el 38%; en tercer lugar se registró la división Chromophyta con el 15% y por último la Cyanophyta obtuvo el 8% de todas las divisiones.



**Figura 56. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tezozongo**

**Sistema: Socabones (R40), permanente****Figura 57. Socabones, Enero 2007**

Socabones es una presa de reciente creación, la cortina tiene una altura de 22 m, tiene un área aproximada de 13 546.3 m<sup>2</sup> con un volumen de 221 679 m<sup>3</sup> (Figura 57), el pH del agua reportado fue ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto está por encima de los mínimos requeridos para la biota, y por el valor de dureza las aguas se consideran duras (Tabla 35).

**Tabla 35. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21.5	-
Temperatura ambiente (°C)	23.5	-
Hora de la toma	18:00	-
Profundidad (m)	22	-
Transparencia (m)	0.30	-
pH	7.95	-
Conductividad (µS/cm)	364	-
Clorofila "a" (µg/L)	26.14	-
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.59	-
Alcalinidad total (mg/L)	25	-
Dureza total (mg/L)	150.15	-
Nitratos (mg/L)	0.1048	-
Nitritos (mg/L)	0.0012	-
Ortofósforos (mg/L)	0.114	-
Fósforo total (mg/L)	0.157	-
Sulfatos (mg/L)	64.55	-
Amonio (mg/L)	0.019	-
Silicatos (mg/L)	8.55	-

De acuerdo al IET Socabones fue clasificado como eutrófico-hipereutrófico por lo cual se puede catalogar como un sistema de muy buena productividad (Tabla 36).

**Tabla 36. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

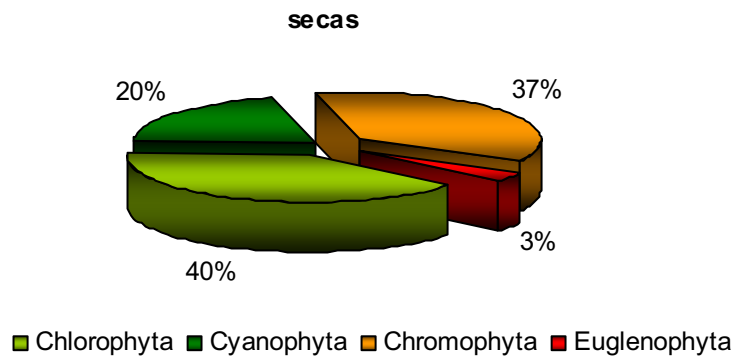
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	77.35	62.62	77.12	72.36	Eutrófico-hipereutrófico

## RESULTADOS

---

Respecto al zooplancton en este sistema solo se reportaron dos grupos de organismos, los cuales pertenecieron a los cladóceros y a los copépodos calanoideos (uno por cada grupo).

En este sistema se reportaron cuatro divisiones, la que más abundancia registró fue la Chlorophyta con 40%, en segundo lugar la división Chromophyta abarcó el 37%, le siguió la Cyanophyta la cual representó el 20% y por último la Euglenophyta solo abarcó el 3% del total (Figura 58).



**Figura 58. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Socabones**

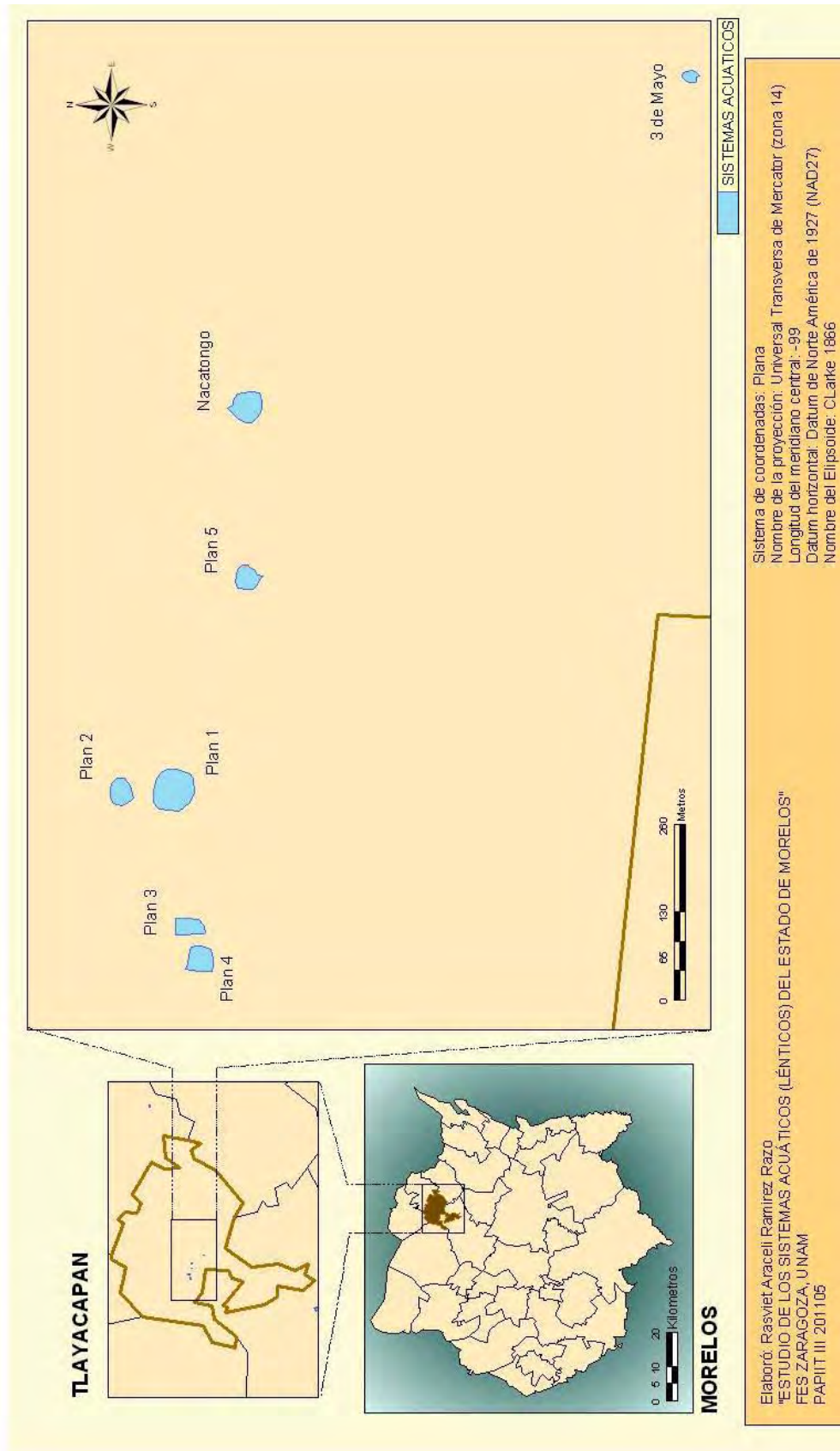


Figura 59. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Tlayacapan

**Sistema: Nacatongo (R29), permanente**



**Figura 60. Nacatongo, Octubre 2006**

Nacatongo es uno de los sistemas más pequeños, pero con una profundidad máxima de 3.65 m, abarca un área de 1 668.3 m<sup>2</sup> y un volumen de 6 626 m<sup>3</sup> (Figura 60), el agua es de pH neutro, baja concentración de oxígeno disuelto, aguas duras y no rebasa los límites permisibles de calidad del agua (Tabla 37).

**Tabla 37. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21	26.7
Temperatura ambiente (°C)	23	28.8
Hora de la toma	09:07	15:28
Profundidad (m)	3.4	3.65
Transparencia (m)	0.4	0.35
pH	7.03	6.9
Conductividad (µS/cm)	1137	1100
Clorofila “a” (µg/L)	29.678	98.68
Oxígeno disuelto (mg/L)	2.1436	1.49
Alcalinidad total (mg/L)	20	20
Dureza total (mg/L)	175.18	165.165
Nitratos (mg/L)	0.1761	0.1487
Nitritos (mg/L)	0.0031	0.0023
Ortofosfatos (mg/L)	0.2768	0.1160
Fósforo total (mg/L)	0.3146	0.29
Sulfatos (mg/L)	30.4361	27.597
Amonio (mg/L)	0.0105	0.3836
Silicatos (mg/L)	25.4535	22.227

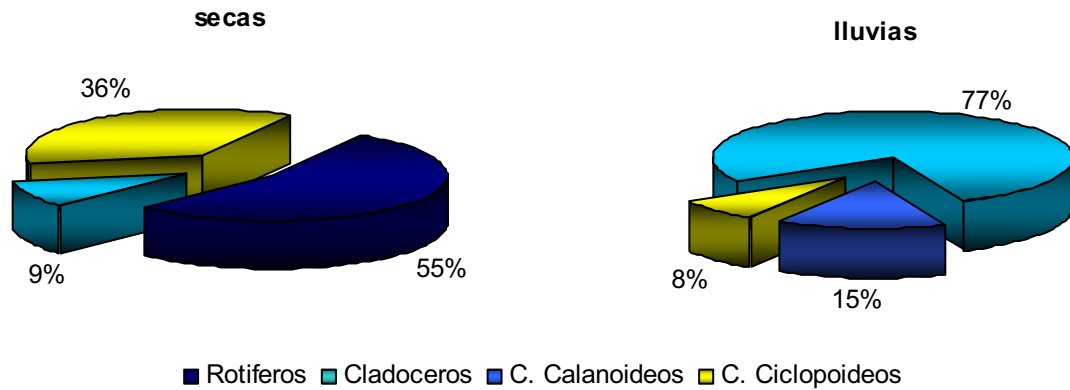
Este cuerpo de agua se clasificó como eutrófico-hipereutrófico en ambas épocas, por lo cual se describe como un sistema de alta productividad (Tabla 38).

**Tabla 18. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	75.13	63.86	87.08	75.36	Eutrófico-hipereutrófico
Lluvias	75.13	75.65	85.91	78.89	Eutrófico-hipereutrófico

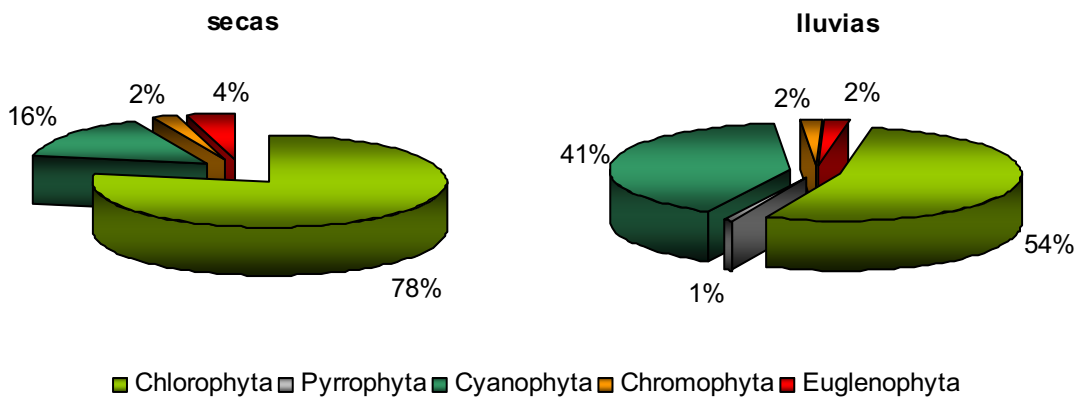


El comportamiento de zooplancton en este sistema fue muy variado de una temporada a otra, en época de secas el grupo dominante fue el de rotíferos con el 55% y en lluvias no se registró; el segundo grupo dominante en secas fue el de los copépodos ciclopoideos con 36% y para la época de lluvias bajó al 8%, el tercer grupo son los cladóceros con 9%, el cual para época de lluvias aumentó hasta el 77% siendo éste el grupo dominante en esta temporada y por último el grupo de los copépodos calanoideos se registró solamente en secas con 15% (Figura 61).



**Figura 61. Porcentaje de organismos de zooplancton cuantificados en Nacatongo**

En este sistema el grupo dominante fue el de las clorofitas en ambas épocas, se encontró un nuevo grupo a diferencia de los demás sistemas. En época de secas las clorofitas abarcaron el 78% y en lluvias 54% siendo el grupo más numeroso, las cianofitas con 16% en secas y 41% en lluvias se encuentran en segundo lugar en ambas temporadas, en tercer lugar las euglenofitas con 4% en secas y 2% en lluvias, el grupo de las cromofitas tienen el 2% en las dos épocas y por último las pirrofitas con el 1% en época de lluvias únicamente (Figura 62).



**Figura 62. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Nacatongo**

**Sistema: Plan1 (R23), permanente**



**Figura 63. Plan 1, Septiembre 2006**

Plan 1 forma parte de un conjunto de 5 sistemas en un área pequeña, están a una distancia de no más de 100 m, tiene un área de 3 032.0 m<sup>2</sup> con un volumen de 6 064 m<sup>3</sup> (Figura 63), siendo uno de los sistemas más pequeños con respecto a todos los sistemas de la porción noreste del estado, en época de lluvias tiene una profundidad promedio de 2.2 m, el agua tiene pH neutro, las concentraciones de oxígeno disuelto son muy bajas, en época de secas es de 3.73 mg/l y en lluvias está totalmente ausente. De acuerdo a la dureza las aguas son moderadamente duras (Tabla 39).

**Tabla 39. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	22	23.7
Temperatura ambiente (°C)	27	26.5
Hora de la toma	14:30	12:56
Profundidad (m)	1.25	2.2
Transparencia (m)	0.55	0.0
pH	7.12	7.03
Conductividad (µS/cm)	1150	317
Clorofila “a” (µg/L)	12.0867	192.962
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.73	0
Alcalinidad total (mg/L)	20	50
Dureza total (mg/L)	129.63	90.09
Nitratos (mg/L)	0.0636	0.1267
Nitritos (mg/L)	0.0005	0.002
Ortofosfatos (mg/L)	0.0101	0.1879
Fósforo total (mg/L)	0.0385	0.3184
Sulfatos (mg/L)	65.68	27.966
Amonio (mg/L)	0.3344	0.1082
Silicatos (mg/L)	21.9973	35.0541

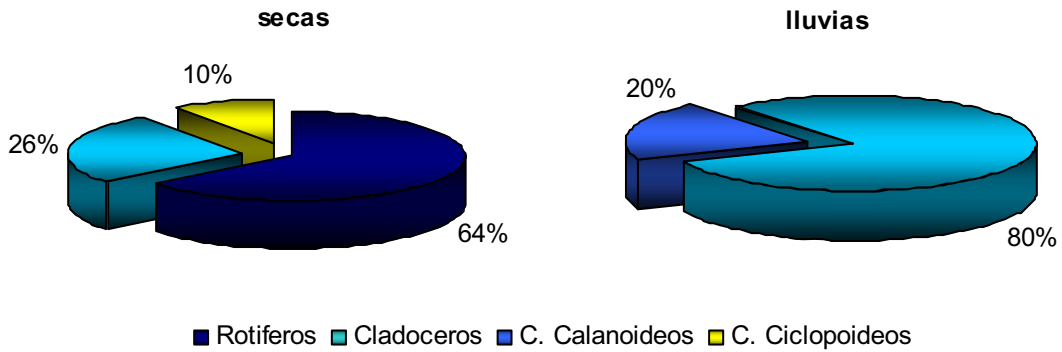
Este sistema está clasificado como eutrófico en secas e hipereutrófico en lluvias, lo cual significa que es un cuerpo de agua de adecuada productividad (Tabla 40).

**Tabla 40. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	68.61	55.05	56.78	60.15	Eutrófico
Lluvias	-	82.23	87.26	84.74	Hipereutrófico

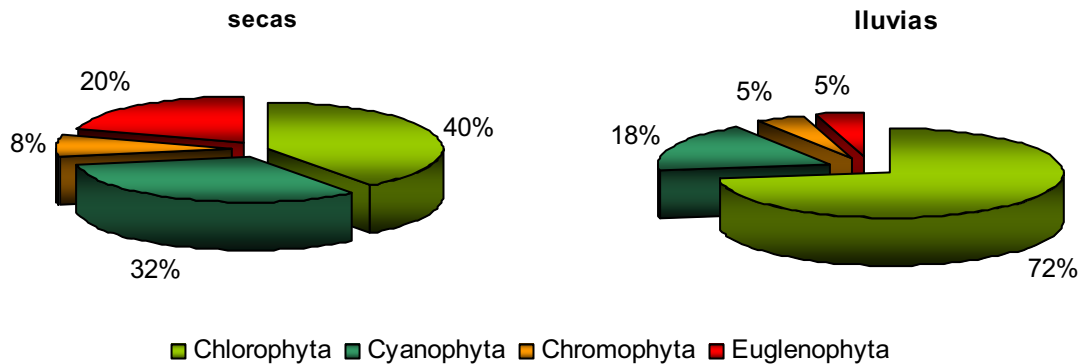


Los grupos de zooplancton presentes en este sistema presentaron muchas variaciones, el grupo dominante en la época de secas fue el de los rotíferos con el 64% pero en la de lluvias no se encontraron organismos de este grupo, el segundo grupo dominante en secas fue de los cladóceros abarcando el 26% y aumentó su porcentaje en las lluvias hasta tener el 80% siendo así el grupo dominante; el tercer sitio es el de los copépodos ciclopoideos con 10% y en lluvias estuvo ausente este grupo. Por último, en secas los copépodos calanoideos no se registraron y en la temporada de lluvias se obtuvo el 20% del total (Figura 64).



**Figura 64. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 1**

El fitoplancton mantuvo un orden respecto a la posición de los grupos, el grupo dominante fue el de las clorofilas en época de secas con 40% y al igual en lluvias con el 72%, el segundo sitio lo ocupó el grupo de las cianofitas con 32% en secas y disminuyó en lluvias hasta el 18%, en tercer lugar el grupo de euglenofitas tuvo el 20% el cual se redujo al 5% en lluvias y por último las cormofitas con 8% en la época de secas y 5% en la de lluvias (Figura 65).



**Figura 65. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 1**

**Sistema: Plan 2 (R24), permanente**



**Figura 66. Plan 2, Septiembre 2006**

Plan 2 es el sistema más profundo de este municipio, tiene un área de 1 066.3 m<sup>2</sup> con un volumen de 4 265 m<sup>3</sup> (Figura 66). El pH del agua es ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto es alta en la época de secas y en la de lluvias es moderada, de acuerdo a los valores de dureza el agua es considerada como moderadamente dura (Tabla 41).

**Tabla 41. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

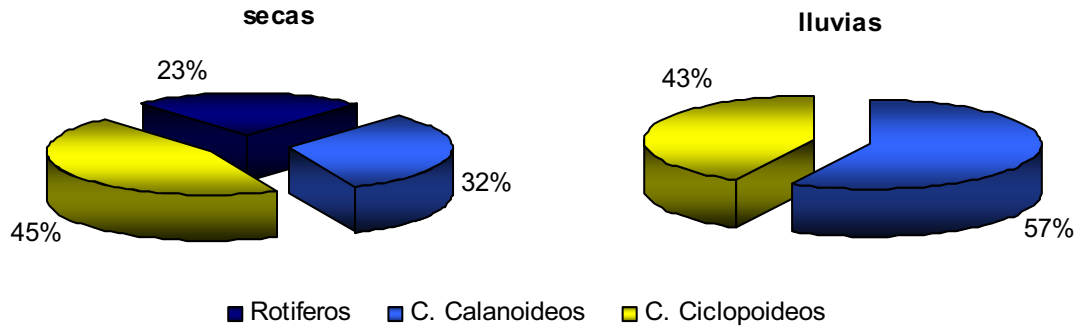
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	24	25.8
Temperatura ambiente (°C)	26	26.5
Hora de la toma	15:15	13:09
Profundidad (m)	3.35	4.2
Transparencia (m)	0.4	0.30
pH	7.6	7.75
Conductividad (µS/cm)	946	267
Clorofila “a” (µg/L)	13.845	71.573
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.693	5.52
Alcalinidad total (mg/L)	20	45
Dureza total (mg/L)	117.117	80.08
Nitratos (mg/L)	0.250	0.0773
Nitritos (mg/L)	0.0013	0.002
Ortofosfatos (mg/L)	0.071	0.2730
Fósforo total (mg/L)	0.076	0.347
Sulfatos (mg/L)	36.403	21.18
Amonio (mg/L)	0.123	0.059
Silicatos (mg/L)	31.214	29.5242

Con base en el IET el sistema es clasificado como eutrófico-hipereutrófico en la época de secas e hipereutrófico en la de lluvias, por lo que se considera como un embalse productivo (Tabla 42).

**Tabla 42. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

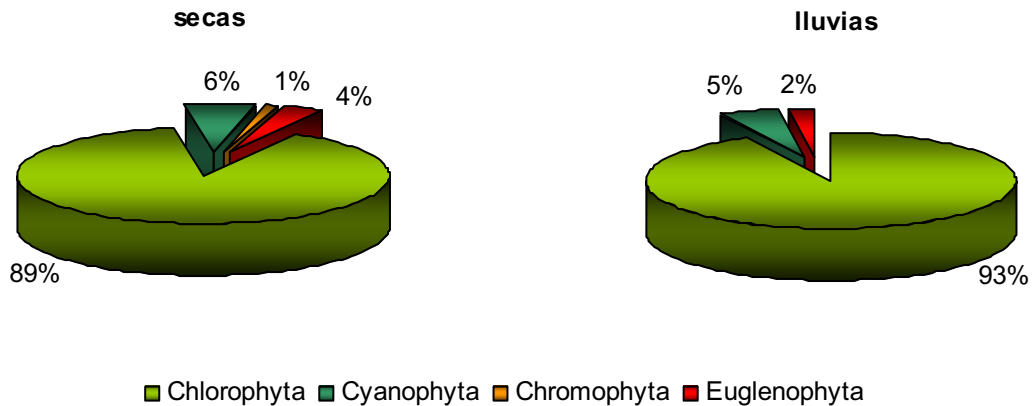
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	75.13	56.38	66.65	66.05	eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	77.35	72.50	88.49	79.44	hipereutrófico

Para los grupos de zooplancton se encontró que los grupos dominantes fueron los copépodos ciclopoideos en época de secas y los copépodos calanoideos en lluvias, por lo que el grupo de copépodos dominó en ambas épocas. Los ciclopoideos abarcaron el 45% en secas y el 43% en lluvias, los calanoideos cubrieron el 32% y aumentó al 57% en lluvias, en tercer lugar el grupo de rotíferos obtuvo el 23% en la temporada de secas pero hacia las lluvias no se encontraron organismos de este grupo, el grupo de los cladóceros no se registró en este sistema en ambas épocas (Figura 67).



**Figura 67. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 2**

El comportamiento del fitoplancton estuvo marcado por el dominio del grupo de la clorofitas en ambas temporadas. Las clorofitas cubrieron el 89% en secas y el 93% en lluvias, el segundo grupo fue el de las cianofitas con 6 y 5% en secas y lluvias respectivamente, el grupo de euglenofitas representó el 4% en secas y disminuyó al 2% en lluvias y por último el grupo de las cromofitas que únicamente se presentó en secas, presentó el 1% (Figura 68).



**Figura 68. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 2**

**Sistema: Plan 3 (R25), permanente**



**Figura 69. Plan 3, Noviembre 2005**

Plan 3 es el cuerpo de agua más pequeño del grupo de los 5 Planes, tiene un área de 959 m<sup>2</sup> con un volumen de 2 486 m<sup>3</sup> (Figura 69) y profundidad promedio de 1.4 m en época de lluvias. El pH del agua registrado es neutro, la concentración de oxígeno disuelto es muy baja en la época de lluvias, los valores de dureza indican que el agua es moderadamente dura y en general los valores no rebasan los límites permisibles de calidad (Tabla 43).

**Tabla 43. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

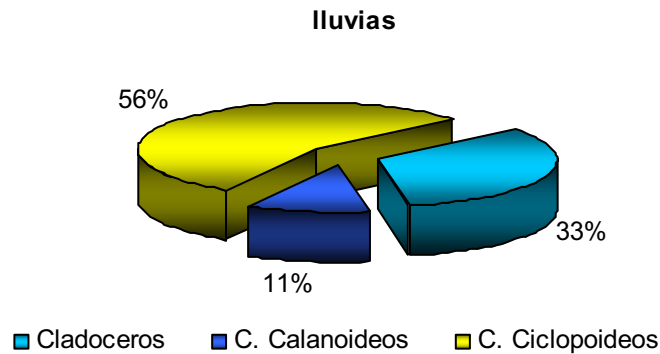
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	23	22.3
Temperatura ambiente (°C)	27	25
Hora de la toma	16:00	11:10
Profundidad (m)	1.2	1.4
Transparencia (m)	0.3	0.35
pH	7.3	6.8
Conductividad (µS/cm)	1021	195
Clorofila “a” (µg/L)	4.1320	107.11
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.1512	2.46
Alcalinidad total (mg/L)	21	60
Dureza total (mg/L)	130.13	90.09
Nitratos (mg/L)	0.0554	0.7564
Nitritos (mg/L)	0.0012	0.0011
Ortofosfatos (mg/L)	0.0422	0.046
Fósforo total (mg/L)	0.0801	0.014
Sulfatos (mg/L)	50.5746	31.4177
Amonio (mg/L)	0.1384	0.1279
Silicatos (mg/L)	38.8944	13.856

En la Tabla 44 se muestra la clasificación del sistema de acuerdo al IET, dando como resultado un embalse eutrófico con tendencias a la hipereutrofia por lo que se puede considerar como productivo.

**Tabla 44. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

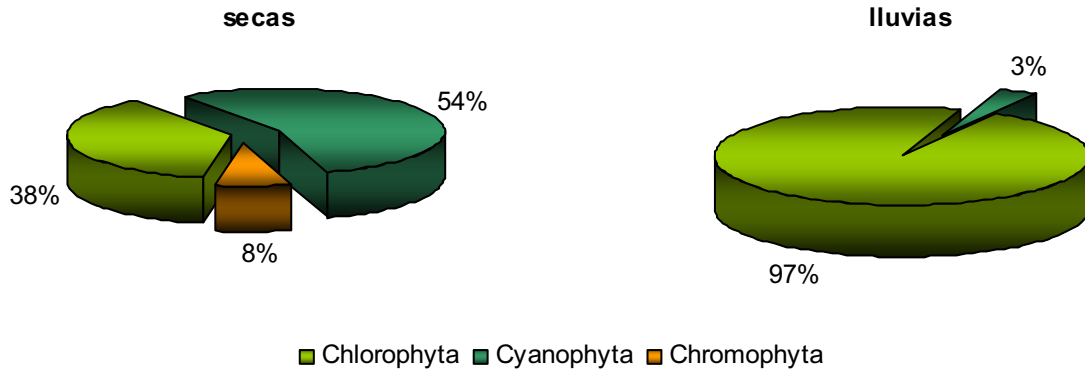
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	75.13	44.52	67.35	62.33	Eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	-	76.45	42.21	59.33	Eutrófico- hipereutrófico

El grupo dominante del zooplancton en este sistema fue el de los copépodos ciclopoideos abarcando el 56%, el segundo grupo con 33% fue el los cladóceros, seguido del grupo de los copépodos calanoideos con el 11% y por último el de los rotíferos no tuvo representantes (Figura 70).



**Figura 70. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 3**

De acuerdo al fitoplancton, se encontraron tres grupos en Plan 3. Con 54% el grupo de las cianofitas fue el más numeroso en época de secas, pero hacia la época de lluvias disminuyó drásticamente hasta el 3%; las clorofitas abarcaron el 38% en secas y dominaron por mucho en temporada de lluvias con el 97%. Por último, el grupo de las cromofitas fue el menos numeroso en secas con el 8% y en lluvias no se registró ningún representante de esta división (Figura 71).



**Figura 71. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 3**

**Sistema: Plan 4 (R26), permanente**



**Figura 72. Plan 4, Noviembre 2005**

Plan 4 tiene un área promedio de 1 253.7 m<sup>2</sup> con un volumen de 2 259 m<sup>3</sup> (Figura 72) y una profundidad de 2 m en época de lluvias. De acuerdo al pH el agua es moderadamente alcalina, las concentraciones de oxígeno disuelto son variables, en la de secas presenta una oxigenación alta y hacia la de lluvias disminuye pero no por debajo el límite de calidad del agua, respecto a los valores de dureza se clasifica como de aguas moderadamente duras (Tabla 45).

**Tabla 45. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

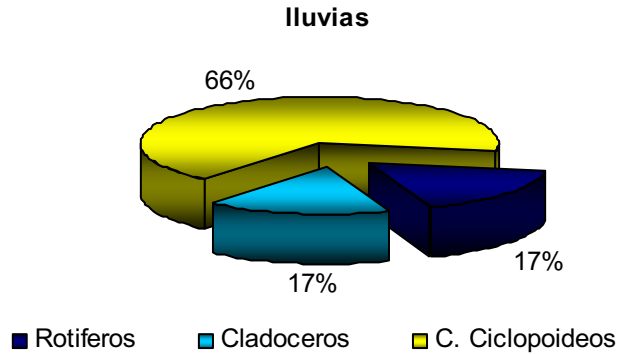
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	22	24.3
Temperatura ambiente (°C)	22	25.8
Hora de la toma	16:25	11:37
Profundidad (m)	1.9	2.1
Transparencia (m)	0.25	0.26
pH	8.34	8.25
Conductividad (µS/cm)	916	266
Clorofila “a” (µg/L)	18.21	44.80
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.32	5.41
Alcalinidad total (mg/L)	29	80
Dureza total (mg/L)	125.13	100.1
Nitratos (mg/L)	0.176	0.025
Nitritos (mg/L)	0.0016	0.0016
Ortofosfatos (mg/L)	0.069	0.396
Fósforo total (mg/L)	0.0895	0.4716
Sulfatos (mg/L)	57.587	32.823
Amonio (mg/L)	0.413	0.113
Silicatos (mg/L)	45.04	26.29

Plan 4 se considera como un sistema de muy buena productividad de acuerdo al IET que se clasifica como eutrófico con tendencias hacia la hipereutrófia (Tabla 46).

**Tabla 46. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

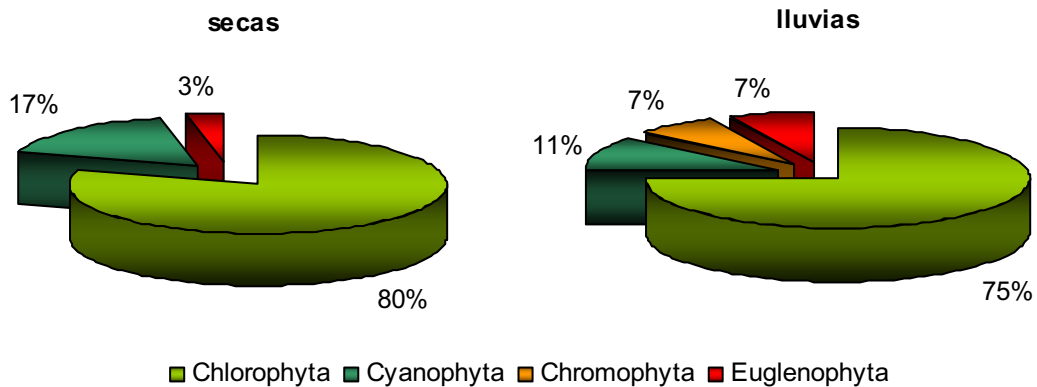
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	79.98	59.07	68.96	69.34	Eutrófico-hipereutrófico
Lluvias	79.41	67.90	92.92	80.08	Hipereutrófico

Para este sistema el comportamiento del zooplancton se muestra con un solo diagrama ya que en le época de secas solo se reportaron dos organismos del grupo de rotíferos, para la temporada de lluvias el grupo dominante fue el de los copépodos ciclopoideos con el 66%, el segundo lugar lo ocupan el grupo de los rotíferos y los cladóceros con el 17% por igual; por último para el grupo de los copépodos calanoideos no registraron organismos (Figura 73).



**Figura 73. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 4**

En este sistema el grupo dominante en ambas temporadas fue el de las clorofitas con el 80 y 75% en secas y lluvias respectivamente, las cianofitas cubrieron el 17% en época de secas y hacia la de lluvias disminuyó al 11%, en tercer lugar se encontró el grupo de las euglenofitas con el 3% en secas, pero para la época de lluvias aumentó el número hasta el 7%; el grupo de las cromofitas se reportó únicamente en la época de lluvias y representó el 7% del total (Figura 74).



**Figura 74. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 4**



**Sistema: Plan 5 (R27), permanente**



**Figura 75. Plan 5, Noviembre 2005**

Plan 5 es un sistema de moderada profundidad con respecto al grupo de los Planes. Tiene un área de 992.8 m<sup>2</sup> y un volumen de 2 920 m<sup>3</sup> (Figura 75), el pH del agua es ligeramente alcalino, concentración buena de oxígeno disuelto y aguas moderadamente duras, en general los valores no rebasan los límites permisibles de calidad del agua (Tabla 47).

**Tabla 47. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21	24.3
Temperatura ambiente (°C)	21	25.4
Hora de la toma	17:31	12:56
Profundidad (m)	3.75	4.05
Transparencia (m)	0.55	0.57
pH	7.45	7.65
Conductividad (µS/cm)	694	208
Clorofila “a” (µg/L)	13.41	114.34
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.46	6.9
Alcalinidad total (mg/L)	20	90
Dureza total (mg/L)	135.14	90.09
Nitratos (mg/L)	0.116	0.069
Nitritos (mg/L)	0.001	0
Ortofosfatos (mg/L)	0.029	0.047
Fósforo total (mg/L)	0.046	0.141
Sulfatos (mg/L)	42.64	17.87
Amonio (mg/L)	0.33	0.02
Silicatos (mg/L)	30.71	33.13

De acuerdo al IET este sistema se clasifica como eutrófico con tendencias hacia la hipereutrofia en época de lluvias, por lo que se considera como un embalse productivo (Tabla 48).

**Tabla 48. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	68.61	56.07	59.37	61.35	Eutrófico
Lluvias	67.97	77.09	75.47	73.51	Hipereutrófico



En este sistema se puede observar que el grupo de los copépodos ciclopoideos dominó en ambas temporadas siendo mas abundante es secas donde cubrió el 90% y 79% en lluvias; el segundo grupo dominante en ambas épocas fue el de los cladóceros, en secas tuvo el 9% y aumentó en lluvias hasta el 21%, el grupo de los rotíferos representó el 1% en secas y en lluvias no hubo organismos de este grupo. Por último, los copépodos calanoideos estuvieron ausentes en ambas épocas (Figura 76).

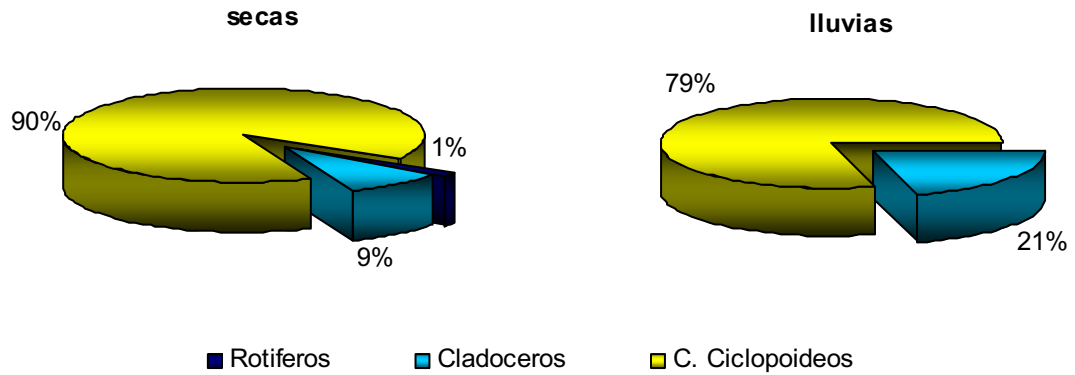


Figura 76. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 5

Para el fitoplancton las clorofitas dominaron en ambas temporadas, en la de secas abarcaron el 77% y en lluvias aumentó al 86%, el segundo grupo en secas fue el de las cianofitas con el 14% y ausente en lluvias; las cromofitas con el 9% son el tercer grupo en secas y hacia las época de lluvias aumentó al 11%. Por último, el grupo de las euglenofitas se observó solo en lluvias con el 3% del total (Figura 77).

