



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA
DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS LÉNTICOS DE LA REGIÓN
SUR-ORIENTE DEL ESTADO DE MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G A

PRESENTA:

ROSAS HERNÁNDEZ MARTHA PATRICIA

DIRECTOR: DR. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ

PROYECTO FINANCIADO POR DGAPA-PAPIIT IN201105

MEXICO, D. F., JUNIO, 2009



AGRADECIMIENTOS

A la UNAM por ser mi segundo hogar, por permitirme estar en sus aulas y aprender de sus maestros.

Mil gracias a mis padres por su motivación y sustento para lograr este sueño que hoy se ve reflejado en este trabajo.

A mis hermanos Lourdes, Victoria, Laura, Alberto y Jorge por creer en mí e impulsarme en todo momento.

A mi familia que me apoya y me quiere, en especial a mi tía Yolanda con la que he contado en todo momento.

Al Dr. José Luis Gómez Márquez por aceptarme en su grupo de trabajo, por sus enseñanzas, su paciencia y sobre todo por brindarme su amistad.

A la Dra. Bertha Peña Mendoza por su apoyo otorgado en todo momento y por sus consejos.

Al Biol. José Luis Guzmán Santiago por su ayuda y contribución brindada para la realización de este análisis.

A los Biólogos Raúl Arcos y Ernesto Constanzo por sus comentarios y aportaciones para la mejora de este trabajo.

A Alberto, Rasviet Vanessa, Uriel, Eliane, Ana, Mercedes, Tania y Blanca por ser más ameno el trabajo en el laboratorio y por su ayuda en la realización de esta investigación.

A la banda César (Ruso), Yutsil, Karla, Memo, César (Shaq), Néstor (Chay), Miguel (Líder), Adrian (Junior), Nagchielli y Eder; mis amigos que siempre recordaré y con los que pase grandes momentos que quedarán en mi memoria y que han marcado mi vida, gracias por hacerme participe de sus aventuras y compartir conmigo un pedazo de su tiempo.

A Nallely, Itzen, Rebeca, Yolita, Areli, Angélica, Araceli, Giovanna y Josefina por su amistad incondicional y con las cuales he pasado ratos agradables.

DEDICATORIAS

A mis padres que siempre han estado a mi lado brindándome se cariño, por su sacrificio y todo tipo de apoyo para poder alcanzar mis metas.

A mis abuelitos Mario, Ciro y Clementina que me han inculcado el sentido de la responsabilidad y tenacidad para realizar las cosas; además de su afecto y ternura brindados. Los quiero

A Elena Morales Luna† porque siempre serás una persona muy importante en mi vida, a la que quiero y siempre mantendré en mis recuerdos. Muchas gracias abuelita por todo el amor que me diste.

A mi hermana Lourdes, por su motivación e inspiración para luchar por lo que uno quiere.

A todos y cada una de las personas que me acompañaron durante este tiempo y me brindaron su apoyo y amistad.

CONTENIDO

| | |
|---|------------|
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| ANTECEDENTES..... | 5 |
| OBJETIVOS..... | 10 |
| MATERIAL Y MÉTODOS..... | 11 |
| ÁREA DE ESTUDIO..... | 15 |
| RESULTADOS..... | 17 |
| → AXOCHIAPAN..... | 30 |
| → AYALA..... | 43 |
| → JANTETELCO..... | 57 |
| → JONACATEPEC..... | 82 |
| → TEPALCINGO..... | 90 |
| → TLALTIZAPAN..... | 121 |
| → TLAQUILTENANGO..... | 124 |
| → CALIDAD DEL AGUA..... | 140 |
| → ESTADO TRÓFICO..... | 142 |
| → FITOPLANCTON..... | 145 |
| → ZOOPLANCTON..... | 171 |
| → ICTIOFAUNA..... | 180 |
| → ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 184 |
| DISCUSIÓN..... | 193 |
| CONCLUSIONES..... | 211 |
| REFERENCIAS..... | 213 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 223 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 228 |
| ANEXO 1. CUENCAS HIDROLÓGICAS..... | 232 |
| ANEXO 2. ESTADO TRÓFICO DE CARLSON (1977)..... | 234 |
| ANEXO 3. CREACIÓN DE UN MODELO DIGITAL..... | 235 |

RESUMEN

Con la finalidad de ver la disponibilidad y calidad de agua con la que cuenta el Estado de Morelos se tomaron muestras de agua de marzo de 2007 a abril de 2008 en los sistemas lénticos que se encuentran ubicados en la parte Sur-Oriente del Estado, la cual comprende siete municipios que cubren una cuarta parte del estado. Estos cuerpos de agua se ubicaron con ayuda de cartas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI, 1992) con escala 1:50 000 y también con base a otros estudios realizados en esta zona. Se georreferenciaron un total de 53 sistemas lénticos entre presas y bordos, mismos que se clasificaron con base en la presencia durante las estaciones de seca y lluvias, de los cuales 33 son permanentes y 20 temporales, con gradiente altitudinal entre los 993 y 1439 m.s.n.m. La temperatura mínima ambiental fue de 16.4 °C y la máxima de 33°C; la profundidad de los sistemas varió entre 0.30 m en los sistemas más pequeños y de 8.7 m en la presa más profunda (Cayehuacan). El mayor número de sistemas se ubica en el municipio de Tepalcingo con 15 embalses y el municipio que menos sistemas registra es Tlaltizapan con sólo dos. A todos los embalses se les realizaron los siguientes estudios: batimétricos, morfométricos, físicos, químicos y biológicos que comprenden plancton e ictiofauna. En cuanto al área que abarcan los sistemas, 28 de ellos se encuentran en la categoría de 0 a 2 ha, dentro de la cual el bordo "Benito Juárez" es el más pequeño al abarcar un área de 0.053 ha; mientras que los ocho sistemas más grandes se agrupan en la categoría de 10.1 a 100 ha donde sobresalen las presas "Los Carros" y "Cayehuacan" con 80.08 y 82.02 ha respectivamente. En general los diferentes parámetros físicos y químicos no rebasan los límites permisibles de calidad establecidos por la NOM-127-SSA1-1996 y la NOM-001-ECOL - 1994. De acuerdo a los nutrimentos, la mayoría de los embalses se clasifican como eutróficos con tendencias a la hipereutrofia. Respecto a la biota presente, para el fitoplancton se reportan 214 especies pertenecientes a seis clases. La clase Chlorophyceae fue la más representativa con 123 especies. El bordo "Tenango 1" presentó mayor riqueza al registrar 53 especies y el de menor riqueza fue el bordo "La Esperanza", al registrar sólo siete especies. En el zooplancton se registraron 38 especies, siendo la clase Eurotatoria la de mayor riqueza con 23 especies, seguida por la clase Branchiopoda con 9 especies, y la clase Maxillopoda con cinco especies. Los sistemas de "Los Carros" y "Mariano Matamoros" son los que presentan mayor riqueza al albergar a 11 especies, mientras que los bordos "Jantetelco", "Palo prieto" y "Peñón de los baños" sólo presentaron dos especies. La ictiofauna está representada por tres familias, siete géneros y ocho especies, dentro de las cuales a *Poecilia sphenops* se le puede encontrar en 35 sistemas y *Oreochromis niloticus* en 30. Los embalses con mayor riqueza de especies fueron "El Atascadero" y "Quilamula" al registrarse en ellos cinco especies. Por último, el Análisis de Componentes Principales mostró que el comportamiento que se da en los sistemas depende en gran medida de la época del año, lo que conlleva a que las variables se agrupen en morfométricas (época de lluvias) influenciada por los sistemas más grandes; climáticas (durante los muestreos) y edáficas (época de secas) afectado por los sistemas más pequeños; dependiendo del grado de dilución o concentración del embalse.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos fundamentales para la vida en la Tierra, siendo el componente básico de los ciclos ecológicos. Se encuentra distribuida irregularmente debido los diversos factores físicos que influyen en su presencia; además, la precipitación en todo el mundo es causada por el patrón de circulación de la atmósfera que distribuye la humedad y la energía (Yoshinaga y Albuquerque, 2000)

Las reservas de agua en el mundo poseen la siguiente distribución: 97,2% del total de agua pertenecen a los océanos, seguidos por los glaciares con 2,14%. El agua subterránea corresponde a 0,61% de ese total, las aguas superficiales 0,009%; la humedad del suelo 0,005% y el agua de la atmósfera 0,001 %. El agua subterránea corresponde a 98% del agua potable disponible en la tierra (Fetter, 1994).

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 indispensable a las actividades anteriores. Para lograr esto es necesario tener conocimiento científico de las propiedades funcionales que constituyen un ecosistema acuático.

México es uno de los países con mayor diversidad biológica del mundo, no sólo por poseer un alto número de especies, que es la noción más común de biodiversidad, sino también por su diversidad en otros niveles en cuanto a variabilidad biológica, genética y de ecosistemas. México posee una gran variedad de ecosistemas acuáticos, dulceacuícolas, costeros y marinos, ya que existen más de 70 cuencas fluviales (Lichtinger y Cárdenas, 2002).

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 (Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992), 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.

El 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 últimos reservorios epicontinentales, 24 de ellos sobrepasan las 10 000 ha, lo cual significa aproximadamente el 70% de la superficie total estimada al cubrir 670 000 ha (INEGI, 2000).

Estos diversos cuerpos de agua se localizan dentro de 320 cuencas hidrográficas en las que además existen aproximadamente 92 lagos continentales de diferente tamaño, ya que algunos han desaparecido por su evolución natural o por actividades antropogénicas. En el último inventario realizado por la Comisión Nacional del Agua (1999) se registró una superficie de

aguas epicontinentales y costeras de 2 270 730 ha con un número cercano a 7,521 cuerpos de agua (2,364 costeros y el resto de agua dulce) (De la Lanza, 2005).

El mayor número de cuerpos de agua en nuestro país se encuentra entre los 16 y 20° de latitud N y la mayoría se concentra en los estados de Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Guerrero, Quintana Roo y Yucatán (De la Lanza, 2005).

De los cuerpos de agua lénticos existen alrededor de 70 lagos de tamaño muy diverso que, en conjunto, cubren una superficie cercana a las 371 mil hectáreas. El mayor número de lagos en el país se localiza en la zona del Eje Volcánico Transversal, asociados al sistema Lerma-Santiago; la zona centro-occidente (que incluye los estados de Jalisco y Michoacán) es la más importante, ya que alberga los lagos más grandes: Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro. Los embalses artificiales también son relevantes, ya que las más de 4 500 obras de almacenamiento, actualmente cubren una superficie mayor que los embalses naturales. Los embalses artificiales más grandes del país son las presas La Amistad y Venustiano Carranza en Coahuila, Falcón en Tamaulipas, Vicente Guerrero y El Caracol en Guerrero, Infiernillo en los límites de Michoacán y Guerrero, Álvaro Obregón en Sonora, Cerro del Oro y Temascal en Oaxaca, y Requena en Hidalgo (Lichtinger y Cárdenas, 2002).

Los embalses constituyen un importante recurso para el desarrollo de la pesca y la acuicultura en México. Para consolidar su aprovechamiento, el conocimiento debe iniciar determinando su número, su tamaño y la distribución que tienen en el territorio nacional (Moreno *et al.*, 1992); pero a pesar de que México cuenta con una gran cantidad de embalses y que su importancia engloba aspectos ecológicos, económicos y sociales, hasta el momento el conocimiento integrado de dichas actividades sigue siendo limitado en cuanto a su potencial e impacto (Cruz *et al.*, 2002).

Además, el crecimiento económico no ha tomado en cuenta plenamente las señales de una posible escasez del agua y la concentración de la población y la actividad económica han creado zonas de alta escasez, no sólo en las regiones de baja precipitación pluvial, sino también en zonas donde eso no se percibía como un problema al comenzar el crecimiento urbano o el establecimiento de agricultura de riego (Sainz y Becerra, 2003).

En México las aguas continentales a pesar de que comparativamente ocupan una superficie muy pequeña del país albergan una gran variedad de grupos taxonómicos. En números absolutos los ecosistemas acuáticos continentales tienen relativamente pocas especies, pero su número por unidad de área es ligeramente superior a lo encontrado en ecosistemas terrestres y más de 15 veces superior a los ecosistemas marinos. A nivel mundial, cerca del 12% de las especies animales y el 41% de todas las especies de peces viven en los ríos y lagos dulceacuícolas (Arriaga *et al.*, 2000).

Las masas de agua epicontinentales albergan una amplia variedad de formas de vidas planctónicas que se caracterizan por su tamaño pequeño, que varían desde pocas micras 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).

Todos lo anterior se ve reflejado en el estado de Morelos, este tiene una diversidad biológica que alcanza niveles extraordinarios gracias a una compleja conjunción de influencias climáticas, orográficas y latitudinales. Este estado ha heredado un capital natural como es el suelo, la buena

calidad del agua y el aire, las cuencas, los ríos, los bosques y las selvas caducifolias, lagunas y barrancas que dan un clima muy especial a esta entidad (Batllori, 2001).

Este problema de escasez y deterioro de las zonas actualmente se puede observar en la franja norte de Morelos, ahí nacen las seis microcuencas que forman parte de la subcuenca del Amacuzac, que luego continúa en la gran cuenca del Balsas. Lamentablemente los bosques de esta región muestran serios niveles de deterioro. Por su parte, el río Apatlaco, desde Huitzilac hasta Jojutla, es una de las microcuencas más contaminadas del país. En el otro extremo, en la zona oriental, se encuentra el río Amatzinac en una profunda barranca, que baja desde Tetela del Volcán, hasta Axochiapan y Tepaltzingo. Esta microcuenca hidrológica es la que más impacto ha tenido por el excesivo consumo de agua. En la porción suroriental, los municipios de Axochiapan y Tepaltzingo, pasaron en cerca de 20 años de contar con más de 60 pozos de agua a no más de 20 en funcionamiento, como consecuencia del aumento en la demanda de agua, la tala indiscriminada y la disminución en el deshielo del volcán Popocatepetl (Sierra, 2000).

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

Cabe señalar que la relación de embalses en una zona determinada constituye un documento de suma importancia para estimar su potencial productivo, no solo en el área pesquera, sino también agrícola, ganadera, etc. Es, además, un documento dinámico que debe actualizarse constantemente, debido a la construcción de nuevas presas, bordos, jagüeyes, etc. y a la temporalidad de los cuerpos de agua, fenómeno importante principalmente en aquellos embalses de menor dimensión (Moreno *et al.*, 1992).

Por eso es que el estudio de la calidad del agua es de gran importancia debido a los efectos de deterioro por asentamientos humanos, desarrollo industrial y agrícola, accidentes fortuitos, mal manejo por desconocimiento sobre pesca, acuicultura, turismo, etc., que han llevado a la modificación, o aún hasta la desaparición de las condiciones naturales del medio acuático. En la actualidad es una demanda social el cuidado de los ecosistemas y la preservación de los equilibrios que hagan posible la evolución de las especies en el estado (Batllori, 2001).

Lo expuesto anteriormente se puede hacer notar que el estado de Morelos cuenta con una gran cantidad de cuerpos acuáticos, pero que desafortunadamente la información en cuanto a sus características de calidad del agua que se tiene sobre ellos es mínima y hasta el momento no existen muchos estudios sobre las características limnológicas (morfometría, batimetría, calidad de agua, etc), biológicas y de producción. Se necesita conocimiento sobre su ubicación, la superficie que ocupan, la temporalidad y su utilidad; por lo cual, es necesario realizar estudios hidrobiológicos para tener un conocimiento más amplio de éstos. Por ello, se pretende 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 sobre trabajos que se hubieran realizado en algunos cuerpos del estado de Morelos, así como en el interior de la República Mexicana y Latinoamérica, la información que se obtuvo se menciona a continuación.

Granados (1990) realizó un estudio sobre la productividad primaria, composición y variación temporal de zooplancton, así como la calidad del agua de la presa Emiliano Zapata, bordo Zacualpan y lago Coatetelco, Mor. En estos sistemas se reconocieron un total de 13 especies de zooplancton y como resultado del análisis de productividad zooplanctónica, productividad fitoplanctónica y la conducta fisicoquímica del agua, los cuerpos de agua se clasificaron como: Lago Coatetelco (ambiente eutrófico), Presa Emiliano Zapata (ambiente mesotrófico) y bordo Zacualpan (ambiente eutrófico).

Sánchez y Vázquez (1990) determinaron la composición taxonómica de la comunidad fitoplanctónica de la laguna de Atezca, Hgo. y reportaron 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.

Umaña y Collado (1990) analizaron 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 Copépoda fue de mayor densidad y el de Rotífera el más diverso. La concentración de clorofilas es alta, por lo que se observa una alta productividad primaria.

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

Magallón-Barajas *et al.* (1992) efectuaron muestreos mensuales en la presa Los Carros de octubre de 1991 a abril de 1992. Se registraron diferentes variables fisicoquímicas y morfométricas. Determinaron que el volumen aproximado es de 10 millones de m³ y que su profundidad máxima es de 30 m. Así mismo los datos de temperatura indicaron la presencia de una termoclina muy incipiente en el periodo marzo-mayo; la distribución de oxígeno fue siempre clinógrada, con niveles menores a 25% de saturación por debajo de los 5 m., como consecuencia de la alta tasa de descomposición de la materia orgánica, además hubo variaciones en la dureza las cuales estuvieron relacionadas con el régimen de lluvias.

Mejía-Mojica (1992) realizó colecta de peces en los principales ríos de la Subcuenca del Río Amacuzac, en el Estado de Morelos y en los cuales capturó 482 ejemplares de la especie *Poecillioptis gracilis* y se creó que su presencia se debió a la introducción artificial por parte de acuaristas.

Porras (1992) realizó una revisión de la distribución de los crustáceos presentes en los cuerpos de agua temporales y permanentes en el Estado de Morelos y determinó que las familias representativas eran la Branchiopoda, Ostracoda, Copépoda y Malacostraca, representadas por 12 especies distribuidas en 16 embalses temporales y permanentes.

López-López y Soto-Galera (1993) realizaron el diagnóstico de Eutrofización en el embalse Ignacio Allende en el estado de Guanajuato. Éste estudio se realizó de julio 1991 a junio 1992 concluyendo que el embalse presentó una estratificación térmica de primavera a verano, durante la cual se detectó un agotamiento de oxígeno en el hipolimnion, un pH con tendencia a la acidez y una disminución del nitrógeno. Y a través del modelo de balance de masas para fósforo se pudo predecir que el embalse era Hipereutrófico; no obstante, a causa de la turbiedad no biótica, la luz actuaba como factor limitante para el proceso fitoplanctónico, por lo cual está frena el proceso de eutrofización.

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 veintiuna especies pertenecientes a tres grupos: Rotífera, Cladóceros y Copépodos. 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.

González y López (1997) realizaron un estudio en la presa Emiliano Zapata (Morelos) en donde determinaron la morfometría y batimetría, así como su composición química, física y biológica, con el fin de establecer la calidad de este cuerpo acuático. Como resultado obtuvieron que la calidad del agua era óptima para la vida acuática, el riego y abrevadero, así también reporta una gran diversidad de especies de fitoplancton, en cambio de zooplancton la diversidad es menor.

López y Serna (1999) concluyeron que las comunidades planctónicas pueden mostrar variación en su densidad a lo largo del año y señalan que las densidades totales tuvieron los más bajos valores de octubre a abril, mientras que los máximos valores fueron de mayo a julio. Las cianofíceas alcanzaron las mayores densidades. También se presentó un largo período con proliferación de cianofíceas de julio a noviembre. En marzo y abril el fitoplancton alcanzó la más baja densidad. Las densidades zooplanctónicas presentaron bajos valores durante julio a diciembre. Las mayores densidades se detectaron en los meses cálidos, mayo, abril y junio; los más bajos valores se presentaron en julio en todos los sitios de estudio. Los rotíferos fueron el grupo dominante casi todo el ciclo de estudio. Las condiciones ambientales que prevalecen en el embalse, alta turbiedad y en particular la limitación por nitrógeno (N_2), pueden ser los principales factores en favorecer la dominancia por cianofíceas, elementos que constituyen casi el total de la densidad fitoplanctónica.

Rodríguez (1999) realizó un estudio del plancton en la Presa Villa Victoria, localizada en el Estado de México, con muestreos mensuales de marzo de 1996 a febrero de 1997. Determinó que se presenta un máximo en la concentración de fitoplancton en el mes de diciembre con: 18 400 000 ub/l para la zona limnética y en la zona litoral se presenta un máximo en el mes de enero con 33 400 000 ub/l. Para el zooplancton se observó un máximo en cuanto a su densidad en la zona limnetica de 16 402 org/m³ en el mes de septiembre mientras que en la zona de litoral su densidad aumento en el mes de febrero con 39 748 Org/m³.

Trejo-Albarrán *et al.* (2000) reportan para el lago Zempoala en el estado de Morelos, un total de 26 especies de zooplancton distribuidas en tres grupos: Copépodos (2 especies), Cladóceros (3 especies) y Rotíferos (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.

Hoz-Zavala y De La Lanza (2001) reportan que México cuenta con una riqueza media hidrológica en cuanto a lagos y reservorios se refiere, ya que estos cubren 6 mil 910 kilómetros cuadrados: 2 mil 100 kilómetros cuadrados corresponden a lagos y 4 mil 810 a reservorios. Cuenta también con 14 mil cuerpos de agua lénticos o sin movimiento; la mayor parte son sistemas temporales con dimensiones menores a dos hectáreas.

Dorantes y Zavala (2003) llevaron a cabo muestreos mensuales en la presa Emiliano Zapata, el lago El Rodeo y el lago Coatetelco. La presa Emiliano Zapata y el Lago El Rodeo se clasificaron como sistemas monomícticos cálidos y el lago Coatetelco como cálido polimíctico continuo. Se analizaron los factores físicos, químicos de cada sistema mencionado. 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, cladóceros y rotíferos; 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 y El lago Coatetelco se consideró como un sistema en estado eutrófico a hipertrófico.

Gómez-Márquez *et al.* (2003) realizaron un estudio del zooplancton del lago Coatetelco, Mor., en él se reconocen cinco especies entre la que destaca el calanoideo *Arctodiaptomus dorsalis* como la más abundante con una densidad de 61,202 ind/m³ seguida del cladócero *Diaphanosoma birgei*.

Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003) realizaron estudios de rotíferos en tres embalses permanentes de la Subcuenca del Río Cuautla pertenecientes a tres localidades del estado de Morelos. Se determinaron 16 especies de rotíferos de los cuales la especie *Horaëlla thomassoni* fue la que presentó mayor distribución; así mismo concluyeron que la composición de especies es homogénea en los tres ambientes, pero con dominancia de algunos taxa durante los muestreos.

Maizels *et al.* (2003) realizaron estudios en la Laguna Chascomús ubicada en la cuenca del Río Salado y determinaron que la biomasa algal evaluada en términos de clorofila *a*, fue elevada (promedio 133,3 µg/L) favorecida no sólo por la elevada concentración de nutrientes sino además por los valores de transparencia registrados que fueron en promedio de 21 cm. La biomasa zooplantónica determinada obtenida por arrastre vertical mediante red de 29 µm y por la suma de la biomasa de copépodos, cladóceros y rotíferos, mostró un promedio de 173 µg/L y la densidad de 440 individuos/L. Las relaciones entre la biomasa del zooplancton con la clorofila *a* y con el número de bacterias obtenido por recuento indicarían que la depredación se ejercería sobre organismos autótrofos como heterótrofos.

Mora *et al.* (2004) determinaron que las variables fisicoquímicas intervenían en la composición florística de las comunidades de fitoplancton en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán. Se comprobó que la mayoría de las comunidades de fitoplancton prefieren un hábitat con altas concentraciones de sulfatos y baja alcalinidad total, pero ciertas especies presentan una especialización hacia alta alcalinidad y bajas concentraciones de sulfatos. Los resultados muestran que los sulfatos y la alcalinidad fueron más importantes para la composición y riqueza de las comunidades de fitoplancton en el lago de Chapala, también se evidenció que la dureza cálcica y la dureza total influyen en la composición del fitoplancton.

Garrido (2006) estudió el zooplancton del embalse Yacyretá (Argentina-Paraguay) durante sus primeros años de funcionamiento, con el objetivo de analizar su estructura durante las etapas de

posllenado a cota 76 msnm. El zooplancton estuvo compuesto por 55 entidades taxonómicas, 40 especies de Rotífera, 10 Cladóceras y 5 Copépodos. Los géneros de rotíferos que presentaron mayor número de especies fueron *Brachionus* y *Trichocerca*. Los cladóceros estuvieron representados por un bajo número de especies siendo frecuentes y abundantes *Bosminopsis deitersi* y *Bosmina hagmanni*. Los copépodos registrados correspondieron a los géneros *Notodiptomus* y *Mesocyclops*, siendo frecuentes y abundantes los estadios inmaduros.

Ortiz (2006) realizó un estudio de los sistemas acuáticos del estado de Morelos en la región centro poniente; los sistemas presentaban áreas entre 0.06 Ha a 731 Ha y profundidades que fluctúan de los 0.30 m a los 30 m. La mayor parte de los sistemas eran eutróficos con tendencia a hipereutróficos. Se encontró una mayor diversidad de fitoplancton (79 especies) en comparación con el zooplancton (19 especies), así también las especies de peces no ascendieron a más de diez.

Parra-Flores *et al.* (2006) identificaron la riqueza de especies de zooplancton en los embalses temporales de “San Ignacio” y la “Laguna de en medio” presentes en el Estado de Morelos. Para el embalse “San Ignacio” se identificó 15 especies de zooplancton, siendo los rotíferos los más diversos con 11 especies. Y para la “Laguna de en medio” identificaron 13 especies, de las cuales ocho corresponden a los rotíferos.

Gómez-Márquez *et al.* (2007) realizaron estudios morfométricos, batimétricos, biológicos y de calidad del agua en el Lago Coatetelco, Morelos. Determinaron que la longitud máxima del lago es de 1560 m y que cuenta con área superficial de 1 174 500 m² y un volumen de 579 276.75 m³. Este embalse se caracterizó por tener aguas cálidas en toda la columna de agua con 25.5°C en promedio y de acuerdo a la clasificación de Lewis (1983) a este lago se le consideró como polimíctico cálido continuo. El sistema presentó valores de pH alcalinos entre 7.8 y 9.3 durante todo el año y sus aguas son duras al registrar valores de más de 130 mg L⁻¹. En cuanto al fitoplancton, se reconocieron a cuatro divisiones, siendo las Clorófitas las más dominantes con el 67.1% y para el zooplancton se registraron cinco especies, el grupo de los copépodos fue el que se presentó en mayor abundancia con el 83%.

Gómez-Márquez *et al.* (2007) realizaron estudios de la morfometría y calidad del agua de la Presa Emiliano Zapata, Morelos. Determinaron que el embalse ocupa una superficie de 132 375 m², tiene un perímetro de 2526.4 m y un volumen aproximado de 507 409.2 m³. Además determinaron que la profundidad máxima es de 17 m y la mínima de 3.83 m. Los cambios de volumen y profundidad que se registraron en el embalse fueron consecuencia de la época de lluvias y de estiaje. Asimismo se presenta una profundidad relativa de 0.24 lo cual indicó que la columna de agua es inestable por lo que la presa presenta periodos de mezcla y estratificación.

Gonzales *et al.* (2007) llevaron a cabo estudios de zooplancton en los embalses venezolanos Pao-Cachinche (hipereutrífico) y Taguaza (oligotrófico). En el embalse Pao-Cachinche se identificaron 28 especies del zooplancton, siendo los rotíferos los más diversos con 17 especies. El zooplancton presentó mayor abundancia mientras el nivel de las aguas estuvo por debajo del nivel de alivio del embalse. En Taguaza se identificaron 19 especies, de las cuales 13 corresponden a los rotíferos. La comunidad del zooplancton en Taguaza estuvo limitada por la baja abundancia y biomasa del fitoplancton y por la presencia de peces planctófagos. En contraste, la mayor abundancia del zooplancton en Pao-Cachinche pudo explicarse por la mayor oferta de recursos debido a su condición hipereutrífica.

Quiroz *et al.* (2007) realizaron estudios en Los lagos de Zempoala y Tonatiagua del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Morelos. Se trata de sistemas temporales y someros cuya profundidad máxima es de 8 a 10 m y la mínima de cinco a seis m. Son considerados lagos monomícticos cálidos, los cuales presentan un periodo de estratificación principalmente en primavera y verano. En el lago de Zempoala, el fitoplancton está integrado por 29 especies, agrupadas en cinco divisiones que comprenden ocho clases; mientras que en el lago de

Tonatiagua, el fitoplancton estuvo integrado por 31 especies, agrupadas en cinco divisiones que comprenden ocho clases. En cuanto al zooplancton, en el lago de Zempoala estuvo integrado por 26 especies incluidas en tres grupos siendo el grupo de los rotíferos el que tuvo las densidades más altas, y en el lago de Tonatiagua estuvo compuesto por tres grupos, registrando 14 especies.

Gómez-Márquez *et al.* (2008) evaluaron la composición, abundancia y variación temporal de la comunidad del zooplancton durante un ciclo anual (2001-2001) en el lago El Rodeo y su relación con los factores físicos y químicos del embalse. Se determinaron tres clases dentro de las cuales la clase Maxillopoda (dos especies), representó el 59% de la densidad total de zooplancton, seguida de la clase Braquiopoda (dos especies) con el 37% y por último la clase Eurotatoria (cuatro especies) con el 4 %. Mediante el análisis de componentes principales (ACP) que se le aplicó a las variables, se registraron cuatro componentes que representaron el 83.85% de la variación total de las variables. De esta manera se observó que la cantidad de zooplancton se relaciona más con la cantidad de fitoplancton, la temperatura del agua y del ambiente y la cantidad de precipitación pluvial.

Ramírez (2008) realizó un análisis del recurso acuático (sistemas lénticos) de Morelos en la parte norte-oriental. Reportó un total de 43 embalses siendo la mayoría someros y menores a una hectárea. Clasificó a los sistemas como eutróficos con tendencias a la hipereutrofia. Reportó cinco divisiones de fitoplancton con un total de 147 especies y 20 géneros; para el zooplancton reportó 31 especies de tres familias, ocho géneros y ocho especies de peces.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico de la situación actual del recurso acuático (sistemas lénticos) del estado de Morelos en su parte sur-oriente y su relación con los parámetros químicos, físicos y biológicos (fitoplancton, zooplancton e ictiofauna) que caracterizan a los sistemas lénticos del estado de Morelos, durante dos épocas del año, con la finalidad de reconocer a mediano plazo el potencial pesquero de cada cuerpo acuático.