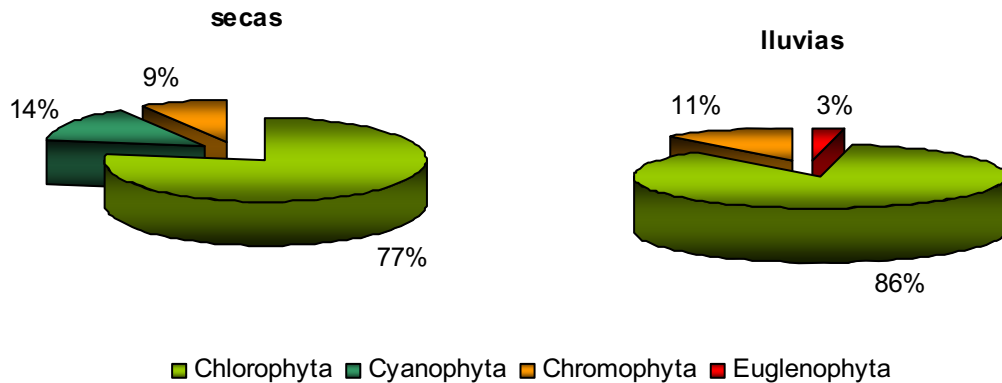


Figura 77. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 5

**Sistema: Tres de Mayo (R28), permanente**



**Figura 78. Tres de Mayo, Octubre 2006**

Este es un embalse de mediana profundidad, tiene un área de 336.6 m<sup>2</sup> con un volumen de 615 m<sup>3</sup> (Figura 78), el pH del agua es neutro, las concentraciones de oxígeno disuelto son muy variables, en secas tiene una buena oxigenación pero en lluvias desciende a niveles muy bajos, de acuerdo a los valores de dureza es considerado como de aguas moderadamente duras, en general los valores no rebasan los límites permisibles de calidad (tabla 49).

**Tabla 49. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

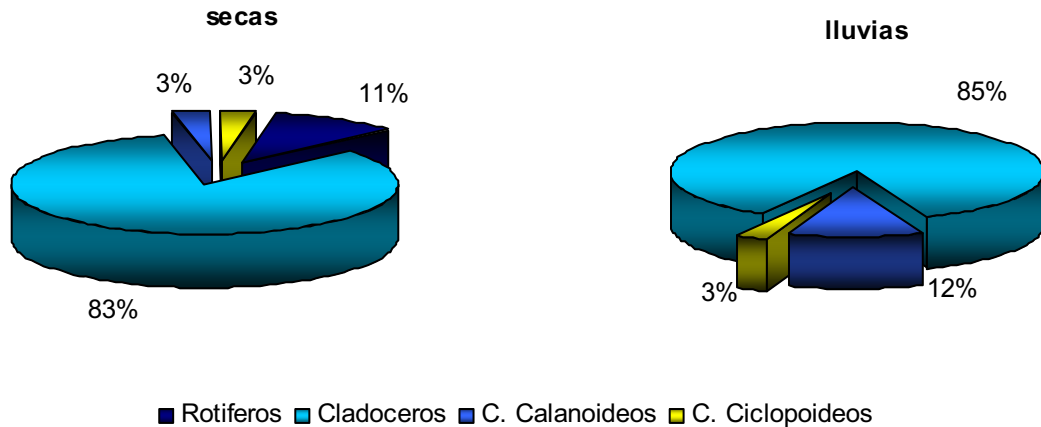
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	19	23.9
Temperatura ambiente (°C)	20	26
Hora de la toma	18:00	14:18
Profundidad (m)	3	3.4
Transparencia (m)	0.40	0.42
pH	7.59	7.08
Conductividad (µS/cm)	511	175
Clorofila “a” (µg/L)	15.67	142.43
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.20	3.69
Alcalinidad total (mg/L)	13.5	40
Dureza total (mg/L)	100.1	80.08
Nitratos (mg/L)	0.102	0.013
Nitritos (mg/L)	0.0011	0.0013
Ortofosfatos (mg/L)	0.049	0.033
Fósforo total (mg/L)	0.071	0.273
Sulfatos (mg/L)	46.19	41.43
Amonio (mg/L)	0.324	0.068
Silicatos (mg/L)	35.97	12.81

Según la clasificación trófica, este sistema es eutrófico en época de secas con tendencia a la hipereutrófia en lluvias, por lo que se denomina como un embalse de buena productividad (Tabla 50).

**Tabla 50. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

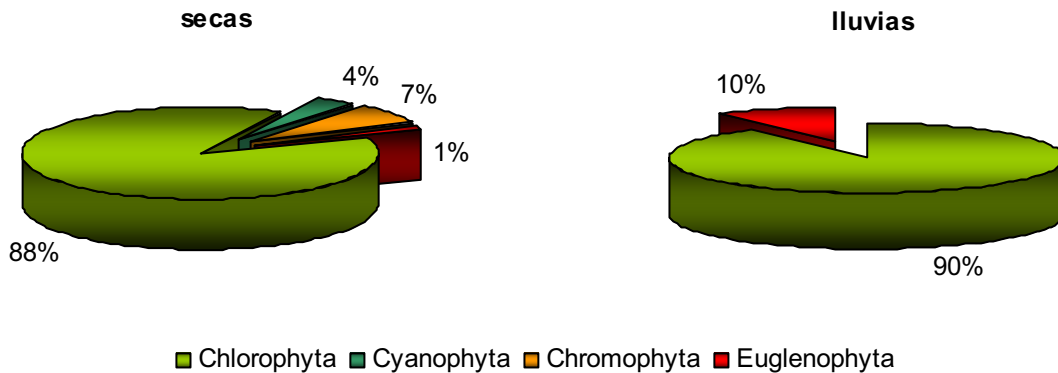
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	73.20	57.60	65.54	65.45	eutrófico
Lluvias	72.33	79.25	85.04	78.87	hipereutrófico

Respecto al zooplancton el grupo dominante en 3 de Mayo fue el de los cladóceros en ambas épocas, en secas cubrió el 83% y hacia la temporada de lluvias aumentó al 85%, en segundo lugar los rotíferos abarcaron el 11% pero en lluvias no se reportaron representantes de este grupo; los copépodos ciclopoideos tuvieron el 3% en ambas temporadas. Por último, los copépodos calanoideos alcanzaron el 3% en secas y en lluvias aumentó a 12% (Figura 79).



**Figura 79. Porcentaje de organismos de zooplancton en 3 de Mayo**

El grupo más abundante fue el de las clorofitas en ambas épocas, en secas cubrieron el 88% y en lluvias aumentó al 90%, las euglenofitas en secas representaron el 1% y en lluvias el 10%, para la época de secas se reportaron dos grupos más de fitoplancton, las cianofitas y las cromofitas, las cuales abarcaron el 4 y 7% respectivamente (Figura 80).



**Figura 80. Porcentaje de organismos de fitoplancton en 3 de Mayo**

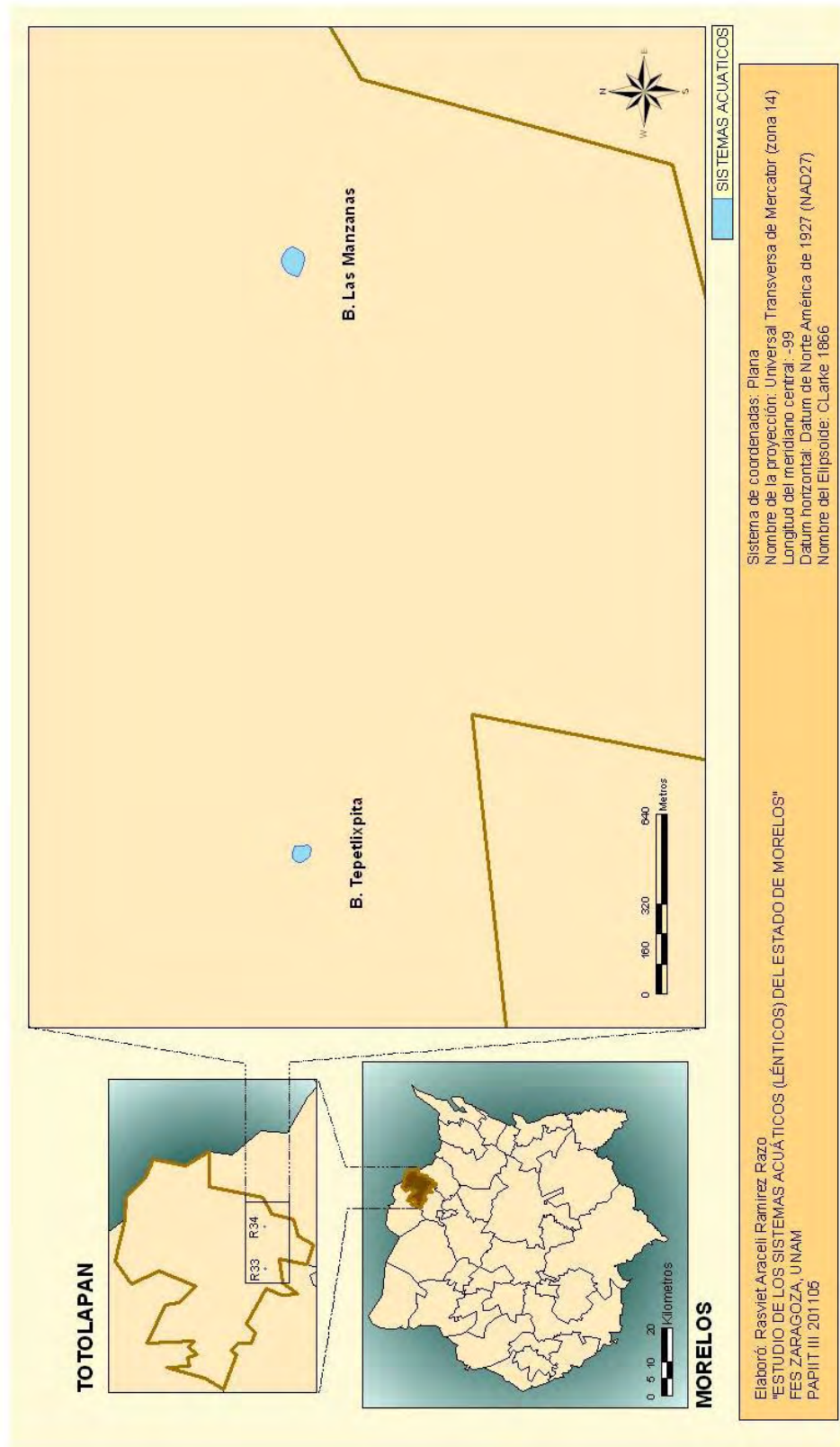


Figura 81. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Totolapan

**Sistema: Las Manzanas (R34), permanente****Figura 82. Las Manzanas, Octubre 2006**

Las manzanas es un cuerpo de agua con profundidad máxima de 2.3 m, tiene un área de 5 634.3 m<sup>2</sup> con un volumen de 13 455 m<sup>3</sup> (Figura 82). En promedio el pH del agua es moderadamente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto en la época de secas es muy baja y en lluvias es muy alta, las aguas son duras en promedio (Tabla 51).

**Tabla 51. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

<b>Parámetros</b>	<b>Secas</b>	<b>Lluvias</b>
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	26.2	24
Temperatura ambiente (°C)	27	25.5
Hora de la toma	14:00	18:28
Profundidad (m)	0.52	2.3
Transparencia (m)	0.75	0.75
pH	8.4	7.8
Conductividad (µS/cm)	482	258
Clorofila "a" (µg/L)	7.56	133.58
Oxígeno disuelto (mg/L)	2.79	15.28
Alcalinidad total (mg/L)	38	40
Dureza total (mg/L)	140.14	260.26
Nitratos (mg/L)	0.064	0.137
Nitritos (mg/L)	0.0039	0.001
Ortofosfatos (mg/L)	0.055	0.082
Fósforo total (mg/L)	0.165	0.225
Sulfatos (mg/L)	14.60	16.06
Amonio (mg/L)	0.589	0.154
Silicatos (mg/L)	7.404	23.91

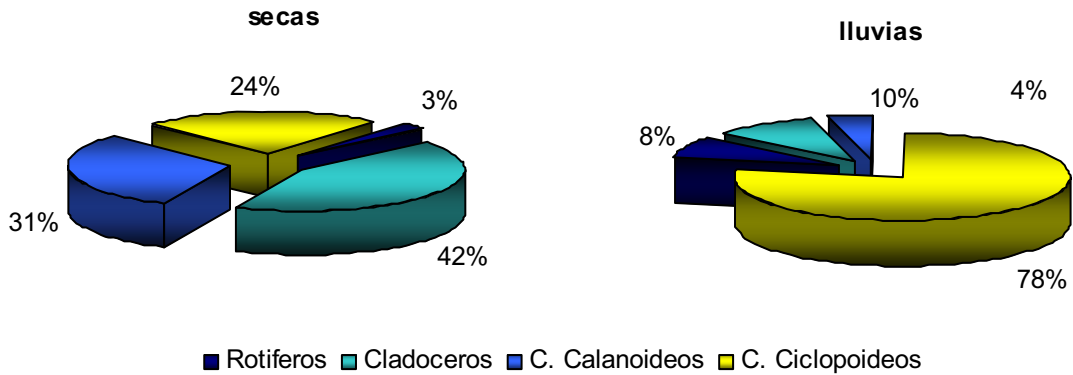
De acuerdo al IET este sistema es clasificado como eutrófico con tendencias a la hipereutrófia, por lo cual se considera como de buena productividad (Tabla 52).

**Tabla 52. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

<b>Época</b>	<b>IET Transparencia</b>	<b>IET Clorofila a</b>	<b>IET Fósforo Total</b>	<b>Promedio IET</b>	<b>Clasificación</b>
Secas	97.33	50.44	77.79	75.19	Eutrófico-hipereutrófico
Lluvias	97.33	78.62	67.69	81.21	Hipereutrófico

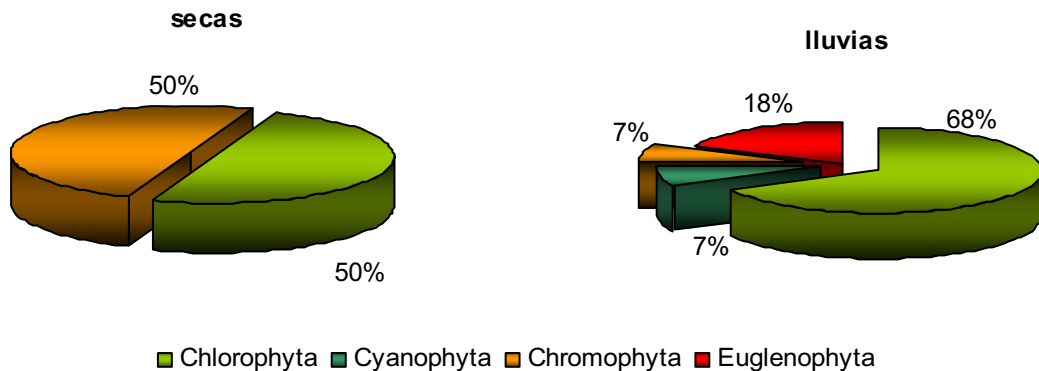
## RESULTADOS

Las Manzanas es uno de los sistemas con una gran cantidad de organismos de zooplancton, de acuerdo a la distribución, el grupo más numeroso fue el de los cladóceros en época de secas con 42% el cual disminuyó hasta el 10% en la de lluvias, el grupo de copépodos ciclopoideos con 24% ocupó el segundo lugar en época de secas, en lluvias con el 78% fue el más numeroso; en tercer lugar el grupo de los copépodos calanoideos abarcaron el 31% en época de secas, el cual disminuyó al 4% para le temporada de lluvias y por último el grupo de rotíferos representó el 3% en secas y aumentó al 8% en lluvias (Figura 83).



**Figura 83. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Manzanas**

Los grupos de fitoplancton encontrados en la época de secas fueron solamente el de las clorofitas y las cromofitas con un porcentaje de 50 para ambos. En la temporada de lluvias se registraron cuatro grupos, el dominante con 68% fue el de las clorofitas, seguido de las euglenofitas con el 18%, en tercer lugar los grupos de cromofitas y cianofitas ocuparon el 7% por igual (Figura 84).



**Figura 84. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Manzanas**



**Sistema: Tepetlixpita (R33), temporal****Figura 85. Tepetlixpita, Octubre 2006**

Tepetlixpita es un bordo temporal que en época de lluvias tiene una profundidad máxima de 4.8 m, con un área de 3 241.3 m<sup>2</sup> y volumen de 9 521 m<sup>3</sup> (Figura 85). El agua tiene un pH neutro de 7.3, la concentración de oxígeno disuelto es moderada dentro de los límites permisibles y las aguas son moderadamente duras (Tabla 53).

**Tabla 53. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	26
Temperatura ambiente (°C)	-	28
Hora de la toma	-	17:04
Profundidad (m)	-	4.8
Transparencia (m)	-	0.5
pH	-	7.3
Conductividad (µS/cm)	-	480
Clorofila "a" (µg/L)	-	70.42
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	5.96
Alcalinidad total (mg/L)	-	25
Dureza total (mg/L)	-	150.15
Nitratos (mg/L)	-	0.064
Nitritos (mg/L)	-	0.0012
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.042
Fósforo total (mg/L)	-	0.189
Sulfatos (mg/L)	-	47.52
Amonio (mg/L)	-	0.357
Silicatos (mg/L)	-	18.541

Este cuerpo de agua está clasificado como hipereutrófico por lo que se puede considerar como un sistema de buena productividad (Tabla 54).

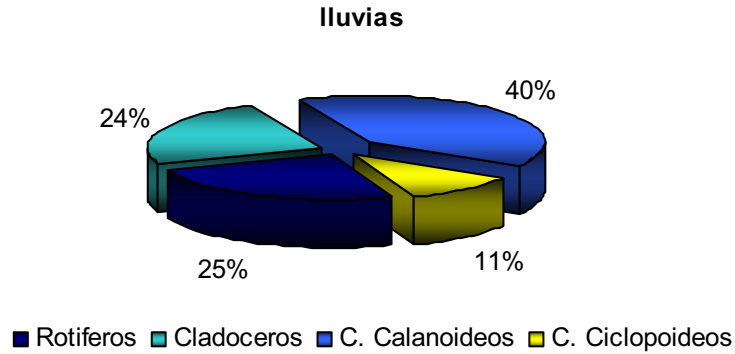
**Tabla 54. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	69.9	72.34	79.79	74.04	hipereutrófico

## RESULTADOS

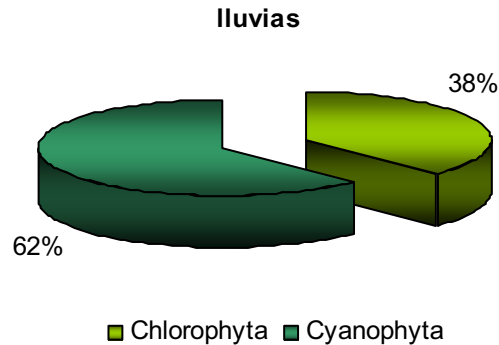
---

Los grupos de zooplancton presentes en Tepetlixpita estuvieron representados en primer lugar por los copépodos calanoideos con el 40%, en segundo se encontraron los rotíferos con el 25%, seguido del grupo de los cladóceros con el 24% y por último los copépodos ciclopoideos con 11% (Figura 86).



**Figura 86. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tepetlixpita**

Con respecto a las divisiones de fitoplancton solo se reportaron dos. La división Cyanophyta registró el 62%, siendo la más abundante y la división Chlorophyta representó el 38% restante (Figura 87).



**Figura 87. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tepetlixpita**



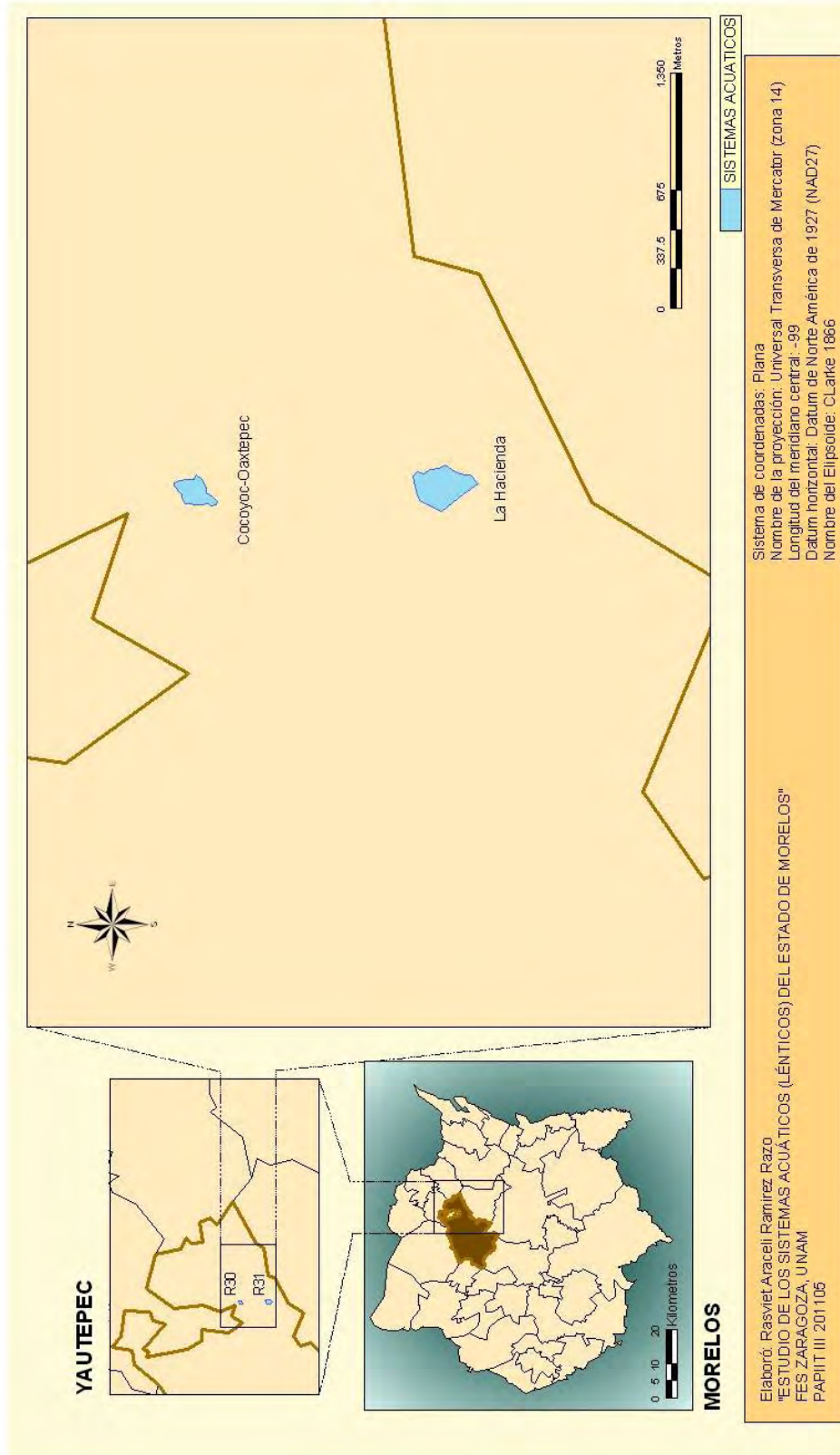


Figura 88. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Yautepec

**Sistema: Cocoyoc-Oaxtepec (R33), permanente**



**Figura 89. Cocoyoc-Oaxtepec, Febrero 2006**

Cocoyoc-Oaxtepec es un sistema somero ya que en época de lluvias tiene una profundidad máxima de 2.1 m, con un área de 24 439.5 m<sup>2</sup> y volumen de 11 0915 m<sup>3</sup> (Figura 89). En promedio el pH del agua del sistema es moderadamente alcalino, la concentración del oxígeno disuelto es muy alta en ambas épocas y de acuerdo a la dureza el agua se clasifica como moderadamente dura (Tabla 55).

**Tabla 55. Nutrientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

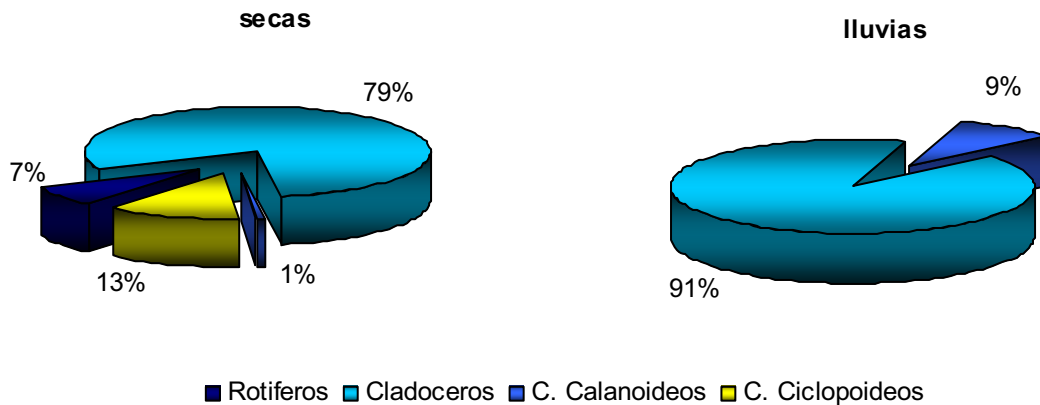
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	25	23.9
Temperatura ambiente (°C)	32.5	27.7
Hora de la toma	14:10	12:40
Profundidad (m)	1.4	2.1
Transparencia (m)	0.4	0.43
pH	8.52	8.41
Conductividad (µS/cm)	886	206
Clorofila “a” (µg/L)	42.8	31.71
Oxígeno disuelto (mg/L)	15.62	16.4
Alcalinidad total (mg/L)	30	49
Dureza total (mg/L)	85.08	90.09
Nitratos (mg/L)	0.137	0.137
Nitritos (mg/L)	0.0013	0.0009
Ortofosfatos (mg/L)	0.291	0.05
Fósforo total (mg/L)	0.329	0.068
Sulfatos (mg/L)	21.761	27.41
Amonio (mg/L)	0.55	0.14
Silicatos (mg/L)	22.99	65.39

Este sistema está clasificado como eutrófico-hipereutrófico de acuerdo al IET por lo que se puede considerar como productivo a lo largo de todo el año (Tabla 56).

**Tabla 56. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

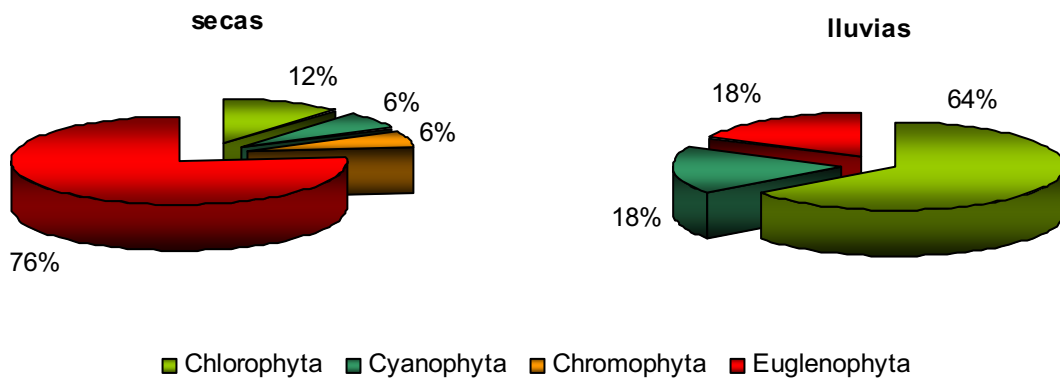
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	75.13	67.45	87.76	76.78	Hipereutrófico
Lluvias	72.33	64.51	65.15	67.33	Eutrófico- hipereutrófico

El grupo dominante en el zooplancton para este sistema fue el de los cladóceros en ambas épocas, en la de secas cubrió el 79% y en lluvias aumentó a 91%, los copépodos ciclopoideos fueron el segundo grupo dominante en secas con el 13%, el cual no fue registrado para la época de lluvias; en tercer lugar se encontró el grupo de rotíferos con el 7% en secas pero para la época de lluvias no estuvo presente. Por último, los copépodos calanoideos representaron el 1% en tiempo de secas pero para la de lluvias aumentó al 9% siendo así, el segundo grupo dominante en esta época (Figura 90).



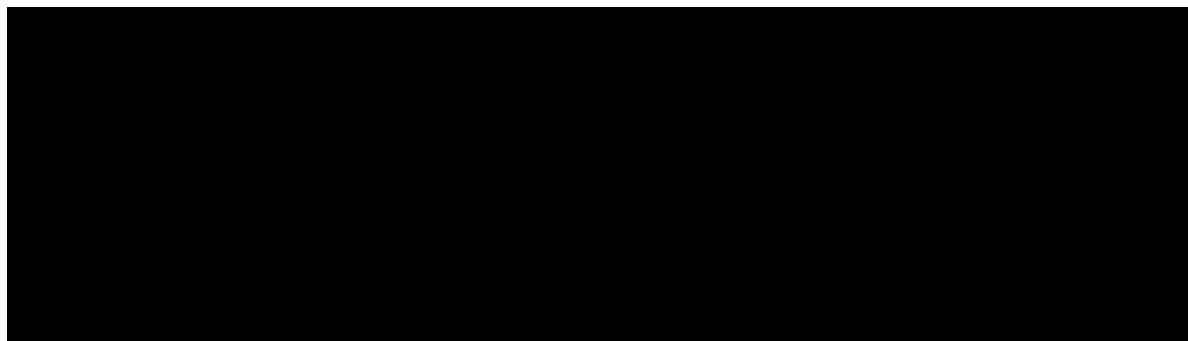
**Figura 90. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cocoyoc-oaxtepec**

En este embalse el comportamiento del fitoplancton no fue muy similar en ambas épocas. El grupo dominante en secas fue el de las euglenofitas con el 76% y en lluvias las clorofitas con el 64%, las euglenofitas con 12% (en secas) y las cianofitas con el 18% (lluvias) ocuparon el segundo lugar, los otros dos grupos representaron el resto del porcentaje sin dejar de ser importantes para el sistema acuático (Figura 91).



**Figura 91. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cocoyoc-oaxtepec**

**Sistema: La Hacienda (R31), permanente**



**Figura 92. La Hacienda, Febrero 2006**

El sistema La Hacienda tiene un área aproximada de 59 169.3 m<sup>2</sup> y un volumen de 96 127 m<sup>3</sup> (Figura 92), es somero por tener una profundidad máxima de 1.75 m, la concentración de oxígeno disuelto se considera buena, el pH del agua es moderadamente alcalino y tiene aguas moderadamente duras (Tabla 57).

**Tabla 57. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos y clorofila "a"**

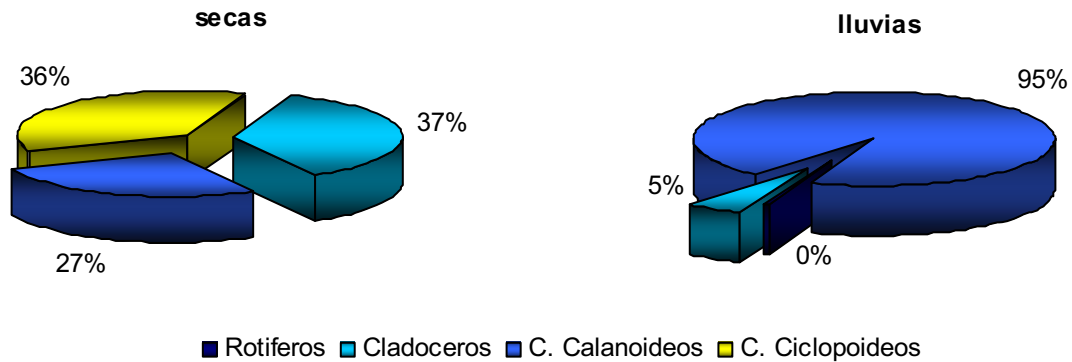
Parámetros	Lluvias	Secas
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	27.4	31.3
Temperatura ambiente (°C)	29	33
Hora de la toma	14:05	15:45
Profundidad (m)	1.4	1.75
Transparencia (m)	0.3	0.2
pH	8.27	7.91
Conductividad (µS/cm)	913	409
Clorofila "a" (µg/L)	12.08	59.32
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.36	16.42
Alcalinidad total (mg/L)	21.5	33
Dureza total (mg/L)	87.58	100.1
Nitratos (mg/L)	0.0417	0.0197
Nitritos (mg/L)	0.0025	0.0025
Ortofosfatos (mg/L)	0.214	0.084
Fósforo total (mg/L)	0.22	0.0006
Sulfatos (mg/L)	16.80	22.01
Amonio (mg/L)	0.575	0.152
Silicatos (mg/L)	21.69	83.44

El sistema La Hacienda es un sistema de muy buena productividad ya que está clasificado de acuerdo al IET como eutrófico con tendencias hacia la hipereutrófia (Tabla 58).

**Tabla 58. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

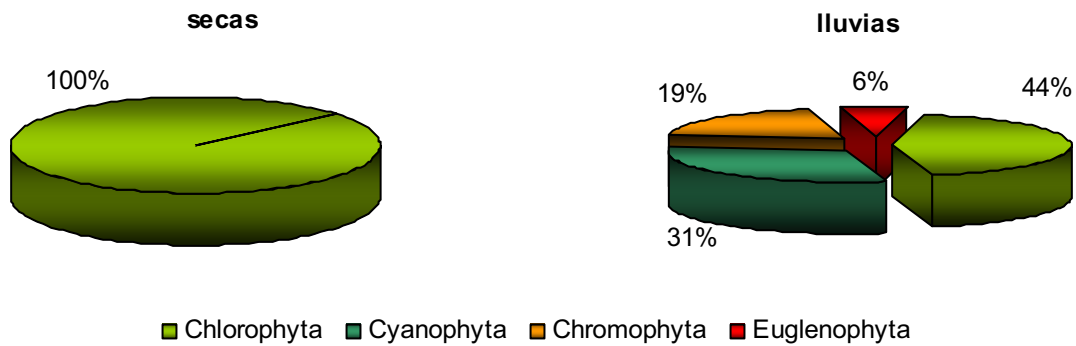
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	77.35	55.04	81.55	71.31	Eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	83.19	70.65	2.38	50.49	Eutrófico- hipereutrófico

El comportamiento de los grupos de zooplancton varió de una temporada a otra. En la época de secas el grupo de mayor abundancia fue el de los cladóceros con el 37% el cual descendió hasta el 5% en época de lluvias, los copépodos ciclopoideos con el 36% ocuparon el segundo lugar en secas y para lluvias no se reportó ningún organismo de este grupo; con 27% el grupo de los copépodos calanoideos estuvieron en tercer lugar en secas y para la temporada de lluvias aumentó hasta el 95% para ser el grupo mas abundante. Por último, para el grupo de rotíferos no se registró ningún organismo en época de secas y en lluvias solo uno. (Figura 93).



**Figura 93. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema La Hacienda**

Para los organismos del fitoplancton el comportamiento fue distinto en ambas épocas, en la de secas solo se reportaron organismos de la división Chlorophyta; en época de lluvias las clorofitas representaron el 44% seguida de las cianofitas con 31%, en tercero con 19% estuvieron las cromofitas y por último las euglenofitas con el 6% (Figura 94).