➤ OBJETIVOS PARTICULARES

- Georreferenciar, ubicar y delimitar los cuerpos de agua lénticos comprendidos en la parte sur-oriente del estado.
- Determinar la morfometría y batimetría de cada uno de los cuerpos de agua.
- Determinar la calidad del agua de los sistemas acuáticos mediante la evaluación del análisis físico y químico.
- Determinar composición y abundancia de fitoplancton y zooplancton a nivel específico posible.
- Reconocer la ictiofauna presente en cada sistema.
- Analizar el estado de la calidad del agua de cada sistema y proponer alternativas de uso.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en tres fases:

- Fase de campo
- Fase de laboratorio
- Fase de gabinete

Fase de campo

Se tomaron muestras de agua mensualmente de marzo del 2007 a febrero de 2008, de los sistemas acuáticos de la región sur-oriente, georreferenciando los sitios de muestreo por medio de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global); estableciendo los puntos en coordenadas geográficas y UTM (Universe Transverse Mercator) referidas al sistema NAD27, así como también la altitud.

La morfometría se registró por medio del método de segmentos con apoyo de una brújula marca Brounton de tipo azimutal y un distanciómetro. La batimetría se determinó a través de transectos paralelos, midiendo la longitud y anchura máxima del cuerpo de agua y con ayuda de una plomada se obtuvo la profundidad cada 10 ó 20 metros utilizando un distanciómetro (Welch, 1948; Lind, 1979; Wetzel y Likens, 1979 y Wetzel, 1991).

La toma de muestra de agua se procuró hacer en la parte central de cada sistema (una sola estación o dos dependiendo del área que ocupaban) a 0.30 y 1.0 m de profundidad, utilizando una botella Van Dorn horizontal de dos litros de capacidad; las muestras se almacenaron en botellas de polietileno de un litro para poder determinar los parámetros físicos y químicos y se conservaron en hielo para su análisis en el laboratorio.

Para la determinación del oxígeno disuelto (Método de Winkler modificación de azida de sodio) se utilizó una botella tipo DBO de trescientos mililitros de capacidad.

En cada uno de los sistemas se determinaron *in situ* los siguientes parámetros: temperatura ambiental y del agua con un termómetro de ± 1 °C; pH, conductividad y sólidos totales disueltos con ayuda de un multiparámetros marca HANNA, así como la transparencia mediante el disco de Secchi.

Para la identificación y cuantificación del fitoplancton se tomaron las muestras con la botella Van Dorn y se vertieron en frascos de polietileno de 125 mililitros, a los cuales se les agregaron 10 gotas de acetato de lugol para preservar las muestras y de esta manera fueron trasladadas al laboratorio donde se analizaron.

La colecta de zooplancton se hizo a través de una red de plancton tipo cónica de 0.30 m de diámetro y 160 μ m de abertura de malla con un arrastre en promedio de 10 m a una velocidad de 1 m/s, obteniendo de esta manera una muestra de 200 a 300 ml aproximadamente; la muestra se almacenó en una botella de polietileno con formol al 10% para su posterior análisis en el laboratorio (Schowerbel, 1975).

La colecta de peces se llevó a cabo por medio de un chinchorro playero de 10 m de longitud y luz de malla de 0.001 m, las muestras se fijaron con formol al 10% en un recipiente de polietileno y se conservaron en alcohol etílico al 70% o isopropílico al 45%.

Se realizaron las siguientes técnicas *in situ*:

Tabla 1. Métodos utilizados para determinar los parámetros químicos

| Químicos | Método |
|-------------------|--|
| Oxígeno disuelto | Winkler (modificado con azida de sodio) |
| Alcalinidad total | Volumétrico (Fenolftalina y Naranja de Metilo) |
| Dureza total | Complejométrico |
| Dureza de calcio | |

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

Fase de laboratorio

Los parámetros que se analizaron en laboratorio fueron:

Tabla 2. Métodos utilizados para determinar nutrientes

| Nutrientes | Método |
|-----------------------|----------------------------------|
| Amonio | Azul de Indofenol |
| Nitritos | Ac. Sulfanilico |
| Nitratos | Ac. Fenoldisulfónico |
| Ortofosfatos | Fosfomolibdato |
| Fósforo total | Digestión ácida + Fosfomolibdato |
| Silicatos | Molibdo-silicato |
| Sulfatos | Turbidimétrico |
| Sólidos sedimentables | Cono de Imnof |
| Sólidos totales | Evaporación a 105 °C |

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

Para el conteo de fitoplancton se tomó un ml de alícuota homogenizada y se colocó en una cámara de sedimentación de dos cm de altura durante 24 horas basándose en la técnica de Uthärmol (Schwoerbel, 1975) y con ayuda de un microscopio invertido marca American Optical se hizo el conteo de los individuos presentes en 10 campos a 40X. Con un microscopio óptico de contraste de fases se realizó la determinación a nivel de especie con el apoyo del siguiente material: Needham y Needham (1972); Ortega (1984); Krammer y Lange-Bertalot (1986); Ettl y Gärtner (1988); Krammer y Lange-Bertalot (1988); Dillard (1989); Krammer y Lange-Bertalot (1991a); Krammer y Lange-Bertalot (1991b); Comas (1996); John *et al* (2002); Rumrich *et al.* (2000) y Lange-Bertalot (2004).

El conteo del zooplancton se hizo con la ayuda de una cámara de conteo Sedgwick-Rafter, vertiendo una alícuota de un ml y con ayuda de un microscopio óptico a 40X (Schwoerbel, 1975), se identificaron los organismos presentes con ayuda de las referencias propuestas por Ahlstrom (1940, 1943); Koste (1978); Needham y Needham (1978); Pennak (1979); Silva-Briano y Segers (1992); Suárez-Morales *et al.* (1996); Hebert (1998); Korovochinsky y Smirnov (1998); Silva-Briano y Suárez (1998), Suárez- Morales y Reid (1998) y Gutiérrez *et al.* (2008).

El volumen de agua filtrado a través de la red se calculó con la siguiente formula:

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

Donde:

V = volumen de agua filtrada

r = radio de la boca de la red

d = longitud del trayecto de desplazamiento de la red

F = Factor de eficiencia de filtración

(González de Infante, 1988)

La biomasa de fitoplancton (clorofila *a*) se determinó filtrando 200 ml (en promedio) de la muestra de agua (en función de la cantidad de sólidos totales) al vacío con papel filtro (fibra de vidrio) de 0.42 μm , el cual se colocó en un tubo de centrífuga y se adicionaron de 1 a 2 ml de acetona al 90%, para después macerarla y finalmente se completó un volumen de 10 ml. Se colocaron en la oscuridad por 2 horas a temperatura ambiente y se centrifugo a 4000 rpm durante 10 minutos. Se extrajo el sobrenadante y se colocó en una celda, para llevar a cabo su lectura en el espectrofotómetro. Las longitudes de onda a las cuales se hicieron las lecturas de las muestras son: 665, 645 y 630 nm, que son la máxima absorbancia de la clorofila *a*, *b* y *c* respectivamente. Estas lecturas se llevaron a cabo contra un blanco de acetona al 90%.

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

$$\text{Clorofila } a = 11.64 E_{665} - 2.16 E_{645} + 0.10 E_{630}$$

$$\text{Clorofila } b = 20.97 E_{645} - 3.94 E_{665} - 3.66 E_{630}$$

$$\text{Clorofila } c = 54.22 E_{630} - 14.81 E_{645} - 5.53 E_{665}$$

Se resto la extracción de 750 nm a las extracciones de 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).

La ictiofauna presente en cada sistema se identificó con ayuda de un estereoscopio y claves de identificación propuestas por Rosen y Bailey (1963); Álvarez del Villar (1970); Miller (1974 y 1983); Gaspar-Dillanes (1988); Espinosa-Pérez *et al.*, (1993); Nelson (1994) y Miller *et al.*, (2005).

Fase de gabinete

Para determinar el estado trófico de cada sistema se empleó el índice de Carlson (1977), el cual toma en cuenta la visibilidad al disco de Secchi, clorofila “a” y fósforo total.

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

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

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

Los datos que se obtuvieron en las pruebas de nutrimentos y parámetros físico – químicos, se utilizaron para la base de datos; empleando el paquete Microsoft Excel (2003) y Arc Map v. 9.2, para así clasificar, ubicar y conocer las características de cada sistema. Se realizó un análisis de agrupamiento (cluster) para clasificar los sistemas acuáticos, basados en algunos parámetros físicos, químicos y biológicos. (STATGRAPHICS plus 5.1 y SPSS 12.0).

Una vez georeferenciados los sistemas acuáticos, estos se ubicaron dentro del Estado con puntos con la ayuda del programa Arc Map 9.2. y para la obtención de los polígonos o modelos digitales en 3D de cada sistema se emplearon los datos de morfometría y batimetría obtenidos en campo. Estos modelos se utilizaron para obtener el área, largo, ancho, perímetro y volumen de cada sistema.

Por último se realizó 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 (Pla, 1986 y Dallas, 2000).

ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Morelos se localiza en la parte central de la República Mexicana, dentro de dos provincias geológicas y fisiográficas: la del Eje Neovolcánico y la de la Sierra Madre del Sur. Esta última con la porción de la cuenca del río Balsas-Mezcala. La superficie del estado es de aproximadamente 4958 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 0.3 % del territorio nacional; políticamente se divide en 33 municipios, siendo la capital del estado la ciudad de Cuernavaca (Anónimo, 1981; INEGI, 2000) (Figura 1).

La zona de estudio se sitúa geográficamente entre los paralelos 18°27' y 18° 44' de latitud norte y 98° 42' y 99°20' de longitud oeste; a una altitud de entre 998 y 1275 msnm (INEGI, 2000).

Los tipos de clima que se presentan en la zona de estudio fluctúan entre el cálido húmedo seco ($Aw_0(w)igw''$) a cálido húmedo húmedo ($Aw_2(w)(i)gw''$), con variación térmica menor de cinco y siete grados centígrados. La precipitación media anual para esta zona fluctúa entre 800 y 1000 mm (García, 2004).

En su hidrología el estado de Morelos queda comprendido en parte de la región hidrológica "Río Balsas", con una superficie de 4 958.22 km². El río Balsas, conocido también como Atoyac, Mezcala o Zacatula, es una de los más importantes de México y se ubica entre los paralelos 17° 00' y 20°00' latitud norte y los meridianos 97°27' y 103°15' longitud oeste. Dentro del estado de Morelos tiene, en parte, tres cuencas: Río Atoyac, Río Balsas-Mezcala y Río Grande de Amacuzac.

Los cuerpos de agua (embalses artificiales) más extensos que se reportan en esta área son: Cayehuacán, Los Carros, Cruz Pintada, Mariano Matamoros, Francisco Leyva, el Abrevadero, la Parota, Ixtlico el Grande y las Teclas (INEGI, 2000).

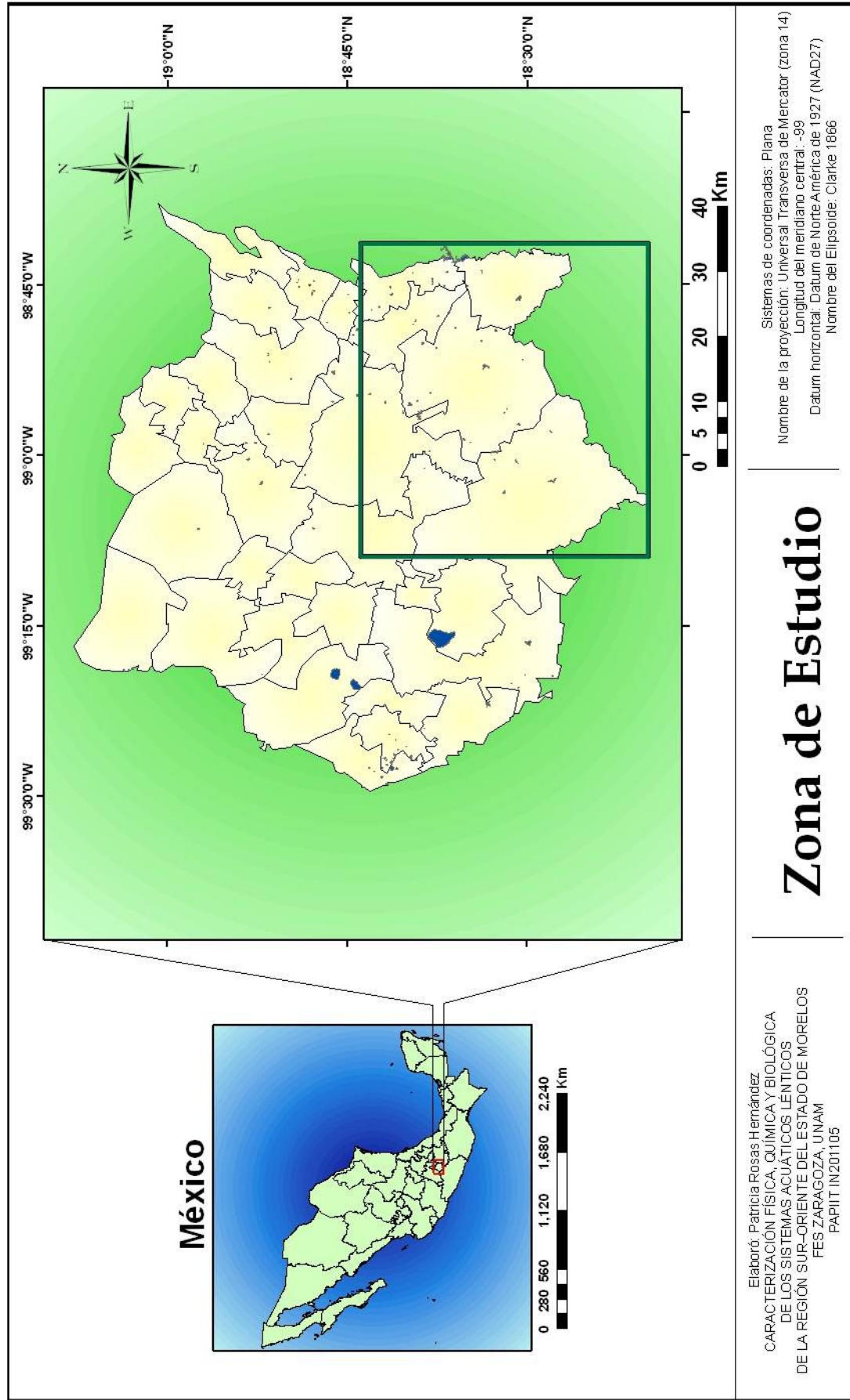


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Estado de Morelos

RESULTADOS

De acuerdo a los datos cartográficos del INEGI (2000) y a la georreferenciación en campo, se ubicaron 53 sistemas en los siete municipios correspondientes al área de estudio (Figura 1). En la tabla 3 se muestran la relación de los cuerpos de agua registrados en orden alfabético, así como los datos de ubicación para cada uno de los municipios visitados.

Tabla 3. Ubicación de los cuerpos acuáticos registrados

| ID | Sistema | Municipio | Altitud (m.s.n.m) | Latitud | Norte | Longitud | Zona 14 | |
|----|------------------|----------------|----------------------|---------------|-------|---------------|---------|----------|
| | | | | | | | Oeste | UTM X |
| 1 | Ajuchitlán | Tlaquiltenango | 1094 | 18° 27' 57.8" | | 98° 58' 03.8" | 503405 | 2041626 |
| 2 | Ajuchitlán 1 | Tlaquiltenango | 1096 | 18° 28' 04.5" | | 98° 58' 00.3" | 503510 | 2041833 |
| 3 | Amate amarillo | Ayala | 1182 | 18° 41' 49.2" | | 98° 55' 21.5" | 508152 | 2067180 |
| 4 | Amatzinac* | Axochiapan | 1094 | 18° 33' 47.7" | | 98° 43' 51.1" | 528402 | 2052402 |
| 5 | Amayuca* | Jantetelco | 1429 | 18° 43' 00.4" | | 98° 47' 14.0" | 522434 | 2069379 |
| 6 | Atotonilco | Tepalcingo | 1239 | 18° 38' 46.8" | | 98° 50' 20.8" | 514698 | 2061580 |
| 7 | Ayotzin | Jantetelco | 1357 | 18° 41' 13.5" | | 98° 45' 59.4" | 524621 | 2066097 |
| 8 | Benito Juárez* | Tlaltizapan | 999 | 18° 38' 39.6" | | 99° 01' 16.2" | 497769 | 2061351 |
| 9 | Cayehuacan | Axochiapan | 1100 | 18° 35' 08.1" | | 98° 42' 47" | 530275 | 2054875 |
| 10 | Cayehuacan I | Axochiapan | 1082 | 18° 34' 43.9" | | 98° 42' 49.1" | 530215 | 2054131 |
| 11 | Cayehuacan II | Axochiapan | 1070 | 18° 34' 40.5" | | 98° 42' 47.9" | 530250 | 2054026 |
| 12 | Cerro el mirador | Ayala | 1236 | 18° 41' 18.3" | | 98° 52' 27.9" | 513241 | 2066234 |
| 13 | Cerro Prieto | Tepalcingo | 1210 | 18° 30' 47.7" | | 98° 57' 17.8" | 504760 | 2046848 |
| 14 | Coloteapa | Tepalcingo | 1119 | 18° 33' 27.4" | | 98° 52' 12.2" | 513713 | 205761 |
| 15 | Coyotomate | Jonacatepec | 1202 | 18° 37' 22.6" | | 98° 47' 51.0" | 521361 | 2058996 |
| 16 | El abrevadero | Jantetelco | 1235 | 18° 38' 42.3" | | 98° 45' 02.4" | 526937 | 2060109 |
| 17 | El almacén | Tepalcingo | 1092 | 18° 32' 43.2" | | 98° 49' 11.8" | 519003 | 2050406 |
| 18 | El Atascadero | Tepalcingo | 1237 | 18° 35' 12.1" | | 98° 58' 44.1" | 502222 | 2054975 |
| 19 | El cacahuatal | Axochiapan | 1133 | 18° 35' 04.9" | | 98° 45' 10.9" | 526060 | 2054771 |
| 20 | El limón | Tepalcingo | 1255 | 18° 31' 54.0" | | 98° 53' 19.0" | 506467 | 2048912 |
| 21 | El limón 1 | Tepalcingo | 1255 | 18° 31' 44.7" | | 98° 56' 02.3" | 506969 | 2048600 |
| 22 | El marranero | Tepalcingo | 1199 | 18° 37' 34.1" | | 98° 50' 43.3" | 515312 | 2059345 |
| 23 | El salitre | Ayala | 1140 | 18° 40' 23.1" | | 98° 56' 23.8" | 506332 | 2064532 |
| 24 | El tecolote** | Jonacatepec | 1285 | 18° 39' 19.6" | | 98° 48' 19.6" | 520518 | 2062591 |
| 25 | El zacate | Tepalcingo | 1174 | 18° 30' 05.2" | | 98° 48' 57.6" | 519411 | 2056614 |
| 26 | Francisco Leyva | Ayala | 1115 | 18° 39' 01.2" | | 98° 56' 55.7" | 505401 | 2062016 |
| 27 | Huitchila | Tepalcingo | 1158 | 18° 39' 15.6" | | 98° 55' 26.4" | 508016 | 2062459 |
| 28 | Huitchila 1* | Tepalcingo | 1157 | 18° 38' 06.2" | | 98° 54' 35.6" | 509506 | 2060327 |
| 29 | Iguasas | Jantetelco | 1365 | 18° 39' 34.3" | | 98° 44' 05.7" | 527950 | 2063053 |
| 30 | Jantetelco | Jantetelco | 1407 | 18° 42' 27.1" | | 98° 46' 57.6" | 522914 | 2068356 |
| 31 | La cruz* | Tlaltizapan | 1120 | 18° 39' 22.2" | | 99° 02' 40.3" | 495304 | 2062662 |
| 32 | La esperanza | Jantetelco | 1388 | 18° 41' 29.7" | | 98° 45' 19.1" | 525801 | 2066597 |
| 33 | La Laguna | Axochiapan | 1052 | 18° 30' 32.9" | | 98° 46' 13.5" | 524233 | 2046400 |
| 34 | La palapa | Ayala | 1251 | 18° 43' 04.8" | | 98° 54' 40.4" | 509361 | 2069503 |
| 35 | La sábila | Tepalcingo | 1096 | 18° 33' 44.1" | | 98° 50' 16.7" | 517098 | 2052277 |
| 36 | Las tazas | Ayala | 1048 | 18° 38' 06" | | 98° 59' 43.4" | 500354 | 2060518 |
| 37 | Las teclas | Tepalcingo | 1156 | 18° 39' 41.8" | | 98° 55' 39.8" | 507623 | 2063263 |
| 38 | Lorenzo Vázquez | Tlaquiltenango | 993 | 18° 27' 45.0" | | 99° 02' 10.4" | 496176 | 2041235 |
| 39 | Los carros | Jantetelco | 1149 | 18° 36' 28.3" | | 98° 42' 51.1" | 530152 | 2057339 |
| 40 | Mariano Mtros | Tlaquiltenango | 1148 | 18° 32' 31.6" | | 98° 59' 48.6" | 500334 | 2050040 |

Continuación de la Tabla 3. Ubicación de los sistemas acuáticos estudiados

| ID | Sistema | Municipio | Altitud (m.s.n.m) | Latitud Norte | Longitud Oeste | UTM X | UTM Y |
|----|--------------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|--------|---------|
| 41 | Pablo Torres | Tlaquiltenango | 981 | 18° 32' 00.7" | 99° 03' 27.0" | 493933 | 2049093 |
| 42 | Palo prieto | Jonacatepec | 1177 | 18° 36' 31.8" | 98° 47' 28.8" | 522013 | 2057435 |
| 43 | Peñón de los baños | Jantetelco | 1184 | 18° 36' 52.7" | 98° 45' 13.5" | 525978 | 2058084 |
| 44 | Poza honda*** | Tepalcingo | 1106 | 18° 30' 27.4" | 98° 51' 39.5" | 514676 | 2046229 |
| 45 | Quilamula | Tlaquiltenango | 1078 | 18° 30' 49.8" | 99° 00' 45.8" | 498657 | 2046911 |
| 46 | San Francisco | Jantetelco | 1166 | 18° 36' 47.1" | 98° 44' 01.2" | 528097 | 2057913 |
| 47 | San José de Palma | Tlaquiltenango | 1158 | 18° 32' 43.0" | 99° 00' 26.1" | 499235 | 2050546 |
| 48 | Santa Clara de M.* | Jonacatepec | 1385 | 18° 41' 24.5" | 98° 47' 08.4" | 522600 | 2066431 |
| 49 | Santa cruz** | Jonacatepec | 1293 | 18° 39' 37.2" | 98° 48' 0.78" | 520015 | 2063129 |
| 50 | Santo niño | Jantetelco | 1182 | 18° 36' 57.6" | 98° 44' 40.7" | 526938 | 2058208 |
| 51 | Tenango | Jantetelco | 1201 | 18° 37' 22.4" | 98° 45' 01.3" | 526334 | 2058998 |
| 52 | Tenango 1 | Jantetelco | 1209 | 18° 37' 58.6" | 98° 44' 38.6" | 526637 | 2059929 |
| 53 | Tepeguaje | Tepalcingo | 1215 | 18° 34' 41.8" | 98° 58' 59.7" | 501768 | 2054044 |

*Seco durante el muestreo

**Contaminado con aguas negras

***Difícil acceso en época de lluvias

ID: Identificador

La figura 2 muestra que en el municipio de Tepalcingo se localizaron más cuerpos acuáticos (15 sistemas) y el que menos presenta es el de Tlaltizapan (2 sistemas).

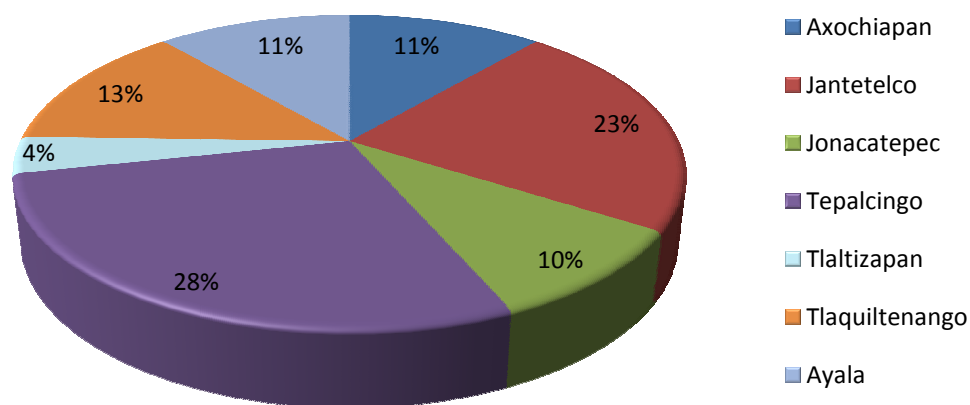


Figura 2. Distribución porcentual de los sistemas acuáticos por municipio

La distribución de los cuerpos acuáticos en la zona de estudio se puede apreciar en la figura 3.

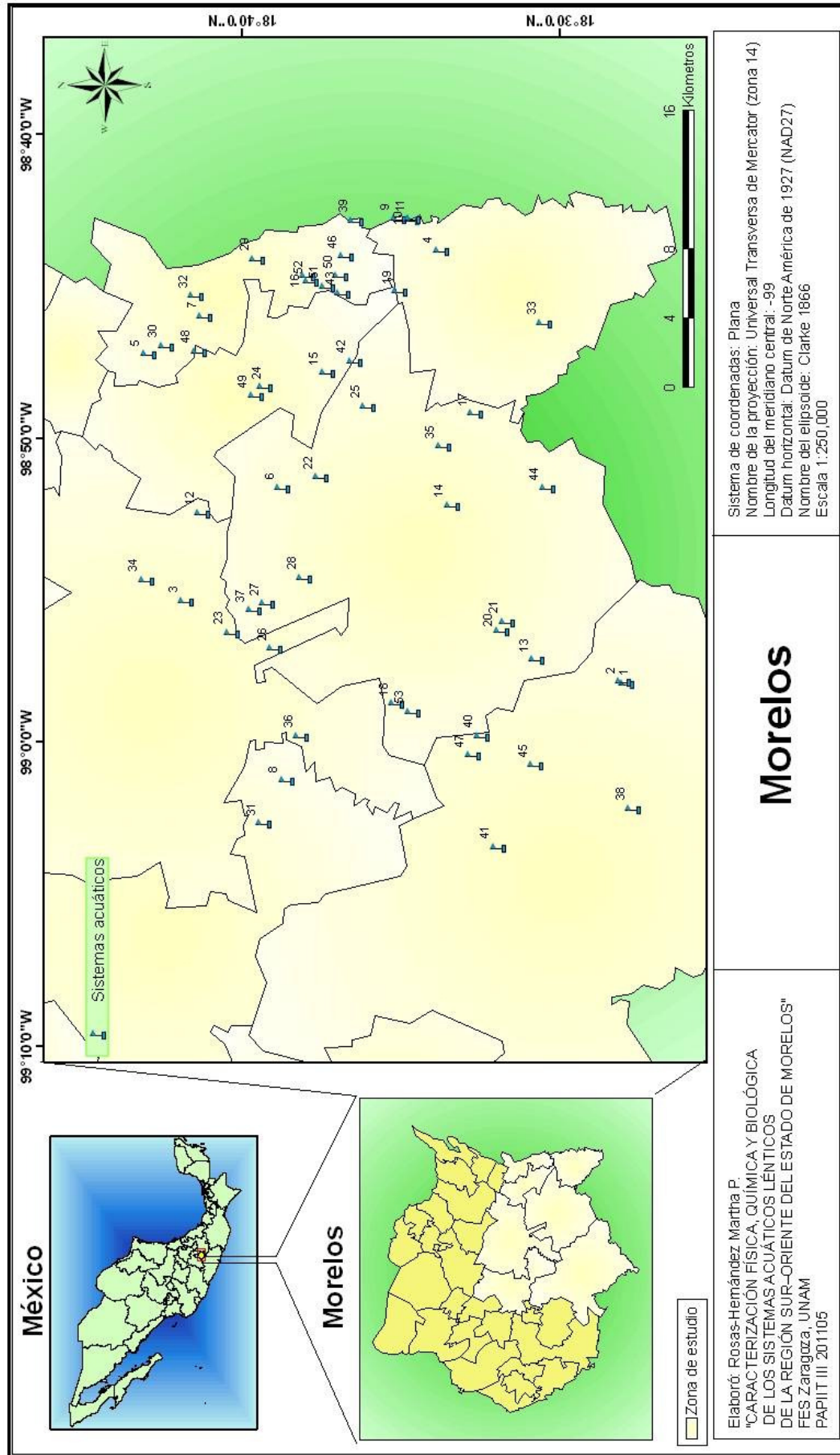


Figura 3. Distribución de los sistemas acuáticos en la zona de estudio

El área que abarcan los siete municipios correspondientes al estudio es de 2 297.7 km², es decir, el 47.16% del Estado; de este, la superficie que cubren los 53 sistemas acuáticos estudiados, es de 374.6 ha, lo que representa el 0.16 %.

Con base en lo anterior, los cuerpos de agua se ubicaron en diferentes categorías de acuerdo al área que abarcaron (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de los sistemas por área

| Categoría | Número de sistemas | Área total (Ha) |
|---------------|--------------------|-----------------|
| 0 – 2 ha | 28 | 26.97 |
| 2.1 – 4 ha | 8 | 20.05 |
| 4.1 – 6 ha | 7 | 33.85 |
| 6.1 – 10 ha | 2 | 16.14 |
| 10.1 – 100 ha | 8 | 277.58 |
| Total | 53 | 374.60 |

En la categoría de cero a dos hectáreas se registró el mayor número de embalses que representan el 53% y en la de 6.1 a 10 ha, sólo se localizaron dos sistemas acuáticos, cuya proporción es del 4% (Figura 4).