**Figura 94. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema La Hacienda**

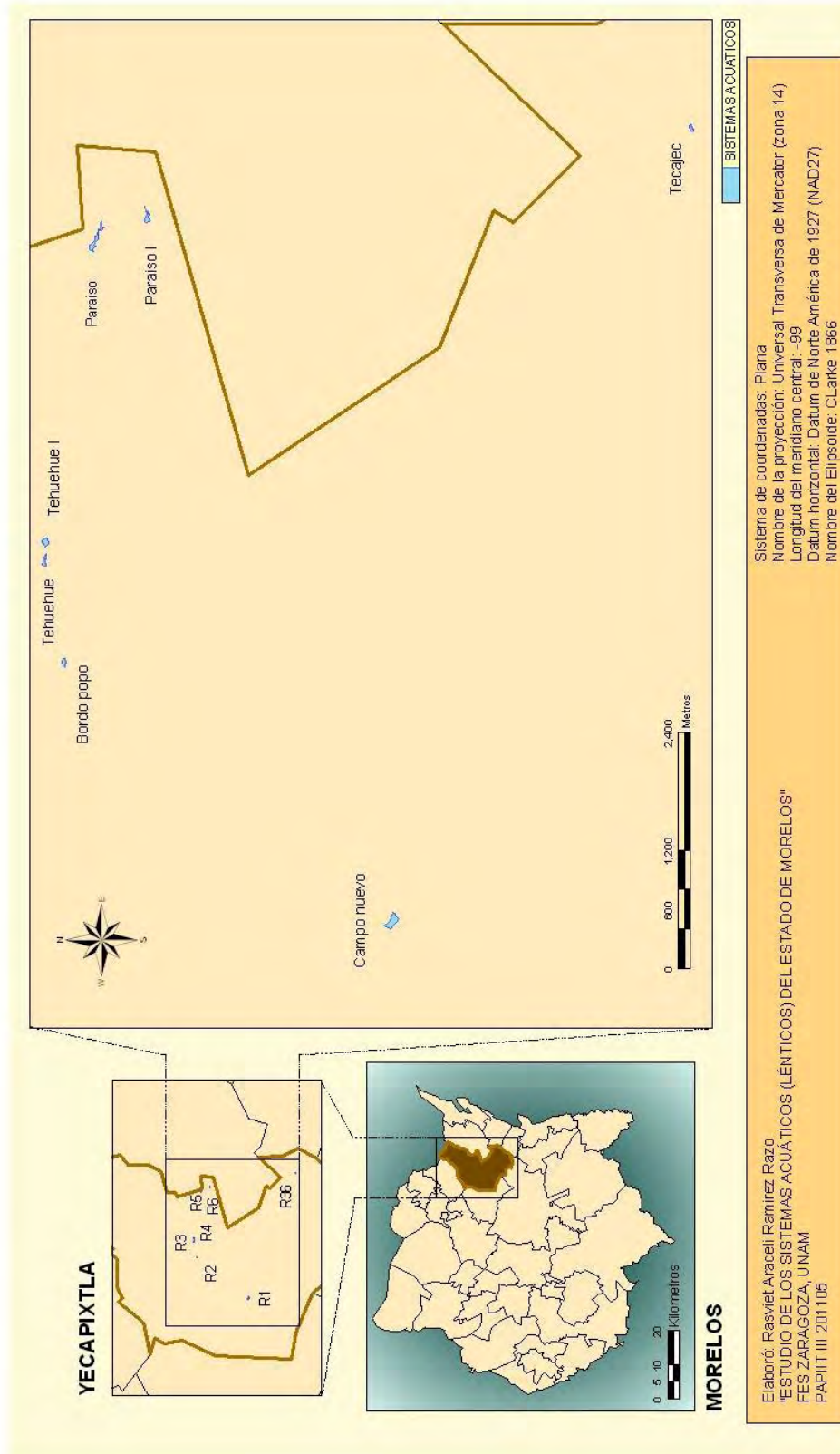


Figura 95. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Yecapixtla



**Sistema: Bordo Popo (R3), permanente****Figura 96. Bordo Popo, Agosto 2006**

Bordo popo es uno de los sistemas más someros, la máxima profundidad en lluvias es de 1.5 m, tiene un área de 1 960.8 m<sup>2</sup> y volumen de 2 260 m<sup>3</sup> (Figura 96), de acuerdo al pH es de aguas ligeramente alcalinas, la concentración de oxígeno disuelto es muy baja en época de lluvias y en secas en buena, de acuerdo a los valores de dureza se muestra que el agua es suave (Tabla 59).

**Tabla 59. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	25.5	26.1
Temperatura ambiente (°C)	32	26.5
Hora de la toma	14:15	15:46
Profundidad (m)	0.35	1.5
Transparencia (m)	0.075	0.1
pH	8.65	7.31
Conductividad (µS/cm)	514	229
Clorofila "a" (µg/L)	23.01	55.53
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.64	2.27
Alcalinidad total (mg/L)	15	10
Dureza total (mg/L)	62.56	50.05
Nitratos (mg/L)	0.332	0.365
Nitritos (mg/L)	0.0102	0.015
Ortofosfatos (mg/L)	0.233	0.0801
Fósforo total (mg/L)	0.458	0.399
Sulfatos (mg/L)	33.851	48.339
Amonio (mg/L)	0.816	0.309
Silicatos (mg/L)	6.86	19.77

Este cuerpo de agua es de buena productividad ya que de acuerdo al IET se clasifica como eutrófico con tendencia a la hipereutrofía (Tabla 60).

**Tabla 60. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	97.33	61.36	92.51	83.73	Eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	93.18	70.01	90.54	84.57	Hipereutrófico

## RESULTADOS

Los grupos de zooplancton mostraron un comportamiento distinto entre cada época, en la de secas los copépodos calanoideos fue el grupo más numeroso con el 67% y en la de lluvias comparte el segundo lugar con los copépodos ciclopoideos ambos con el 10%, los rotíferos con el 26% son el segundo grupo en secas y baja hasta el cuarto con 2% en la temporada de lluvias, en secas los copépodos ciclopoideos abarcaron el 7% y los cladoceros no fueron registrados, en lluvias éstos son el más numeroso con el 78% (Figura 97).

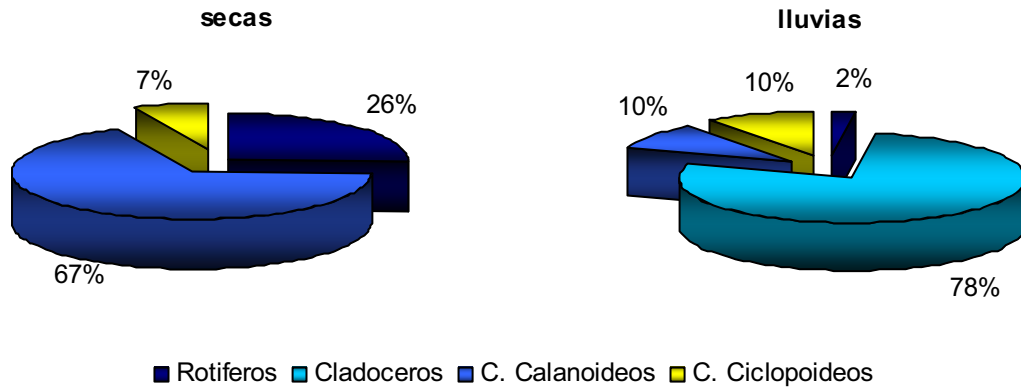


Figura 97. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Bordo Popo

En este sistema la división más abundante fue el Chlorophyta en ambas épocas, en secas cubrió el 78% y en lluvias bajó al 72%, la segunda división en común para ambas épocas fue la de Chromophyta con 7% en secas y 17% en lluvias, la Cyanophyta se reporta únicamente en la temporada de secas y representaron el 15%, en lluvias la tercera división fue la de Euglenophyta con 11% (Figura 98).

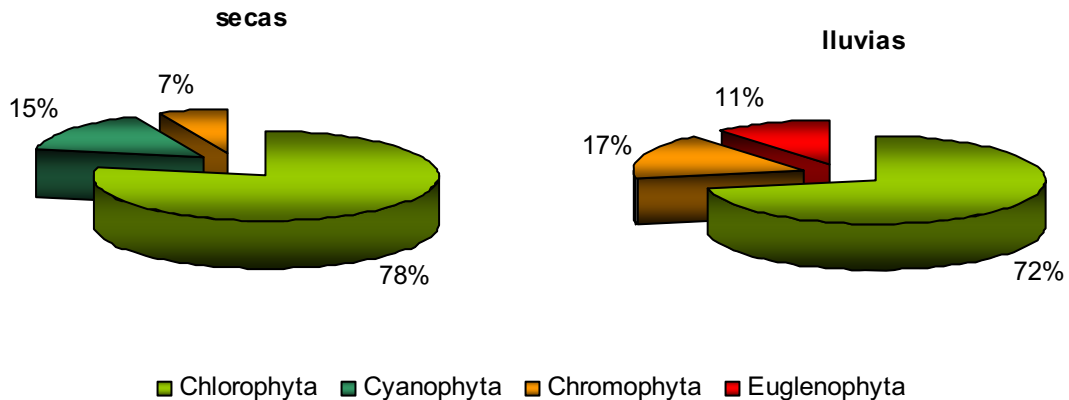


Figura 98. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Bordo Popo



**Sistema: Campo Nuevo (Gabriel) (R1), permanente****Figura 99. Campo Nuevo, Agosto 2006**

Campo nuevo es uno de los sistemas más someros ya que en época de secas tiene una profundidad máxima de 1 m, cubre un área total de 9 759.7 m<sup>2</sup> con un volumen aproximado de 32 675 m<sup>3</sup> (Figura 99). De acuerdo a los valores de pH el agua se clasifica como un sistema moderadamente alcalino, los valores de oxígeno disuelto son buenos y de acuerdo a los valores de dureza se considera que el agua de este sistema es dura (Tabla 61).

**Tabla 61. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21.7	29
Temperatura ambiente (°C)	28	29.5
Hora de la toma	12:34	13:30
Profundidad (m)	0.3	1.0
Transparencia (m)	0.12	0.21
pH	9.85	8.61
Conductividad (µS/cm)	615	821
Clorofila “a” (µg/L)	58.92	21.93
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.48	6.52
Alcalinidad total (mg/L)	34	90
Dureza total (mg/L)	127.62	248.24
Nitratos (mg/L)	0.121	0.156
Nitritos (mg/L)	0.002	0.0025
Ortofosfatos (mg/L)	0.142	0.169
Fósforo total (mg/L)	0.314	0.486
Sulfatos (mg/L)	74.80	73.904
Amonio (mg/L)	0.211	0.059
Silicatos (mg/L)	11.359	21.075

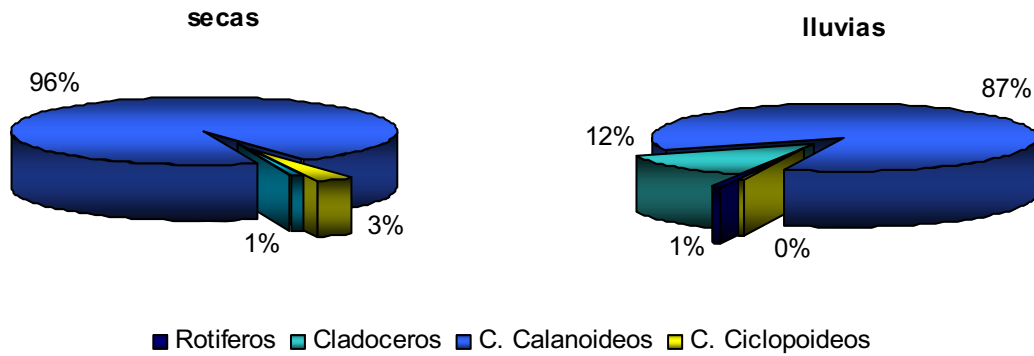
De acuerdo a la clasificación del IET para este bordo, se puede decir que es un sistema de buena productividad (Tabla 62).

**Tabla 62. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	89.96	70.59	87.08	88.52	hipereutrófico
Lluvias	82.49	60.9	93.38	78.92	Eutrófico- hipereutrófico

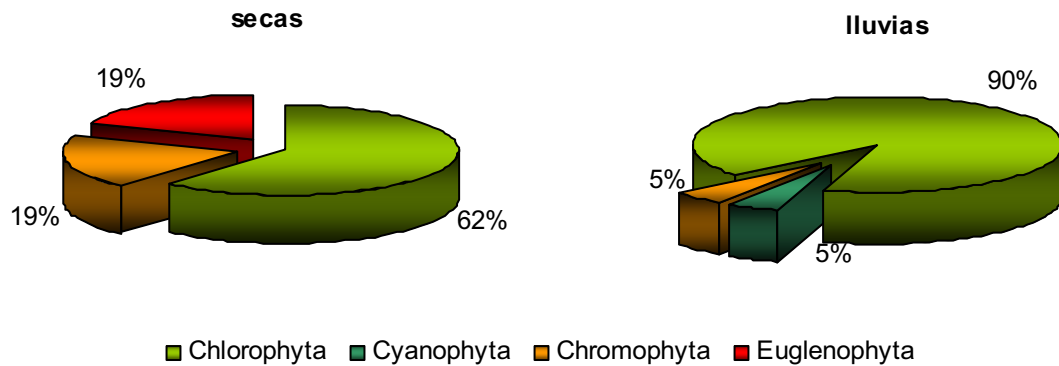
## RESULTADOS

El grupo de zooplancton de mayor abundancia en este sistema fue el de los copépodos calanoideos en ambas temporadas, para la época de secas cubrió el 96 % y en lluvias el 87%, el grupo de los copépodos ciclopoideos abarcó el 3% en secas y en lluvias se encontró un solo organismos de este grupo, los cladóceros representaron el 1% en secas y para la época de lluvias aumentó al 12%; por último los rotíferos en secas no se reportaron y para lluvias representaron el 1% (Figura 100).



**Figura 100. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Campo Nuevo (Gabriel)**

Para este sistema el grupo de clorofitas fue el más abundante en ambas temporadas, en secas cubrió el 62% y en lluvias aumentó a 90%, las cromofitas en secas tuvieron el 19% y para lluvias disminuyó al 5%, la división Euglenophyta se reportó únicamente en la época de secas con el 19% y las cianofitas en lluvias con el 5% (Figura 101).



**Figura 101. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Campo Nuevo (Gabriel)**

**Sistema: Paraíso (R6), permanente****Figura 102. Paraíso, Agosto 2006**

Paraíso es un bordo somero en época de secas y en lluvias tiene una profundidad máxima de 3 m, área de 5 454.5 m<sup>2</sup> y volumen de 3 874 m<sup>3</sup> (Figura 102), en promedio el agua tiene un pH neutro, la cantidad de oxígeno disuelto es muy baja en época de lluvias y para la época de secas tiene una buena concentración, la dureza del agua en lluvias es muy suave y para la época de secas es moderadamente dura (Tabla 63).

**Tabla 63. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21.3	20.8
Temperatura ambiente (°C)	24	20.5
Hora de la toma	18:20	09:38
Profundidad (m)	1.0	3.0
Transparencia (m)	0.06	0.10
pH	8.2	6.82
Conductividad (µS/cm)	467	175
Clorofila “a” (µg/L)	28.49	114.31
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.80	1.93
Alcalinidad total (mg/L)	16.5	50
Dureza total (mg/L)	112.61	27.02
Nitratos (mg/L)	0.209	0.044
Nitritos (mg/L)	0.0069	0.0135
Ortofosfatos (mg/L)	0.193	0.082
Fósforo total (mg/L)	0.195	0.314
Sulfatos (mg/L)	79.53	43.88
Amonio (mg/L)	0.314	0.329
Silicatos (mg/L)	27.29	21.31

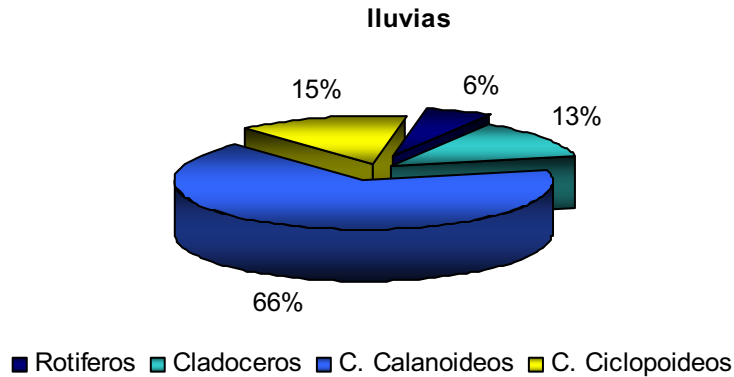
El Paraíso se clasifica de acuerdo al IET como hipereutrófico, por lo tanto se puede decir que es un sistema de buena productividad (Tabla 64).

**Tabla 64. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	101.8	63.46	80.22	81.82	Eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	93.18	77.09	87.08	85.78	Hipereutrófico

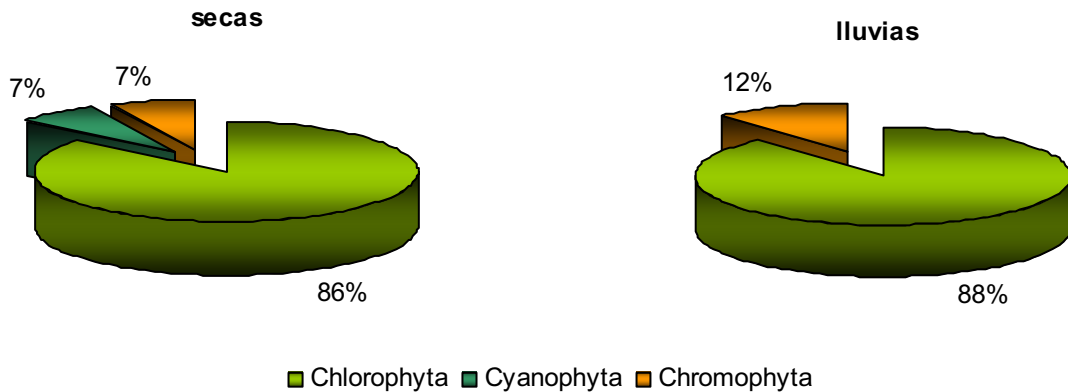
## RESULTADOS

En este cuerpo de agua solo se tiene una muestra de zooplancton debido a que no se pudo tomar la muestra en el primer muestreo por las condiciones presentes en el sistema, en la época de lluvias se pudieron reportar los cuatro grupos, el más abundante fue el de los copépodos calanoideos con el 66%, en segundo lugar se registraron los copépodos ciclopoideos con el 15%, seguido de los cladóceros con un 13% y por último el grupo de rotíferos representó el 6% del total (Figura 103).



**Figura 103. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Paraíso**

El comportamiento de las divisiones de fitoplancton en este sistema se muestra en la figura 104 donde se puede observar que la división Chlorophyta es la de mayor abundancia en ambas temporadas, en secas abarcó el 86% y en lluvias aumento un 2%, la división Chromophyta representó el 7% en época de secas y hacia la de lluvias aumentó hasta el 12%, por último la división Cyanophyta solo se reportó en secas en donde abarcó el 7%.



**Figura 104. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Paraíso**

**Sistema: Paraíso I (R6), permanente****Figura 105. Paraíso I, Agosto 2006**

Paraíso I es un bordo con área de 2 551.2 m<sup>2</sup>, volumen de 15 240 m<sup>3</sup> (Figura 105) y profundidad máxima de 6.9 m, de acuerdo a los valores de pH en promedio, el agua es ligeramente alcalina, la concentración de oxígeno disuelto en la época de secas es buena pero en la de lluvias es baja y de acuerdo a los valores de dureza del sistema presenta aguas ligeramente suaves (Tabla 65).

**Tabla 65. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	20.5	22.6
Temperatura ambiente (°C)	21.8	25.5
Hora de la toma	18:50	10:38
Profundidad (m)	3.0	6.9
Transparencia (m)	0.37	0.05
pH	8.53	6.8
Conductividad (µS/cm)	422	99
Clorofila “a” (µg/L)	42.114	89.112
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.12	4.84
Alcalinidad total (mg/L)	6.0	15.0
Dureza total (mg/L)	77.57	50.05
Nitratos (mg/L)	0.176	0.343
Nitritos (mg/L)	0.0026	0.0431
Ortofosfatos (mg/L)	0.127	0.263
Fósforo total (mg/L)	0.241	0.365
Sulfatos (mg/L)	9.66	82.59
Amonio (mg/L)	0.261	0.274
Silicatos (mg/L)	10.55	18.84

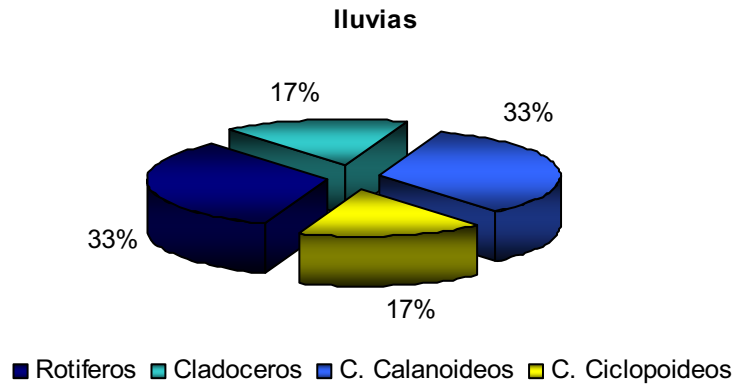
Este sistema se clasifica como hipereutrófico y por lo tanto, es un bordo de buena productividad de acuerdo al IET (Tabla 66).

**Tabla 66. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	74.33	67.29	106.88	82.83	Hipereutrófico
Lluvias	103.17	74.65	89.25	89.02	Hipereutrófico

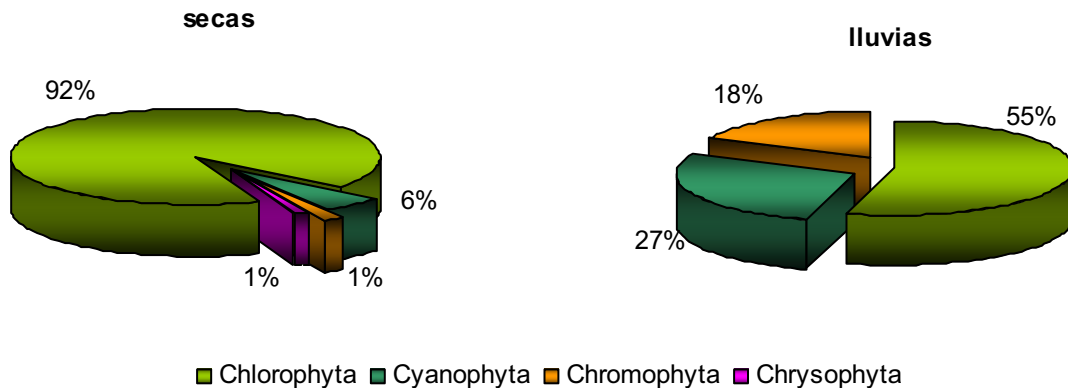
## RESULTADOS

Al igual que el sistema Paraíso, en este cuerpo de agua no se pudo tomar la muestra de zooplancton durante el periodo de secas; para la época de lluvias se reportan los cuatro grupos con una similitud en abundancias entre grupos, los copépodos calanoideos y los rotíferos abarcaron el 33% cada uno, los cladóceros y copépodos ciclopoideos representaron el 17% cada uno en el muestreo (Figura 106).



**Figura 106. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Paraíso I**

El comportamiento del fitoplancton en Paraíso I determinó que por la abundancia de las clorofilas, estas dominaron en ambas épocas, en secas ocupó el 92% y en lluvias disminuyó al 55%, las cianofitas en segundo lugar para ambas épocas abarcaron el 6 y 27% en secas y lluvias respectivamente, las cromofitas representaron el 1% en secas y aumentaron al 18% en lluvias; en la temporada de secas se reportó el grupo de las crisofitas el cual cubrió el 1% (Figura 107).



**Figura 107. Porcentaje de organismos de fitoplancton para el sistema Paraíso I**



**Sistema: Tecajec (R36), temporal****Figura 108. Tecajec, Agosto 2006**

Tecajec es un bordo con un área de 1 075.9 m<sup>2</sup> y volumen de 713 m<sup>3</sup> (Figura 108), con profundidad de 1.12 m en la época de lluvias, debido a que es temporal, el valor de pH indica que es moderadamente alcalino, la cantidad de oxígeno disuelto es buena y de acuerdo al valor de dureza, se indica que es de aguas suaves (Tabla 67).

**Tabla 67. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	26
Temperatura ambiente (°C)	-	29
Hora de la toma	-	15:05
Profundidad (m)	-	1.12
Transparencia (m)	-	0.25
pH	-	8.66
Conductividad (µS/cm)	-	198
Clorofila "a" (µg/L)	-	38.78
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	6.97
Alcalinidad total (mg/L)	-	10.0
Dureza total (mg/L)	-	45.04
Nitratos (mg/L)	-	0.233
Nitritos (mg/L)	-	0.0017
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.0025
Fósforo total (mg/L)	-	0.273
Sulfatos (mg/L)	-	43.38
Amonio (mg/L)	-	0.044
Silicatos (mg/L)	-	15.929

Este sistema está presente únicamente en época de lluvias, aún así mantiene su estado de hipereutrófia (Tabla 68), lo que significa que la temporada en que se encuentra mantiene buena productividad.

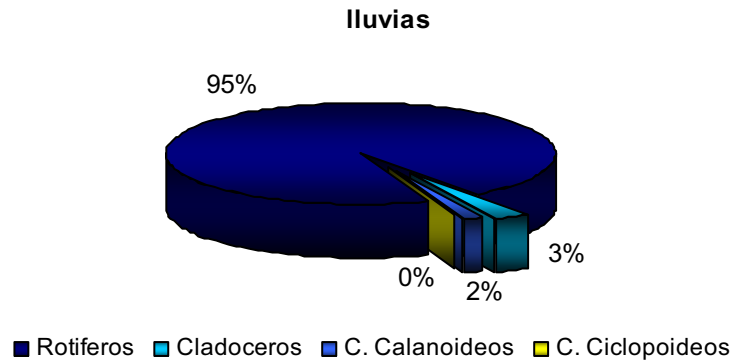
**Tabla 68. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	79.98	66.48	85.04	77.17	hipereutrófico

## RESULTADOS

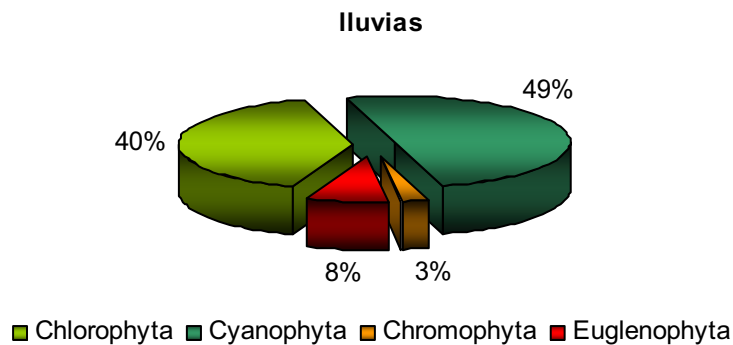
---

El zooplancton de este sistema presentó el dominio del grupo de rotíferos, el cual abarcó el 95%, en segundo lugar el grupo de cladóceros obtuvo el 3%, seguido de los copépodos calanoideos con el 2% y por último del grupo de los copépodos ciclopoideos se reportaron solo dos organismos (Figura 109).



**Figura 109. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tecajec**

En el fitoplancton registrado en Tecajec la división Cyanophyta representó el 49%, la división Chlorophyta ocupó el segundo lugar con el 40%, en tercer lugar con 8% la Euglenophyta y por último la Chromophyta estuvo representada con el 3% (figura 110).



**Figura 110. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tecajec**



**Sistema: Tehuehue (R4), permanente****Figura 111. Tehuehue, Agosto 2006**

Tehuehue es un sistema con una profundidad de 3.5 m, tiene un volumen de 4 827 m<sup>3</sup> y área de 3 135.6 m<sup>2</sup> (Figura 111), por los valores de pH el agua se considera como neutra, las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas y de acuerdo a la dureza, el sistema tiene aguas duras en secas y aguas suaves en época de lluvias (Tabla 69).

**Tabla 69. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Lluvias	Secas
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	21	24.3
Temperatura ambiente (°C)	29.5	25
Hora de la toma	17:30	17:15
Profundidad (m)	2	3.5
Transparencia (m)	0.17	0.05
pH	7.85	6.83
Conductividad (µS/cm)	259	153
Clorofila "a" (µg/L)	43.10	86.69
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.94	3.35
Alcalinidad total (mg/L)	7.5	10.0
Dureza total (mg/L)	187.68	30.03
Nitratos (mg/L)	0.178	0.154
Nitritos (mg/L)	0.0065	0.028
Ortofosfatos (mg/L)	0.142	0.117
Fósforo total (mg/L)	0.291	0.225
Sulfatos (mg/L)	55.98	110.30
Amonio (mg/L)	0.319	0.723
Silicatos (mg/L)	25.99	21.53

De acuerdo a la productividad del sistema, a pesar de tener bajos niveles de oxígeno en ambas épocas, presenta una buena productividad de acuerdo al IET (Tabla 70).

**Tabla 70. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	85.53	67.52	86.00	79.69	hipereutrófico
Lluvias	103.17	74.38	82.30	86.61	hipereutrófico



**Sistema: Tehuehue I (R3), permanente****Figura 114. Tehuehue I, Agosto 2006**

El sistema Tehuehue I tiene un área de 2 341.9 m<sup>2</sup> y un volumen de 9 368 m<sup>3</sup> (Figura 114), tiene una profundidad de 3.6m, el agua del sistema presenta pH neutro, las concentraciones de oxígeno disuelto son muy bajas, respecto a la dureza del agua esta varía de una época a otra, ya que en el periodo de secas el sistema es de aguas suaves y en lluvias es de muy duras (Tabla 71).

**Tabla 71. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	18.7	24.6
Temperatura ambiente (°C)	23.2	27.5
Hora de la toma	16:50	18:30
Profundidad (m)	2.5	3.6
Transparencia (m)	0.15	0.05
pH	7.2	7
Conductividad (µS/cm)	422	80
Clorofila "a" (µg/L)	38.156	24.234
Oxígeno disuelto (mg/L)	0.69	2.61
Alcalinidad total (mg/L)	9.0	15.0
Dureza total (mg/L)	60.56	300.3
Nitratos (mg/L)	0.551	0.261
Nitritos (mg/L)	0.016	0.017
Ortofosfatos (mg/L)	0.189	0.101
Fósforo total (mg/L)	0.345	0.305
Sulfatos (mg/L)	23.01	62.01
Amonio (mg/L)	0.762	0.432
Silicatos (mg/L)	17.61	21.766

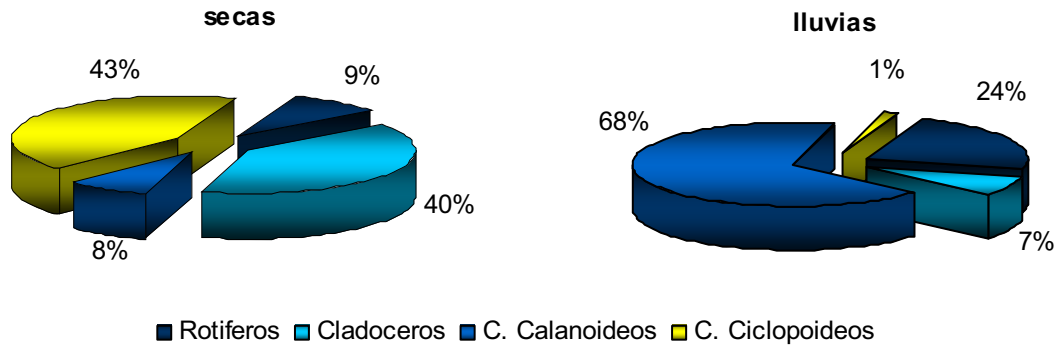
Al igual que el sistema Tehuehue, este presenta buena productividad a pesar de los muy bajos niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua. De acuerdo al IET Tehuehue I es eutrófico con tendencia a la hipereutrófia (Tabla 72).

**Tabla 72. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	87.34	66.32	88.41	80.69	Hipereutrófico
Lluvias	103.17	61.87	86.64	83.89	Eutrófico- hipereutrófico

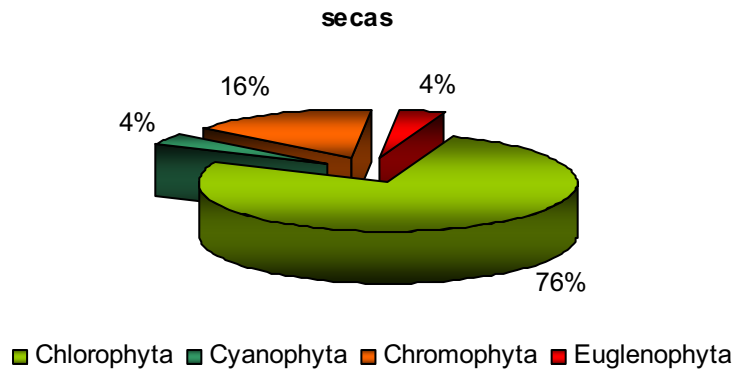
## RESULTADOS

El comportamiento de los grupos de zooplancton varió mucho de una temporada a otra, se observa que en secas los grupos dominantes fueron los de los copépodos ciclopoideos y los cladóceros con casi el 40% respectivamente, ambos grupos disminuyeron su número hacia la época de lluvias en gran medida, los copépodos ciclopoideos disminuyeron hasta el 1% y los cladóceros al 7%; respecto al grupo de rotíferos en secas abarcó el 9% y en lluvias aumentó hasta el 24% y por último los copépodos calanoideos en época de secas ocuparon el 8% y para la de lluvias aumentó hasta el 68% convirtiéndose en el grupo dominante en esta temporada (Figura 115).



**Figura 115. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tehuehue I**

Respecto al fitoplancton en este sistema, la división dominante fue la Chlorophyta con el 76%, la Chromophyta estuvo en segundo lugar con el 16% y por último la Cyanophyta y Euglenophyta representaron el 4% respectivamente (Figura 116).



**Figura 116. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tehuehue I**

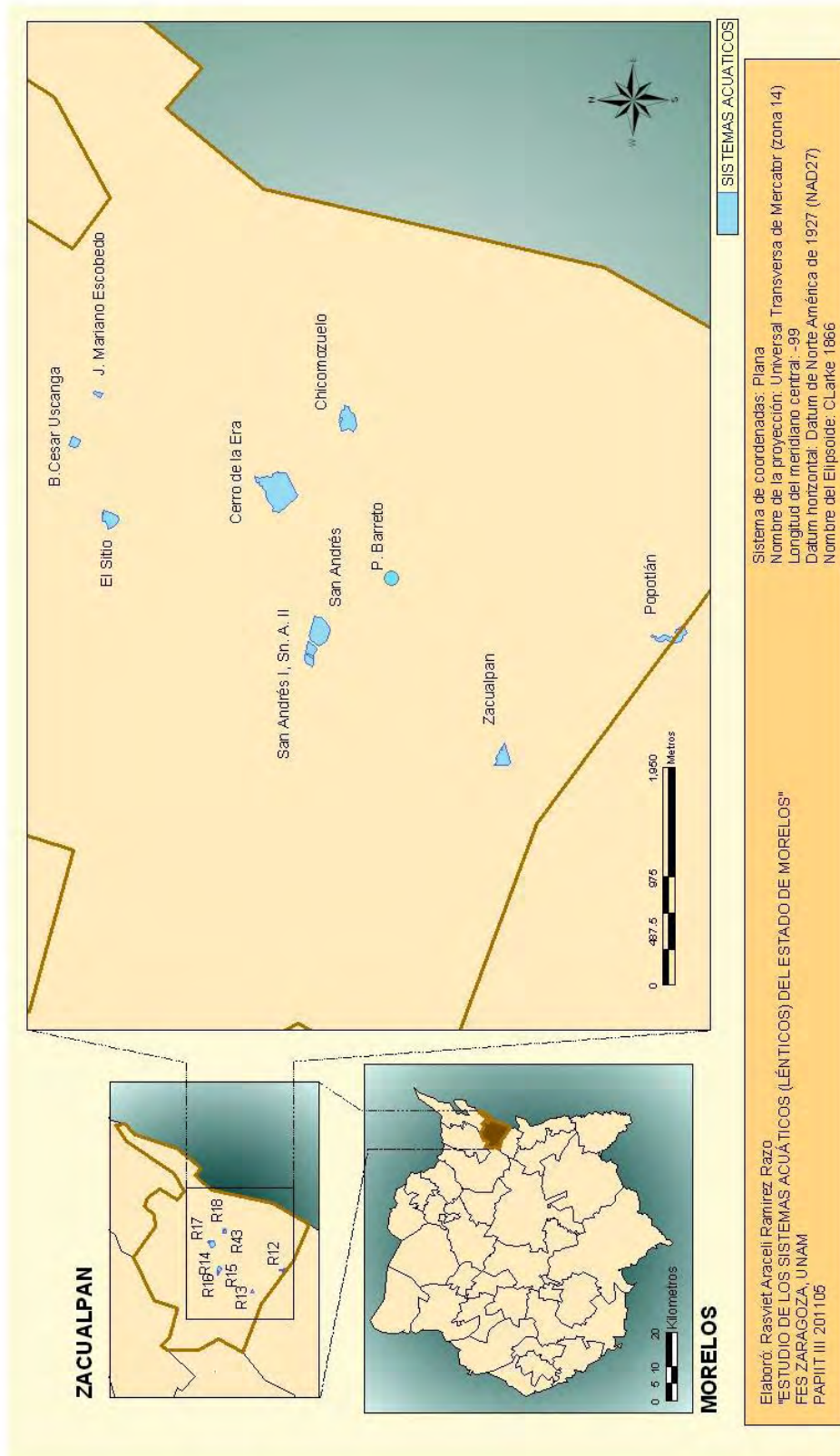


Figura 117. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio de Zacualpan



**Sistema: Cerro de la era (R17), permanente**



**Figura 118. Cerro de la Era, Diciembre 2006**

Cerro de la era es un sistema de buena profundidad, tiene un área de 76 359.0 m<sup>2</sup> y volumen de 686 303 m<sup>3</sup> (Figura 118), con base en los valores de pH en promedio, el agua es fuertemente alcalina, las concentraciones de oxígeno disuelto son altas y de acuerdo a la dureza las aguas son moderadamente duras (Tabla 73).