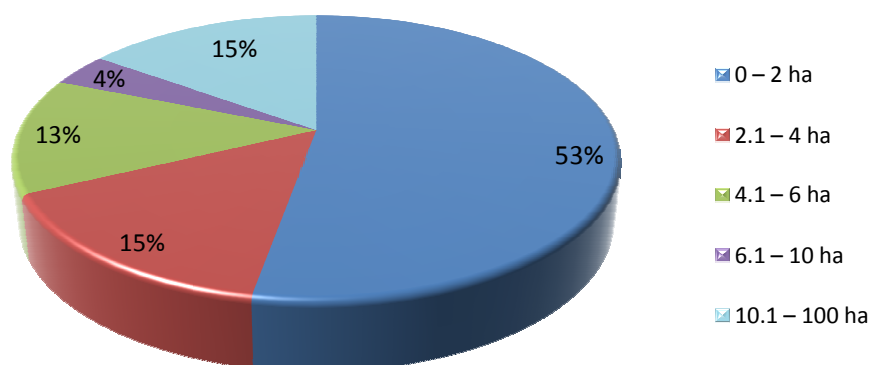


Figura 4. Porcentaje de sistemas por categoría de área

Con respecto al área que cubren estos sistemas (Figura 5) a pesar de ser pocos cuerpos de agua entre 10.1 y 100 ha, la superficie que inundan es de 277.58 ha en comparación con los de 0 a 2 ha, que sólo cubren 27.83 ha, lo que representa el 10.02% en relación a grandes reservorios.

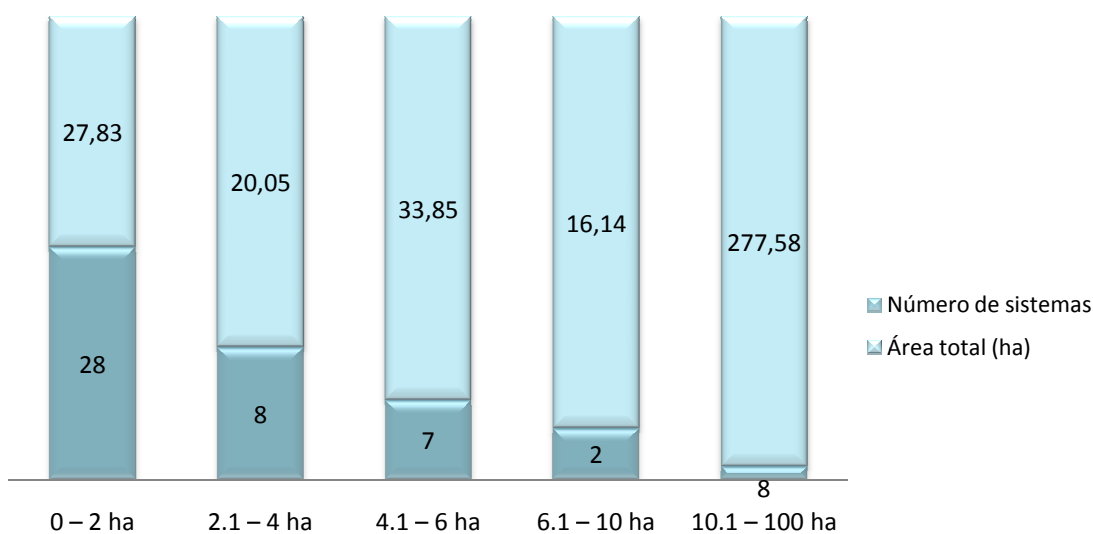


Figura 5. Número de cuerpos acuáticos y área que cubren en función de la categoría propuesta

En la figura 6 se muestran los valores de área que abarcan los municipios, así como también el área que inundan los sistemas dentro de ellos.

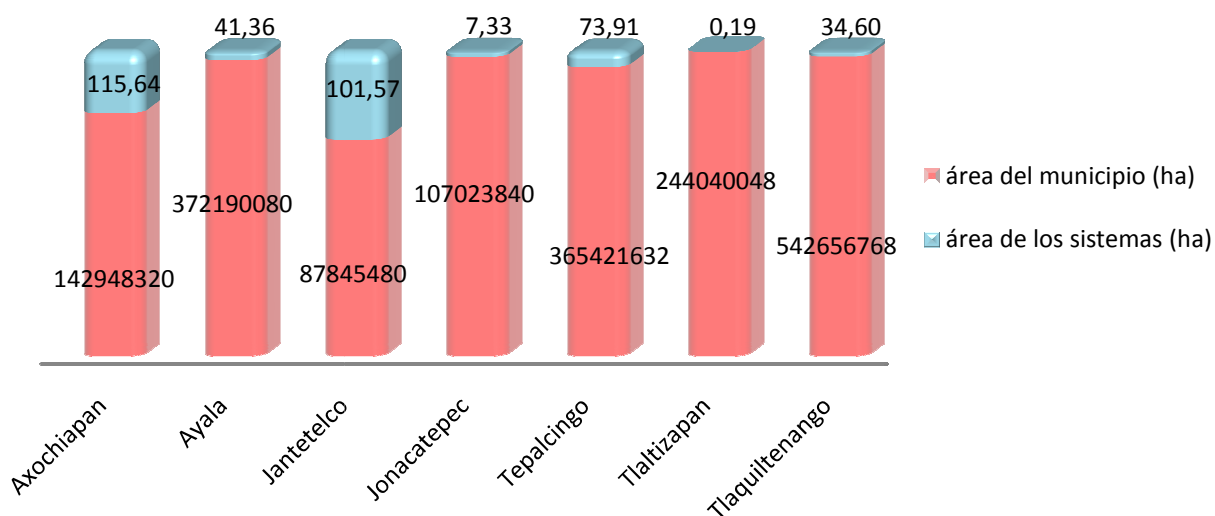


Figura 6. Área que abarcan los municipios y los sistemas

En la figura 7 se puede apreciar la distribución de los sistemas en el área de estudio, en función del área de inundación que abarca cada uno de ellos.

En la tabla 5 se enlistan algunas características morfométricas y batimétricas de cada sistema.

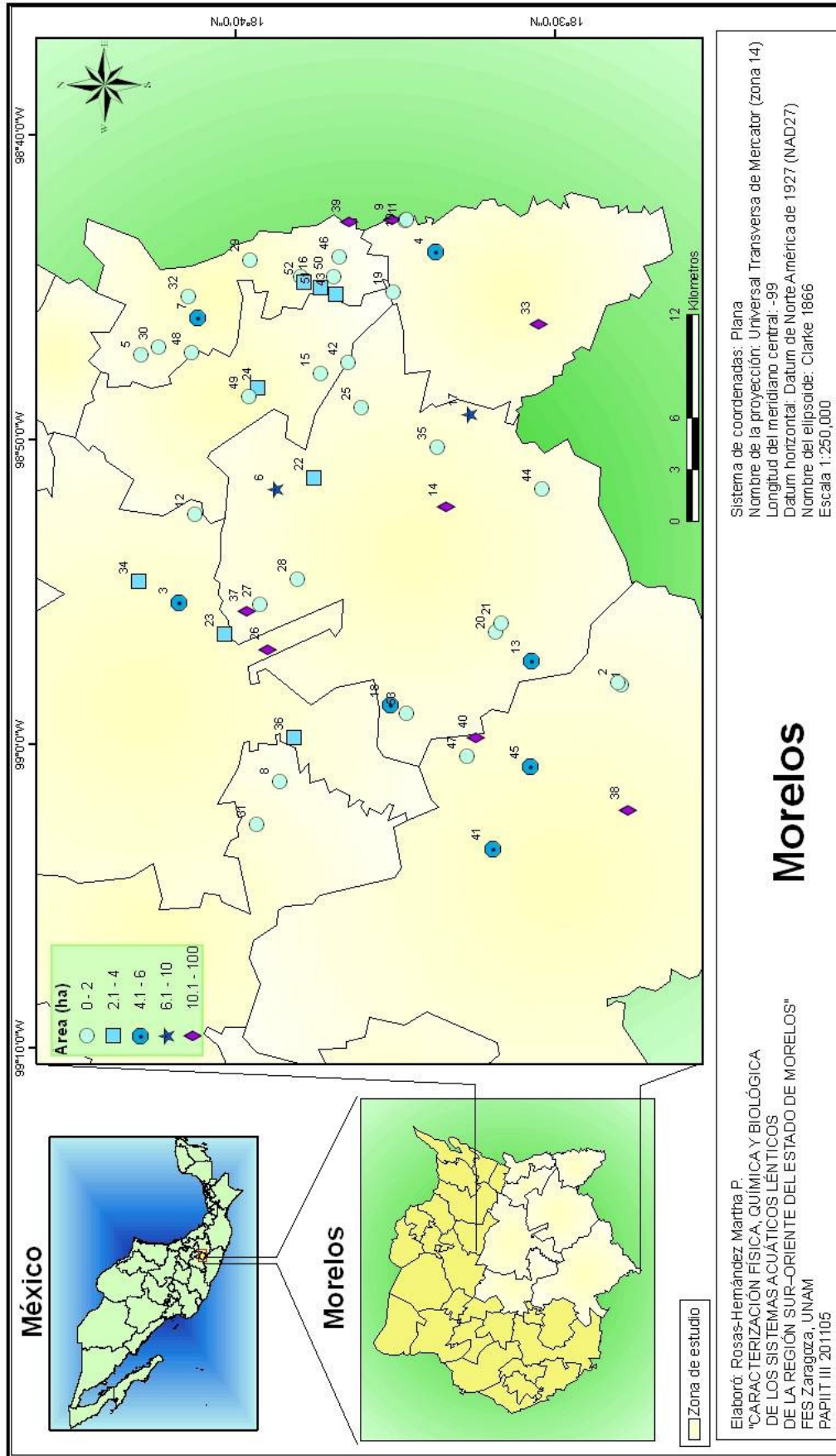


Figura 7. Ubicación de los sistemas acuáticos en función de su área

Tabla 5. Morfometría y batimetría de los sistemas de estudio (ordenados en función del área)

| ID | Área (ha) | Perímetro (m) | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 8 | 0.05 | 89.78 | - | 34 | 22 | - |
| 31 | 0.14 | 142.10 | - | 49 | 35 | - |
| 21 | 0.18 | 196.88 | 4337.75 | 79 | 26 | 2.8 |
| 20 | 0.18 | 272.88 | 10370.32 | 114 | 26 | 2 |
| 29 | 0.24 | 208.74 | 249134.28 | 87 | 37 | 2 |
| 48 | 0.28 | 215.28 | - | 84 | 66 | - |
| 28 | 0.29 | 233.20 | - | 88 | 54 | - |
| 53 | 0.33 | 243.85 | 9763.75 | 103 | 42 | 1.31 |
| 50 | 0.38 | 287.45 | 10696.18 | 85 | 83 | 1.89 |
| 2 | 0.48 | 370.68 | 14134.99 | 153 | 64 | 1.9 |
| 49 | 0.61 | 345.23 | 10507.73 | 143 | 51 | 1.1 |
| 11 | 0.66 | 440.58 | 6591.33 | 149 | 57 | 1.5 |
| 1 | 0.74 | 504.08 | 15435.66 | 177 | 53 | 1.8 |
| 35 | 0.87 | 353.94 | 16855.34 | 133 | 99 | 1.3 |
| 12 | 1.13 | 453.29 | 13668.27 | 193 | 102 | 2.1 |
| 47 | 1.13 | 541.43 | 114610.45 | 176 | 146 | 2.3 |
| 30 | 1.20 | 423.58 | 33198.28 | 154 | 116 | 2 |
| 10 | 1.29 | 535.16 | 25705.96 | 189 | 84 | 1.8 |
| 19 | 1.34 | 532.41 | 14638.23 | 164 | 155 | 0.65 |
| 44 | 1.39 | 548.52 | 26074.52 | 219 | 78 | 2.5 |
| 27 | 1.43 | 501.74 | 20892.74 | 181 | 94 | 3.05 |
| 52 | 1.56 | 674.73 | 182033.24 | 266 | 150 | 1.75 |
| 42 | 1.69 | 815.87 | 12480.88 | 343 | 117 | 2.75 |
| 5 | 1.70 | 646.79 | - | 254 | 75 | - |
| 25 | 1.82 | 683.96 | 37982.02 | 237 | 118 | 2.05 |
| 46 | 1.92 | 610.43 | 35399.97 | 206 | 121 | 1.7 |
| 15 | 1.93 | 816.31 | 96739.68 | 327 | 116 | 3 |
| 32 | 2.00 | 644.45 | 32692.78 | 269 | 129 | 1.4 |
| 51 | 2.01 | 602.02 | 46670.01 | 180 | 155 | 2 |
| 36 | 2.06 | 588.77 | 61904.59 | 181 | 122 | 2.3 |
| 22 | 2.10 | 794.63 | 49969.05 | 209 | 202 | 2.1 |
| 43 | 2.24 | 581.85 | 45698.76 | 212 | 192 | 2.5 |
| 23 | 2.30 | 999.44 | 78714.22 | 362 | 97 | 6 |
| 24 | 2.81 | 784.72 | 49316.17 | 317 | 112 | 1.3 |
| 34 | 3.26 | 904.23 | 123060.76 | 317 | 154 | 3.5 |
| 16 | 3.275 | 809.36 | 101567.06 | 273 | 230 | 8.3 |
| 4 | 4.05 | 991.56 | - | 414 | 119 | - |
| 3 | 4.20 | 966.80 | 126549.92 | 303 | 271 | 4 |
| 18 | 4.26 | 965.7 | 111795.25 | 322 | 137 | 5 |
| 7 | 4.96 | 1592.57 | 298544.14 | 318 | 205 | 4.2 |
| 45 | 5.29 | 1522.95 | 284102.97 | 517 | 175 | 6 |
| 13 | 5.40 | 1452.47 | 427121.68 | 500 | 288 | 7.9 |
| 41 | 5.72 | 1265.20 | 368417.66 | 468 | 207 | 8 |
| 6 | 7.96 | 1253.60 | 135497.44 | 493 | 353 | 1.8 |
| 17 | 7.9 | 1045.57 | 285338.51 | 365 | 295 | 3.25 |
| 40 | 10.61 | 3523.20 | 1448543.05 | 801 | 252 | 14.4 |

Continuación Tabla 5. Morfometría y batimetría de los sistemas de estudio (ordenados en función del área)

| ID | Área (ha) | Perímetro (m) | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 38 | 10.63 | 3187.32 | 610057.96 | 646 | 607 | 9 |
| 37 | 15.34 | 1771.87 | 1049964.53 | 629 | 510 | 2 |
| 14 | 24.20 | 3473.03 | 1246025.85 | 916 | 704 | 7.1 |
| 33 | 26.29 | 2634.72 | 788640.41 | 971 | 432 | 3.1 |
| 26 | 28.41 | 6080.88 | 2589705.52 | 819 | 800 | 8.8 |
| 39 | 80.08 | 15387.69 | 7667031.59 | 1615 | 496 | 8.3 |
| 9 | 82.02 | 10922.68 | 6937572.38 | 2053 | 757 | 8.7 |

Con base en lo anterior, los sistemas se ubicaron en cuatro categorías de acuerdo al volumen que registraron (Tabla 6). Y como se puede observar sólo se contemplan 47 sistemas ya que los otros seis siempre se encontraron secos.

Tabla 6. Clasificación de los sistemas por volumen

| Categoría | Volumen m ³ | Número de sistemas |
|--|------------------------|--------------------|
| 0 - 10 000 (m ³) | 20692,83 | 3 |
| 10 001 - 100 000 (m ³) | 759746,34 | 22 |
| 101 000 - 1 000 000 (m ³) | 4206471,72 | 15 |
| 1 000 001 - 10 000 000 (m ³) | 20938842,9 | 7 |
| Total | 25925753,8 | 47 |

En la categoría de 10 001 m³ a 100 000 m³ se registró el mayor número de embalses que representan el 47 % y en la de 0 a 10 000 m³ solo se registraron tres reservorios, cuya proporción es del 6%(Figura 8).

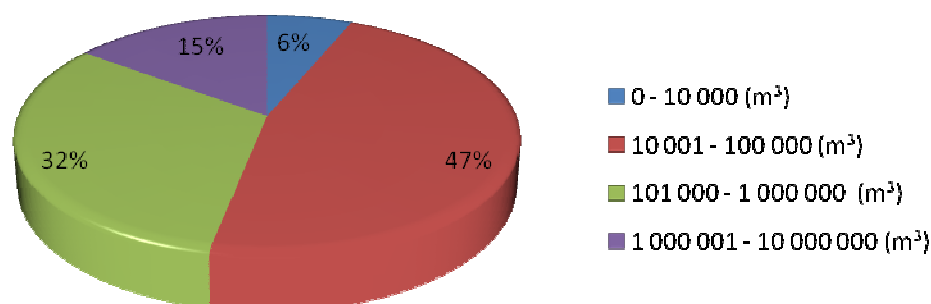


Figura 8. Porcentaje de los sistemas por categoría de volumen

Con respecto al volumen de estos sistemas, sólo se registraron siete embalses entre 1 000 001 a 10 000 000 m³, con un volumen total de 20 938 842,92 m³ en comparación con los 22 embalses que se ubican en la categoría de 10 001 a 100 000 m³, que sólo cubren 759746,34 m³, lo que representa el 3.6% en relación a grandes reservorios(Figura 9).

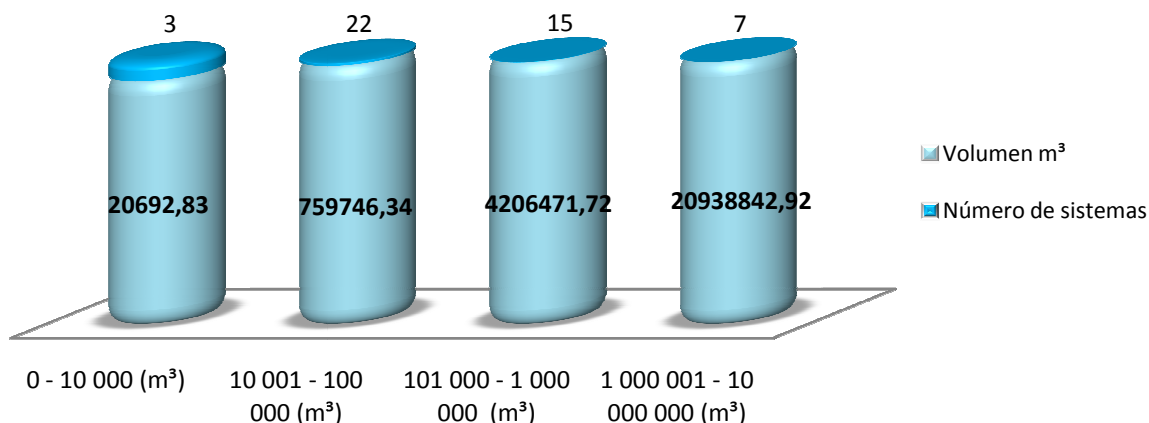


Figura 9. Cuerpos acuáticos y volumen que cubren en función de la categoría propuesta

En la figura 10 se muestran los valores de área que abarcan los municipios, así como también el volumen que cubren los sistemas dentro de ellos.

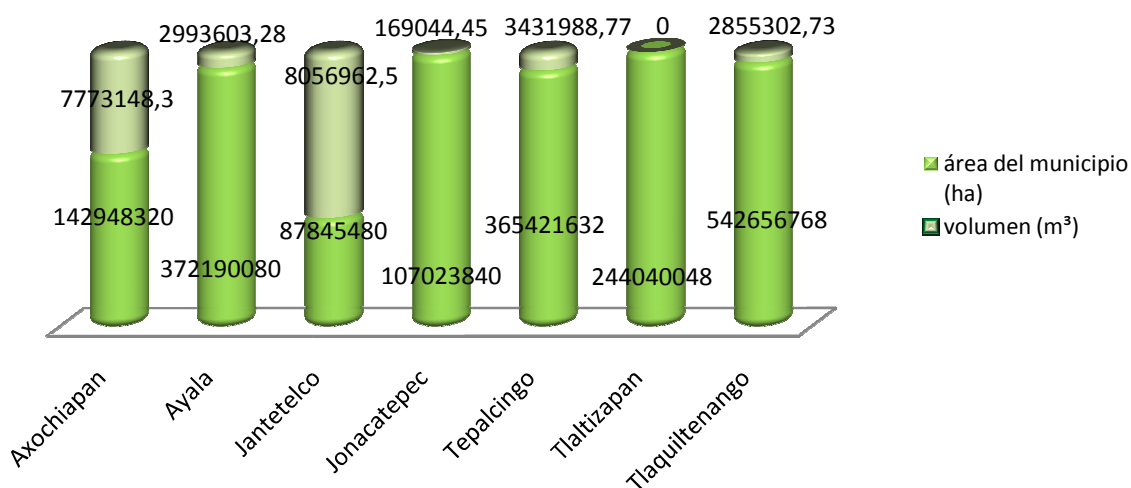


Figura 10. Área que abarcan los municipios y volumen que cubren los sistemas dentro de ellos

De los datos anteriores, el municipio de Jantetelco es el que registró un mayor volumen (8 056 962,5 m³) en sus cuerpos acuáticos y el de Tlaltizapan no registra volumen (fig. 11)

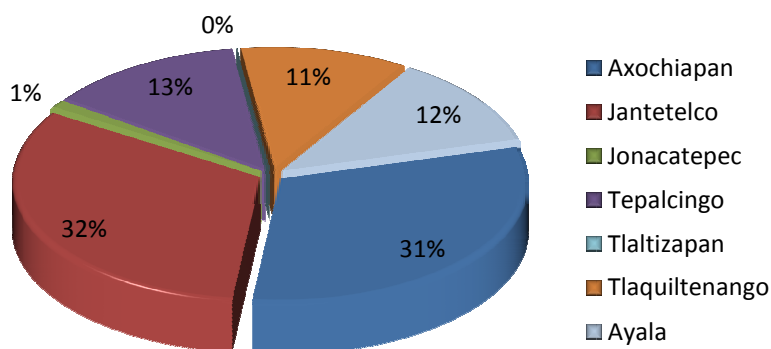


Figura 11. Distribución porcentual del volumen por municipio.

En la figura 12 se presenta la distribución de los sistemas en el área de estudio, en función del volumen que abarca cada uno de ellos.

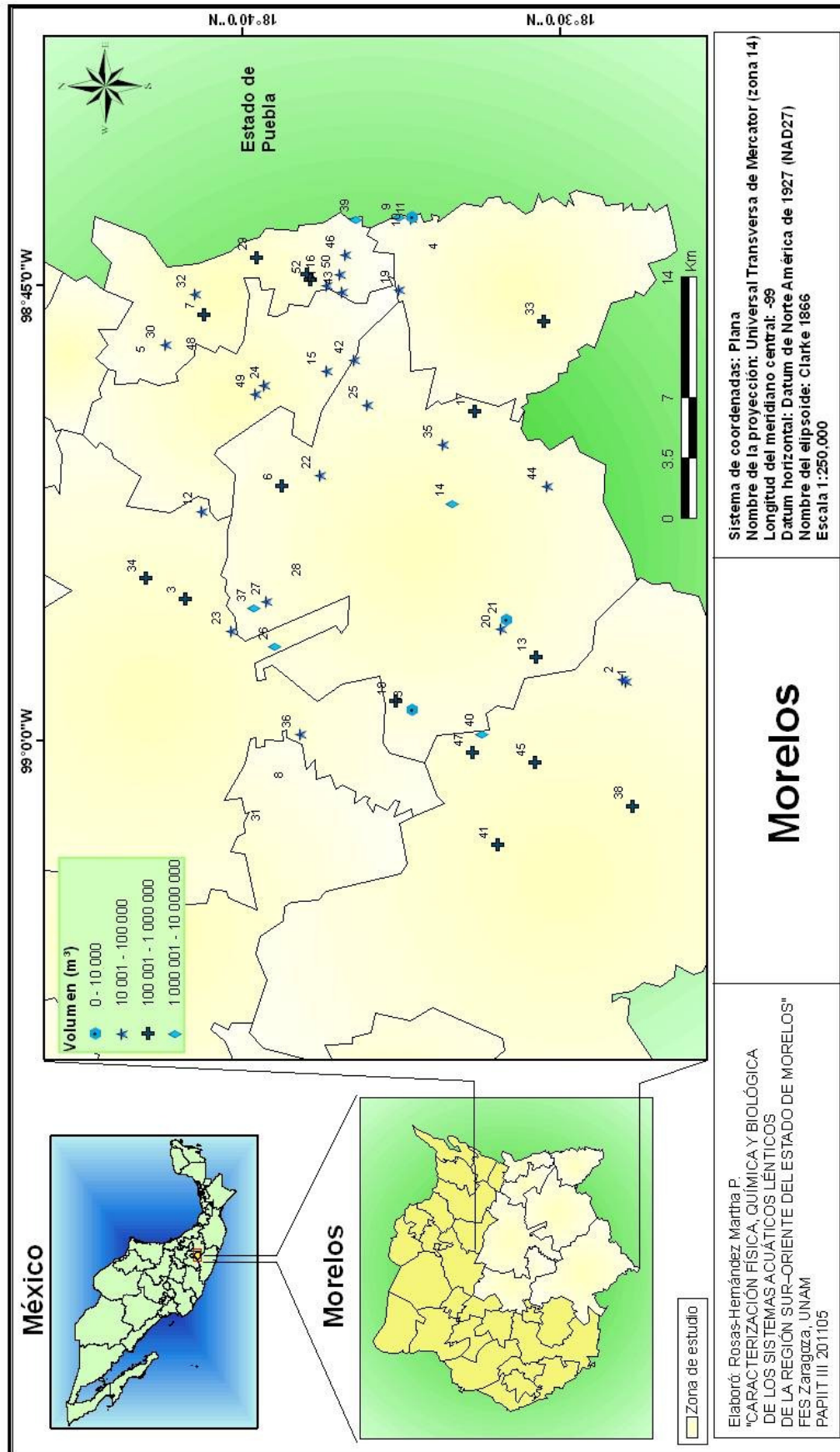


Figura 12. Representación de los sistemas acuáticos en función del volumen

Por otra parte, los sistemas se clasificaron en función del tiempo de permanencia, es decir, en permanentes o en temporales (Tabla 7).

Tabla 7. Lista de los sistemas acuáticos clasificados en función de la temporalidad

| PERMANENTES | | TEMPORALES | |
|-------------|-------------------|------------|---------------------------|
| ID | Sistema | ID | Sistema |
| 1 | Ajuchitlán | 2 | Ajuchitlán 1 |
| 3 | Amate amarillo | 4 | Amatzinac |
| 6 | Atotonilco | 5 | Amayuca |
| 7 | Ayotzin | 8 | Benito Juárez |
| 9 | Cayehuacan | 17 | El almacén |
| 10 | Cayehuacan 1 | 20 | El limón |
| 11 | Cayehucan 2 | 21 | El limón 1 |
| 12 | Cerro el mirador | 24 | El tecolote |
| 13 | Cerro prieto | 28 | Huitchila 1 |
| 14 | Coloteapa | 31 | La cruz |
| 15 | Coyotomate | 32 | La esperanza |
| 16 | El abrevadero | 33 | La Laguna |
| 18 | El atascadero | 35 | La sábila |
| 19 | El cacahuatal | 36 | Las tazas |
| 22 | El marranero | 43 | Peñón de los baños |
| 23 | El salitre | 44 | Poza onda |
| 25 | El zacate | 46 | San Francisco |
| 26 | Francisco Leyva | 48 | Santa Clara de Montefalco |
| 27 | Huitchila | 49 | Santa cruz |
| 29 | Iguanas | 50 | Santo niño |
| 30 | Jantetelco | | |
| 34 | La palapa | | |
| 37 | Las teclas | | |
| 38 | Lorenzo Vásquez | | |
| 39 | Los carros | | |
| 40 | Mariano Matamoros | | |
| 41 | Pablo Torres | | |
| 42 | Palo prieto | | |
| 45 | Quilamula | | |
| 47 | San José de Palma | | |
| 51 | Tenango | | |
| 52 | Tenango 1 | | |
| 53 | Tepeguaje | | |

En la zona de estudio, 33 (62 %) de los sistemas son permanentes, por lo que se les puede encontrar con un volumen remanente de agua en cualquier época del año y los otros 20 (38%) son embalses temporales, por lo que sólo presentan espejo de agua en la época de lluvias (Figura 13).

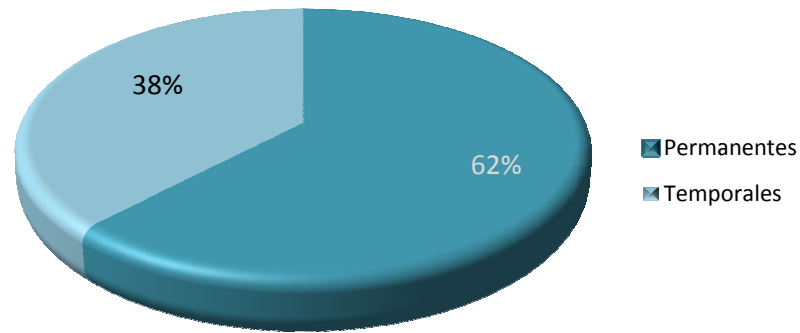


Figura 13. Porcentaje de los tipos de sistemas acuáticos

Como ya se mencionó anteriormente, el municipio que tiene un mayor número de cuerpos de agua es Tepalcingo con 15, de los cuales nueve son sistemas permanentes y seis son temporales, no así el caso de Tlaltizapan que sólo cuenta con dos sistemas temporales (Figura 14).

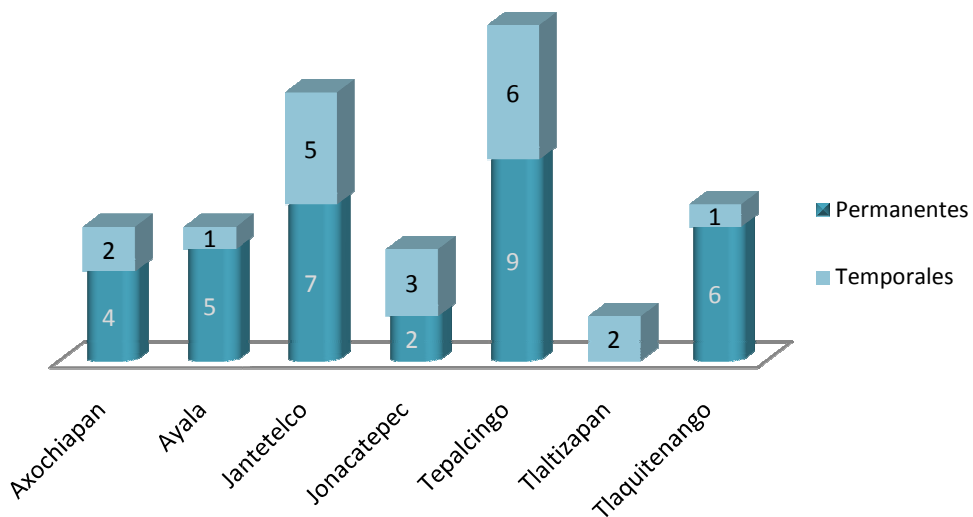


Figura 14. Clasificación de los sistemas acuáticos en función de su temporalidad por municipio

En la figura 15 se puede apreciar la distribución de los sistemas en el área de estudio, en función del tiempo de permanencia de cada uno de ellos.