**Tabla 73. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	23	20.1
Temperatura ambiente (°C)	29	25.7
Hora de la toma	16:38	15:11
Profundidad (m)	4.0	6.2
Transparencia (m)	0.13	0.35
pH	9.39	9.9
Conductividad (µS/cm)	944	210
Clorofila “a” (µg/L)	54.22	55
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.58	12.45
Alcalinidad total (mg/L)	11	40
Dureza total (mg/L)	127.62	80.08
Nitratos (mg/L)	0.115	0.113
Nitritos (mg/L)	0.0036	0.0003
Ortofosfatos (mg/L)	0.377	0.172
Fósforo total (mg/L)	0.397	0.377
Sulfatos (mg/L)	118.99	27.596
Amonio (mg/L)	0.442	0.373
Silicatos (mg/L)	16.39	70

De acuerdo al IET el sistema acuático Cerro de la era se clasifica como hipereutrófico y por ello es considerado como un sistema de buena productividad (Tabla 74).

**Tabla 74. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	89.96	69.77	90.47	83.40	hipereutrófico
Lluvias	75.13	69.91	78.44	74.49	hipereutrófico

En el comportamiento de los grupos de zooplancton en este sistema se observó que el grupo dominante en temporada de secas fue el de los copépodos calanoideos con el 71% y en lluvias desciende hasta el 15%, en segundo lugar se encuentran los rotíferos con el 21% y en lluvias aumentó hasta el 84% siendo así el grupo dominante en esta temporada, los copépodos ciclopoideos representaron el 8% en secas y en lluvias solo se encontraron tres organismos y por último el grupo de cladóceros en secas se reportaron ocho organismos y en lluvias cuatro cubriendo el 1% (Figura 119).

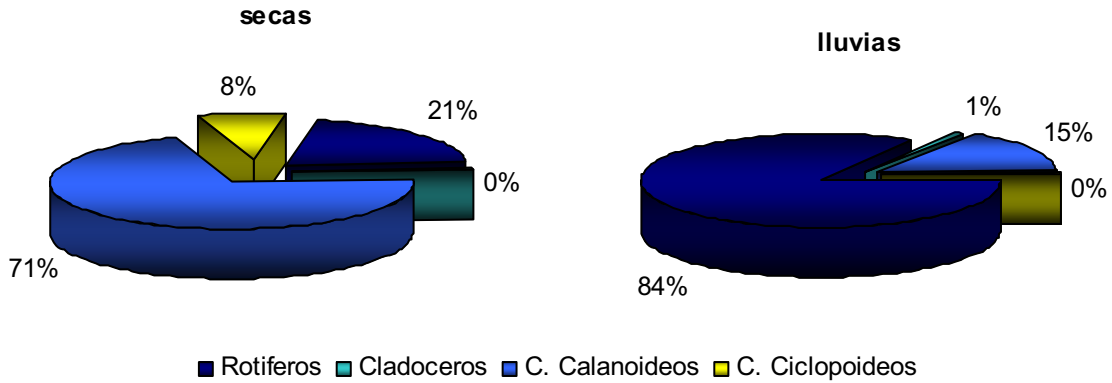


Figura 119. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cerro de la Era.

En este sistema se observó que la división fitoplanctónica dominante fue la Chlorophyta con 58%, en segundo lugar se reportó la división Chromophyta con el 32% y por último la Cyanophyta abarcó el 10% del total (Figura 120).

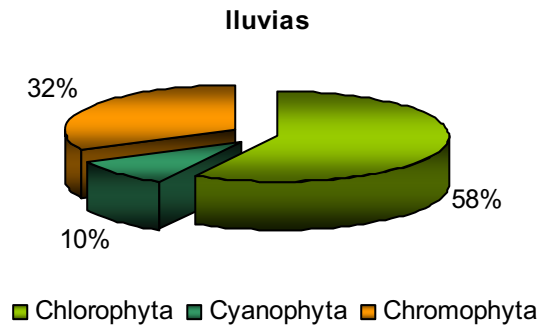


Figura 120. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cerro de la Era



**Sistema: Chicomozeulo (R18), permanente**



**Figura 121. Chicomozeulo, Diciembre 2006**

Chicomozeulo es un sistema que presenta una mediana profundidad, tiene un área de 23 897.5 m<sup>2</sup> y volumen de 97 861 m<sup>3</sup> (Figura 121), debido a los valores de pH se considera de aguas moderadamente alcalinas, los valores de oxígeno disuelto son muy buenos y respecto a la dureza el sistema es de agua moderadamente dura (Tabla 75).

**Tabla 75. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	24.1	19.2
Temperatura ambiente (°C)	26.6	22
Hora de la toma	17:15	16:40
Profundidad (m)	5	4.7
Transparencia (m)	0.15	0.17
pH	9.55	8.6
Conductividad (µS/cm)	910	316
Clorofila “a” (µg/L)	34.65	24.69
Oxígeno disuelto (mg/L)	9.28	8.20
Alcalinidad total (mg/L)	10	45
Dureza total (mg/L)	128.64	100.1
Nitratos (mg/L)	0.096	0.024
Nitritos (mg/L)	0.0032	0.0013
Ortofosfatos (mg/L)	0.265	0.252
Fósforo total (mg/L)	0.358	0.256
Sulfatos (mg/L)	113.99	33.43
Amonio (mg/L)	0.521	0.629
Silicatos (mg/L)	42.35	61.39

De acuerdo al IET este sistema se clasificó como eutrófico con tendencias a la hipereutrófia, con ello se entiende que es un embalse de buena productividad (Tabla 76).

**Tabla 76. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	87.34	65.38	88.95	88.56	hipereutrófico
Lluvias	85.12	62.06	84.11	77.09	Eutrófico- hipereutrofico

En la figura 122 se muestra el comportamiento de los cuatro grupos zooplanctónicos reportados en Chicomozuelo, en la época de secas el grupo dominante fue el de los cladóceros con el 81% el cual disminuyó hasta el 30% en lluvias, los copépodos ciclopoideos representaron el 14% en secas y en lluvias disminuyeron hasta el 3%, los copépodos calanoideos cubrieron el 3% en secas pero hacia la temporada de lluvias aumentó hasta el 55% siendo así el grupo dominante en esta época; por último los rotíferos mostraron el 2% en secas y hacia lluvias aumentó al 12%.

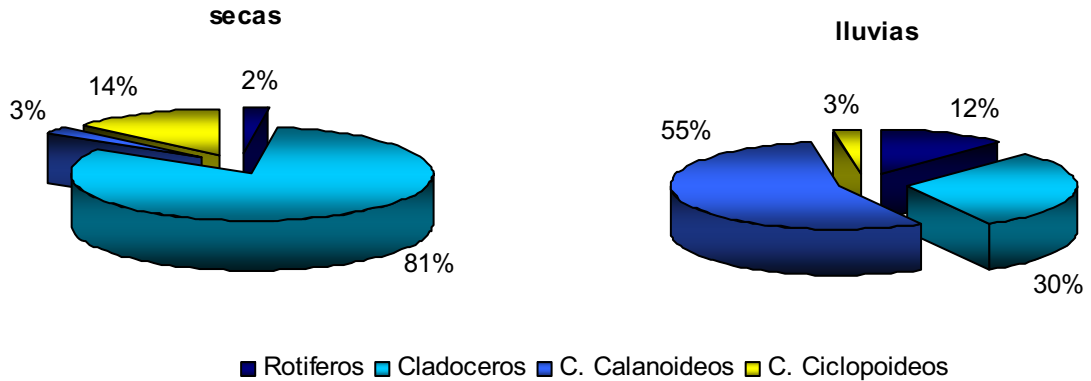


Figura 122. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Chicomozuelo

En este embalse la división Chlorophyta registró la mayor abundancia en ambas temporadas, en secas abarcó el 69% y en lluvias el 73%, la Cyanophyta presentó el 16% en ambas épocas, la división Euglenophyta se presentó en el tercer lugar con el 8% en secas y el 9% en lluvias, la división Chromophyta en secas tuvo una abundancia de 6% y disminuyó al 2% en lluvias (Figura 123).

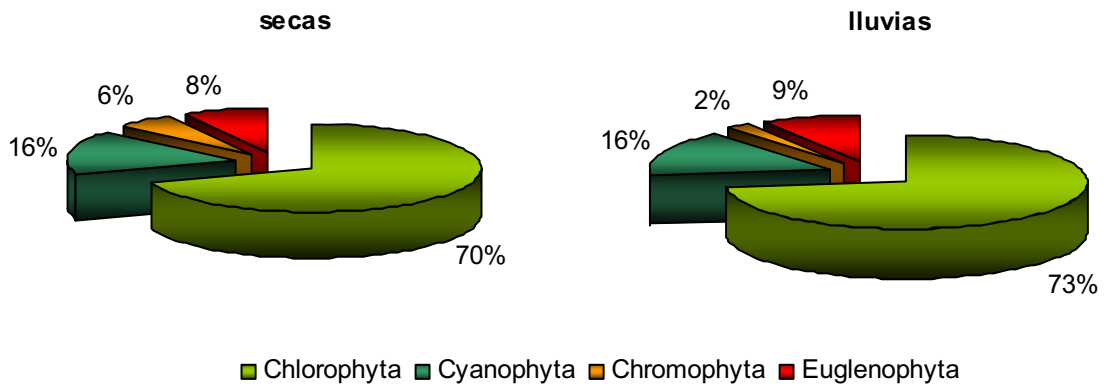


Figura 123. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Chicomozuelo

**Sistema: San Andrés (R14), permanente**



**Figura 124. San Andrés, Diciembre 2006**

San Andrés (Figura 124) es un bordo que pertenece a un conjunto de tres sistemas en repisa, este es el de mayor área y profundidad, tiene un área de 32 617.1 m<sup>2</sup> y volumen de 120 943 m<sup>3</sup>, la profundidad de 5 m rebasando así la media de profundidad de los sistemas estudiados, los valores de pH de una época a otra muestran que el agua del sistema va de un estado neutro en secas a moderadamente alcalino en lluvias. Respecto a los valores de oxígeno disuelto en secas son muy bajos y durante lluvias presenta una buena concentración, el comportamiento de la dureza mostró que en secas las aguas son duras y en lluvias baja a moderadamente duras (Tabla 77).

**Tabla 77. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

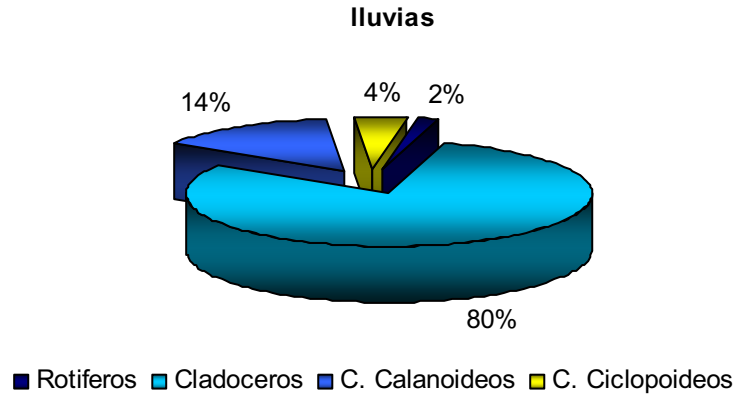
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	26	20
Temperatura ambiente (°C)	28	21.4
Hora de la toma	16:05	09:06
Profundidad (m)	5	5.1
Transparencia (m)	0.33	0.53
pH	7.34	8.98
Conductividad (µS/cm)	754	149
Clorofila “a” (µg/L)	16.90	15.77
Oxígeno disuelto (mg/L)	2.08	5.40
Alcalinidad total (mg/L)	12	35
Dureza total (mg/L)	212.71	80.08
Nitratos (mg/L)	0.269	0.036
Nitritos (mg/L)	0.0048	0.0002
Ortofosfatos (mg/L)	0.293	0.083
Fósforo total (mg/L)	0.36	0.35
Sulfatos (mg/L)	57.261	23.52
Amonio (mg/L)	0.782	0.216
Silicatos (mg/L)	24.14	59.09

San Andrés es un sistema de buena productividad ya que de acuerdo al IET es clasificado como eutrófico con tendencias a la hipereutrófia en ambas épocas (Tabla 78).

**Tabla 78. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

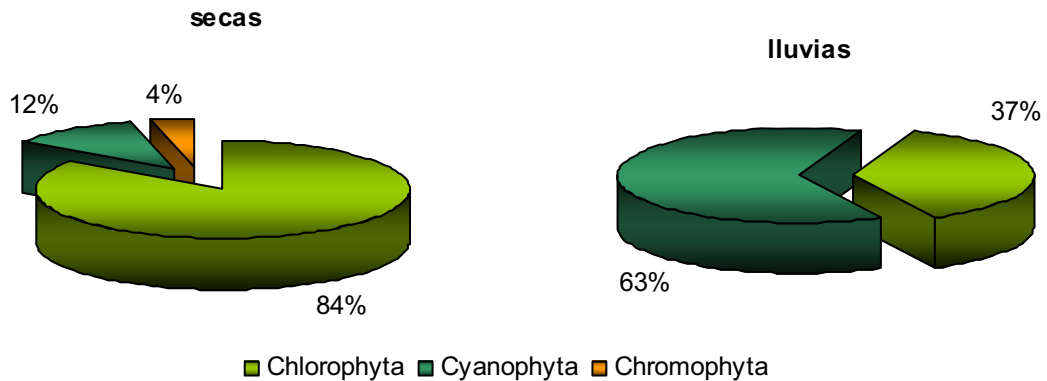
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	75.98	58.34	89.03	74.45	eutrófico- hipereutrófico
Lluvias	69.29	57.66	88.64	71.86	eutrófico- hipereutrófico

Para este sistema no se reporta el zooplancton en época de secas, ya que durante el primer muestreo no se pudo tomar la muestra. Se observa que para la época de lluvias el grupo que registró mayor abundancia fue el de los cladóceros con el 80%, en segundo lugar se reportó el grupo de copépodos calanoideos con el 14%, seguido de los copépodos ciclopoideos con el 4% y por último con el 2% el grupo de los rotíferos (Figura 125).



**Figura 125. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema San Andrés**

En este sistema solo se reportaron tres divisiones fitoplanctónicas, en temporada de secas la división Chlorophyta abarcó el 84% y en la de lluvias disminuyó su abundancia hasta el 37%, la Cyanophyta representó el 12% en secas y aumentó hasta el 63% en lluvias convirtiéndose en la división mas abundante en esta época y la división Chromophyta se reportó únicamente en la época de secas con el 4% (Figura 126).



**Figura 126. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema San Andrés**

**Sistema: San Andrés I (R15), temporal**



**Figura 127. San Andrés I, Diciembre 2006**

San Andrés I es el segundo sistema de los tres en área y volumen además de ser temporal, tiene un área de 8486.1 m<sup>2</sup> y un volumen de 20702 m<sup>3</sup> con una profundidad de 3.4 m con lo que se encuentra por debajo del promedio de profundidades, de acuerdo al valor de pH reportado, el agua es muy fuertemente alcalina, respecto al valor de oxígeno disuelto este se considera de buen valor, y por la dureza es de aguas suaves (Tabla 79).

**Tabla 79. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

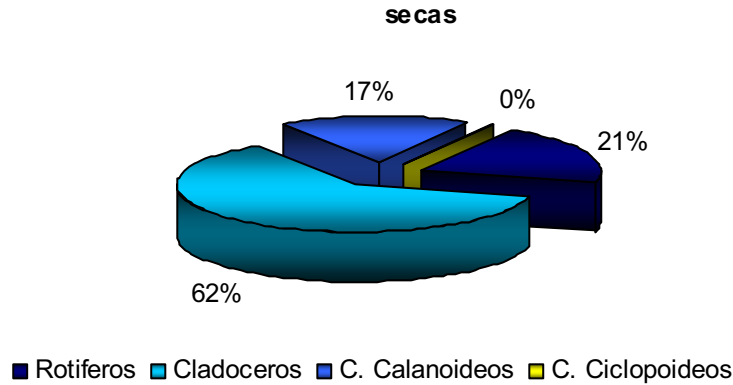
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	17
Temperatura ambiente (°C)	-	23.7
Hora de la toma	-	10:33
Profundidad (m)	-	3.4
Transparencia (m)	-	0.8
pH	-	9.02
Conductividad (µS/cm)	-	153
Clorofila “a” (µg/L)	-	7.51
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	5.77
Alcalinidad total (mg/L)	-	35
Dureza total (mg/L)	-	70.07
Nitratos (mg/L)	-	0.11
Nitritos (mg/L)	-	0.0001
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.078
Fósforo total (mg/L)	-	0.256
Sulfatos (mg/L)	-	25.43
Amonio (mg/L)	-	0.462
Silicatos (mg/L)	-	32.75

En la temporada en que el sistema se encuentra presente es considerado como eutrófico con tendencias a la hiperetutrofia de acuerdo al IET; por lo tanto, es presenta buena productividad (Tabla 80).

**Tabla 80. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

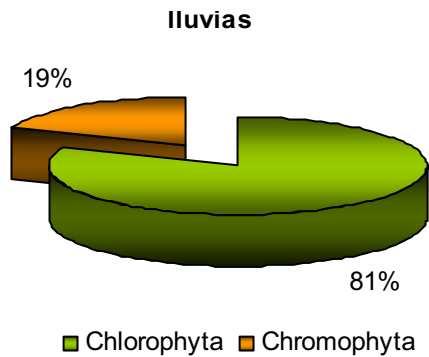
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	129.58	50.38	84.11	88.02	eutrófico- hipereutrófico

En este sistema se puede observar que el grupo de zooplancton más abundante fue el de los cladóceros con el 62%, en segundo lugar se presentó el de los rotíferos con el 21%, con 17% los copépodos calanoideos ocuparon el tercer lugar y por último el grupo de copépodos ciclopoideos solo registró un ejemplar. (Figura 128).



**Figura 128. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema San Andrés I**

Respecto al comportamiento del fitoplancton en este bordo, únicamente se reportaron dos divisiones, la división Chlorophyta fue la más abundante con el 81% y la segunda división presente fue la Chromophyta la cual representó el 19% (Figura 129).



**Figura 129. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema San Andrés I**

### **Sistema: San Andrés II, temporal (R15)**

El bordo San Andrés II se reporta como temporal y no se tienen datos colectados de éste puesto que en ambas épocas se encontró seco.

**Sistema: Zacoalpan (R13), permanente**



**Figura 130. Zacoalpan, Enero 2007**

Zacoalpan (Figura 130) es uno de los sistemas mas profundos con 10 m, tiene un área de 13 508.5 m<sup>2</sup> y un volumen de 56 602 m<sup>3</sup>, presenta buena oxigenación en ambas épocas, por los valores de pH su agua es moderadamente alcalina y moderadamente dura por los valores de dureza (Tabla 81).

**Tabla 81. Nutrientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	25	20.8
Temperatura ambiente (°C)	28.2	24.9
Hora de la toma	15:20	15:39
Profundidad (m)	4.4	10
Transparencia (m)	0.22	0.42
pH	9.12	8.35
Conductividad (µS/cm)	707	191
Clorofila “a” (µg/L)	14.15	20.12
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.20	8.27
Alcalinidad total (mg/L)	12.5	25
Dureza total (mg/L)	97.59	80.08
Nitratos (mg/L)	0.096	0.057
Nitritos (mg/L)	0.002	0.0014
Ortofosfatos (mg/L)	0.059	0.046
Fósforo total (mg/L)	0.116	0.047
Sulfatos (mg/L)	71.72	25.07
Amonio (mg/L)	0.251	0.245
Silicatos (mg/L)	29.52	23.61

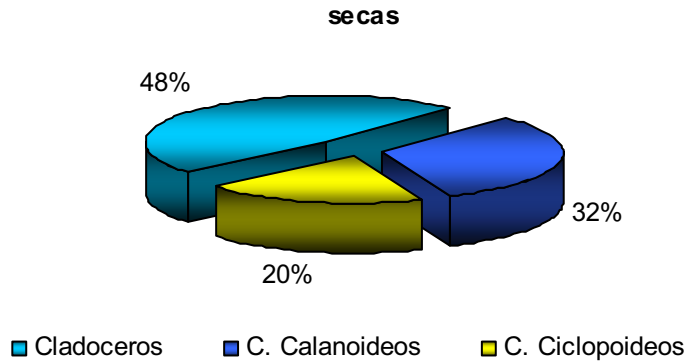
De acuerdo al IET este sistema es de mediana productividad ya que se clasifica como eutrófico en lluvias y pasa a un estado hipereutrófico en secas (Tabla 82).

**Tabla 82. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	81.49	56.59	72.70	70.26	Hipereutrófico
Lluvias	72.33	60.05	59.95	64.11	Eutrófico

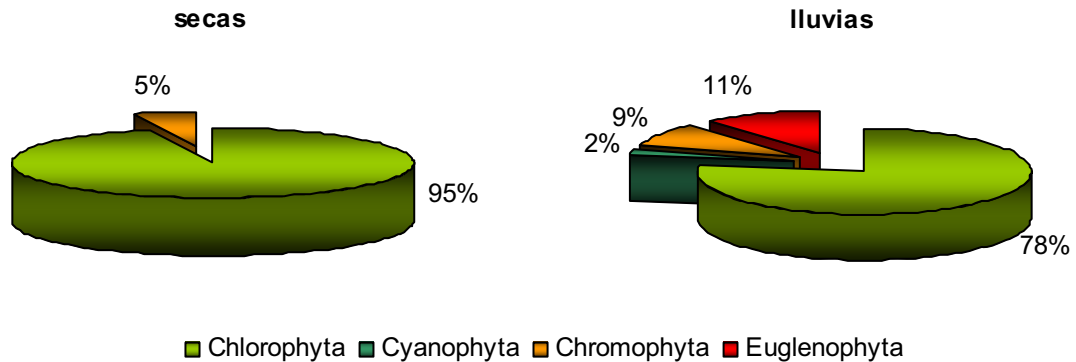


En la figura 131 se puede observar que el grupo de los cladóceros presentó la mayor abundancia en el sistema Zacualpan con el 48% del total, los copépodos calanoideos con 32% ocupó el segundo lugar y por último los copépodos ciclopoideos con 20%, el grupo de rotíferos no fue registrado. Para la época de lluvias no se registró ningún organismo en la muestra.



**Figura 131. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Zacualpan**

De acuerdo al fitoplancton se observa que la división de mayor abundancia en ambas temporadas fue la de Chlorophyta, ya que en época de secas abarcó el 95% y en lluvias disminuyó al 78% y aun así mantuvo el primer lugar; en secas solo se reportaron dos divisiones y la segunda fue la Chromophyta la cual presentó el 5%, en lluvia esta división aumento al 9%, la Euglenophyta en la época de lluvias abarcó el 11% y por último, la Cyanophyta representó el 2% del total (Figura 132).



**Figura 132. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Zacualpan**

**Sistema: El sitio (R19), temporal**



**Figura 133. El sitio, Diciembre 2006**

El Sitio es un sistema temporal (Figura 133) el cual en época de lluvias presenta un área de 15 854.1 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 101 807 m<sup>3</sup> con una profundidad de 5.1 m, el pH que presenta es fuertemente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto fue de 7.45 la cual es buena, de acuerdo al valor de dureza se puede clasificar como aguas suaves (Tabla 83).

**Tabla 83. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

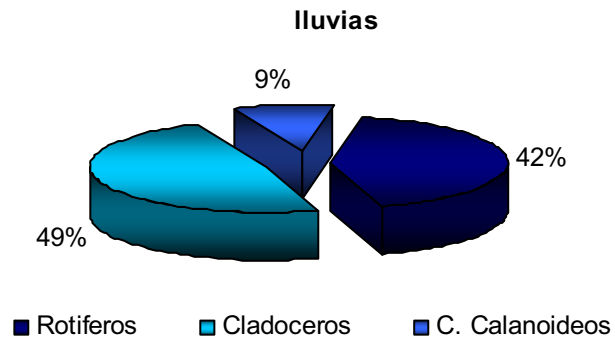
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	20.8
Temperatura ambiente (°C)	-	26.5
Hora de la toma	-	13:50
Profundidad (m)	-	5.1
Transparencia (m)	-	0.33
pH	-	9.43
Conductividad (µS/cm)	-	146
Clorofila "a" (µg/L)	-	24.11
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	7.45
Alcalinidad total (mg/L)	-	25
Dureza total (mg/L)	-	70.07
Nitratos (mg/L)	-	0.096
Nitritos (mg/L)	-	0.0007
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.061
Fósforo total (mg/L)	-	0.286
Sulfatos (mg/L)	-	42.64
Amonio (mg/L)	-	0.147
Silicatos (mg/L)	-	64.85

El Sitio se clasifica como eutrófico con tendencias hipereutróficas de acuerdo al IET, por lo tanto, se consideró como un sistema de buena productividad durante la época en la que se puede encontrar (Tabla 84).

**Tabla 84. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

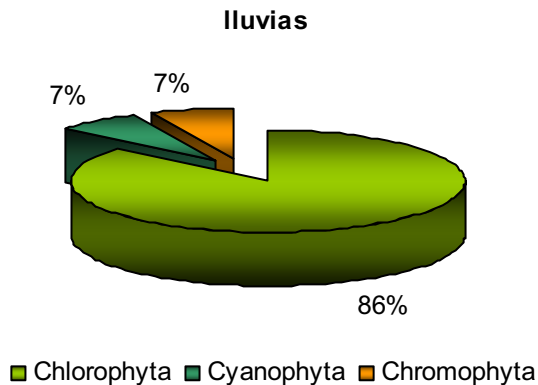
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	76.20	61.82	85.72	74.58	eutrófico- hipereutrófico

En la figura 134 se muestra el comportamiento de los grupos de zooplancton en este sistema, el grupo de los cladóceros representó el mayor porcentaje con 49%, los rotíferos con 42% ocuparon el segundo lugar, los copépodos calanoideos abarcaron el 9% y los copépodos ciclopoideos no fueron registrados.



**Figura 134. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Sitio**

Las divisiones fitoplanctónicas presentes en este sistema fueron tres Chlorophyta, Cyanophyta y Chromophyta. Las clorofitas representaron la mayor abundancia con 86% y las otras dos representaron el 7% cada una (Figura 135).



**Figura 135. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Sitio**

**Sistema: Presas Barreto (R43), permanente**



**Figura 136. Barreto, Septiembre 2007**

Barreto es una presa de reciente construcción (Figura 136) por ello solo se tiene reportada en época de lluvias, es la segunda más profunda con 20 m, tiene un área de 33 966.8 m<sup>2</sup> con un volumen aproximado de 47 1668 m<sup>3</sup>, su pH es ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto es alta, por los valores de dureza se clasifica como de aguas moderadamente duras (Tabla 85).

**Tabla 85. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	19.5
Temperatura ambiente (°C)	-	19.8
Hora de la toma	-	19:40
Profundidad (m)	-	20
Transparencia (m)	-	0.1
pH	-	7.47
Conductividad (µS/cm)	-	202
Clorofila “a” (µg/L)	-	400.72
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	15.66
Alcalinidad total (mg/L)	-	21
Dureza total (mg/L)	-	140.14
Nitratos (mg/L)	-	0.39
Nitritos (mg/L)	-	0.011
Ortofosfatos (mg/L)	-	-
Fósforo total (mg/L)	-	0.001
Sulfatos (mg/L)	-	21.84
Amonio (mg/L)	-	0.245
Silicatos (mg/L)	-	9.401

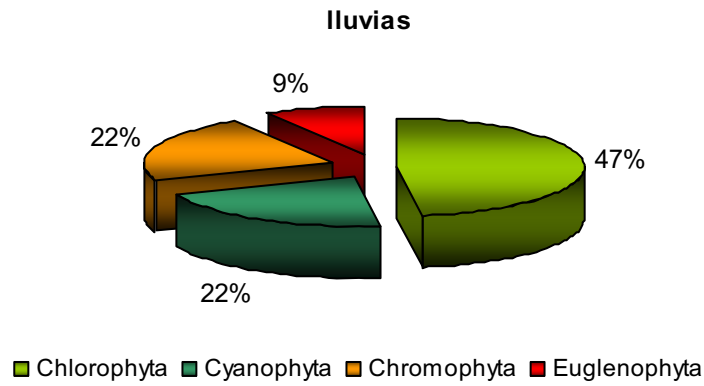
Esta presa se clasificó como eutrófica hipereutrófica de acuerdo al IET; por lo tanto, se considera de buena productividad en el tiempo de permanencia (Tabla 86).

**Tabla 86. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	93.18	89.39	0	60.06	Eutrófico- hipereutrófico

Respecto a los grupos de zooplancton, en el muestreo de este sistema solo se reportó un organismo del grupo rotífera.

En la figura 137 se observa el comportamiento de las divisiones de fitoplancton reportadas en este sistema, la división Chlorophyta representó el mayor porcentaje con el 47%, las divisiones Cyanophyta y Chromophyta se encontraron en segundo lugar teniendo cada una 22% y por último con 9% la división Euglenophyta.



**Figura 137. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Barreto**

**Sistema: Mariano Escobedo (R39), permanente**



**Figura 138. Mariano Escobedo, Diciembre 2006**

El jaguey Mariano Escobedo es permanente (Figura 138), tiene un área de 2 986.6 m<sup>2</sup> con un volumen de 5 965 m<sup>3</sup> y una profundidad de 2.5 m, por el valor de pH reportado el agua del sistema se clasifica moderadamente alcalina, la concentración de oxígeno disuelto es muy baja y de acuerdo al valor de dureza el sistema se describe como de aguas suaves (Tabla 87).

**Tabla 87. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila “a”**

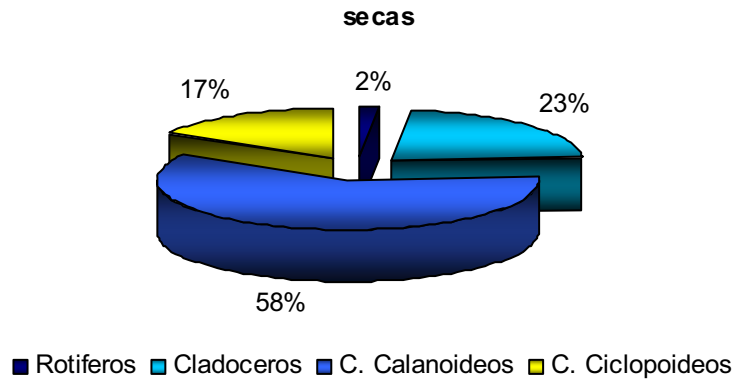
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	16.2
Temperatura ambiente (°C)	-	17.9
Hora de la toma	-	18:00
Profundidad (m)	-	2.5
Transparencia (m)	-	0.3
pH	-	9.18
Conductividad (μS/cm)	-	220
Clorofila “a” (μg/L)	-	10.9
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	0.745
Alcalinidad total (mg/L)	-	35
Dureza total (mg/L)	-	70.07
Nitratos (mg/L)	-	0.0115
Nitritos (mg/L)	-	0.0003
Ortofosfatos (mg/L)	-	0.0327
Fósforo total (mg/L)	-	0.157
Sulfatos (mg/L)	-	22.50
Amonio (mg/L)	-	0.45
Silicatos (mg/L)	-	52.71

Este sistema fue clasificado como eutrófico-hipereutrófico de acuerdo al IET; por lo tanto, se considera como de buena productividad (Tabla 88).

**Tabla 88. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

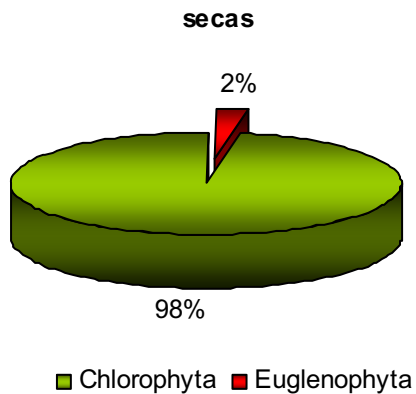
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	77.35	54.03	77.12	69.50	Eutrófico- hipereutrófico

De los cuatro grupos de zooplancton reportados en este sistema el de los copépodos calanoideos fue el más abundante con el 58%, en segundo lugar se encontraron los cladóceros con el 23%, los copépodos ciclopoideos abarcaron el 17% y por último el grupo de rotíferos representó el 2% del total (Figura 139).



**Figura 139. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Mariano Escobedo**

En la figura 140 se muestra el comportamiento de las divisiones fitoplanctonicas. En este sistema, se observa que el grupo de las clorofitas representó el 98% del total y la división Euglenophyta abarcó el 2% restante.



**Figura 140. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Mariano Escobedo**



**Sistema: Cesar Uscanga (R42), temporal**



**Figura 141. Cesar Uscanga, Septiembre 2007**

El jaguey Cesar Uscanga es temporal (Figura 141), tiene un área de 6209.7 m<sup>2</sup> con volumen de 21 3379 m<sup>3</sup> y profundidad de 2 m aproximadamente; dado el valor de pH reportado el sistema se clasifica como ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto es muy alta y de acuerdo al valor de dureza el sistema se describe como de aguas moderadamente duras (Tabla 89).

**Tabla 89. Nutrientes, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"**

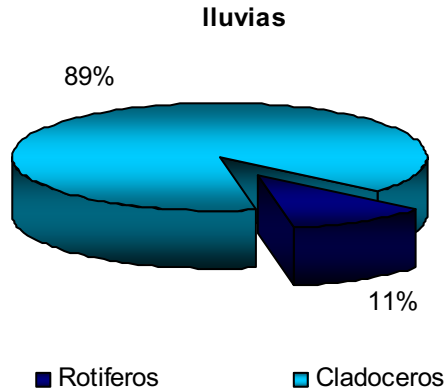
Parámetros	Secas	Lluvias
Temperatura H <sub>2</sub> O (°C)	-	20.3
Temperatura ambiente (°C)	-	23.9
Hora de la toma	-	18:57
Profundidad (m)	-	2
Transparencia (m)	-	0.01
pH	-	7.6
Conductividad (µS/cm)	-	131
Clorofila "a" (µg/L)	-	232.52
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	16.40
Alcalinidad total (mg/L)	-	16
Dureza total (mg/L)	-	110.11
Nitratos (mg/L)	-	0.0938
Nitritos (mg/L)	-	0.0044
Ortofosfatos (mg/L)	-	-
Fósforo total (mg/L)	-	0.029
Sulfatos (mg/L)	-	13.46
Amonio (mg/L)	-	0.1180
Silicatos (mg/L)	-	7.097

De acuerdo a la clasificación de Carlson 1977 este sistema se considera como hipereutrófico en época de lluvias (Tabla 90).

**Tabla 90. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

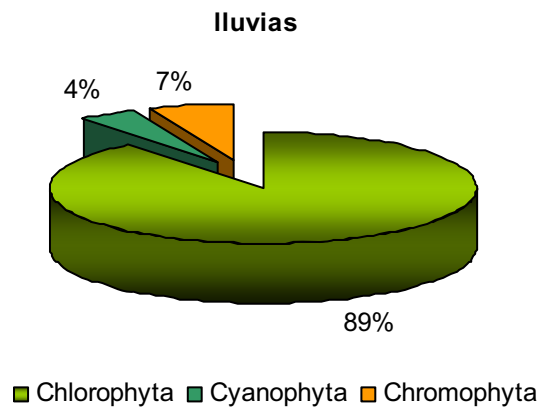
Época	IET Transparencia	IET Clorofila a	IET Fósforo Total	Promedio IET	Clasificación
Secas	-	-	-	-	-
Lluvias	93.18	84.05	53.01	76.75	Hipereutrófico

En este sistema se reportaron únicamente dos de los cuatro grupos de zooplancton. Los cladóceros fue el grupo que más organismos registró abarcando así el 89% de la muestra, los rotíferos cubrieron el 11% restante de la muestra y los grupos de copépodos no se reportaron para este cuerpo de agua (Figura 142).



**Figura 142. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cesar Uscanga**

Las divisiones de fitoplancton reportadas en este sistema fueron tres, Chlorophyta, Cyanophyta y Chromophyta, de las cuales la que mayor abundancia registró fue la división Chlorophyta con el 89%, le siguió la Chromophyta con el 7% y por último la Cyanophyta que obtuvo el 4% del total de la muestra (Figura 143).



**Figura 143. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cesar Uscanga**

**CALIDAD DEL AGUA**

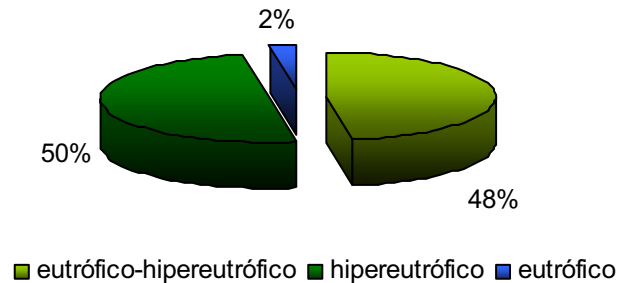
Cada nutriente y parámetro físico-químico tiene un valor máximo permisible para valorar la calidad del agua. A continuación cada sistema será descrito según los valores permisibles de acuerdo a las NOM's establecidas. Con base en los valores de la Tabla 91, de manera general se observa que los datos obtenidos para cada parámetro en cada sistema, los valores de la calidad del agua no rebasaron los límites permisibles establecidos.

**Tabla 89. Calidad del agua. 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**

CARACTERÍSTICAS	LÍMITE PERMISIBLE
Alcalinidad total en CaCO <sub>3</sub> mg/L	400
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> ) mg/L	500
Dureza de magnesio en CaCO <sub>3</sub> mg/L	25
Fosfatos (como PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) 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 <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) mg/L	400

**ÍNDICE DEL ESTADO TRÓFICO (IET)**

El índice utilizado en este trabajo para saber el estado trófico de los sistemas acuáticos fue el IET propuesto por Carlson (1977), el cual toma en cuenta la concentración de clorofila "a", del fósforo total y la transparencia al disco de secchi.



**Figura 144. Porcentaje de sistemas por nivel trófico**

En la figura 144 se observa el porcentaje de los sistemas clasificados de acuerdo a su nivel trófico. De los 43 sistemas estudiados el 50% se clasificaron como hipereutrófico, los cuales tienen volúmenes variados aquí se encuentran los embalses más grandes y profundos. Los sistemas eutrófico con tendencia hipereutrófica completaron el 48%, los sistemas de esta clasificación presentan profundidades de medias a someras pero de volúmenes variados, igual van de los más pequeños a algunos de los más grandes. Los embalses eutrófico abarcaron el 2%, en esta categoría la mayoría de los sistemas son bordos de muy pequeño volumen y profundidad, solo uno presenta una profundidad mayor de los 10 m.

**FITOPLANCTON**

A continuación se enlistan las cinco divisiones reportadas en el presente estudio. En la división Chlorophyta se registraron más géneros (32) y especies (80) que las otras divisiones. Para Cyanophyta se reportan 14 géneros y 27 especies, Crhomophyta con 13 géneros y 14 especies, Euglenophyta 4 géneros y 10 especies y por último en la división Pyrrophyta sólo se determino un género y una especie como se muestra a continuación (Tabla 92).

**Tabla 92. Especies fitoplanctónicas reportadas en el estudio**

DIVISIÓN	CLASE	GÉNERO	ESPECIE
CHLOROPHYTA	CHLOROPHYCEAE	<i>Actinastrum</i>	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim, 1882
		<i>Actinochloris</i>	<i>Actinochloris terrestris</i> (H. Ettl y G. Gärtner. 1995)
		<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs, 1848
			<i>Ankistrodesmus falciformis</i> (Sokoloff, 1931)
			<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch, 1953)
		<i>Chlamydomonas</i>	<i>Chlamydomonas caeca</i> (Sokoloff, 1933)
			<i>Chlamydomonas sp.</i> Ehrenberg, 1835
		<i>Chlorella</i>	<i>Chlorella miniata</i> (Naegeli) Oltmanns, 1904
			<i>Chlorella saccharophila</i> (W. Krüger) Migula, 1907
		<i>Chlorococcum</i>	<i>Chlorococcum infusionum</i> (Scharank) Meneghini, 1842
		<i>Closteriopsis</i>	<i>Closteriopsis acicularis</i> (G.M. Smith) J. H. Belcher et Swale, 1962
			<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmermann, 1908
		<i>Closterium</i>	<i>Closterium cornu</i> Ehrenberg ex Ralfs, 1848
			<i>Closterium kuetzingii</i> Brebisson, 1856
			<i>Closterium aciculare</i> T. West, 1860
			<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs, 1848
			<i>Closterium sp.</i> J. Ralfs, 1848
		<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium sp.</i> Ralfs, 1848
			<i>Cosmarium undulatum</i> Ralfs, 1848
		<i>Crucigenia</i>	<i>Crucigenia quadrata</i> C. Morren, 1830
			<i>Crucigenia tetrapedia</i> , (Kirchner) W. West y G. S. West, 1902
		<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Dictyosphaerium sp.</i> Naegeli, 1849
		<i>Euastrum</i>	<i>Euastrum binale</i> (Turpin) Ehrenberg ex Ralfs, 1848
		<i>Gloeotila</i>	<i>Gloeotila subconstricta</i> (G. S West) Printz, 1964

Continuación Tabla 92. Especies fitoplanctónicas reportadas en el estudio

		<i>Golenkinia</i>	<i>Golenkinia paucispina</i> W. West y G. S. West, 1902
		<i>Keratococcus</i>	<i>Keratococcus bicaudatus</i> (A. Braun) J. B. Petersen, 1928
		<i>Kirchneriella</i>	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Moebius, 1894
			<i>Kirchneriella aperta</i> Teiling, 1912
			<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Smith) Korshikov, 1953
			<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle, 1893
		<i>Monoraphidium</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák, 1970
			<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969
			<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová, 1969
			<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Smith) Komárková- Legnerová, 1969
			<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard, 1979
			<i>Monoraphidium sp.</i> Komarkova-legn. In Fott, 1969
			<i>Monoraphidium tortile</i> (West and West) Komárková- Legnerová, 1969
		<i>Nephrocytium</i>	<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West, 1892
		<i>Oonephris</i>	<i>Oonephris obesa</i> (West y West) Fott, 1964
		<i>Pediastrum</i>	<i>Pediastrum angulosum</i> (Ehrenberg) Meneghini, 1840
			<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini, 1840
			<i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829
			<i>Pediastrum simplex</i> Meyen Lemm, 1829
			<i>Pediastrum simplex var.</i> <i>duodenarium</i> Bailey Rabh, 1868
			<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1844
		<i>Polyedropsis</i>	<i>Polyedriopsis spinulosa</i> Schmidle, 1899
		<i>Pseudostaurastrum</i>	<i>Pseudostaurastrum gracile</i> (Chodat, 1921)
		<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat, 1902
			<i>Scenedesmus acutiformis</i> Schröder, 1897
			<i>Scenedesmus armatus</i> (Chodat) G. M. Smith, 1913
			<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann, 1899
			<i>Scenedesmus bernardi</i> G. M. Smith, 1916
			<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Guglielmetti-printz)

Continuación Tabla 92. Especies fitoplanctónicas reportadas en el estudio

			<i>Scenedesmus abundans</i> (Kirchn.) Chodat
			<i>Scenedesmus costato-granulatus</i> (Skuja, 1948)
			<i>Scenedesmus costatus</i> (Schmidle, 1895)
			<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing, 1833
			<i>Scenedesmus falcatus</i> Chodat, 1894
			<i>Scenedesmus incrassatulus</i> Bohlin
			<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turbin) Kützing, 1833
			<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen, 1829
			<i>Scenedesmus opoliensis</i> P. G. Richter, 1897
			<i>Scenedesmus protuberans</i> Fritsch Rich, 1929
			<i>Scenedesmus quadricauda</i> Turpin Breb
		<i>Schroederia</i>	<i>Schroederia robusta</i> (Korshikov, 1953)
			<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann, 1898
		<i>Selenastrum</i>	<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch, 1867
		<i>Sphaerocystis</i>	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat, 1897
		<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum armigerum</i> (Brébisson) Nordstedt, 1856
			<i>Staurastrum ellipticum</i> (West, 1892)
			<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs, 1848
			<i>Staurastrum longiradiatum</i> West y West
			<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen
			<i>Staurastrum sp.</i> Meyen Ex J. Ralfs, 1848
		<i>Tetraedron</i>	<i>Tetraedron regulare</i> Kuetzing, 1845
		<i>Tetrastrum</i>	<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair, 1917
			<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröder) Lemmermann, 1900
		<i>Treubaria</i>	<i>Treubaria triappendiculata</i> Bernard, 1908
		<i>Volvox</i>	<i>Volvox sp.</i> Linnaeus, 1758
		<i>Zoocystis</i>	<i>Zoocystis vorticellae</i> (Zokolov, 1933)
CHROMOPHYTA	CHROMOPHYCEAE	<i>Asterionella sp.</i>	<i>Asterionella sp.</i> Hass, 1855
		<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz, 1844
		<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) 1894
			<i>Cymbella sp.</i> C. A. Agardh, 1830
		<i>Botridiopsis</i>	<i>Botridiopsis archisa</i> (Borzi, 1889)

RESULTADOS

Continuación Tabla 92. Especies fitoplanctónicas reportadas en el estudio

		<i>Diploneis</i>	<i>Diploneis</i> sp. Ehrenberg ex Cleve, 1894
		<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières, 1825
			<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg, 1881) Grunow
			<i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye, 1819
		<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg, 1882
		<i>Melosira</i>	<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg, 1882)
			<i>Melosira</i> sp. C. A. Agardh, 1824
		<i>Navicula</i>	<i>Navicula bacillum</i> Ehrenberg, 1838
			<i>Navicula platalea</i> (Ehrenberg, 1843)
			<i>Navicula rhynchocephala</i> Kütz, 1860
			<i>Navicula</i> sp1. Bory, 1822
			<i>Navicula</i> sp2. Bory, 1822
		<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia</i> sp. Hassall, 1845
			<i>Nitzschia valens</i> (Ehrenberg, 1861)
			<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg, 1890
		<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock y Nordtedt, 1879
		<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia</i> sp. Ehrenberg, 1843
		<i>Stauroneis</i>	<i>Stauroneis</i> sp. Ehrenberg, 1843
CYANOPHYTA	CYANOPHYCEAE	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena cylindrica</i> Lemmermann, 1896
			<i>Anabaena</i> sp. St. Vincent, 1886, Ex Bornet and Flah
			<i>Anabaena spiroides</i> (Klebahn, 1895)
		<i>Anabaenopsis</i>	<i>Anabaenopsis elenkenii</i> Miller, 1923
		<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa elachista</i> (West) et G. S. West, 1914
			<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Hass) Rabenhorst
			<i>Aphanocapsa</i> sp. Nageli, 1849
		<i>Aphanothece</i>	<i>Aphanothece clathrata</i> West y G. S. West, 1906
		<i>Chroococcus</i>	<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann, 1904
			<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli, 1849
			<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli, 1849
			<i>Chroococcus varius</i> A. Braun in Rabenhorst, 1861
		<i>Coelosphaerim</i>	<i>Coelosphaerium</i> sp. Nägeli, 1849
<i>Lyngbya</i>	<i>Lyngbya diguetii</i> Gomont In Hariot, 1895		
	<i>Lyngbya lutea</i> C. Agardh, 1824		
<i>Merismopedia</i>	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Nägeli, 1845		



Continuación Tabla 92. Especies fitoplanctónicas reportadas en el estudio

			<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann, 1898
		<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Lemmermann
		<i>Nostoc</i>	<i>Nostoc linckia</i> (Roth) Bornet in Bornet et Thuret, 1880
		<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria formosa</i> (Bory, 1827) <i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher Ex Gomont, 1893 <i>Oscillatoria</i> sp 1. Vaucher Ex Gomont, 1893
		<i>Pannus</i>	<i>Pannus spumousus</i> (Hickel, 1991)
		<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium fragile</i> Gomont, 1892 <i>Phormidium submembranaceum</i> Ardissone y Strafforello, 1877
		<i>Spirulina</i>	<i>Spirulina geitlerii</i> (G. De Toni, 1936) <i>Spirulina major</i> Kützing Ex Gomont, 1892
<b>EUGLENOPHYTA</b>	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>	<i>Euglena</i>	<i>Euglena guntheri</i> (Gojdic, 1953) <i>Euglena</i> sp. Ehrenberg, 1838 <i>Euglena velata</i> (G. A. Klebs, 1883)
		<i>Lepocinclis</i>	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann, 1901 <i>Lepocinclis</i> sp. (Perty, 1852)
		<i>Phacus</i>	<i>Phacus</i> sp. (Dujardin, 1841) <i>Phacus caudatus</i> Hübner, 1886 <i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin, 1841
		<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas</i> sp. (Ehrenberg, 1833) <i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg, 1833
<b>PYRROPHYTA</b>	<b>DINOPHYCEAE</b>	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium</i> sp. Ehrenberg, 1832

En seguida se muestra la tabla con las especies de fitoplancton registradas en cada uno de los sistemas que se analizaron y se encontraron en la porción noreste del estado de Morelos (Tabla 93).

RESULTADOS

Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<b>CHLOROPHYTA</b>																						
<i>Actinastrum hantzschii</i>																				X		
<i>Actinochloris terrestris</i>																						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			X									X										
<i>Ankistrodesmus falciformis</i>			X			X														X		
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>																						
<i>Chlamydomonas caeca</i>													X									
<i>Chlamydomonas</i> sp.																			X			
<i>Chlorella miniata</i>	X										X	X										
<i>Chlorella saccharophilla</i>	X	X				X					X	X	X	X	X			X	X	X		X
<i>Chlorococcum infusionum</i>																						
<i>Closteriopsis acicularis</i>							X						X					X				
<i>Closteriopsis longissima</i>	X																					
<i>Closterium cornu</i>																						
<i>Closterium kuetzingii</i>																						
<i>Closterium aciculare</i>																						
<i>Closterium lineatum</i>					X																	
<i>Closterium</i> sp.			X																		X	X
<i>Cosmarium</i> sp.					X																	
<i>Cosmarium undulatum</i>																						
<i>Crucigenia quadrata</i>	X				X					X	X	X	X									X
<i>Crucigenia tetrapedia</i>						X						X									X	
<i>Dictyosphaerium</i>																						
<i>Euastrum binale</i>																						
<i>Gloeotila subconstricta</i>															X							
<i>Golenkinia paucispina</i>							X															
<i>Keratococcus bicaudatus</i>	X	X					X	X		X	X	X	X					X		X		X
<i>Kirchneriella lunaris</i>	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
<i>Kirchneriella aperta</i>																						
<i>Kirchneriella irregularis</i>							X				X											
<i>Kirchneriella obesa</i>											X			X							X	

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

DIVISIÓN/ESPECIE	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<i>Micractinium pusillum</i>																						
<i>Monoraphidium arcuatum</i>						X				X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
<i>Monoraphidium contortum</i>		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium griffithii</i>						X					X			X						X		
<i>Monoraphidium irregulare</i>		X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium komarkovae</i>						X	X				X											
<i>Monoraphidium</i> sp.																						
<i>Monoraphidium tortile</i>																						
<i>Nephrocystium lunatum</i>																						
<i>Oronephris obesa</i>																						X
<i>Pediastrum angulosum</i>																						
<i>Pediastrum boyanum</i>														X								
<i>Pediastrum duplex</i>										X											X	
<i>Pediastrum simplex</i>			X											X				X		X		
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>Duodenarium</i>										X												
<i>Pediastrum tetras</i>												X										
<i>Polyedropsis spinulosa</i>							X															
<i>Pseudostaurastrum gracile</i>																						
<i>Scenedesmus acuminatus</i>												X										
<i>Scenedesmus acutiformis</i>																						
<i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>Bicaudatus</i>																						
<i>Scenedesmus arcuatum</i>																		X				
<i>Scenedesmus bernardi</i>															X			X	X			
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>										X								X				X
<i>Scenedesmus chundas</i>																						
<i>Scenedesmus costato-granulatus</i>					X	X	X	X		X	X	X		X						X	X	
<i>Scenedesmus costatus</i>					X																	
<i>Scenedesmus dimorplus</i>																						
<i>Scenedesmus falcatus</i>										X	X	X									X	
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>																						
<i>Scenedesmus obliquus</i>													X		X							X

RESULTADOS

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<i>Scenedesmus obtusus</i>																				X	X
<i>Scenedesmus opoliensis</i>									X		X										X
<i>Scenedesmus protuberans</i>					X						X			X							
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
<i>Schroederia robusta</i>	X			X					X	X	X		X	X			X		X		
<i>Schroederia setigera</i>						X				X											
<i>Selenastrum gracile</i>																					
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	X																				
<i>Staurastrum armigerum</i>	X																				
<i>Staurastrum brevispina</i>			X																		
<i>Staurastrum ellipticum</i>																					X
<i>Staurastrum gracile</i>									X	X	X		X	X							
<i>Staurastrum longiradiatum</i>				X									X				X		X		
<i>Staurastrum paradoxum</i>				X		X				X			X								
<i>Staurastrum sp.</i>																					
<i>Tetraedron regulare</i>		X	X		X			X	X	X			X		X		X		X		X
<i>Tetrastrum elegans</i>															X						
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>																					
<i>Treubaria triappendiculata</i>				X																	
<i>Volvox sp.</i>									X												
<i>Zoocystis norticellae</i>		X																			
<b>CHROMOPHYTA</b>																					
<i>Asterionella sp.</i>																					
<i>Cyclotella meneghiniana</i>																					
<i>Cymbella prostata</i>						X															
<i>Cymbella sp.</i>			X			X											X				
<i>Botridiopsis archiza</i>									X												
<i>Diploneis sp.</i>																					X
<i>Fragilaria capucina</i>																	X				
<i>Fragilaria construens</i>																					X
<i>Fragilaria sp.</i>		X			X																

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<i>Gomphonema truncatum</i>																		X				
<i>Melosira granulata</i>										X			X				X					
<i>Melosira sp</i>																						
<i>Navicula bacillum</i>	X																					
<i>Navicula platalea</i>	X										X											
<i>Navicula rhyngocephala</i>											X											
<i>Navicula sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula sp1.</i>																						
<i>Navicula sp2.</i>																						
<i>Nitzschia sp.</i>																						
<i>Nitzschia valens</i>			X					X										X			X	
<i>Oocystis pusilla</i>				X								X										
<i>Oocystis solitaria</i>											X											
<i>Pinnularia sp.</i>				X													X	X			X	
<i>Stauroneis sp.</i>															X							
<b>CYANOPHYTA</b>																						
<i>Anabaena cilindrica</i>																						
<i>Anabaena sp.</i>													X									
<i>Anabaena spiroides</i>	X	X								X		X										
<i>Anabaenopsis elenkenii</i>													X					X	X			
<i>Aphanocapsa elachista</i>																						X
<i>Aphanocapsa grevillei</i>			X									X						X				
<i>Aphanocapsa sp.</i>																						
<i>Aphanothece clathrata</i>																						
<i>Chroococcus dispersus</i>				X																		
<i>Chroococcus minutus</i>			X				X											X				
<i>Chroococcus turgidus</i>							X						X					X				
<i>Chroococcus varius</i>	X									X					X							
<i>Coelosphaerim sp</i>																						
<i>Lyngbya diguetii</i>																						
<i>Lyngbya lutea</i>							X															

RESULTADOS

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<i>Merismopedia glauca</i>							X					X			X			X			X	X
<i>Merismopedia tenuissima</i>											X	X			X		X					
<i>Microcystis aeruginosa</i>												X										X
<i>Nostoc linckia</i>																						
<i>Oscillatoria formosa</i>																						
<i>Oscillatoria sp.</i>															X			X				
<i>Oscillatoria sp. 1.</i>																						
<i>Pannus spumosus</i>																						
<i>Phormidium fragile</i>					X	X									X							
<i>Phormidium submembranaceum</i>			X																			
<i>Spirulina geitleri</i>													X	X								
<i>Spirulina major</i>																						
<b>EUGLENOPHYTA</b>																						
<i>Euglena guntheri</i>		X	X						X		X	X	X	X				X		X	X	X
<i>Euglena sp.</i>				X														X				
<i>Euglena velata</i>								X		X												
<i>Lepocinclis ovum</i>																						
<i>Lepocinclis sp.</i>																						
<i>Phacus sp.</i>									X			X						X			X	
<i>Phacus caudatus</i>																						X
<i>Phacus longicauda</i>																						X
<i>Trachelomonas sp.</i>									X									X				X
<i>Trachelomonas volvocina</i>																						
<b>PYRRROPHYTA</b>																						
<i>Peridinium sp.</i>																						

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43	
<b>CHLOROPHYTA</b>																							
<i>Actinastrum hantzschii</i>													X										
<i>Actinochloris terrestris</i>								X															
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	X		X	X	X	X	X												X				
<i>Ankistrodesmus falciformis</i>	X	X	X	X	X	X				X													
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	X		X																				
<i>Chlamydomonas caeca</i>																			X				
<i>Chlamydomonas sp.</i>																							
<i>Chlorella miniata</i>							X																
<i>Chlorella saccharophilla</i>			X				X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorococcum infusioenum</i>				X	X																		
<i>Closteriopsis acicularis</i>																							
<i>Closteriopsis longissima</i>								X															
<i>Closterium cornu</i>							X																
<i>Closterium kuetzingii</i>													X										
<i>Closterium aciculare</i>				X			X																
<i>Closterium lineatum</i>																							
<i>Closterium sp.</i>													X										
<i>Cosmarium sp.</i>															X								
<i>Cosmarium undulatum</i>			X	X	X		X																
<i>Crucigenia quadrata</i>			X	X		X					X			X						X			
<i>Crucigenia tetrapedia</i>			X	X	X	X	X	X			X												
<i>Dictyosphaerium</i>		X																					
<i>Euastrum binale</i>			X																				
<i>Gloetilia subconstricta</i>																							
<i>Golenkinia paucispina</i>																							
<i>Keratococcus bicaudatus</i>							X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Kirchneriella lunaris</i>			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Kirchneriella aperta</i>																							
<i>Kirchneriella irregularis</i>																							
<i>Kirchneriella obesa</i>			X	X	X		X											X					



RESULTADOS

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43
<i>Micractinium pusillum</i>																				X		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>		X						X								X		X		X		
<i>Monoraphidium contortum</i>								X	X	X	X	X	X	X	X			X		X		X
<i>Monoraphidium griffithii</i>											X	X	X					X		X		
<i>Monoraphidium irregulare</i>		X	X	X	X	X		X			X	X	X	X				X	X	X		X
<i>Monoraphidium komarkovae</i>								X			X	X	X							X		
<i>Monoraphidium</i> sp.		X					X															
<i>Monoraphidium tortile</i>													X									
<i>Nephrocytium lunatum</i>		X	X	X	X																	
<i>Oonophris obesa</i>																						
<i>Pediastrum angulosum</i>											X											
<i>Pediastrum boryanum</i>																						
<i>Pediastrum duplex</i>					X		X															
<i>Pediastrum simplex</i>						X								X			X			X		
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>Duodenarium</i>																						
<i>Pediastrum tetras</i>																						
<i>Polyedropsis spinulosa</i>																						
<i>Pseudostaurastrum gracile</i>				X																		
<i>Scenedesmus acuminatus</i>				X																		X
<i>Scenedesmus acutiformis</i>				X	X	X																
<i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>Bicaudatus</i>																				X	X	
<i>Scenedesmus arcuatum</i>				X			X															
<i>Scenedesmus bernardi</i>																					X	
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>				X	X	X	X														X	
<i>Scenedesmus brevispina</i>																						
<i>Scenedesmus chundas</i>						X																
<i>Scenedesmus costato-granulatus</i>			X					X		X	X			X			X					
<i>Scenedesmus costatus</i>																						
<i>Scenedesmus dimorplus</i>								X														
<i>Scenedesmus falcatus</i>								X			X							X				X
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>			X																			

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43
<i>Scenedesmus obliquus</i>						X																
<i>Scenedesmus obtusus</i>															X			X				X
<i>Scenedesmus opoliensis</i>										X												
<i>Scenedesmus protuberans</i>																	X					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Schroederia robusta</i>		X	X					X			X		X				X	X	X	X	X	
<i>Schroederia setigera</i>			X				X	X	X													
<i>Selenastrum gracile</i>																						X
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>																						
<i>Staurastrum armigerum</i>																						
<i>Staurastrum ellipticum</i>																						
<i>Staurastrum gracile</i>		X			X	X	X	X										X	X			
<i>Staurastrum longiradiatum</i>												X										
<i>Staurastrum paradoxum</i>																						X
<i>Staurastrum sp.</i>			X																			
<i>Tetraedron regulare</i>		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X	X				
<i>Tetrastrum elegans</i>																						
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>			X		X	X																
<i>Treubaria triappendiculata</i>																						
<i>Volvox sp.</i>												X			X	X						
<i>Zoocystis norticellae</i>									X													
<b>CHROMOPHYTA</b>																						
<i>Asterionella sp.</i>							X															
<i>Cyclotella meneghiniana</i>														X								
<i>Cymbella prostata</i>																						
<i>Cymbella sp.</i>													X									X
<i>Botridiopsis archiza</i>								X														
<i>Diploneis sp.</i>																						
<i>Fragilaria capucina</i>											X											
<i>Fragilaria construens</i>																						
<i>Fragilaria sp.</i>																						

RESULTADOS

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43
<i>Gomphonema truncatum</i>																						
<i>Melosira granulata</i>				X			X									X				X		
<i>Melosira</i> sp						X																
<i>Navicula bacillum</i>																						
<i>Navicula platalea</i>											X											X
<i>Navicula rhynchocephala</i>											X											
<i>Navicula</i> sp.		X			X	X		X	X	X	X		X	X		X			X	X	X	X
<i>Navicula</i> sp1.						X																
<i>Navicula</i> sp2.				X																		
<i>Nitzschia</i> sp.																			X			
<i>Nitzschia valens</i>													X									
<i>Oocystis pusilla</i>								X														
<i>Oocystis solitaria</i>																						
<i>Pinnularia</i> sp.		X	X	X							X			X	X						X	
<i>Stauroneis</i> sp.																						
<b>CYANOPHYTA</b>																						
<i>Anabaena cilindrica</i>		X																				
<i>Anabaena</i> sp.							X															
<i>Anabaena spiroides</i>		X																				
<i>Anabaenopsis elenkenii</i>			X	X	X						X	X			X				X			X
<i>Aphanocapsa elachista</i>																						
<i>Aphanocapsa grevillei</i>																						
<i>Aphanocapsa</i> sp.			X																			
<i>Aphanothece clathrata</i>			X																			
<i>Chroococcus dispersus</i>																						
<i>Chroococcus minutus</i>					X			X														
<i>Chroococcus turgidus</i>								X														
<i>Chroococcus varius</i>						X				X		X										X
<i>Coelosphaerim</i> sp					X	X																
<i>Lyngbya diguetii</i>																						
<i>Lyngbya lutea</i>		X																				

Continuación Tabla 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema

ESPECIE	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43
<i>Merismopedia glauca</i>								X	X										X	X	X	
<i>Merismopedia tenuissima</i>			X	X	X			X	X		X		X	X	X	X			X	X	X	
<i>Microcystis aeruginosa</i>		X	X	X	X				X						X							
<i>Nostoc linckia</i>																						
<i>Oscillatoria formosa</i>																		X				
<i>Oscillatoria sp.</i>								X														X
<i>Oscillatoria sp. 1.</i>								X														
<i>Pannus spumousus</i>								X														
<i>Phormidium fragile</i>										X					X			X				X
<i>Phormidium submembranaceum</i>																						
<i>Spirulina geitleri</i>																						
<i>Spirulina major</i>																			X			
<b>EUGLENOPHYTA</b>																						
<i>Euglena guntheri</i>		X	X				X	X	X	X	X			X	X			X	X	X		X
<i>Euglena sp.</i>									X													
<i>Euglena velata</i>																						
<i>Lepocinclis ovum</i>																			X			
<i>Lepocinclis sp.</i>			X	X	X																	
<i>Phacus sp.</i>			X					X	X		X			X						X		
<i>Phacus caudatus</i>																						
<i>Phacus longicauda</i>					X	X																
<i>Trachelomonas sp.</i>		X				X	X						X			X						
<i>Trachelomonas volvocina</i>																				X		
<b>PYRRROPHYTA</b>																						
<i>Peridinium sp.</i>								X														

## RESULTADOS

En el estudio se reportaron un total de 147 especies de fitoplancton. En la Figura 145 se observa la composición porcentual total de las cinco divisiones encontradas; en primer lugar la Chlorophyta ocupó el 56% de las especies presentes, de éstas *Kirchneriella lunaris* y *Scenedesmus quadricauda* fueron las más frecuentes y abundantes encontradas en 34 embalses, la primera sumó una abundancia de 84 365 cel/ml y la segunda 56909 cel/ml. La división Cyanophyta abarcó el 19%; en ésta la especie más frecuente fue *Merismopedia tenuissima* reportada en 16 sistemas, la mas abundante fue *Aphanocapsa elachista* con 38 189 cel/ml. La Chromophyta representó el 17% de esta división la especie más frecuente y abundante fue *Navicula sp.* presente en 30 embalses y con una abundancia de 28 454cel/ml. La Euglenophyta abarcó el 7% y la especie de mayor frecuencia fue *Euglena guntheri* presente en 24 sistemas, la más abundante fue *Chlamydomonas caeca* con una abundancia de 14 726cel/ml, por último la división Pyrrophyta abarcó el uno por ciento, la única especie fue *Peridinium sp.* la cual tuvo una abundancia de 250cel/ml.

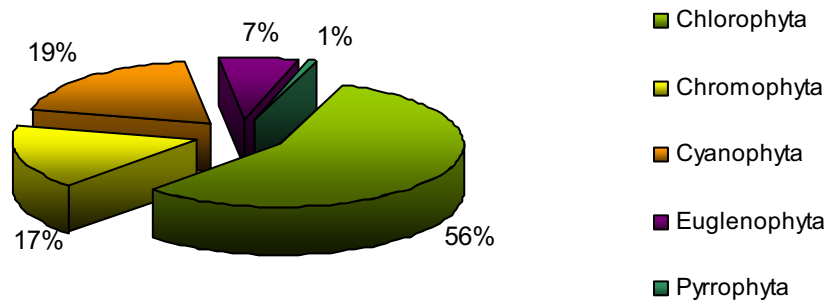
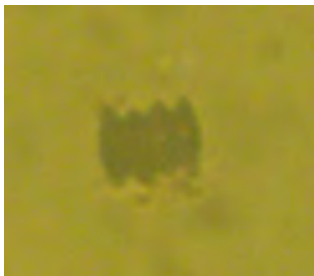


Figura 145. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes



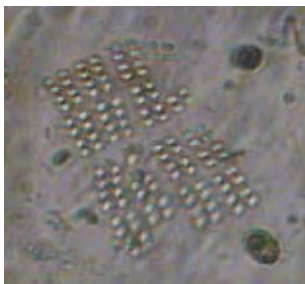
*Scenedesmus quadricauda*



*Monoraphidium irregulare*



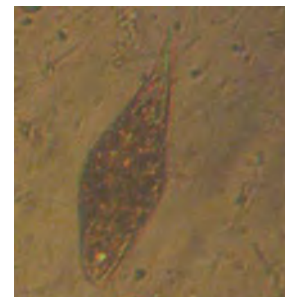
*Kirchneriella lunaris*



*Merismopedia tenuissima*



*Navicula sp.*



*Euglena guntheri*

**ZOOPLANCTON**

Los resultados obtenidos respecto al zooplancton se muestran en la Tabla 94. Se encontraron seis órdenes, diez familias, 20 géneros y 31 especies. El género que más especies reportó fue *Brachionus* con nueve, seguido del *Keratella* con tres especies y *Mastigodiatomus* con dos, los otros géneros solo reportaron una especie.

**Tabla 94. Grupos de zooplancton reportados en los sistemas**

Clase	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		
Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona guttata</i> (Baird, 1850)		
			<i>Camptocercus</i> sp. (Baird, 1843)		
			<i>Chydorus</i> sp. (Leach, 1816)		
		Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i> sp. (Dana, 1853)		
			<i>Daphnia laevis</i> (Birge, 1879)		
			<i>Simocephalus expinosus</i> (Koch, 1841)		
		Sididae	<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981)		
		Moinidae	<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)		
		Anostraca	Streptocephalidae	<i>Streptocephalus</i> sp. Baird, 1852	
		Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiatomus dorsalis</i> (Marsh, 1907)
<i>Leptodiatomus signicauda</i> (Lilljeborg in Guerne and Richard, 1889)					
<i>Mastigodiatomus albuquerqueensis</i> (Herrick, 1895)					
<i>Mastigodiatomus montezumae</i> (Brehm, 1955)					
<i>Thermocyclops inversus</i> (Korinet, 1981)					
Cyclopida	Cyclopoidae	<i>Asplachna</i> sp. (Gosse, 1850)			
Eurotatoria	Ploima	Asplachnidae	<i>Asplachnopus</i> sp. (Guerne, 1888)		
		Brachionidae	<i>Brachionus bidentata</i> (Anderson, 1889)		
			<i>Brachionus bidentatus</i> (Anderson, 1889)		
			<i>Brachionus calyciflorus</i> (Palla, 1766)		
			<i>Brachionus caudatus</i> (Barrois and Daday, 1894)		
			<i>Brachionus falcatus</i> * (Zacharias, 1898)		
			<i>Brachionus havanaensis</i> (Rousselet, 1913)		
			<i>Brachionus leydigi</i> (Cohn, 1862)		
			<i>Brachionus nilsoni</i> (Ahlstrom)		
			<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)		
			<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)		
			<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)		
			<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)		
			<i>Notholca</i> sp. (Gosse, 1886)		
			<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892		
		Flosculariacea	Filiniidae	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	
		Ostracoda	Podocopina	Cyprididae	<i>Cypridopsis</i> (Brady, 1868)

\*considerado fauna europea

En la tabla 95 se muestra el registro de las especies de zooplancton por sistema, en la mayoría de ellos se reportaron los cuatro grupos, únicamente en el sistema 42 se reportó una sola especie. Los cladóceros fue el grupo que se encontró en el 95,34% de los sistemas, le siguieron los copépodos ciclopoideos con 93,02%, los copépodos calanoideos con el 90,69% y los rotíferos con 83,72% de presencia en los cuerpos de agua.