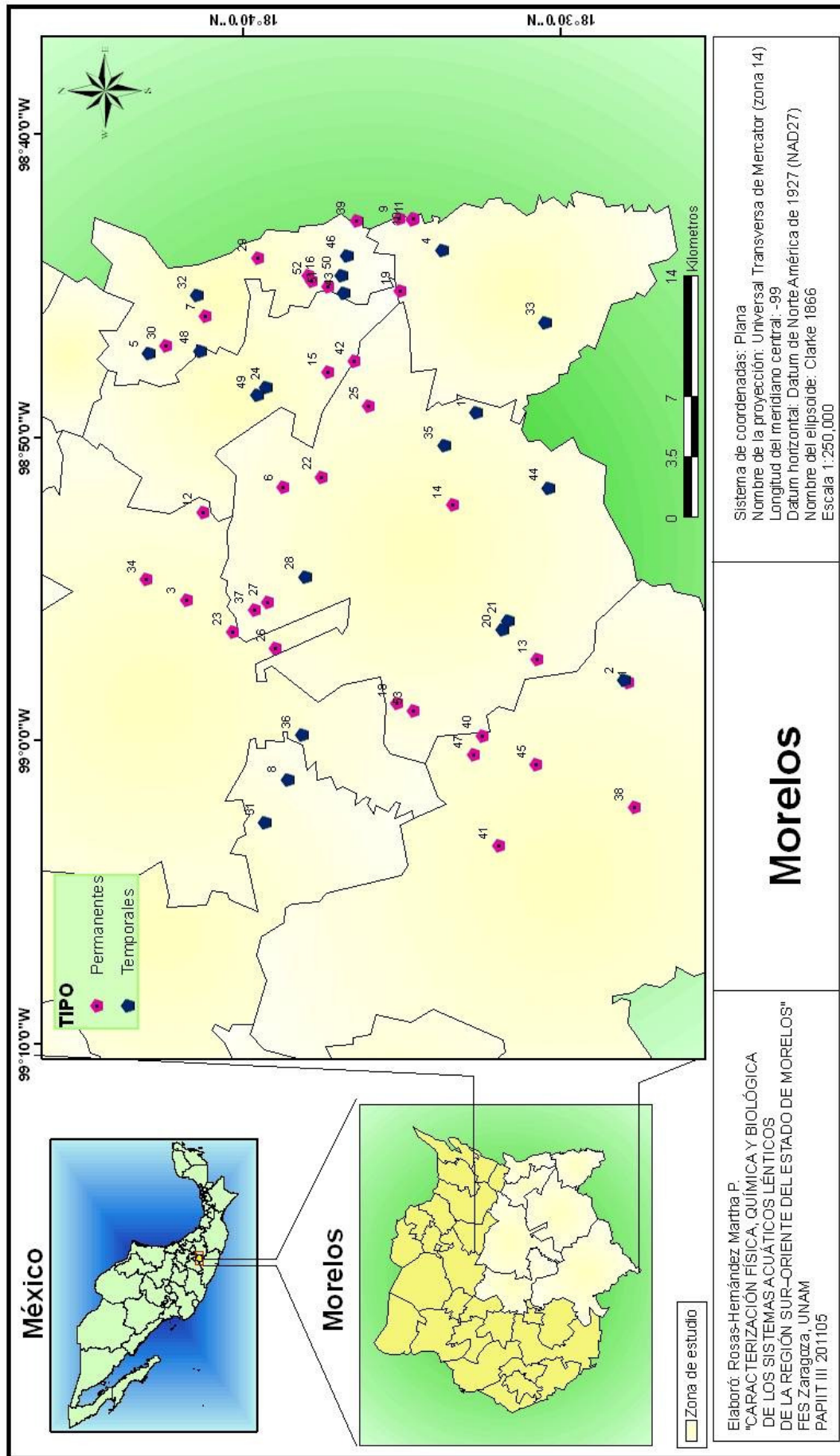


Figura 15. Ubicación de los sistemas acuáticos en función del tiempo de permanencia

A continuación se presenta un resumen general de cada municipio, así como también de los parámetros físicos, químicos y biológicos para cada cuerpo acuático que en él se reconocieron:

003 MUNICIPIO DE AXOCHIAPAN

El Municipio de Axochiapan, se localiza entre las coordenadas geográficas: 18°35' y 18°26' latitud norte y 98°42' y 98°50' longitud oeste.

Este municipio tiene un área de 14294.8 ha lo que representa el 2.62% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de Tepalcingo, Jonacatepec, Jantetelco; al sur con el Estado de Puebla; al oeste con el Estado de Puebla y con el Municipio de Tepalcingo y al este con el estado de Puebla.

La temperatura media anual es de 22 a 24 grados centígrados, con una precipitación pluvial que apenas llega a los 1,000 mm³ anuales que abarcan los meses de junio a septiembre.

El Municipio de Axochiapan cuenta con una serie de ríos y barrancas, así como de bordos y presas que en su conjunto forman parte de escurrimientos de la Cuenca del Río Atoyac. Al este del Municipio se encuentra el Río Nexapa que recibe las aguas del Río Jantetelco por el lado norte. Al sureste se encuentra el río Tepalcingo, que sirve como frontera natural en la división territorial entre Morelos y el estado de Puebla (INEGI, 2000).

En el municipio se encuentran seis sistemas lénticos: cinco bordos que son Cayehuacan I, Cayehuacan II, El Cacahuatal, La Laguna y Amatzinac y la Presa Cayehuacan, de los cuales cuatro son permanentes y los otros dos temporales (Figura 16).

El área que ocupan estos sistemas es de 110.04 ha lo que representa el 0.77% del área del municipio. El área máxima la ocupa la presa Cayehuacan con 82.16 ha y la mínima el bordo Cayehuacan II con 0.659 ha.

El volumen que abarcan los seis sistemas acuáticos es de 7773148,3 m³.

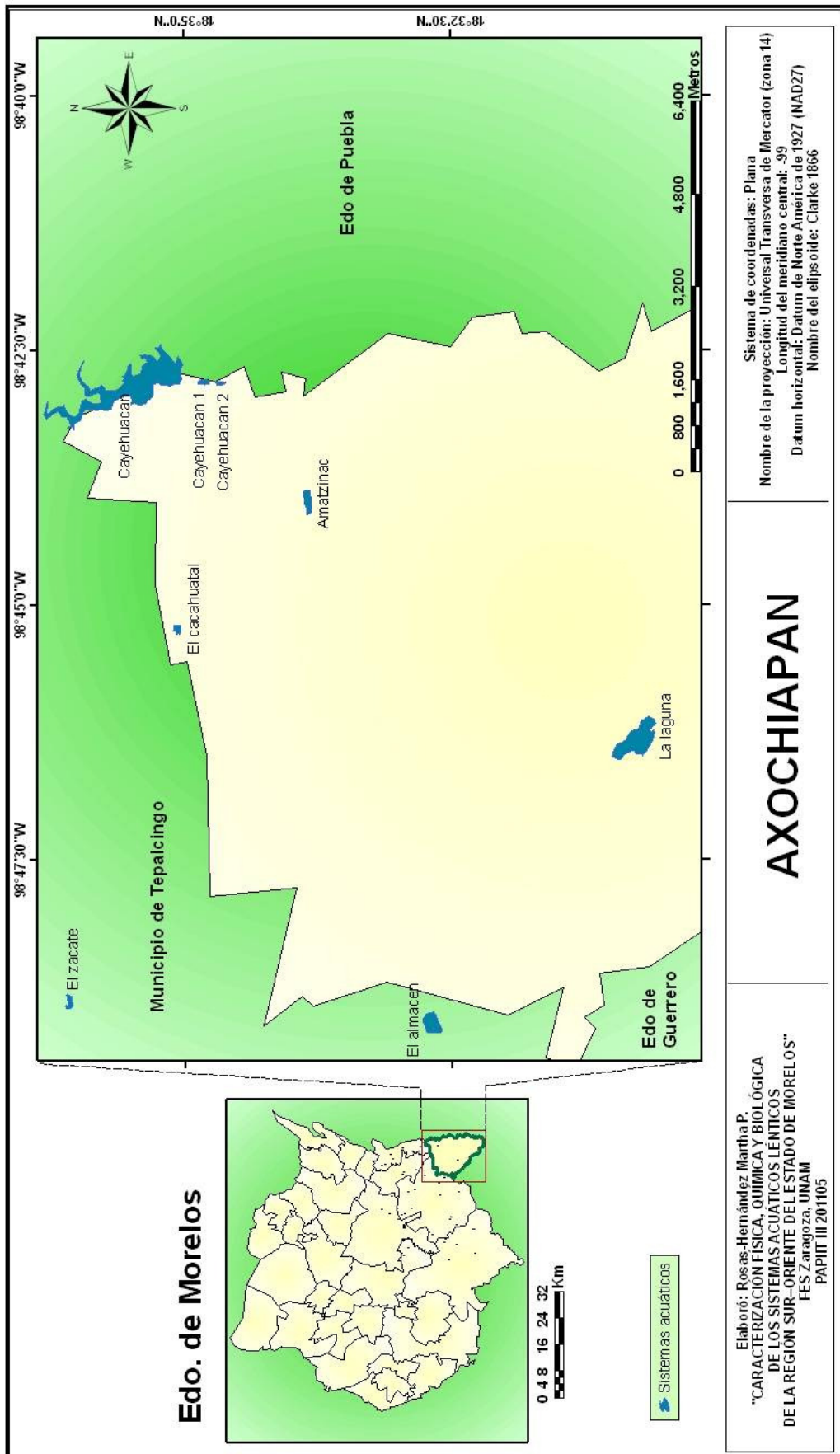


Figura 16. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Awochiapan

Cayehuacan
(Sistema permanente)



Figura 17. Presa Cayehuacan, Marzo 2007

Tabla 8. Parámetros morfométricos para la presa Cayehuacan

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 9 | 82.016 | 6937572.38 | 10922.68 | 2053 | 757 | 8.7 |

Es el sistema acuático más extenso y de mayor volumen dentro del área de estudio con aguas cálidas, tiene una profundidad máxima de 8.7 m. En cuanto a sus valores de dureza, sus aguas se consideran como suaves en época de lluvias y duras en época de secas; los valores de oxígeno disuelto son adecuados para el desarrollo de la biota (Figura 17, Tabla 8 y 9).

Tabla 9. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a".

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 31.3 | 28 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 29.2 | 28.6 |
| Profundidad (m) | 8.4 | 8.7 |
| Visibilidad (m) | 1.3 | 0.8 |
| pH | 9.9 | 8.5 |
| Conductividad (µS/cm) | 337 | 405 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 0.02 | 3.75 |
| O ₂ (mg/L) | 9.04 | 10.44 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 24 | 10.2 |
| Dureza T (mg/L) | 166 | 61 |
| Nitratos (mg/L) | 0.10 | 0.08 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0.0013 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.05 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.09 | 0.09 |
| Sulfatos (mg/L) | 63 | 30 |
| Amonio (mg/L) | 0.3 | 0.8 |
| Silicatos (mg/L) | 41 | 6.5 |

Por los valores de IET obtenido se le considera un sistema eutrófico en las dos épocas (tabla 10)

Tabla 10. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Secas | 56.22 | 0 | 69.26 | Eutrófico |
| Lluvias | 63.21 | 43.56 | 69.56 | Eutrófico |

La división más abundante durante la época de secas fue la Chlorophyta con un 60% y en época de lluvias se encontraron más especies pertenecientes a la división Cyanophycota, además se reportan otras dos divisiones la Xantophyta y la Pyrrophyota con un 2% (Figura 18).

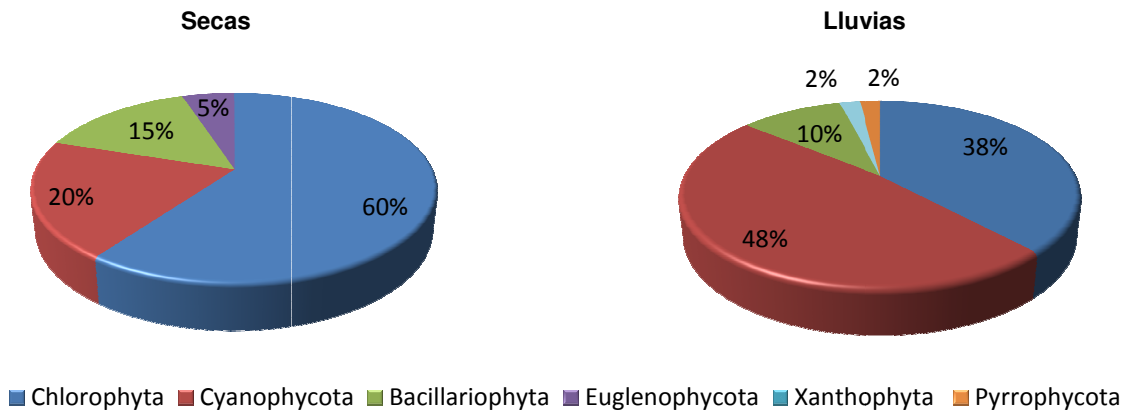


Figura 18. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Cayehuacan”

El zooplancton se comportó de diferente manera en las dos épocas, en secas el grupo dominante fue el de los Cladóceros con un 68% mientras que en la época de lluvias el grupo de Copépodos Calanoideos registró el mayor porcentaje, así como también en la época de secas se tiene la presencia de copépodos ciclopoideos y en lluvias el grupo de rotíferos se hace presente (Figura 19).

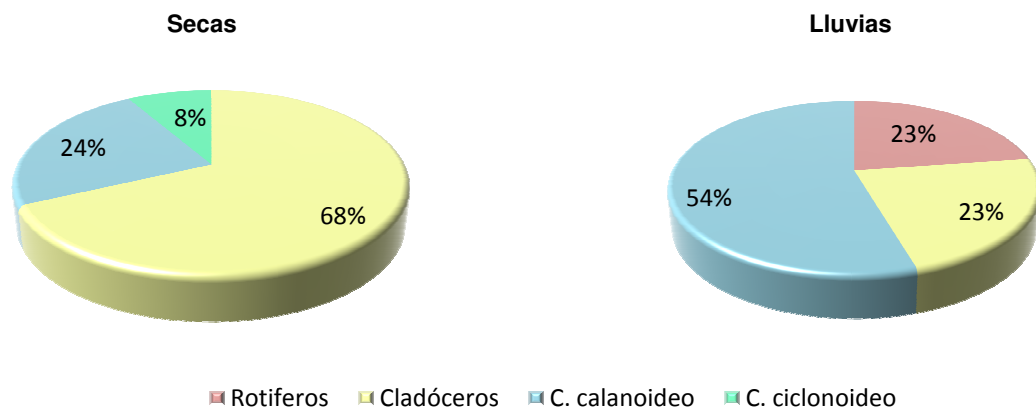


Figura 19. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Cayehuacan I
(Sistema permanente)



Figura 20. Bordo Cayehuacan I, Marzo 2007

Tabla 11. Parámetros morfométricos para el bordo Cayehuacan I

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 10 | 1.285 | 25705.96 | 535.16 | 189 | 84 | 1.8 |

El sistema presenta poca profundidad por lo que se le puede considerar como somero, cálido y alcalino en ambas épocas de muestreo; así como buena oxigenación y los nutrientes están por debajo de los límites permisibles de calidad de acuerdo a las NOM 001 y 127 (Figura 20, Tabla 11 y 12).