RESULTADOS

Tabla 95. Especies de zooplankton reportadas por sistema

Especie	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<b>DIPLOSTRACA</b>																							
<i>Alona</i> sp.		X																					
<i>Camptocercus</i> sp.																							
<i>Cerodaphnia</i> sp.												X											
<i>Chydorus</i> sp.			X											X									
<i>Daphnia laevis</i>			X	X					X	X													
<i>Diaphanosoma birgey</i>		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Moina micrura</i>		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Simocephalus expinosus</i>																							
<b>ANOSTRACA</b>																							
<i>Streptocephalus</i> sp.																							
<b>CALANOIDA</b>																							
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptodiaptomus scf. signicauda</i>		X	X	X		X																	
<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i>								X					X										
<i>Mastigodiaptomus montezumae</i>		X	X	X		X				X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>CICLOPOIDA</b>																							
<i>Thermocyclops inversus</i>		X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>PLOIMA</b>																							
<i>Asplanchna</i> sp.		X	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Asplachnopus</i> sp.																			X		X		
<i>Brachionus bidentata</i>					X																		
<i>Brachionus bidentatus</i>																							
<i>Brachionus calyciflorus</i>				X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus caudatus</i>									X														X
<i>Brachionus falcatus</i>																							
<i>Brachionus havanaensis</i>			X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus leydigii</i>																							
<i>Brachionus nilsoni</i>																							
<i>Brachionus quadridentatus</i>																			X		X	X	X

Continuación Tabla 95. Especies de zooplancton reportadas por sistema

Especie	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22
<i>Conochilus unicornis</i>									X														
<i>Notolca sp.</i>																							
<i>keratella americana</i>												X											
<i>keratella tropica</i>												X											
<i>Keratella valga</i>												X											
<b>FLOSCULARIACEA</b>																							
<i>Filinia longiseta</i>		X	X				X										X		X		X		
<b>PODOCOPINA</b>		X								X													
<i>Cypridopsis sp.</i>								X															

Continuación Tabla 95. Especies de zooplancton reportadas por sistema

Especie	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43	R44
<b>DIPLOSTRACA</b>																							
<i>Alona sp.</i>																							
<i>Camptocercus sp.</i>						X																	
<i>Cerodaphnia sp.</i>																							
<i>Chydorus sp.</i>																							
<i>Daphnia laevis</i>												X	X		X								
<i>Diaphanosoma birgey</i>		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
<i>Moira micrura</i>		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
<i>Simocephalus expinosus</i>		X																					
<b>ANOSTRACA</b>																							
<i>Streptocephalus sp.</i>																							
<b>CALANOIDA</b>																							
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>					X				X	X	X			X		X	X	X			X		
<i>Leptodiaptomus scf.signicauda</i>		X	X					X				X	X										
<i>Mastigodiptomus albuquerquensis</i>						X							X										
<i>Mastigodiptomus montezumae</i>							X	X				X		X									
<b>CICLOPOIDA</b>																							
<i>Thermocyclops inversus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X			X			X		

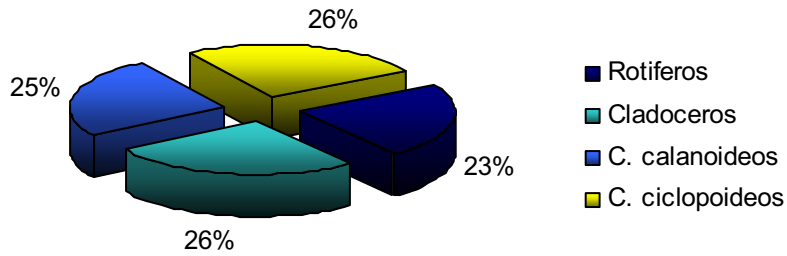


RESULTADOS

Continuación Tabla 95. Especies de zooplancton reportadas por sistema

Especie	ID	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43	R44
<b>PLOIMA</b>																							
<i>Asplachna</i> sp.					X		X	X	X			X	X	X								X	
<i>Asplachnopus</i> sp.							X																
<i>Brachionus bidentata</i>											X												
<i>Brachionus bidentatus</i>													X										
<i>Brachionus calyciflorus</i>					X		X		X		X		X	X				X				X	
<i>Brachionus caudatus</i>													X										
<i>Brachionus falcatus</i>																	X						
<i>Brachionus havanaensis</i>			X				X	X						X				X					
<i>Brachionus leydigii</i>																				X			
<i>Brachionus nilsoni</i>																							X
<i>Brachionus quadridentatus</i>							X	X												X			
<i>Conochilus</i> sp.												X											
<i>Filinia longiseta</i>				X									X	X			X			X			X
<i>Notolca</i> sp.																							
<i>Keratella americana</i>																							
<i>Keratella tropica</i>																							
<i>Keratella valga</i>																							
<b>FLOSCULARIACEA</b>																							
<i>Filinia longiseta</i>																							
<b>PODOCOPINA</b>																							
<i>CiprIDIOPSIS</i> sp.		X												X									

X = presencia



**Figura 146. Porcentaje de los grupos de zooplancton en el total de sistemas**

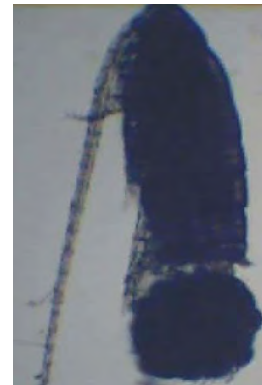
En la figura 144 se presentan los porcentajes de presencia de los cuatro grupos de zooplancton encontrados de manera global en todos los sistemas muestreados. Se observa que los grupos más representativos fueron los cladóceros y los copépodos ciclopoideos con un 26% respectivamente, la especie más frecuente del grupo de cladoceros fue *Moina micrura* con una frecuencia de 37 sistemas, de los copépodos ciclopoideos la única especie que se encontró fue *Thermocyclops inversus* con una frecuencia de 22 embalses. Le siguen los copépodos calanoideos con el 25%, la especie más frecuente fue *Arctodiaptomus dorsalis* con 19 sistemas y por último los rotíferos se reportaron en el 23% donde la especie más frecuente fue *Brachionus havannaensis* con una presencia en 18 embalses.



*Brachionus havannaensis*



*Brachionus calyciflorus*



*Mastigodiptomus alburquequensis*



*Arctodiaptomus dorsalis*



*Mastigodiptomus montezumae*



*Asplanchna sp.*



*Daphnia laevis*



*Diaphanosoma birgei*



*Moina micrura*



*Alona guttata*



*Simocephalus expinosus*

**ICTIOFAUNA**

En cuanto a la fauna íctica se tienen reportados dos superórdenes, tres familias, ocho géneros e igual número de especies (Tabla 96 y 97) a nivel supragenérico de acuerdo a Nelson (1994) y a nivel infragenérico a diversos autores (Rosen y Bayle, 1963; Miller 1974,1983; Álvarez, 1970; Trewavas, 1983; Arredondo-Figueroa y Tejada-Salinas, 1989)

**Tabla 96. Composición taxonomica de la ictiofauna**

<b>Phylum</b>	Chordata
<b>Subphylum</b>	Vertebrata
<b>Superclase</b>	Osteichthyes
<b>Clase</b>	Actinopterygii
<b>Superclase</b>	Neopterygii
<b>Infraclasse</b>	Teleostei

**Tabla 97. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados**

Superorden	Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Especie	
Acanthopterygii	Perciformes	Labroidei	Cichlidae		<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> (Günther, 1867)	
					<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	
	Cyprinodontiformes	Cyprinodontoidei	Poeciliidae	Poeciliinae		<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848)
						<i>Poecilia sphenops</i> Cuvier y Valenciennes, 1846
						<i>Poeciliopsis gracillis</i> (Heckel, 1848)
						<i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel, 1848
					<i>Xiphophorus variatus</i> (Meek, 1904)	
Ostariophysi	Cypriniformes		Cyprinidae		<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	

La distribución de los peces se reporta en la siguiente tabla, se muestra la presencia-ausencia en cada cuerpo de agua. La especie que se reporta en la mayoría de los sistemas fue *Oreochromis niloticus*, le sigue *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* registrados en 20 sistemas, *Poeciliopsis gracillis* se encontraron en 12 sistemas, *Xiphophorus variatus* se reportó en siete, *Cichlasoma nigrofasciatum* en seis, *Cyprinus Carpio* en solo dos y por último *Xiphophorus hellerii* en un sistema únicamente (Tabla 98).

**Tabla 98. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados**

Especie	ID	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
<i>Cyprinus Carpio</i>		--	--					--	--							
<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i>												X	X			
<i>Heterandria bimaculata</i>				X	X					X		X		X	X	X
<i>Oreochromis niloticus</i>					X	X	X				X			X	X	X
<i>Poecilia sphenops</i>						X	X			X	X	X	X	X		
<i>Poeciliopsis gracilis</i>												X	X	X		
<i>Xiphophorus hellerii</i>												X				
<i>Xiphophorus variatus</i>													X			

**Continuación Tabla 98. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados**

Especie	ID	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29
<i>Cyprinus Carpio</i>		--	--												
<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i>								X			X				
<i>Heterandria bimaculata</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oreochromis niloticus</i>					X		X			X	X	X		X	X
<i>Poecilia sphenops</i>				X		X	X	X		X			X	X	X
<i>Poeciliopsis gracilis</i>				X			X	X							
<i>Xiphophorus hellerii</i>															
<i>Xiphophorus variatus</i>									X	X	X		X		X

**Continuación Tabla 98. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados**

Especie	ID	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42	R43
<i>Cyprinus Carpio</i>		X	X		--			--		--					
<i>Cichlasoma nigrofasciatum</i>			X										X		
<i>Heterandria bimaculata</i>			X	X		X									
<i>Oreochromis niloticus</i>		X	X	X		X			X		X	X	X	X	X
<i>Poecilia sphenops</i>			X				X				X		X	X	
<i>Poeciliopsis gracilis</i>			X	X			X		X				X		X
<i>Xiphophorus hellerii</i>															
<i>Xiphophorus variatus</i>			X												

-- sin muestra

En la figura 147 se representa el porcentaje registrado para cada especie en los sistemas estudiados. Se reportó que *Oreochromis niloticus* se encuentra en el 25% de los embalses, las especies *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* en el 22% cada una, *Poeciliopsis gracilis* en el 13% y la demás especies ocuparon muy poca presencia en este territorio.

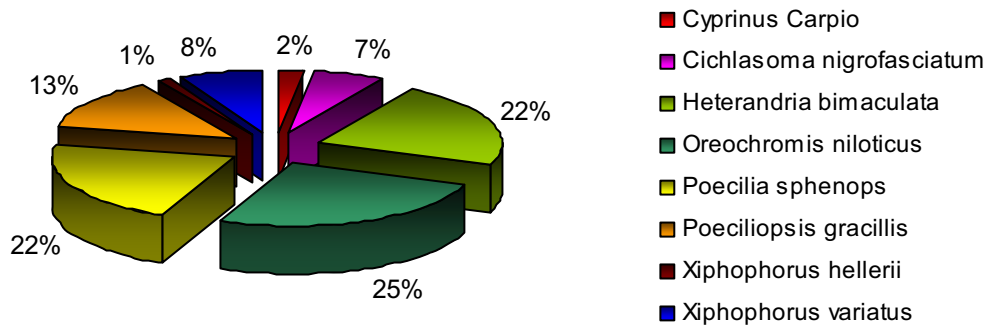


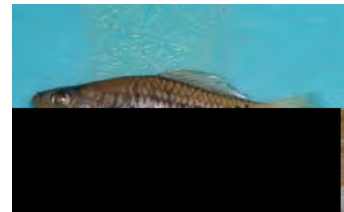
Figura 147. Porcentaje de ictiofuana reportada en los sistemas



*Oreochromis niloticus*



*Cichlasoma nigrofasciatum*



*Xiphophorus variatus*



*Poeciliopsis gracillis*



*Heterandria bimaculata*



*Poecilia sphenops*



*Xiphophorus hellerii*

## RESULTADOS

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO AL INVENTARIO DE CUERPOS DE AGUA: COMPONENTES PRINCIPALES

Con la finalidad de analizar la información y obtener los elementos que determinaron el comportamiento de las variables obtenidas, el análisis estadístico multivariable aplicado fue el de Análisis de Componentes Principales. Para identificar cuales componentes se tomarían en cuenta se analizó el porcentaje acumulado de cada uno, así se concluyó que con los cuatro primeros componentes se explicaba el 51,28% (Tabla 99), por ello se tomaron en cuenta solo éstos para llevar a cabo el análisis.

**Tabla 99. Porcentaje acumulado de cada componente extraído de los datos originales**

Número de componente	Valor representativo	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	5.39311	19.261	19.261
2	3.65425	13.051	32.312
3	2.93063	10.467	42.779
4	2.38034	8.501	51.280
5	2.2402	8.001	59.160
6	1.80334	6.440	65.600
7	1.66806	5.957	71.558
8	1.25861	4.495	76.053

En la Tabla 100 se muestran los componentes resultantes así como el peso de cada variable. En números rojos se observan los valores tomados en cuenta para escoger las variables de peso en cada componente, el primer componente agrupa las variables área, clorofilas a, conductividad y volumen, en el segundo se encuentran la cuenca y subcuenca con iguales valores, profundidad media, altitud, municipio y profundidad, el tercer componente engloba a las variables relacionadas con el nitrógeno, por último en el cuarto componente se encuentran la temporada, el tipo y la alcalinidad.

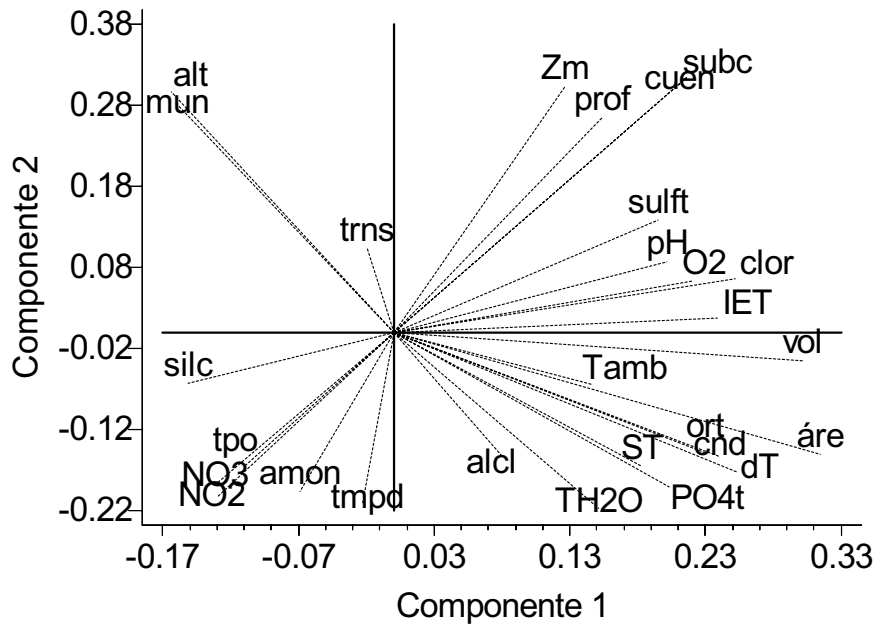
**Tabla 100. Peso de los Componentes**

Variable/componentes	1	2	3	4	5	6	7	8
Alcalinidad (alcl)	0.079	-0.151	-0.219	<b>0.311</b>	-0.114	0.138	-0.200	0.288
Altitud (alt)	-0.164	<b>0.296</b>	0.033	-0.056	-0.004	-0.252	-0.042	-0.172
Amonio (amon)	-0.069	-0.196	<b>0.263</b>	-0.359	0.118	0.090	-0.081	0.202
Área (áre)	<b>0.315</b>	-0.150	0.048	-0.052	0.232	-0.168	0.199	0.178
Clorofilas (clor)	<b>0.252</b>	0.066	0.157	-0.048	-0.213	-0.018	-0.149	-0.365
Conductividad (cnd)	<b>0.241</b>	-0.154	-0.223	-0.282	0.227	0.041	0.050	-0.079
Cuenca (cuen)	0.216	<b>0.315</b>	0.196	0.089	0.030	0.177	-0.006	0.199
Dureza Total (dT)	<b>0.254</b>	-0.173	-0.159	0.004	0.254	0.003	-0.056	-0.261
IET	0.239	0.017	0.236	0.172	-0.214	-0.058	-0.117	-0.011
Municipio (mun)	-0.160	<b>0.281</b>	0.159	-0.100	-0.259	-0.040	0.031	-0.040
Nitritos (NO2)	-0.132	-0.189	<b>0.468</b>	0.014	0.052	0.081	0.030	-0.016
Nitratos (NO3)	-0.130	-0.203	<b>0.465</b>	-0.024	0.098	0.099	-0.048	-0.110
Oxígeno (O2)	0.221	0.063	-0.170	-0.078	-0.284	0.049	0.301	0.102
Ortofosfatos (orto)	0.230	-0.149	0.071	0.092	-0.102	0.120	-0.266	0.239
pH	0.202	0.087	-0.080	0.105	-0.314	-0.306	0.001	0.047
Fósforo total (PO4t)	0.204	-0.191	0.021	<b>0.208</b>	-0.112	-0.038	-0.286	-0.052
Profundidad (prof)	0.154	<b>0.264</b>	0.089	0.139	0.219	0.018	-0.014	-0.234
Silicatos (silc)	-0.151	-0.063	-0.068	0.137	0.183	<b>-0.445</b>	0.134	0.124
Sólidos totales (sT)	0.184	-0.166	0.045	-0.210	-0.054	-0.128	<b>-0.407</b>	-0.204
Subcuenca (subc)	0.216	<b>0.315</b>	0.196	0.089	0.030	0.177	-0.006	0.199

**Continuación Tabla 100. Peso de los Componentes**

Sulfatos (sulft)	0.195	0.139	0.161	-0.147	-0.016	-0.402	0.090	-0.175
Temp. Amb. (tamb)	0.147	-0.064	0.084	-0.257	-0.277	0.204	<b>0.396</b>	0.059
Temporada (tmpd)	-0.023	-0.210	0.049	<b>0.437</b>	-0.025	-0.024	0.202	-0.315
Temp. Agua (tH <sub>2</sub> O)	0.151	-0.217	0.073	0.026	-0.165	0.151	0.382	-0.246
Tipo (tpo)	-0.110	-0.165	0.172	<b>0.395</b>	-0.042	-0.110	0.211	0.075
Transparencia (trnsp)	-0.019	0.103	-0.192	0.092	0.133	<b>0.420</b>	0.068	-0.318
Volumen (vol)	<b>0.301</b>	-0.036	0.124	0.015	0.302	-0.188	0.196	0.171
Profundidad media (Zm)	0.127	<b>0.303</b>	0.093	0.187	0.359	0.136	0.003	-0.003

El complemento de la tabla de los pesos de componentes principales es la expresión gráfica de ésta, la cual se presenta en la Figura 148, en el cuadrante I se muestra una agrupación con la cuenca y subcuenca, en el cuadrante II la altitud y el municipio se muestran muy relacionados, en el cuadrante III se observa una correlación negativa con los derivados del nitrógeno y en el cuadrante IV las variables representativas fueron el volumen y el área.



**Figura 148. Componente 1 contra Componente 2**

En la figura 149 se observa el componente 1 contra el 3 en cual se observan similitudes con el gráfico anterior respecto a la agrupación de las variables, en el cuadrante I se presenta el grupo del área y el volumen, el cuadrante II el de nitrógeno, el cuadrante III incluye a los silicatos como una variable de peso con una relación inversa y el cuadrante IV agrupa a la conductividad y la dureza total.



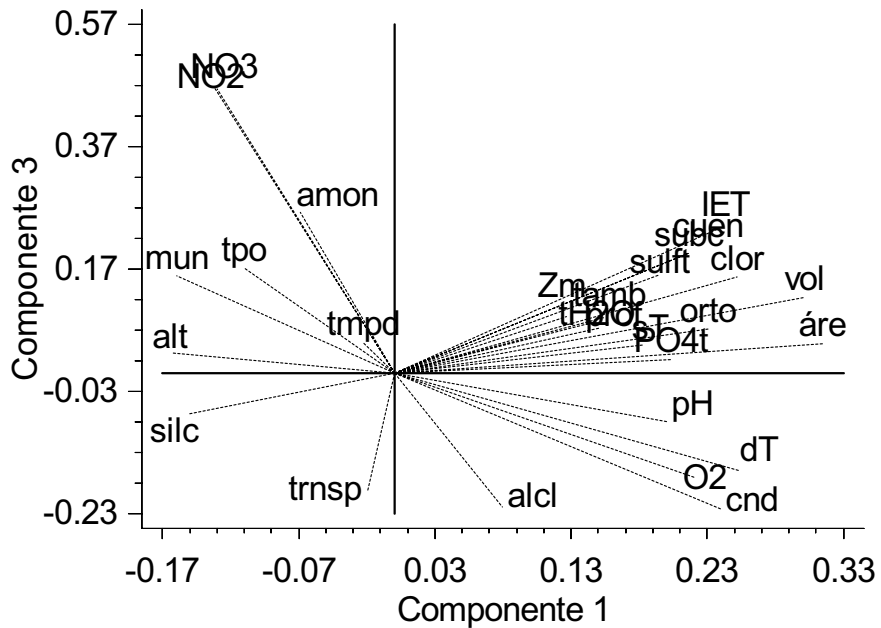


Figura 149. Componente 1 contra Componente 2

La figura 150 muestra algunas variables de peso obtenidas al contrastar el componente 1 contra el 4, se vuelve a mostrar una relación entre el volumen y el área solo que se encuentran en diferentes cuadrantes, la temporada con el tipo tienen mayor peso en el cuadrante II, el amonio presentó una relación negativa en el III y en el IV la conductividad comparte con el área.

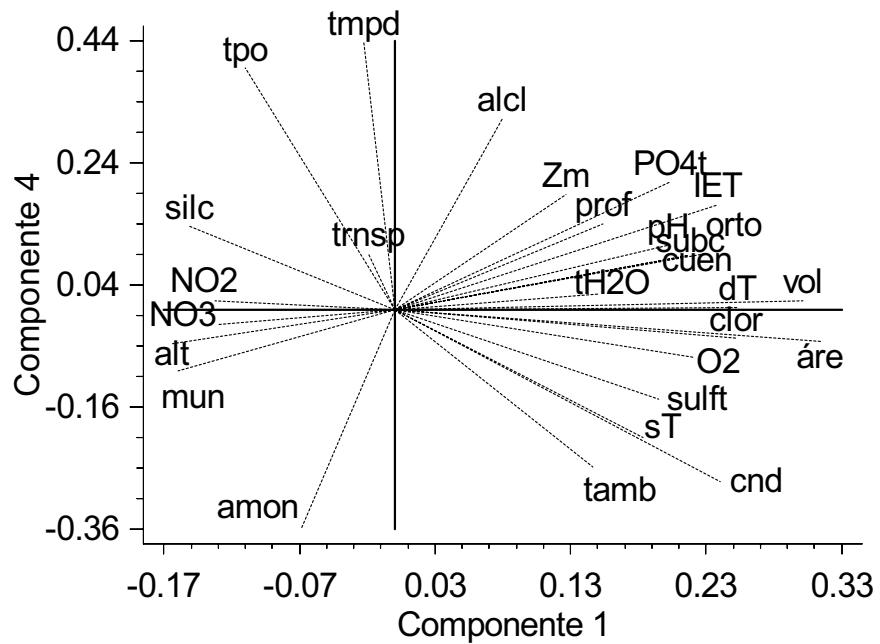


Figura 150. Componente 1 contra componente 4

El agrupamiento de los sistemas de acuerdo al área muestra que se forman cuatro grupos, de estos el más numeroso es el de los sistemas más pequeños y tiene 22; en ellos las áreas van desde 0.03 a 0.85 Ha; el segundo grupo contiene 9 embalses con áreas de 0.99 a 1.85 Ha; en el tercer grupo se encontraron siete sistemas con áreas desde 2.39 a 3.96 Ha. Por último, el cuarto agrupó cinco embalses de los más grandes del estudio con áreas de 4.99 a 7.71 Ha. (Figura 151).

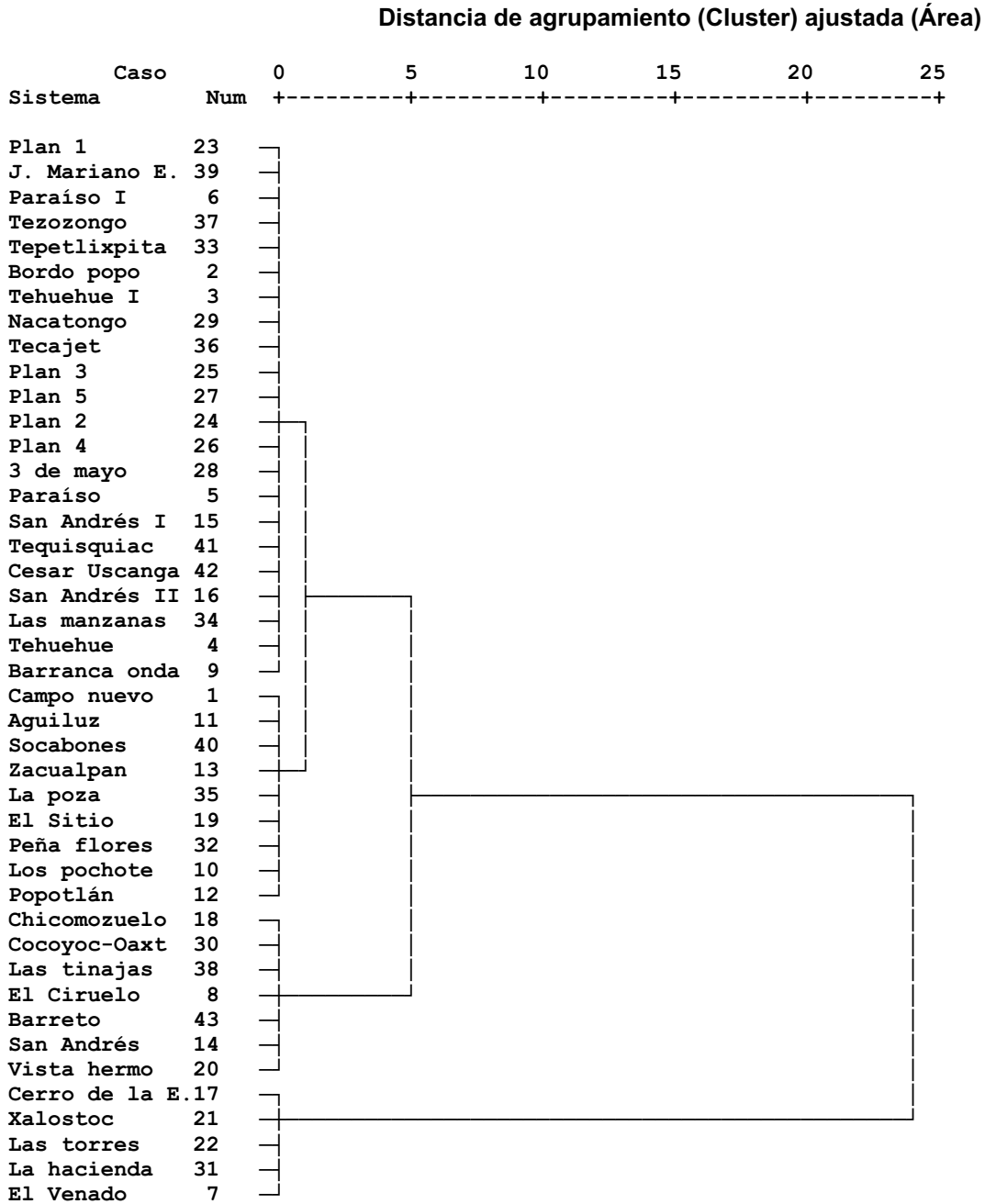


Figura 151. Dendrograma utilizando el método de Ward para el área

### DISCUSIÓN

Contreras-Macbeath (1995) menciona que el estado de Morelos presenta en total 124 embalses. El inventario realizado por Porras *et al.*, (1991) aporta algunos datos como la superficie, ubicación y altitud de los embalses registrado hasta ese año, con lo que se pudo hacer una comparación entre ambos trabajos y se encontró que hay grandes diferencias; se observó que la mayoría de los sistemas reportados en el inventario anterior no se encuentran en este trabajo, además de que se extendió el número de sistemas de los ya reportados. Los únicos sistemas que concuerdan son; Las Torres y Xalostoc del municipio de Ayala; El Pijón (reportado como Buena Vista) y Popotlán (reportado como Piedra Silleta), del municipio de Temoac; Plan 1 (reportado como jagüey s/n) y otros dos embalses que no mencionan ubicación pero si las áreas y con ello se podría decir que son Plan 2 y 3 pertenecen al municipio de Tlayacapan; El Sitio, San Andrés, Cerro de la Era y Chicomozuelo (reportado como Chicomocelo) de Zacualpan; Las Manzanas del municipio de Totolapan; Cocoyoc-Oaxtepec (reportado como San Carlos) y La Hacienda (reportado como Cocoyoc) en Yauatepec.

Respecto a los factores que pudieron intervenir en la ausencia de algunos sistemas en la actualidad en comparación con el inventario de Porras pueden estar; la reciente creación de muchos de ellos, también a que algunos nombres no concuerdan, así como en la división municipal, además de que se espera que el número de embalses en ésta área aumente, puesto que se observó que hay en proceso la creación de más.

Los cuerpos de agua continentales se dividen en dos grandes grupos, los lóticos (ríos, arroyos, etc.) y los lénticos (bordos, embalses, lagos, etc.), dentro de éstos últimos se encuentran los bordos permanentes y temporales, también llamados jagüeyes o estanques rústicos, los cuales según Hernández-Avilés *et al.* (2002) son reservorios artificiales de agua temporal o permanente, con una cortina rústica construida de tierra o mampostería; que generalmente están constituidos por aguas turbias debido a los sólidos en suspensión y a la materia orgánica. Dentro de esta última descripción se encuentran la mayoría de los sistemas de estudio.

Estos microembalses se llenan por la captación del agua de lluvia, la que se utiliza para regar los cultivos en los periodos críticos del secano (tierra sin riego). El empleo de estos sistemas también denominados jagüeyes, bordos o estanques rústicos, se ha diversificado, por una sobreposición de usos: doméstico, abrevadero para el ganado o bien para actividades de extencionismo acuícola (Hernández-Avilés *et al.* 2002).

En función del tiempo de permanencia del agua, los bordos se clasifican de la siguiente manera: sistemas permanentes, los que presentan un volumen remanente constante cada año; semipermanentes, aquellos sistemas que se llegan a secar en forma esporádica y los temporales con duración del agua entre seis y ocho meses al año. En un cuerpo permanente, durante un ciclo anual, comúnmente 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; citado en Hernández-Avilés *et al.*, 2002. Se revisaron 43 sistemas lénticos ubicados en la parte noreste del estado y de ellos 10 se clasifican como temporales y 33 permanentes, el hecho de que solo 10 sean temporales habla de una buena disponibilidad del líquido durante todo el año en la mayoría del área estudiada aunque estos son menores de una hectárea.

En el balance hidráulico de una zona se deben tomar en cuenta tres factores principales: la precipitación, la evaporación y el escurrimiento superficial; en periodos largos, el almacenamiento de agua permanece en el subsuelo, en la vegetación y en las edificaciones o como unidad en el suelo o en la atmósfera, pero en los pequeños reservorios, la permanencia del almacenamiento es variable y se encuentra en función de las condiciones del entorno. De esta manera, el tiempo de permanencia del agua 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 (Athié, 1987; citado en Hernández-Avilés *et al.*, 2002)

Los factores que permiten la permanencia de la mayoría de los cuerpos de agua en esta área son por una parte el tipo de suelo, la mayoría se encuentran en suelos de textura media

permitiendo así la retención del líquido. El escurrimiento medio anual en el área de mayor aglomeración de los sistemas es de 500 a 1000 mm, por ello la disponibilidad del líquido. La humedad del suelo dura de 90 a 180 días. Además, la mayoría del área se usa para la agricultura de temporal y en menor grado pero igual de importante, la agricultura de riego (INEGI, 2001), por lo que es de suma importancia su distribución por el territorio para la sostenibilidad de estas actividades.

La distribución de los sistemas se debe en parte a la topografía del estado, a la precipitación, al tipo de suelo, tipo de cultivo y a la disponibilidad por escorrentías o aportes de ríos. Los embalses registrados se encuentran distribuidos en dos cuencas, la del Río Grande de Amacuzac y la del Río Atoyac. En la primera se registraron 37 sistemas y en la segunda seis, una de las razones por la que se reportaron más en la parte de la cuenca del Río Grande de Amacuzac es debido a que abarca una mayor superficie que la del Río Atoyac, siendo esta de mayor extensión en el estado de Puebla. Se observó que los ríos presentes en dichas cuencas son una base importante en la distribución de los sistemas, ya que estos embalses se encuentran en sus cercanías.

Los embalses se clasificaron de acuerdo al área que abarcaron, los sistemas mayores de tres hectáreas (nueve) cubrieron el 62% del área total cubierta; aún así, los sistemas menores de una hectárea fueron más numerosos (24). Ayala fue el municipio con mayor superficie territorial, es el segundo lugar de área inundada con 150 000 m<sup>2</sup>. El municipio de Zacualpan es de los más pequeños y tiene la mayor área inundada con poco más de 200 000 m<sup>2</sup>. Esto se debe a que es el municipio con mayor número de sistemas además de que son de los más grandes que se reportan en el presente estudio.

La forma que presentan los embalses, aunque puede variar en función de las características del terreno y de los intereses de uso, la mayoría tiende a ser circular y por sus dimensiones se favorece un mayor intercambio de materiales con la cuenca y un incremento en la tasa de sedimentación. Se les puede considerar como embalses someros, con profundidades máximas entre uno y cinco metros, se pueden encontrar en zonas con pendiente pronunciada o pueden estar asociados con otros embalses por medio de afluentes, lo que asegura su llenado en la temporada de lluvias y de acuerdo con el régimen climático desciende su nivel a medida que aumenta la estación seca (Hernández-Avilés *et al.*, 2002).

Los embalses del estudio se clasificaron de acuerdo a la Lewis (1983) como polimícticos cálidos, tomando como referencia la temperatura promedio ya que rebasó los 24°C en promedio en todos los embalses.

Estudiar la calidad de los cuerpos de agua es de fundamental importancia ya que de estos sistemas dependen muchos factores. Como los reportados en este trabajo que son empleados en su mayoría para el riego de los cultivos aledaños a estos, como fuente de agua para los animales tanto domésticos como silvestres y en algunos casos para consumo humano; la actividad importante tal vez sea el cultivo de peces (como la mojarra) para consumo humano; por ello el conocimiento del estado de la columna de agua y de su calidad podría ayudar para el buen aprovechamiento de ésta. Tras analizar la calidad del agua de los bordos y presas se determinó que los valores en general se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos en la NOM 001 y 127 por lo que las aguas son aptas para su uso, excepto por los valores de fósforo total que son altos debido a la eutrofización de los sistemas, parámetro utilizado como indicador para valorar el estado trófico de un cuerpo de agua.

Para la clasificación, diversos autores han hecho sus propuestas basados en parámetros diferentes aspectos del embalse. El más utilizado para la clasificación trófica de los sistemas acuáticos es el 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 desarrolló una ecuación propia para cada uno de estos parámetros.

Tomando en cuenta el IET propuesto por Carlson (1977), la mitad de los cuerpos de agua del estudio se clasificaron como hipereutróficos, el 48% como eutróficos con tendencia hipereutrófica y 2% los eutróficos de los 43 sistemas reportados. Con estos resultados se

confirma que los sistemas son de muy buena productividad aptos para la acuicultura, ya sea durante todo el año en los embalses permanentes o en lluvias en los bordos temporales.

En sí, la eutrofización se refiere a los cambios físicos, químicos y biológicos que tienen lugar después de que un cuerpo de agua recibe ingresos de nutrimentos y cieno de la tierra circundante, como resultado de la erosión natural y el escurrimiento durante un largo tiempo. Algunos cuerpos de agua, de manera natural, llegan a ser más eutróficos a través del tiempo, pero otros no en tal medida, debido a las diferencias de la cuenca que los rodea. La eutrofización derivada de los cultivos agrícolas por la adición reciente de fosfatos y nitratos, como resultado de actividades humanas, es también un problema grave para los lagos y embalses someros, en especial los cercanos a los centros urbanos. En resumen, la eutrofización se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes, el crecimiento y la muerte de fitoplancton, la acumulación de detritos, el aumento de las bacterias y finalmente, el agotamiento del oxígeno y la sofocación de los organismos que lo requieren (Tyler, 1994).

Las aguas son turbias y de poca calidad desde el punto de vista del consumo humano o de su uso para actividades deportivas. El fondo del lago se va rellenando de sedimentos y su profundidad va disminuyendo. Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos (Echarri, 1998).

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 clasificarlos, se presentan desventajas ya que muchos solo 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 (transparencia), así como de los factores que se consideren para la clasificación (Ortiz, 2006).

Cada cuerpo de agua posee una composición propia en cuanto a la diversidad de especies y la cantidad de organismos de acuerdo con sus características abióticas (luz, temperatura, nutrientes, etc.) y bióticas (competencia, depredación) y a pesar de los diferentes requerimientos fisiológicos y las variaciones en los límites de tolerancia a los parámetros ambientales físicos y químicos de cada especie, existen ciertos patrones de composición, en cuanto a la diversidad y abundancia entre el fitoplancton de agua dulce y el marino (Happy-Wood, 1991; citado en Quiroz *et al.*, 2006).

El fitoplancton es el principal indicador de qué tan productivos pueden ser estos ecosistemas, ya que es el principal productor de oxígeno y constituye el primer eslabón en la cadena trófica, ocupando distintos nichos ecológicos, lo que se traduce en una elevada disponibilidad de alimento para los otros niveles tróficos. Por otra parte, los organismos fitoplanctónicos son sensibles a los cambios en las condiciones tróficas de los cuerpos de agua continentales, provocados por la contaminación, manejo acuacultural, etc., al respecto, Quiroz, *et al.*, (2004) mencionan que la abundancia, composición y distribución del fitoplancton en estos sistemas, están influenciadas por dichas condiciones, por lo que es considerado como un importante indicador de la calidad del agua, por su corto ciclo de vida y su rápida respuesta a los cambios del medio ambiente, ya que algunas especies son muy sensibles a ciertos desechos químicos.

En algunos bordos, cuyo volumen disminuye en la época de estiaje y con ello la penetración de la luz debido a una mayor turbidez, la producción primaria también disminuye, clasificándose como hipereutrófico (altamente productivo) en esta fase y como eutrófico (productivo) en la época de dilución, ya que las concentraciones de nitrógeno y fósforo se pueden elevar por el acarreo de materiales de la cuenca en el periodo de inundación y por la liberación de estos micronutrientes de la materia orgánica a lo largo del año (Hernández-Avilés *et al.*, 2002).

En lagos con tendencia hacia la hipereutrofia, el crecimiento algal se manifiesta con un reemplazamiento de especies de clorofitas por cianofitas; Kalff y Knoechel (1978) mencionan

que uno de los síntomas de avance de la eutroficación es la ocurrencia de florecimientos de algas verde-azules.

Marshall (1991) menciona que para el crecimiento de muchos de los organismos fitoplanctónicos marinos y de agua dulce, los óptimos de temperatura están dentro del límite de 18 a 25°C, aunque las formas de aguas frías tienen generalmente óptimos menores. La buena productividad se puede deber a la temperatura, ya que el promedio en los sistemas fue de 23,68°C teniendo como mínima 17°C y máxima 31°C.

Ramírez y col (2000), mencionan que hay factores ambientales que favorecen el predominio de las cianofitas como, las temperaturas elevadas (18 y 20° C), condiciones de luz-energía (óptimas de la primavera al otoño), capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, pH alto (6.5 a 8.5), baja tasa de filtración por el zooplancton, entre otros. El pH promedio registrado en los embalses fue de 8.03 el mínimo 6.45 y el máximo 9.9 en ambas temporadas; en lluvias se observó una mayor abundancia (excepto por algunos bordos en época de secas donde el pH fue en promedio 7,5), esto debido a que en promedio el pH fue de 7.83 y la mínima de 6.45 lo que hace un ambiente más propicio para el desarrollo de esta división en comparación de la época de secas donde el pH es más elevado aunque no rebasa el límite reportado por (Kirsten y Nauwerk 1993; citados en Quiroz *et al*, 2006) quienes indican que estas microalgas tienen ventajas sobre las clorofitas cuando el pH aumenta a valores de nueve, como es el caso de los bordos Popotlán y Tecajec.

La división Chlorophyta dominó a lo largo del estudio en todos los cuerpos de agua, aunque solamente se evaluó cada sistema dos veces al año. Las condiciones presentes en los sistemas fueron propicios para su óptimo desarrollo debido a que la mayoría de sus especies son características de ambientes eutróficos, se desarrollan con mayor facilidad en los sistemas con una relación N:P alta (Margalef, 1976) en embalses someros, son cosmopolitas, oportunistas, soportan grandes variaciones en las condiciones ambientales y son de amplia distribución.

En este trabajo algunas especies son significativas en este tipo de ambientes tal como *Ankistrodesmus falcatus*. Las especies del género *Monoraphidium* son clorofitas de pequeño biovolumen, oportunistas de crecimiento rápido, que desarrollan poblaciones elevadas en primavera y en otoño-invierno, además de ser cosmopolitas (Reynolds, 1984, 2006; Orlík, 1994; Komárek y Fott, 1983, citados en Ortega y Rojo, 2000). La gran mayoría son propias de ambientes eutróficos y someros. Este género fue de los más representativos en este trabajo en los bordos Paraíso I, Popotlán y Las Manzanas; en este último se registró la mayor cantidad de especies (5) en comparación con los otros sistemas, además la mayor frecuencia se observó en los meses de marzo y octubre (fines de lluvias-secas), tal como se ha reportado.

El género *Tetraedron* fue también muy representativo de los sistemas, ya que son organismos oportunistas y suelen aparecer en cualquier época del año en sistemas someros hipereutróficos, junto con géneros como *Ankistrodesmus* y *Monoraphidium* (Reynolds, 1984, 2006).

El género más representativo de todos fue *Scenedesmus*, de éste se identificaron 17 especies y la de mayor frecuencia fue *Scenedesmus quadricauda*, la cual está reportada como una especie indicadora de ambientes eutróficos. El género está formado por especies oportunistas y es cosmopolita, por ello se observa en distintas épocas del año (Rosenström y Lepistö, 1996; Orlík, 1994; citados en Ortega y Rojo 2002). Muchas de sus especies aparecen en lugares hipereutróficos como lo es el caso de los bordos en estudio donde la mayoría son eutróficos con tendencia a la hipereutrofia.

El comportamiento de la división Euglenophyta en el estudio fue establecido por un marcado aumento de la abundancia en época de lluvias, excepto por algunos sistemas donde se presentaron con mayor abundancia en secas. De acuerdo a Wetzel (1981) su desarrollo se localiza de manera temporal a determinados niveles de profundidad o en sistemas acuáticos con concentraciones altas principalmente de materia orgánica disuelta, lo cual se presentó durante la época de lluvias; también se menciona que estos organismos se encuentran con mayor frecuencia en aguas poco profundas ricas en materia orgánica (Wetzel, 1981; Marshall, 1991; Gómez y Martínez, 1998; Quiroz y col 2006), lo cual corresponde a las características generales de la mayoría de los embalses.

Los organismos de la división Chromophyta se relacionan con ambientes eutróficos someros, se han encontrado en un amplio intervalo de condiciones ambientales y toleran aguas contaminadas con materia orgánica, además de ser cosmopolitas (Quiroz *et al*, 2006). Esta división se registró en mayor proporción en la época de lluvias.

Las especies de la división Pirrophyta son conocidas como las causantes de "turbios" o "mareas rojas". Estos fenómenos se deben a explosiones demográficas de dinoflagelados ( $10^6$  organismos/litro) causadas probablemente, por la eutrofización y a otros cambios ambientales de las masas de agua donde se encuentran. En consecuencia puede devenir la muerte de los otros organismos que habitan en el sistema, ya sea por el agotamiento del oxígeno ó envenenamiento (Hernández-Aviléz *et al.*, 2002). La división mencionada fue reportada únicamente una vez en época de lluvias en el sistema Nacatongo, en el cual este grupo representó el uno por ciento del total de los organismos cuantificados.

Los principales parámetros físicos y químicos que influyen en la presencia, distribución y abundancia de los organismos fitoplanctónicos en este tipo de ecosistemas son: temperatura, oxígeno disuelto, CO<sub>2</sub>, pH, alcalinidad total, sólidos disueltos, dureza total, transparencia, turbiedad, conductividad y cantidad de nutrientes, ya que la variación de éstos a través del año, puede provocar diversos cambios que influyen directamente en la dinámica ecológica del bordo. En un ambiente acuático, los productores primarios están limitados por varios factores físicos y químicos, eh influenciados por las interacciones intra e interespecificas en cada una de las comunidades acuáticas (Barnes y Mann, 1980).

Los rotíferos, cladóceros, copépodos y protozoos que integran al zooplancton dulceacuícola, se consideran como el eslabón vital a través del cual la energía alimentaria del fitoplancton pasa hacia los niveles tróficos; por lo tanto, el zooplancton juega un papel preponderante dentro de la dinámica de los ecosistemas dulceacuícolas (Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel, 2003).

La composición específica del zooplancton puede ser un excelente criterio para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas. Las diferencias en el estado trófico se manifiestan claramente en la estructura de la comunidad zooplanctónica y en las relaciones zooplancton-fitoplancton.

En ambientes con dominancia de algas cianofíceas se producen modificaciones sobre las comunidades del zooplancton, en especial sobre el grupo dominante. En cuerpos de agua eutrofizados con abundancia de *Microcystis aeruginosa* dominan los rotíferos; sin embargo, poblaciones de cladóceros y copépodos sobreviven en presencia de algas verde azules (Poi de Neiff *et al*, 1999; Frutos, 1998; Infante, 1988; Starkweather y Kellar, 1981; José de Paggi, 1976; Matveev *et al*, 1994. Citado en Frutos, 2007). Con lo antes mencionado se pudo observar que en los sistemas donde se reportó *Microcystis aeruginosa*, las abundancias de rotíferos eran significativas, pero no tan dominante excepto en Tecajec, donde la cantidad de rotíferos si fue muy grande.

Una de las especies de rotíferos reportada en este trabajo fue *Filinia longiseta* (Erenberg, 1834), la cual se considera como una especie de amplia distribución en los ambientes temporales y permanentes (Koste, 1978; Sladeczek, 1983). Es un organismo termófilo, epilimnético y de ambientes estratificados. Presente en sistemas con aguas de temperaturas

arriba de 15°C, aunque también se ha identificado en ambientes con temperaturas que oscilan entre los 24 y 28°C; por lo cual se ha considerado como una especie euriterma (Ruttner-Kolisko, 1974; citado en Grandos-Ramírez y Alvarez-Del Angel, 2003).

*Asplanchna* es uno de los rotíferos más comunes y uno de los pocos vivíparos, presenta amplia distribución y es uno de los depredadores del zooplancton en aguas estancadas en la región templada y tropical (Fernando *et al.*, 1990). Se ha reportado en sistemas con ambiente alcalino, con alta concentración de materia orgánica suspendida, poca transparencia y altamente oxigenados. Estas condiciones son por lo regular reportadas en estos sistemas, a que la mayoría son de aguas turbias debido a la materia orgánica suspendida, poco transparentes y presentan una buena oxigenación. Por ello esta especie de rotífero se encuentra en la gran mayoría de los embalses.

En un trabajo realizado por Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003) en la subcuenca del río Cuautla, Morelos, se citó que los géneros *Brachionus*, *Keratella* y *Kellicotia* son típicos de aguas alcalinas, duras, de regiones templadas y tropicales, predominando en ambientes mesotróficos y eutróficos, evitando siempre las condiciones hipereutróficas. Son de amplia distribución y se alimentan de algas y detritus. De forma general, la familia Brachionidae es altamente tolerante a ciertas concentraciones de contaminación así como a diversos factores ecológicos de la dinámica trófica.

En este trabajo se mencionó que los géneros de rotíferos más numerosos fueron los pertenecientes al grupo de los Brachionidos con nueve especies y las más significativas fueron *B. havanaensis* y *B. calyciflorus*.

El género *Kellicotia* no se encontró en los embalse del estudio, esto se puede deber en parte a que la luz de maya de la red de zooplancton con la que se tomaron las muestras fue de 160 µm y la que se usa por lo general en los estudios en los cuales se reporta es de 60 µm y por otra parte, la época del año en la que se toman las.

Los braquiiónidos son especialmente frecuentes y muchas veces abundantes en el plancton de las aguas dulces y salobres mexicanas. Las condiciones físico-químicas de las mismas, en particular su pH constante superior a 7, dan a la fauna de rotíferos mexicanos ciertas características. Presenta una amplia distribución en México y Sudamérica (Osorio, 1942), además de ser cosmopolitas.

Los rotíferos presentan una amplia distribución, situación que les permite ser organismos muy comunes en los ecosistemas acuáticos. (Dumont 1983) menciona que la distribución de este grupo es cosmopolita debido a su dispersión pasiva; no obstante, otros autores consideran que la distribución de estos organismos está mas ampliamente relacionada a factores ecológicos que a factores biogeográficos (Schimid-Araya, 1991). Sarma (1999) refiere que la última década, el estudio de los rotíferos ha ido en aumento gracias a los usos que actualmente se reportan para los rotíferos en la acuicultura y como indicadores ecológicos para pruebas de toxicidad en el laboratorio ó directamente en el ambiente acuático, por mencionar algunos ejemplos.

La dominancia numérica de los rotíferos en ambientes eutróficos ha sido ampliamente documentada (Gannon Stemberger, 1978; Blancher, 1984; Orcutt y Pace, 1984; citados en Daniel-Fabian y Cruz-Pizarro, 1997), además de presentarse en sistemas no limitados en P y con presencia de peces planctívoros; por lo general se alimentan de algas, detritus, bacterias e incluso de otros rotíferos. Con el presente estudio se observó la presencia de este grupo en 36 sistemas siendo *Brachionus calyciflorus* y *B. havanaensis* las especies más frecuentes, confirmando así que en los ambientes eutróficos como los bordos, son propicios para el establecimiento de este grupo.

Los rotíferos juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas. Son un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios, pero su importancia se acrecienta porque pueden transferir materia y energía desde bacterias y partículas detriticas de pequeño tamaño, que son recursos no utilizables por otros organismos planctónicos (Conde-Porcuna *et al.*, 2004;



Citado en Ruiz, 2007). Esto permite inferir que la presencia de estos organismos mantienen de cierta manera, el equilibrio trófico del sistema.

Los cladóceros y rotíferos se destacan por agrupar casi exclusivamente especies filtradoras de fitoplancton y bacterias, constituyéndose en consumidores primarios y por lo tanto, en la base del sustento de otras especies. La concentración elevada de partículas en el agua conduce al desarrollo de filtradores estrictos, favoreciendo principalmente a algunas especies de rotíferos y cladóceros ya que son organismos que se desarrollan en aguas eutróficas, lo que permite que la cantidad de energía disponible sea captada y utilizada por los consumidores del siguiente nivel trófico. Los copépodos pueden estar representados por especies herbívoras, omnívoras (la mayoría) y carnívoras (Margalef, 1983).

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 cuando estas no estén sumamente dominadas por diatomeas o criptofíceas, u otros grupos de algas de alta calidad nutricional (Brett *et al.*, 2000; Ramos-Rodríguez y Conde-Porcuna, 2003).

Porras (1992) menciona que los organismos del género *Daphnia* incluyen cerca de 30 especies cosmopolitas y de amplia diversidad ecológica; *Simocephalus* está compuesta por especies de hábitos bentónicos. La especie *Alona guttata* tiene amplia distribución limitada a la región limnética, se encuentra con mayor frecuencia en la zona litoral. La familia Moinidae es cosmopolita, la especie *Moina micrura* es limnoplantónica, ocurre principalmente en embalses temporales con altas concentraciones de arcilla en suspensión, en zonas tropicales y subtropicales. Los organismos de la familia Calanoidae son de vida libre planctónicos. Los de la familia Cyclopoidae son especies bentónicas. Los copépodos se localizan en ambientes acuáticos poco mineralizados y de eutrofia moderada, son comunes de las zonas limnéticas y los ciclopoideos son cosmopolitas. En los embalses donde habitan estas especies se han registrado promedios de temperatura en 24.9°C, concentraciones de oxígeno disuelto 6.8 mg/l, dureza 109.4 mg/l, alcalinidad 89.7 mg/l y pH 7.5.

Los cladóceros, más concretamente el género *Daphnia*, pueden eliminar poblaciones de rotíferos por competencia de explotación por los recursos de algas compartidos, por interferencia mecánica, en la cual los rotíferos son arrastrados a la cámara branquial de *Daphnia* sp., para posteriormente ser expulsados, muertos o con graves daños, o por interferencia química (Burns y Gilbert, 1986; Conde-Porcuna *et al.*, 1994; Conde-Porcuna, 1998. citado en Conde-Procuna, 2004). En general, en aquellos sistemas donde la biomasa de cladóceros, en especial de *Daphnia* sea elevada, la biomasa y riqueza específica de rotíferos será escasa. Lo mencionado anteriormente se comprobó en el estudio puesto que en los embalses donde se reportó *Daphnia*, no se encontraron rotíferos excepto en dos, donde solo se reportó una especie de éstos en cada uno.

Los copépodos son los crustáceos más complejos que se pueden localizar tanto en aguas continentales como en aguas marinas, siendo mucho más abundantes y diversos en aguas marinas que los rotíferos y cladóceros. Se alimentan de algas, rotíferos y ciliados.

En el caso de la riqueza específica de cladóceros y crustáceos no parece existir una clara relación con los niveles de fósforo total, mientras que la riqueza de estos grupos tiende a incrementarse cuando los valores de conductividad son reducidos (Declerck *et al.*, in prep. citado en Conde-Procuna *et al.*, 2004), se presentan con mayor número en los sistemas oligotróficos y en ausencia de peces planctívoros, se alimentan por lo general de algas y bacterias. *Moina micrura* es la especie de cladóceros más frecuente en los bordos, se reportó en 37 de los 43 sistemas estudiados, ésta especie se reporta como de amplia distribución mundial por lo que no es raro haberla reportado en más del 95% de los embalses. *Diaphanosoma birgei* fue el segundo cladóceros más frecuente, este se encontró en 31 sistemas. En cuanto a la relación que se menciona con la conductividad, en este estudio no aplica puesto que este no fue un factor limitante para la presencia del grupo en los bordos. Respecto al estado trófico, todos los sistemas son eutróficos, por lo tanto, tampoco aplica este factor para determinar la presencia ó ausencia del grupo.

El grupo de copépodos se divide en calanoideos y ciclopoideos, los calanoideos en este estudio se representaron principalmente por la especie *Arctodiaptomus dorsalis*, ésta se presentó en 19 sistemas, fue registrada por primera vez en la península de Yucatán por Suárez-Morales (1996). Las características distintivas son la quinta pata del macho, los procesos hialinos de esa pata, en algunas poblaciones se presentan quillas dorsales y en otras no (Gutiérrez, 2000).

Se ha evidenciado que la importancia relativa del macro-zooplankton como depresor del fitoplancton es mayor en sistemas de estado trófico intermedio. En sistemas oligotróficos y eutróficos, la estructura de tamaños de la comunidad zooplanctónica no afecta a la biomasa de fitoplancton total ni a la biomasa de fitoplancton comestible por el zooplankton (Elser *et al.*, 1990; Morales-Baquero *et al.*, 2000).

La fauna de copépodos ciclopoideos dulceacuícolas de México se encuentra pobremente estudiada y actualmente se tienen registradas unas 60 especies distribuidas alrededor del mundo en medios dulceacuícolas y salobres sin descartar algunos ambientes como pozos y cuevas. La mayoría de las especies son conocidas en África y regiones tropicales y subtropicales de Asia, América y Australia (Defaye *et al.*, 1987; Reid, 1989). Se han reportado para el centro y sureste de México, por Suárez-Morales *et al.* (1996) y por Álvarez-Silva *et al.* (2002). Por parte de los ciclopoideos analizados en los diferentes embalses la especie determinada fue *Thermocyclops inversus*, la cual se reporta que es muy diversa en México (Álvarez-Silva *et al.*, 2002).

Al hacer una comparación con estudios de abundancia y productividad del zooplankton realizados anteriormente en el estado de Morelos con el presente estudio, se identificó que Granados-Ramírez y Álvarez-del Ángel (2003), reportaron en total 16 especies de rotíferos en tres embalses y Parra *et al.*, (2006) identificaron 11 especies de rotíferos en dos embalses; ambos estudios realizaron el muestreo con una red de zooplankton con luz de malla de 50 $\mu$  y en la zona litoral de los sistemas, por otro lado Ortiz (2006) reportó nueve especies para 51 sistemas y en este estudio se identificaron el total 17 especies, tanto en Ortiz como en este estudio las muestras fueron tomadas con una red de zooplankton con luz de malla de 160 $\mu$  en la zona limnética. Con los datos anteriores se puede justificar el hecho de que en este estudio y en el de Ortiz, se reportaron muy pocas especies de rotíferos, por un lado la luz de malla y por otro la zona en donde se tomaron las muestras son diferentes.

Bajo algunas condiciones, las clorofíceas representan un mal alimento para el zooplankton mientras que las criptofíceas serían un alimento de alta calidad nutricional, hechos evidenciados de forma experimental por Conde-Porcuna (2000) y por Ramos-Rodríguez y Conde-Porcuna (2003). En consecuencia, y paradójicamente, en sistemas acuáticos el zooplankton podría desarrollarse mejor bajo limitación de nutrientes en el medio dependiendo del tipo de población fitoplanctónica dominante (Conde-Porcuna, 2004). Lo citado anteriormente va en contra de las condiciones que prevalecen en los sistemas de estudio, la división Chryptophyta no se reportó en ningún sistema, por lo cual se podría decir que la ecología y el comportamiento alimenticios del zooplankton en estos bordos son diferentes.

Con respecto a la ictiofauna registrada en los diferentes sistemas acuáticos, se observa que la ubicación de la zona de estudio está en la llamada subregión Transicional Mexicana, considerada como la ruta histórica de dispersión para peces provenientes del Norte y Sudamérica, lo cual favorece y se hace evidente por la presencia de especies nativas pertenecientes a grupos típicamente neárticos (Ciprínidos e Ictalúridos) y neotropicales (Cíclidos y Charácidos), en lo que representa un interesante complejo faunístico (Contreras-Macbeath, 1995).

Debido a las prácticas acuaculturales que se realizan en casi todos los sistemas, se pueden señalar como las responsables de la introducción de especies exóticas, unas para la producción pesquera (familia Cichlidae) y otras para acuicultura ornamental intensiva (Poeciliidae). Los organismos han sido diseminados en prácticamente todos los cuerpos de agua del estado como por ejemplo la carpa común *Ciprinus carpio* y herbívora *Ctenopharingodon idellus* así como las tilapias *Oreochromis niloticus*. Existen otras dos

especies de poecilidos *Heterandria bimaculata* y *Poeciliopsis gracilis* de las que se desconoce el motivo de introducción; sin embargo se piensa pudo haber sido como producto accidental de las prácticas acuaculturales (Contreras-Macbeath, 1995).

Esta amalgama de especies, representada por organismos asiáticos, africanos, norte y centroamericanos y de otras cuencas hidrológicas del país, dista mucho de la situación natural que en algún momento prevaleció en los medios acuáticos de la región, si consideramos su composición ictiofaunística y relaciones ecológicas.

Actualmente las tilapias se encuentran en la mayoría de los cuerpos de agua del país, siendo los más relevantes los que se localizan en las entidades de: Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Tamaulipas, ocupando ya el primer lugar en la producción pesquera de aguas continentales, con un 40% de la producción nacional (Sugunan, 1997; Arredondo y Lozano, 2003).

Las tilapias son especies de agua dulce que han adquirido una importancia comercial significativa en los últimos años, son de aguas cálidas y su distribución se limita a un mínimo de temperatura no se desarrollan por debajo de los 16°C (Philippart y Ruwet, 1982; Chervinski, 1982, citados en Ruiz Velazco *et al.*, 2006). Son originarias de África y representan una importante fuente de alimento y proteína (Ridha, 2004). México, es uno de los principales productores de tilapia en Latinoamérica, pero sus exportaciones son mínimas por lo tanto, se requiere una producción sostenida, de calidad y organizada que permita lograr la exportación.

El factor temperatura es una limitante para los cultivos por el bajo crecimiento que presenta la tilapia a temperaturas menores que 20 °C, por lo tanto es necesario descartar el cultivo durante el invierno. Uno de los objetivos del trabajo es ver las condiciones prevalecientes en los bordos para ser utilizados para el cultivo de tilapia, en muchos de ellos el cultivo extensivo ya se lleva a cabo para consumo de la población aledaña al bordo, en otros también se reporta pero no se cultiva como tal. La temperatura media del agua fue de 23.7°C, por ello la presencia de tilapias se hace fácil, además de que son sistemas de muy alta productividad (Ruiz *et al.*, 2007).

De la familia poeciliidae se encontraron tres especies: *Heterandria bimaculata*, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis gracilis*, la cual es una familia ampliamente distribuida puesto que se encontró en la mayoría de los sistemas, ya sea juntas o separadas, diseminadas en todos los embalses.

*Heterandria bimaculata* es originario de América Central (Rosen y Bailey 1963). es considerada una especie introducida en la cuenca alta del Río Balsas (Espinosa y *col.*, 1993) en ríos como el Amacuzac, Yautepec y Tembembe, así como en el vaso de "El Rodeo" y el lago de Coatetelco, Morelos, en temperaturas que oscilan de 22.0 a 28.4 °C y altitudes entre 950 y 1 500 m (Gaspar-Dillanes 1987). Esta especie también fue registrada en los canales de Xochimilco, en el Valle de México (Gómez-Márquez y *col.*, 1999). Se reporta que para un óptimo desarrollo de la especie el agua debe tener buena oxigenación y el pH ser de ligeramente ácido hacia la basicidad, estas condiciones prevalecen en los bordos y por ello esta especie se puede distribuir fácilmente en el estado.

*Poeciliopsis gracilis* es de amplia distribución, en América se encuentra desde Honduras hacia el norte, hasta el sur de México (ríos Tehuantepec, Las Tejas, Jalmoculco, Lagos Mazatlán, Pátzcuaro y Chapala, entre otras localizaciones), El Salvador, Guatemala (Grande, Bravo), Nicaragua (ríos Managua y Motagua) y Panamá (Miller 1966, Miller *et al.* 2005). *P. gracilis* ha sido registrada en el río Balsas, básicamente en los estados de Morelos y Puebla lo cual representa una distribución netamente tropical, con temperaturas que oscilan entre 22 y 28°C (Mejía, 1992; Contreras-MacBeath y Ramírez-Espinoza, 1996). En su hábitat natural las hembras miden hasta 10 cm, los machos 8 cm, en cautiverio suelen alcanzar como máximo los 7 cm y los machos 5 cm. Nacen midiendo poco más de 5 mm.

Es una especie omnívora muy adaptable y acepta un intervalo muy amplio de temperatura, habita en aguas frías y templadas (15°C-28°C), estanques donde la temperatura sea poco variable y la vegetación sea abundante, al igual que *Heterandria bimaculata*, ésta especie se desarrolla mejor con pH neutro a básico y de buena oxigenación óptimas para su reproducción.

Respecto a *Poecilia sphenops*, su biotopo natural son afluentes del río Bravo entre México y Estados Unidos. Viven en ambientes muy diversos, pero en general en aguas corrientes. Su distribución va desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia (Miller *et al.*, 2005).

La temperatura adecuada para su desarrollo fluctúa entre los 22° C. El pH es neutro, preferiblemente en aguas duras, son peces omnívoros menciona que la alimentación de los peces puede variar de acuerdo con la localidad y época del año y las variaciones en la dieta pueden estar relacionadas con la disponibilidad de alimento en un momento dado. *Poecilia sphenops* es considerada una especie de alta plasticidad, dado que dispone del alimento presente en los diferentes ecosistemas que habita, mientras que *Heterandria bimaculata* es ubicada como carnívora o insectívora (Schoener, 1982; citado en Trujillo-Jiménez y Toledo, 2007).

Los poecílidos, peces nativos del nuevo mundo y de distribución principalmente tropical, se distribuyen en agua dulce, salobre y marina desde el noreste de los Estados Unidos hasta el sur del Río de la Plata en la parte norte de Argentina, con gran diversificación taxonómica en América Central, México y las Indias Occidentales (Parenti y Rauchenberger 1989; Gómez-Márquez y col., 1999; Miller *et al.*, 2005).

*Xiphophorus variatus* es una especie que se desarrolla favorablemente en aguas alcalinas, semiduras y con una temperatura por arriba de los 20°C (Miller, *et al.*, 2005). Esta especie fue reportada en el grupo de los cinco sistemas llamados Planes y Nacatongo que tienen las características de temperatura por encima de los 22°C y aguas moderadamente duras. Otros sistemas donde se reportó la especie fueron Popotlán y La Hacienda, con ello se observa que se restringe su presencia a siete sistemas.

Para determinar el número de componentes se tomó en cuenta el valor del porcentaje acumulado así se seleccionaron los cuatro primeros componentes, en conjunto explican el 51,2% de la varianza de los datos. Pla y de Miranda (1986) mencionan que para determinar el número de componentes a utilizar se necesita que el porcentaje acumulado sea del 80%. Siendo así el número de componentes que se tendrían que haber contemplado aumentaría hasta 10, en este trabajo no se hizo así puesto que las variables incluidas en los seis componentes omitidos son representadas o incluidas dentro de los cuatro primeros componentes.

En el componente uno se observó que las variables con mayor peso fueron el área, el volumen, clorofilas, conductividad y dureza total. Con estas asociaciones se observa un claro agrupamiento entre la variable área y volumen relacionados con la morfometría de los embalses y por otro lado la conductividad y la dureza las cuales tienen relación entre sí dependiendo el tipo de suelo donde se encuentre el embalse. De este mismo componente las variables temporada y transparencia fueron las que menos relación presentaron.

En el segundo componente se observa una relación entre las variables altitud, profundidad, profundidad media, cuenca, subcuenca y municipio. Este componente agrupa a los sistemas en función del área en que se encuentran y por lo tanto el factor morfométrico así como el geográfico son importantes en la ubicación de los embalses dependiendo de las condiciones climáticas que prevalezcan en la zona de estudio.

El componente tres agrupa claramente a las variables relacionadas con los nutrientes como el nitrógeno, ya que el amonio, nitritos y nitratos tienen el mayor peso en éste.

Para el cuarto componente se obtuvo que las variables alcalinidad, temporada y tipo fueron las de mayor peso, así se observa que el factor clima es el que determina este componente, ya que dependiendo de la época de lluvias o secas es la permanencia del embalse y así se clasifica en temporal o permanente.

Con la gráfica comparativa entre el componente uno y cuatro se confirma que las variables temporada y el tipo tienen un marcado dominio sobre las demás variables. La conductividad es

asociada con el área aunque se observa que el volumen sigue muy cerca de ésta por lo que se puede decir que es un grupo aparte.

Con esto, se confirman los grupos que se formaron y que tienen un mayor peso; el área con el volumen, la conductividad con la dureza total, la altitud con profundidad, el municipio con la cuenca y subcuenca, los compuestos nitrogenados y por último los relacionados al tipo y la temporada.

El análisis anterior muestra que el comportamiento de los embalses está en función de varios factores y de acuerdo a los resultados obtenidos el agrupamiento se da por las variables morfométricas, edáficas y climáticas, todas ellas interaccionando para determinar la presencia de la biota en función de los factores ambientales.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información ó reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible (Terrádez, 2008).

El análisis de agrupamiento (Cluster) que se realizó en el estudio fue con base al área total de la cubeta que abarca cada embalse. Con los resultados obtenidos se determinaron cuatro grupos. El primer y el más numeroso (con 22 embalses), se relaciona más con el segundo grupo el cual tiene nueve sistemas, estos dos grupos a su vez se relacionan con el tercer grupo de siete embalses y por último el cuarto grupo de cinco sistemas se relaciona a los otros tres pero con una distancia mayor. El hecho de tomar solo el área para este análisis fue que es el factor de más peso que se obtuvo en el análisis de Componentes Principales; con base en él se puede hacer una distinción más clara entre sistemas. Es una característica del embalse, ya temporal o permanente que no es variable a lo largo del año, independiente de la época del año. Cabe destacar que se tomó el área máxima de cada sistema independiente de la época ya que el volumen está dado por la época de lluvias y por el índice de evaporación.

La importancia de los inventarios es muy grande, con base en éstos se pueden tomar muchas decisiones; para una buena conservación del recurso, para mejor aprovechamiento, para manejo sustentable etc. Por ello la importancia de este inventario de embalses en Morelos. El hecho de tener la localización de los embalses ayuda a conocer la disponibilidad del recurso y al mismo tiempo saber las condiciones actuales de los sistemas. Estos embalses son de importancia para las poblaciones que dependen de este recurso ya que es usado para cuestiones de irrigación de cultivos, de abrevadero para el ganado, de acuacultura, de recreación, para la industrial y la generación de energía. Por ello el desarrollo y duración de estas actividades debe de ser guiada hacia un buen uso y aprovechamiento del recurso, de ahí la relevancia de realizar la actualización de este inventario.

## CONCLUSIONES

En total se registraron 43 embalses distribuidos en 11 municipios; de estos, diez son temporales y 33 permanentes.

El municipio con un mayor número de sistemas es Zacualpan con diez, le sigue Yecapixtla y Tlayacapan con siete sistemas cada uno (en este último todos los sistemas son permanentes), Temoac con cinco y en los otros siete municipios van de tres a un bordo. Todos los municipios tienen por lo menos un sistema permanente.

La mayor cantidad de bordos se encuentra en la categoría de 0 a 1 Ha son 24 en total y abarcan un área total de 9.8 Ha. El menor número de cuerpos de agua se dio entre 6.1 a 9 Ha con solo tres sistemas y cubre un área de 22,12 Ha.

El municipio que mas área inundada tiene es Zacualpan con el 0.45% de su área cubierta y Totolapan es el que menos tiene, ya que presenta menos del 0.020% de su territorio inundado.

En general el agua de los embalses está dentro de los límites permisibles de calidad del agua de acuerdo a las NOM's 127 y 001.

La mitad de los embalses fueron clasificados como hipereutrófico, el 48% como eutrófico con tendencia a la hipereutrófia y el resto fueron clasificados como eutróficos.

Respecto al fitoplancton se registraron en total 145 especies, la división Chlorophyta presentó el mayor número de especies con 80; le siguió la Cyanophyta con 27 especies; Crhomophyta con 24 especies; Euglenophyta con diez y Pyrrophyta con una sola especie. Las especies más frecuentes en los embalses fueron *Scenedesmus quadricauda* y *Kirchneriella lunaris*. El sistema que más organismos registraron fue Chicomocelo con 32 especies, en seguida Nacatongo presentó 30 especies y el embalse que menos registró fue El Ciruelo con seis especies.

La repartición de los grupos de zooplancton fue muy homogénea debido a que en el recuento final cada una abarca casi un cuarto de distribución total. Los grupos que mayor porcentaje obtuvieron fueron los cladóceros y los copépodos ciclopoideos. En total se reportaron 31 especies, el género que más sobresalió fue *Brachionus* con nueve especies. El embalse en el que se registraron más especies fue Bordo popo con 11, en Popotlán y Tequisquiac se reportaron diez y el municipio que menos especies presentó fue Socabones con solo una especie.

La ictiofauna estuvo representada por ocho especies, la de mayor distribución fue *Oreochromis niloticus* seguida de *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops*. Los embalses con mayor número de especies fue La Hacienda con siete especies.

En comparación de los resultados y el inventario realizado por Porras *et al* (1991), se encontró gran diferencia. Son 12 los sistemas que coinciden con el inventario anterior.

De acuerdo al Análisis de Componentes Principales se seleccionaron cuatro componentes, donde se pueden agrupar los sistemas de acuerdo a las variables; cuenca y subcuenca, volumen y área, altitud y municipio, los compuestos del nitrógeno y la dureza total con la conductividad.

El análisis de agrupamiento (Cluster) se realizó en función del área de los embalses, así se pudieron clasificar en cuatro grupos siendo el más numeroso el de los sistemas más pequeños.

**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.
- Álvarez-Silva C., S. Gómez-Aguirre y Ma. G. Miranda, (2002). Primer registro de *Thermocyclops inversus* (Copepoda: Cyclopidae) en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *UAM Iztapalapa. Hidrobiológica* 12(2): 170-172.
- APHA-AWWA-WPCF, (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. Washington D.C. 1103p.
- Armengol, J., (1982). Ecología del zooplancton de los embalses. *Mundo Científico, Le Recherche*, 2(11): 168-178.
- Arredondo, F.J. L., (1986), Piscicultura, Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua en estanques de piscicultura intensiva, México, Secretaria de Pesca. 182 p.
- Arredondo-Figueroa J.L., (1993). Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la acuicultura. 1ª. Edición, editorial UAM-I. 202 p.
- Arredondo-Figueroa, J.L. y A. Flores-Nava, (1992). Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica*, Vol. 3/4: 1-10.
- Arredondo, F.J.L y S.D.G. Lozano (2003). La acuicultura en México. División de Ciencias de la Salud, Departamento de Hidrobiología, UAM-Iztapalapa, México, D.F. 266 p.
- Barnes, R.K. y K.H. Mann, (1980). *Fundamentals of aquatic ecosystems*. Blackwell Scientific Publications: Oxford, UK. ISBN 0-632-0014-7. 229 pp.
- Berzunza, R.C., (1936). Informe sobre la exploración efectuada en la laguna de Chacahua, Oaxaca. *Bio. Dept. Ftal. Caza y Pesca*, 2(5): 185–196.
- Brett, M.T., Müller-Navarra, D.C. y S. Parker. (2000). Empirical analices of the effect of phosphorus limitation on algal food quality for freshwater zooplankton. *Limnology and Oceanography* 45: 1564-1575.
- Carlson, R.E., (1977). A trophic state index of lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22(2):364-368.
- Cátedra de Protección y Conservación de la Naturaleza Trabajo Práctico N° 1. (2008). Trabajo electrónico. Última revisión.  
<http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/proteccion/tp1.pdf>
- Cervantes, S.A., (1984). Manual de técnicas básicas para el análisis de ambientes acuáticos. México, UNAM, 103 p.
- Comas, A., (1996). Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. *Biblioteca Phycologica*. Band 99. J. Cramer. Berlín. 192 pp.

- Conde-Porcuna, J.M., (2000). Relative importance of competition with *Daphnia* (Cladocera) and nutrient limitation on *Anuraeopsis* (Rotifera) population dynamics in a laboratory study. *Freshwater Biology* 44: 423-430.
- Conde-Procuna J.M., E. Ramos-Rodríguez, R. Morales-Baquero, (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas* 13 (2): 23-29.
- Contreras, E.F., (1994). Manual de técnicas Hidrobiológicas, Ed. Trillas, 149 p.
- Contreras-McBeath, T. y H. Ramírez-Espinoza, (1996). Some aspects of the reproductive strategy of *Poeciliopsis gracilis* (Osteichthyes:Poeciliidae) in the Cuautla River, Morelos, Mexico. *J. Freshwater. Ecol.*11: 327-337.
- Contreras-Macbeath. T., (1995). Ecosistemas acuáticos del estado de Morelos con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo*, 20(122): 43-51.
- Daniel Fabián y L. Cruz-Pizarro, (1997). Variaciones espaciales y temporales del zooplancton en un lago monomítico eutrófico (Lago Ton-Ton, Uruguay). *Revista electrónica Limnética. España. Volumen 13 (1).* P 55-68.
- Defaye, D., B.H. Dussart, C.H. Fernando y A.S. Sarnita, (1987). On some species of the genus *Thermocyclops* (Crustacea, Copepoda) from the Oriental Region. *Canadian Journal of Zoology* 65(12): 3144-3153.
- 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 2006. Disponible en:  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020204.html>
- Dillard, G. E., (1989). Freshwater algae of the southeastern United States. Part 1. Chlorophyceae: Volvocales, Tetrasporales and Chlorococcales. *Bibliotheca Phycologica* 81. 202 p.
- Dorantes-Gómez, E., Zavala-Montero M., (2003). Estudio de la calidad de agua de tres cuerpos acuáticos en el estado de Morelos. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México. 85 p.
- Echarri, L., (1998). Libro electrónico: Ciencia de la tierra y del Medio Ambiente. Revisión 29 de mayo de 2008.  
<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>
- Elser, J.J., Carney, H.J., y Goldman, C.R., (1990). The zooplankton-phytoplankton interface in lakes of contrasting trophic status: an experimental comparison. *Hydrobiologia* 200/201: 69-82.
- 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.)*. Biological diversity of México, origins and distributions. Oxford University Press, New York. 812 p.
- Ettl, H. y Gärtner, G. (1988). Chlorophyta II - Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. *In: Pascher, A. - Süßwasserflora von Mitteleuropa, band 10, Gustav Fischer, Stuttgart-New York, XI + 426 p*
- Fernando, C.H., C. Tudorancea, y S. Mengestou (1990). Invertebrate zooplankton predator composition and diversity in tropical lentic waters. *Hidrobiologica* 198: 13-31.
- Flores, T.F.J., (1994). Caracterización fisicoquímica del Embalse "El Niagara" Aguascalientes. *Típicos de Investigación y Postgrado III (3):* 26-30.



## REFERENCIAS

---

- Frutos, S.M., (2007). Abundancia, grupos dominantes y riqueza de especies del zooplancton bajo condiciones de experimentación. Cátedra de Limnología. Centro de Ecología Aplicada CONICET.
- 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.
- Gómez, A. S. y Martínez, L. R., (1998). El fitoplancton. En: Martínez, C. L. R. (Compilador). Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT. México. 77-94p.
- Gómez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte y J.S. Hernández Avilés (2003). Zooplankton in lake Coatetelco, A eutrophic shallow tropical lake, Mexico. Journal of Freshwater Ecology 18(4): 659-660.
- Gómez-Márquez, J.L., J.L. Guzmán-Santiago, A. Olvera-Soto, (1999). Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes:Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo". Morelos. México. Revista Biología Tropical, 47 (3): 581-592.
- 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.
- González de Infante, A. (1988). El Plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, 130 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.
- Granados-Ramírez J. L. y C. Alvarez-Del Angel, (2003). Rotíferos de embalses: Subcuenca de Río Cuautla, Morelos-México. UAEMor. Cuernavaca Morelos. Scientiae Naturae. Volumen 6. Número 1: 33-44.
- Gutiérrez M.E., (2000). Microcrustáceos zooplanctónicos y litorales del sureste de México. ECOSUR. México. Proyecto S050. Documento electrónico última revisión 22-junio-2008. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfS050.pdf>
- Gutiérrez, L.E., F.C. Arreguín, R.H. Delgadillo y P.F. Saldaña, (1994). Control de malezas acuáticas en México. Ingeniería Hidráulica en México, IX (3): 15-34.
- Hernández-Avilés, J.S., J.L. García-Calderón, M. del C.S. Galindo y J.P. Loera, (2002). Microembalses: una alternativa de la limnicultura, 597-620. En: de la Lanza E.G. y C. J. L. García (Editores). Las aguas interiores de México: conceptos y casos. AGT editor, S.A. México. 680p.
- INEGI, (2001). Anuario Estadístico del Estado de Morelos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 461p.
- John, D. M., B. A. Whitton y A. J. Brook, (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.
- Kalf J., R. Knoechel, (1978). Phytoplankton and their Dynamics in Oligotrophic and Eutrophic Lakes. Annual Review of Ecology and Systematics. 9: 475-495.
- Koste W., (1978). Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas. I. Textband. Verlag Gebr. Borntraeger Berlin, Stuttgart.

- Korovochinsky, N. y N. Smirnov., (1998). Introduction to the "Cladocera" (Ctenopoda, Anomopoda, Onychopoda and Haplopoda). Suplemented for America. A. N. Severstov Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology of the Russian Academy of Sciences, 143 p.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, (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. y H. Lange-Bertalot, (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. y H. Lange-Bertalot, (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. y H. Lange-Bertalot, (1991b). Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, 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 V.M., R.J. Moreno, M.E. Amaro, (1996), Fitoplancton, Conceptos básicos y técnicas de laboratorio. México, UAM-I. 224 p.
- Lewis Jr. W. M., (1983). A revised classification of lakes based on mixing. Canada. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 1779-1787.
- Lewis, W.M., E.J. Fee, G.E. Likens, S.W. Chisholm, N.G. Hairston, Jr., S.T. Threlkeld, C.F. D'Elia, J.E. Hobbie y R.G. Wetzel, (1995). Challenges for limnology in the United States and Canada: An Assessment of the Discipline in the 1990's. Special Edition of ASLO Bulletin 4(2): 20.
- Margalef, R., (1976). Biología de los embalses. Investigación y Ciencia, 1: 50-62.
- Margalef, R., (1983). Limnología. Omega, Barcelona, España. 1010p.
- Marshall, D. W. 1991. Biología de las Algas. Enfoque fisiológico. Limusa. México. 236 p.
- Mason, C.F., (1984). Biología de la contaminación del agua dulce. Editorial Alambra S. A. Madrid España. 289 p.
- Mejía, M.H. 1992. Nuevo registro de *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) (Pisces: Poeciliidae), para la cuenca del Río Balsas. Universidad: Ciencia y Tecnología. 2: 131-136.
- Miller, R.R. (1966). Geographic distribution of Central American freshwater fishes. Copeia 4: 773-802.
- 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.
- Miller, R.R., W.L. Winckley y S.M. Norris, (2005). Freshwater fishes of México. The University of Chicago Press, Chicago. USA. 490 p.
- Morales-Baquero, R. y Conde-Porcuna, J.M. (2000). Effect of the catchment areas on the abundance of zooplankton in high mountain lakes of Sierra Nevada (Spain). *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 27: 1-5.

## REFERENCIAS

---

- Needham, J.G. y P.R. Needham, (1972). Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté, Barcelona, 131 p.
- Nelson, S.J., (1994). Fishes of the world. 3<sup>er</sup> Edition. John Wiley & Sons. Inc. 600p.
- Nilssen, J.P. (1984). Tropical lakes-functional ecology and future development: The need for a process oriented approach. *Hydrobiologia* 113: 231-242.
- Ortega, M.M., (1984). Catalogo de algas continentales recientes de México. Coordinación de la Investigación Científica Instituto de Biología, UNAM, México. 565 p.
- Ortega M.E. y C. Rojo, (2000). Fitoplancton del parque Nacional Las Tablas de Dabmiel III. diatomeas y clorofitas. *Anales del jardín botánico de Madrid, España*, 58(001): 17-37.
- Ortiz, R.A., (2006). Estudio de los sistemas acuáticos (lénticos) del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México. 152 p.
- Osorio T.B.F., (1942). Rotíferos planctónicos de México I, II y III. *Revista de la Sociedad Mexicana de historia natural*. Vol. III. N<sup>os</sup> 1-4. 23-79p.
- Pla L. y F. de Miranda, (1986). Análisis multivariado: Método de Componentes Principales. Washington, D.C. Monografía No. 27. 94p.
- Parenti, L.R. y M Rauchenberger (1989). Systematic overview of the poeciliines: 3-12. En: Meffe, G.K. y Snelson, F.F. (Edit). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Ed. Prentice- Hall. Nueva Jersey, E.U.A.
- Parra F.A., E.P.S. Santibáñez y J.G.R. Granados, (2006). Productividad del zooplancton de dos embalses del alto Amacuzac-Morelos, México. *Scientiae Naturae* 8 (2): 6-44.
- Payne, A.L., (1986). *The ecology of tropical lakes and rivers*. Wiley and Sons, Nueva York. 301 p.
- Pérez, O.G. y J.S. Patlani, (2002). Edad y crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) de la presa "Emiliano Zapata". Morelos, Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México. 85 p.
- Porras, D.D., O. Castrejón y O.D. Hernández, (1991). Recursos Acuáticos del Estado de Morelos (Embalses). *Universidad, Ciencia y Tecnología. UAEM*, 1 (4): 19-36.
- Porras, D.D. (1992). Aspectos de la distribución y ecología de algunos crustáceos en el Estado de Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología, U.A.E.M.*, 2 (2): 137-141.
- 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 fertilización mineral. *Universidad: Ciencia y Tecnología, UAEM*, 2 (2): 103-112.
- Quiroz, C.H., L.M. Mora, I.M. Astudillo, J. García, (2004). Variación de los organismos fitoplanctónicos y la calidad del agua en el lago de Chapala, Jalisco, México. *Acta Universitaria*, enero-abril, 14 (001). Universidad de Guanajuato. México: 47-58.
- Quiroz C.H., O.P. Solís, J.R. García, I.A. Molina y M.V. Díaz, (2006). Variación de componentes fitoplanctónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México. *Revista electrónica de veterinaria REDVET*. VII (11):25 p.  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1111106.html>
- Ramírez, G.P., Martínez, R.E., Martínez, S.D. y Eslava, C.C. (2000). Cianobacterias, microorganismos del fitoplancton, y su relación con la salud humana. Última revisión 16-junio-08  
[<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/440/cap4.html>]

- Ramos-Rodríguez, E. y J.M. Conde-Procuna (2003). Nutrient limitation on a planktonic rotifer: life history consequences and starvation resistance. *Limnology and Oceanography* 48: 933-938.
- Reid, J.W., (1989). The distribution of species of the genus *Thermocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. *Hydrobiologia* 175: 149-174.
- Reynolds, C.S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press. 384 p.
- Ridha, M.T. (2004). "Observations on the reproductive performance of three mouthbrooding tilapia species in low-salinity underground water". *Aquaculture Research*. Vol. 35: 1031-1038.
- Ruiz Velazco, A.J.M.J., V.R. Tapia, P.J.R. García y V.H. González (2006). "Evaluación de un cultivo semi-Intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques circulares con aguas termales". *Revista electrónica de veterinaria REDVET*. Vol. VII, nº 11. [http://www.veterinaria.org/revistas/redvet]. Última revisión 16 junio 2008
- Ruiz, V.A., López L., E.M. Peña., C. Benitez V., J.C. Bautista y H. González. (2007). Potencial productivo de una Laguna artificial en el desarrollo del cultivo de tilapia. *Revista electrónica de Veterinaria. REDVET*. Volumen VIII. Número 3: 12p. [http://www.veterinaria.org/revistas/redvet] última revisión 16 junio 2008.
- Rosen D. E. y R. M. Bailey., (1963). The Poeciliid Fishes (Cyprinodontiformes) their Structure Zoogeography and Systematics. *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 126. 176 p.
- Sánchez, R. y G. Vázquez, (1990). Estudio bioecológico de la Laguna de Atezca, Hidalgo, México. II. Análisis de la comunidad fitoplanctónica. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol; México*, 33: 9-19.
- Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura, 1988. documento electrónico. Revisado por última vez abril 2008  
http://www.fao.org/docrep/field/003/AB460S/AB460S05.htm 26-04
- 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.
- Schowoerbel, J., (1975). *Métodos hidrobiología (biología del agua dulce)*. Editorial H. Blume Ediciones Madrid, España: 262 p.
- Sládeček, V., (1983). Rotifers as indicators of wáter quality. *Hydrobiologia*, 100:169-201
- Suárez-Morales, E., A. Vázquez-Mazy y M.Í. Solís, (1993). Preliminary investigations on the zooplankton community of a mexican eutrophic reservoir, a seasonal survey. *Hidrobiológica*, 3: 71-80.
- 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. 149 p.
- Terradez G.M., Análisis de componentes principales. UOC. Artículo electrónico, revisado por última vez 30-mayo-2008.

## REFERENCIAS

---

[http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes\\_principales.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf)

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.

Trujillo-Jiménez P. y H. Toledo, (2007). Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia Sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). UAEMor. Revista Biología Tropical. 55(2): 603-615.

Tyler M. Jr. G., (1994). Ecología y Medio Ambiente: Introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra. 7ª Edición, Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Umaña, G. y C. Collado, (1990). Asociación planctónica en el Embalse Arenal, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 38 (2): 311-321.

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

Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Omega. España. 679 p.

Wetzel, R. G., (2001). Limnology. Rivers and Lakes. Editorial Omega, S. A. Barcelona España. 679 p.

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

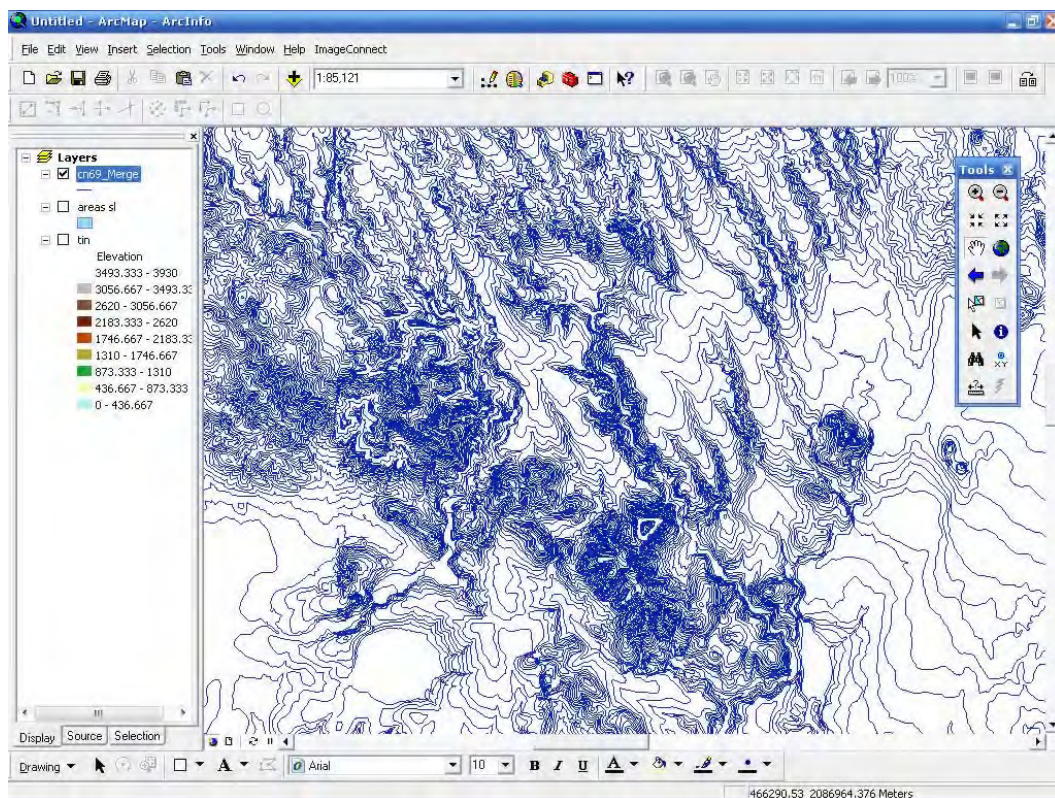
## ANEXO I

**Creación de un Modelo Digital de Elevación (MDE) y cálculo de superficie y volumen de los sistemas acuáticos.**

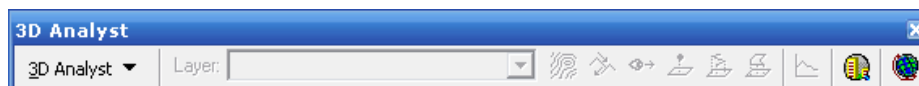
Para la generación del MDE se requiere del modulo 3D Analyst, la cual es una extensión para ArcGis (a partir de la versión 8.x), la cual permite visualizar y analizar datos en formato tridimensional (3D). Esta extensión agrega un visualizador especializado en 3D llamado ArcScene, así como también añade nuevas capacidades para ArcMap y ArcCatalog.

Para la generación del MDE (TIN)

1.- Cargar en el data frame la entidad que posee las curvas



2.- Abra la barra de herramientas de "3d analyst" (tools>customize>toolbars)

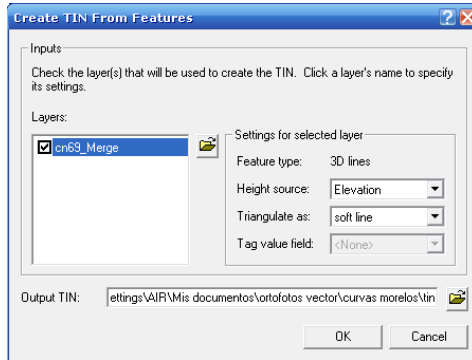


3.- Presionar sobre "3d analyst", en la barra pulsar sobre "Create/modfy TIN" y luego al lado sobre "create TIN from features"

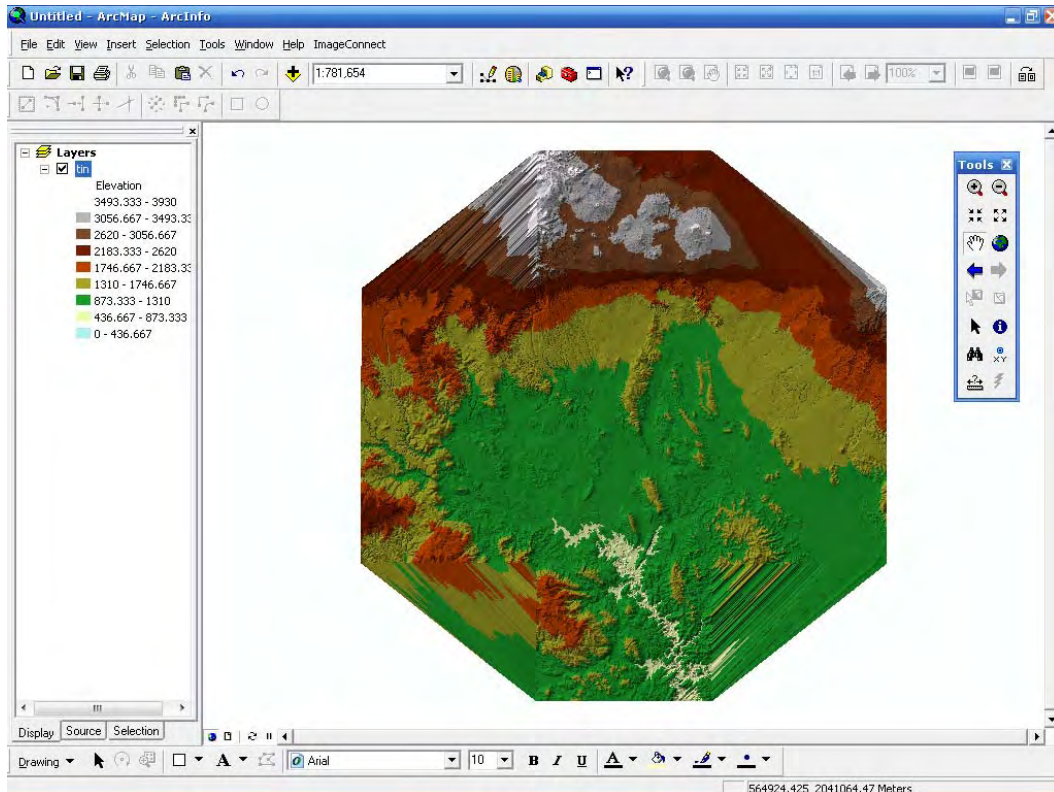
4.- Saldrá un menú con opciones. En el cuadro "layers" selecciona la entidad o de curvas.

5.- En height source (fuente u origen de la altitud) selecciona "Feature Z Values" si tu entidad de líneas es de tipo "polylineZ" (o sea trae en su geometría, valores incorporados de altitud) de lo contrario se deberá definir por atributos de tabla (Ancho, color o columna de tabla con valores de altitud)

6.- En "triangulate as" selecciona "soft line"



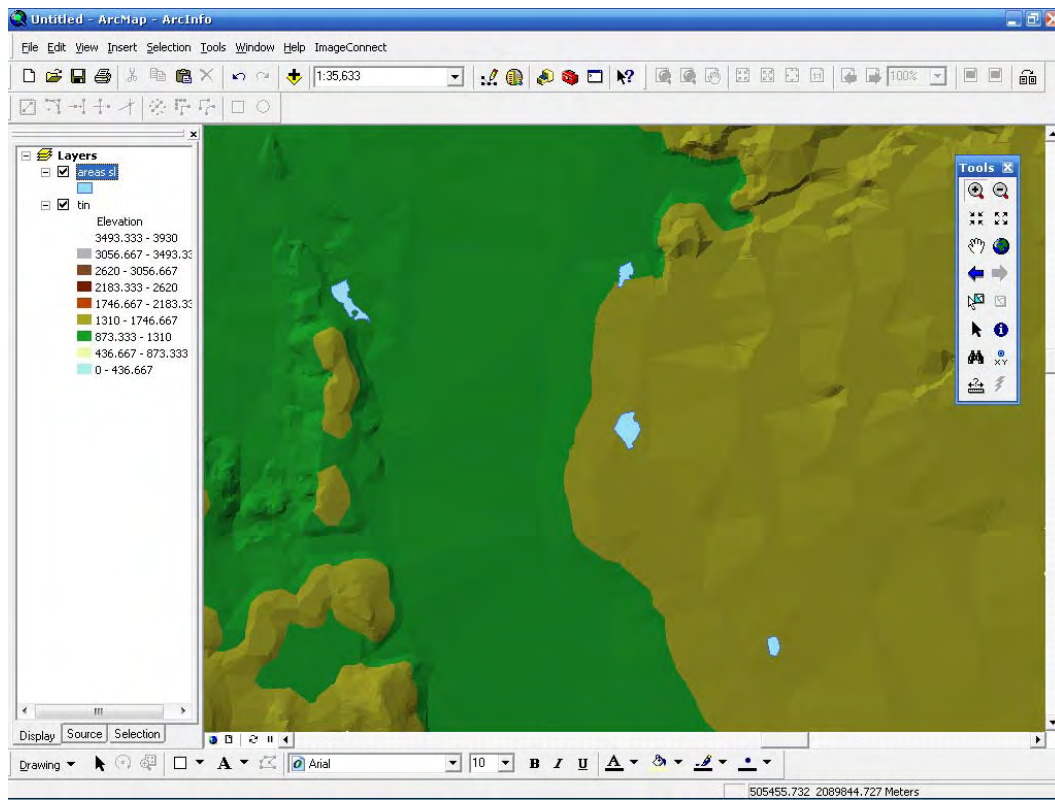
7.- Selecciona el directorio de salida y listo



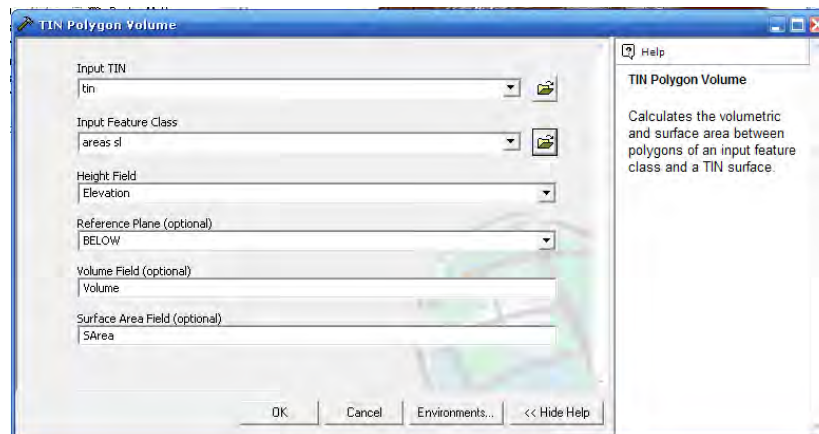
Para el cálculo del área y volumen de los sistemas acuáticos solo nos resta:

Cargar la capa de los polígonos





Utilizar la herramienta TIN Polygon Volume. Esta herramienta calcula el área y la superficie volumétrica entre polígonos de un feature class y una superficie TIN.



Los resultados se escriben sobre la tabla del polígono ingresado y estos valores pueden corresponder a diferentes planos, de acuerdo con los parámetros ingresados. Ya sea sobre o bajo una elevación indicada con anterioridad. Inclusive puede no ingresarse plano de referencia alguno. De esta manera se calculará el volumen completo para todo el polígono seleccionado.



Volumen	SArea
6591.32899	6591.32899
2582.031734	2837.082583
14915.519109	5485.467825
19802.705752	2506.762293
5965.344327	2986.587589
106228.917574	53114.458787
254.029616	205.810638
1168.957809	600.584383
1663.14351	566.090403
1325.077517	694.261665
9066.684349	1299.584086
739.325235	284.074441
15800.225493	3241.775087
56669.193405	16930.8757
64332.494221	49209.513399
7913.038604	9191.427685
49361.565838	6992.549895
6502.302319	2111.025943
132617.807947	32791.495819
80442.637985	11845.957173

**ANEXO II**

**Indice de Estado Trofico de Carlson (1977) (IET)**

El IET es uno de los medios más comunes para caracterizar el estado trófico de un lago (condiciones globales) asociadas a la visibilidad al disco de Secchi, clorofila "a" y 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 IET es una medida variable para examinar la relación entre fósforo total, clorofila "a" y lecturas del disco de secchi en un lago y su productividad global. Pueden calcularse los valores de IET individuales de las siguientes ecuaciones:

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

$$\text{IET clorofila a (IETc)}=9.81*\ln(\text{clorofila a promedio})+30.6$$

$$\text{IET disco de secchi (IETs)}=60-(14.41*\ln(\text{secchi promedio}))$$

El fósforo total y la clorofila a son medidos en microgramos por litro (µg/l) y la transparencia al disco de Secchi en metros (m). los valores extremos del IET son 0 (ultra-oligotrófico). Un alto valor o valores de estado trófico crecientes indican más condiciones eutróficas (es decir, alta productividad).



**ÍNDICE DE TABLAS**

- TABLA 1. Métodos usados para determinar los parámetros químicos  
TABLA 2. Métodos usados para determinar nutrimentos  
TABLA 3. Municipio, altitud, coordenadas geográficas y UTM de cada sistema  
TABLA 4. Datos morfométricos de los sistemas estudiados  
TABLA 5. Número de sistemas por categoría y área total cubierta  
TABLA 6. Sistemas permanentes y temporales  
TABLA 7. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos y clorofila "a"  
TABLA 8. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 9. Parámetros fisicoquímicos, nutrimentos y clorofila "a"  
TABLA 10. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 11. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 12. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 13. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 14. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 15. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 16. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 17. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 18. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 19. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 20. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 21. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 22. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 23. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 24. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 25. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 26. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 27. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 28. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 29. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 30. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 31. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 32. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 33. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 34. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 35. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 36. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 37. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 38. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 39. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 40. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 41. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 42. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 43. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 44. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 45. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 46. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 47. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 48. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 49. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 50. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 51. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 52. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 53. Nutrimentos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"

- TABLA 54. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 55. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 56. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 57. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 58. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 59. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 60. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 61. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 62. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 63. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 64. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 65. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 66. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 67. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 68. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 69. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 70. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 71. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 72. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 73. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 74. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 75. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 76. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 77. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 78. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 79. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 80. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 81. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 82. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 83. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 84. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 85. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 86. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 87. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 88. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 89. Nutrimientos, parámetros fisicoquímicos, clorofila "a"  
TABLA 90. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)  
TABLA 91. Calidad del agua. Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-ECOL-1996) Diario oficial de la federación, Agosto-94 y Enero-06  
TABLA 92. Especies reportadas en el estudio  
TABLA 93. Especies de fitoplancton reportadas por sistema  
TABLA 94. Grupos de zooplancton reportados en los sistemas  
TABLA 95. Especie de zooplancton reportadas por sistema  
TABLA 96. Composición taxonomica de la ictiofauna  
TABLA 97. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados  
TABLA 98. Ictiofauna reportada en los sistemas estudiados  
TABLA 99. Porcentaje acumulado de cada componente extraído de los datos originales  
TABLA 100. Peso de los componentes

**ÍNDICE DE FIGURAS**

- FIGURA 1. Ubicación de la zona de estudio  
FIGURA 2. Porcentaje del área total cubierta (Ha) por los sistemas en categorías  
FIGURA 3. Porcentaje del área cubierta por los sistemas en cada municipio  
FIGURA 4. Área de cada municipio  
FIGURA 5. Mapa de distribución de los cuerpos de agua  
FIGURA 6. Número de sistemas por municipio  
FIGURA 7. Número de sistemas temporales y permanentes por municipio  
FIGURA 8. Porcentaje de sistemas temporales y permanentes  
FIGURA 9. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Ayala  
FIGURA 10. La Poza, Julio 2006  
FIGURA 11. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema La Poza en época de lluvias  
FIGURA 12. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema La Poza en época de lluvias  
FIGURA 13. Las Torres, Junio 2006  
FIGURA 14. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Torres en ambas épocas  
FIGURA 15. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Torres  
FIGURA 16. Xalostoc, Septiembre 2006  
FIGURA 17. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Xalostoc en ambas épocas  
FIGURA 18. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Xalostoc en ambas épocas  
FIGURA 19. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Cuautla  
FIGURA 20. Peña Flores, Febrero 2006  
FIGURA 21. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Peña Flores en ambas épocas  
FIGURA 22. Porcentaje de organismos de fitoplancton en ambas épocas  
FIGURA 23. Las Tinajas, Octubre 2006  
FIGURA 24. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Tinajas en época de lluvias  
FIGURA 25. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Tinajas  
FIGURA 26. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Jantetelco  
FIGURA 27. Los Pochotes, Noviembre 2006  
FIGURA 28. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Los Pochotes en ambas épocas  
FIGURA 29. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Los Pochotes en ambas épocas  
FIGURA 30. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Jonacatepec  
FIGURA 31. El Venado, Agosto 2007  
FIGURA 32. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Venado  
FIGURA 33. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Venado  
FIGURA 34. El Ciruelo, Junio 2006  
FIGURA 35. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Ciruelo  
FIGURA 36. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Ciruelo  
FIGURA 37. Barranca Honda, Noviembre 2006  
FIGURA 38. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Barranca Honda  
FIGURA 39. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Barranca Honda  
FIGURA 40. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Ocuituco  
FIGURA 41. Presa Vista Hermosa, Agosto 2006  
FIGURA 42. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Vista Hermosa  
FIGURA 43. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Vista Hermosa en ambas épocas

- FIGURA 44. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Temoac  
FIGURA 45. Aguiluz, febrero 2007  
FIGURA 46. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Aguiluz  
FIGURA 47. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Aguiluz  
FIGURA 48. Popotlán febrero 2007  
FIGURA 49. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Popotlán  
FIGURA 50. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Popotlán  
FIGURA 51. Tequisquiac, Febrero 2007  
FIGURA 52. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tequisquiac  
FIGURA 53. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tequisquiac  
FIGURA 54. Tezozongo, Agosto 2006  
FIGURA 55. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tezozongo  
FIGURA 56. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tezozongo  
FIGURA 57. Socavones, Enero 2007  
FIGURA 58. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Socavones  
FIGURA 59. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Tlayacapan  
FIGURA 60. Nacatongo, Octubre 2006  
FIGURA 61. Porcentaje de organismos de zooplancton cuantificados en Nacatongo  
FIGURA 62. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Nacatongo  
FIGURA 63. Plan 1, Septiembre 2006  
FIGURA 64. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 1  
FIGURA 65. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 1  
FIGURA 66. Plan 2, Septiembre 2006  
FIGURA 67. Porcentaje de organismos de en el sistema Plan 2  
FIGURA 68. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 2  
FIGURA 69. Plan 3, Noviembre 2005  
FIGURA 70. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 3  
FIGURA 71. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 3  
FIGURA 72. Plan 4, Noviembre 2005  
FIGURA 73. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 4  
FIGURA 74. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 4  
FIGURA 75. Plan 5, Noviembre 2005  
FIGURA 76. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Plan 5  
FIGURA 77. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Plan 5  
FIGURA 78. 3 de Mayo, Octubre 2006  
FIGURA 79. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema 3 de Mayo  
FIGURA 80. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema 3 de Mayo  
FIGURA 81. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Totolapan  
FIGURA 82. Las Manzanas, Octubre 2006  
FIGURA 83. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Las Manzanas  
FIGURA 84. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Las Manzanas  
FIGURA 85. Tepetlixpita, Octubre 2006  
FIGURA 86. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tepetlixpita  
FIGURA 87. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tepetlixpita  
FIGURA 88. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Yautepec  
FIGURA 89. Cocoyoc-Oaxtepec, Febrero 2006  
FIGURA 90. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cocoyoc-Oaxtepec  
FIGURA 91. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cocoyoc-Oaxtepec  
FIGURA 92. La Hacienda, Febrero 2006  
FIGURA 93. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema La Hacienda  
FIGURA 94. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema La Hacienda  
FIGURA 95. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Yecapixtla  
FIGURA 96. Bordo Popo, Agosto 2006  
FIGURA 97. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Bordo Popo  
FIGURA 98. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Bordo Popo

- FIGURA 99. Campo Nuevo, Agosto 2006  
FIGURA 100. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Campo Nuevo  
FIGURA 101. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Campo Nuevo  
FIGURA 102. Paraíso, Agosto 2006  
FIGURA 103. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Paraíso  
FIGURA 104. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Paraíso  
FIGURA 105. Paraíso I, Agosto 2006  
FIGURA 106. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Paraíso I  
FIGURA 107. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Paraíso I  
FIGURA 108. Tecajec, Agosto 2006  
FIGURA 109. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tecajec  
FIGURA 110. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tecajec  
FIGURA 111. Tehuehue, Agosto 2006  
FIGURA 112. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tehuehue  
FIGURA 113. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tehuehue  
FIGURA 114. Tehuehue I, Agosto 2006  
FIGURA 115. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Tehuehue I  
FIGURA 116. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Tehuehue I  
FIGURA 117. Ubicación de los cuerpos de agua en el Municipio Zacualpan  
FIGURA 118. Cerra de la Era, Diciembre 2006  
FIGURA 119. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cerro de la Era  
FIGURA 120. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cerro de la Era  
FIGURA 121. Chicomozuelo, Diciembre 2006  
FIGURA 122. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Chicomozuelo  
FIGURA 123. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Chicomozuelo  
FIGURA 124. San Andrés, Diciembre 2006  
FIGURA 125. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema San Andrés  
FIGURA 126. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema San Andrés  
FIGURA 127. San Andrés I, Diciembre 2006  
FIGURA 128. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema San Andrés I  
FIGURA 129. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema San Andrés I  
FIGURA 130. Zacoalpan, Enero 2007  
FIGURA 131. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Zacoalpan  
FIGURA 132. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Zacoalpan  
FIGURA 133. El Sitio, Diciembre 2006  
FIGURA 134. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema El Sitio  
FIGURA 135. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema El Sitio  
FIGURA 136. Barreto, Septiembre 2007  
FIGURA 137. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Barreto  
FIGURA 138. Mariano Escobedo, Diciembre 2006  
FIGURA 139. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Mariano Escobedo  
FIGURA 140. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Mariano Escobedo  
FIGURA 141. Cesar Uscanga, Septiembre 2007  
FIGURA 142. Porcentaje de organismos de zooplancton en el sistema Cesar Uscanga  
FIGURA 143. Porcentaje de organismos de fitoplancton en el sistema Cesar Uscanga  
FIGURA 144. Porcentaje de sistemas por nivel trófico  
FIGURA 145. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes  
FIGURA 146. Porcentaje de los grupos de zooplancton en el total de los sistemas  
FIGURA 147. Porcentaje de ictiofauna reportada en los sistemas  
FIGURA 148. Componente 1 contra Componente 2  
FIGURA 149. Componente 1 contra Componente 3  
FIGURA 150. Componente 1 contra Componente 4