Tabla 12. Parámetros físicos, químicos y clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 27.9 | 33.6 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 24.5 | 29.4 |
| Profundidad (m) | 1.8 | 1.5 |
| Visibilidad (m) | 1 | 0.7 |
| pH | 8.9 | 9.1 |
| Conductividad (µS/cm) | 618 | 667 |
| Clorofila “a” (µg/L) | 3.05 | 6.37 |
| O ₂ (mg/L) | 10 | 9.7 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 3.50 | 11 |
| Dureza T (mg/L) | 40 | 139 |
| Nitratos (mg/L) | 0.05 | 0.13 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0.01 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.02 | 0.05 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.06 | 0.10 |
| Sulfatos (mg/L) | 58 | 164 |
| Amonio (mg/L) | 0.6 | 0.2 |
| Silicatos (mg/L) | 6 | 75 |

Los valores de IET de clorofila y fósforo total son altos, por lo cual se le considera como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia durante todo el año (Tabla 13).

Tabla 13. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 60 | 41.54 | 63.01 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 65.13 | 48.76 | 70.68 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En época de secas la división de fitoplancton más abundante fue la Cyanophycota con un 47%, le sigue la Chlorophyta con un 33% y por último la Bacillariophyta con un 20%, en la época de lluvias sólo se presentaron especies pertenecientes a la división Chlorophyta (Figura 21).

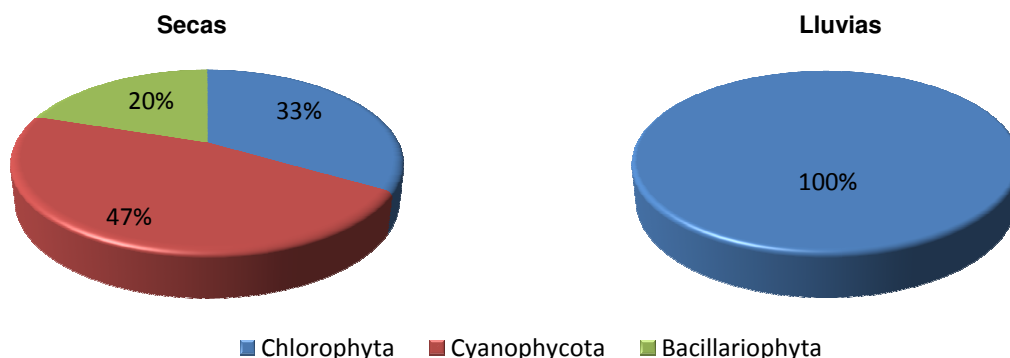


Figura 21. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Cayehuacan 1"

El comportamiento del zooplancton en el sistema durante el año es diferente, en la época de secas se presentan por orden de abundancia el grupo de los copépodos calanoideos>cladóceros>rotíferos y en lluvias se presentan ambos grupos (calanoideos y cladóceros) pero con diferente porcentaje, además en ésta época el grupo de los rotíferos se ve remplazado por el grupo de los copépodos ciclopoideos (Figura 22).

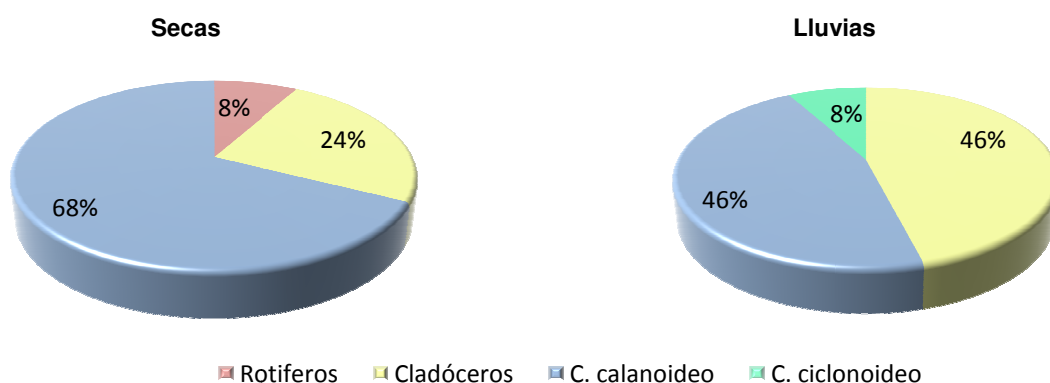


Figura 22. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Cayehuacan II
(Sistema permanente)



Figura 23. Bordo Cayehuacan II, Marzo 2007

Tabla 14. Parámetros morfométricos para el bordo Cayehuacan II

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z(m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|------|
| 11 | 0.659 | 6591.33 | 440.58 | 149 | 57 | 1.5 |

Se trata de un sistema somero ya que presenta una profundidad de 1.5 m en ambas épocas, su valor de oxígeno disuelto en época de lluvias es bueno, en cuanto a la dureza sus aguas son suaves en época de secas y duras en época de lluvias, es un sistema alcalino (Figura 23, Tabla 14 y 15).

Tabla 15. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 28.3 | 33.6 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26.7 | 31.2 |
| Profundidad (m) | 1.5 | 1.5 |
| Visibilidad (m) | 0.5 | 1 |
| pH | 8.3 | 9.3 |
| Conductividad (µS/cm) | 741 | 674 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 11.1 | 7.09 |
| O ₂ (mg/L) | 4.5 | 9.9 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 7.3 | 9.5 |
| Dureza T (mg/L) | 48 | 241 |
| Nitratos (mg/L) | 0.105 | 0.09 |
| Nitritos (mg/L) | 0.002 | 0.003 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.022 | 0.05 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.08 | 0.07 |
| Sulfatos (mg/L) | 67 | 193 |
| Amonio (mg/L) | 1.5 | 0.26 |
| Silicatos (mg/L) | 5 | 68 |

Tiene una buena concentración de nutrientes en ambas épocas, por lo cual se clasifica como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia en época de lluvias (Tabla 16).

Tabla 16. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 56.22 | 54.29 | 71.73 | Eutrófico |
| Lluvias | 68.61 | 49.81 | 65.15 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en la época de lluvias está representado sólo por la división Chlorophyta, mientras que en la época de secas se presentan tres divisiones: Cyanophycota con 56%, Chlorophyta con 40% y Bacillariophyta con 4% (Figura 24).

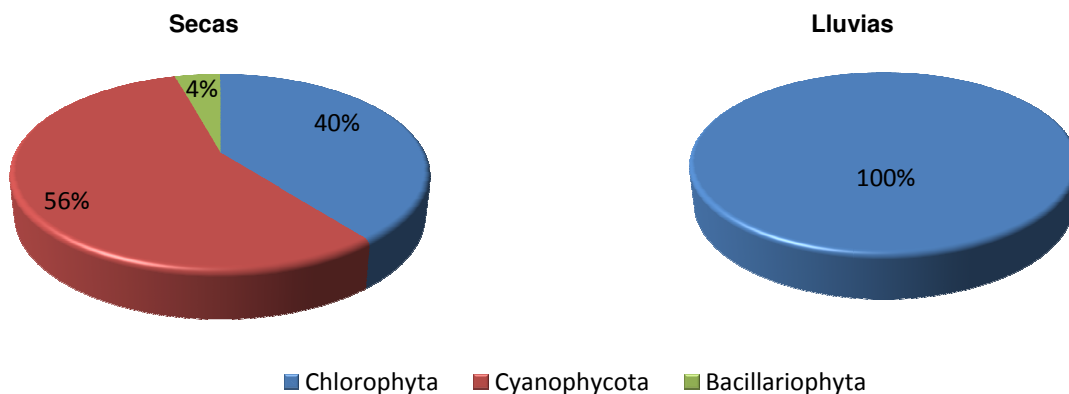


Figura 24. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Cayehuacan II"

El zooplancton en este bordo se compone principalmente de dos grupos, Cladóceros y Copépodos calanoideos, ya que se presentan con mayor abundancia en las dos épocas del año y sólo en la época de secas se presenta el grupo de los rotíferos con un 3% (Figura 25).

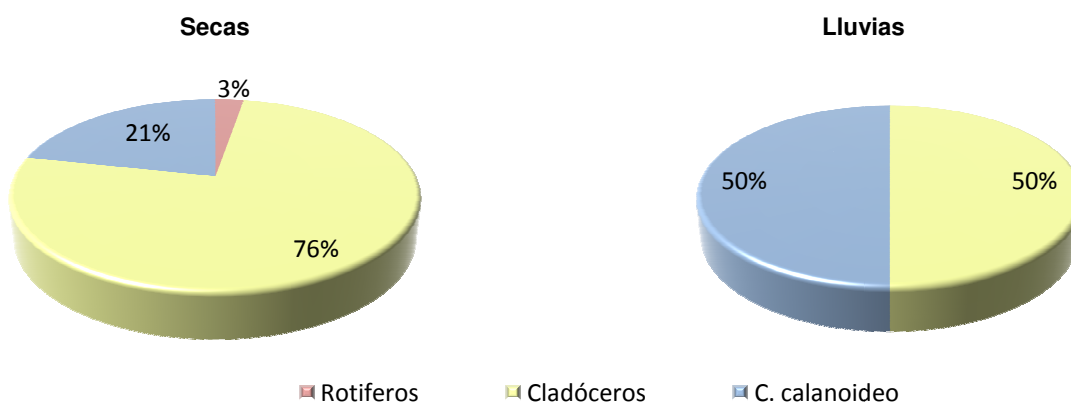


Figura 25. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El Cacahuatal
(Sistema permanente)



Figura 26. Bordo el Cacahuatal, Abril 2007

Tabla 17. Parámetros morfométricos para el Bordo Cacahuatal

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 19 | 1.340 | 14638.23 | 532.41 | 164 | 155 | 0.65 |

Es un sistema somero ya que no rebasa el metro de profundidad, presenta aguas muy duras y con buena oxigenación en ambas épocas, es ligeramente alcalino en época de secas y moderadamente alcalino en época de lluvias y los nutrientes no rebasan los límites permisibles de calidad de las NOM 127 y 001 (Figura 26, Tabla 17 y 18).

Tabla 18. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 32.5 | 30.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 27.6 | 31 |
| Profundidad (m) | 0.3 | 0.65 |
| Visibilidad (m) | 0.05 | 0.37 |
| pH | 8.6 | 9.7 |
| Conductividad (µS/cm) | 1409 | 1408 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 0.48 | 13.2 |
| O ₂ (mg/L) | 9.45 | 14.1 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 90 | 24 |
| Dureza T (mg/L) | 600 | 525 |
| Nitratos (mg/L) | 0.21 | 0.17 |
| Nitritos (mg/L) | 0.01 | 0.03 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.25 | 0.7 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.35 | 0.75 |
| Sulfatos (mg/L) | 132 | 83 |
| Amonio (mg/L) | 0.36 | 0.3 |
| Silicatos (mg/L) | 10 | 22 |

Este cuerpo de agua presenta una buena productividad por lo que en ambas épocas es considerado como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia en época de lluvias (Tabla 19).

Tabla 19. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 103.169 | 37.400 | 88.566 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 74.327 | 55.902 | 99.677 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división dominante del fitoplancton en las dos épocas del año Chlorophyta con 48% en época de secas y 50% en época de lluvias, le sigue la Bacillariophyta con 40% y 23% respectivamente, después Euglenophycota y en la época de lluvias, adicionalmente se presenta la división Xanthophyta con 4% (Figura 27).

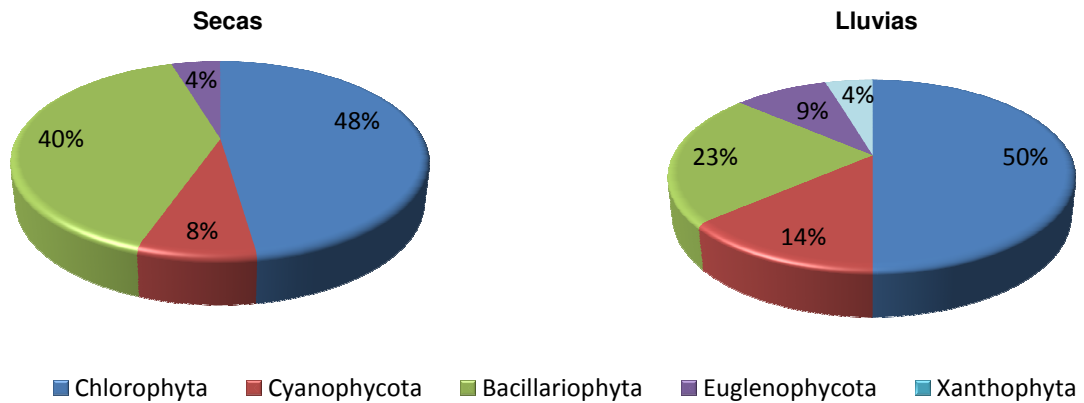


Figura 27. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El Cacahuatal”

Este bordo presenta como grupo dominante de zooplancton en la época de secas a los cladóceros con 97% y con 3% se presenta el grupo de los copépodos calanoideos; en la época de lluvias los porcentajes cambian y con mayor abundancia se reconoce al grupo de los copépodos calanoideos con un 58%, le sigue el grupo de los cladóceros con 37% y por último se presenta con porcentaje muy bajo pero no por eso menos importante el grupo de los copépodos ciclopoideos (Figura 28).

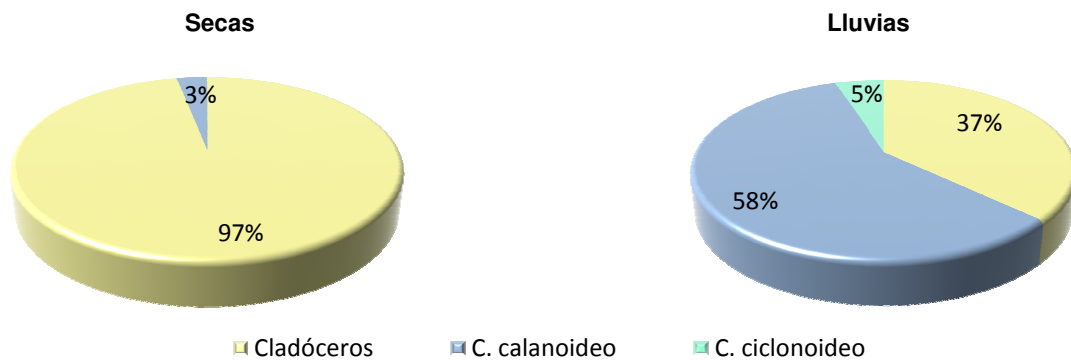


Figura 28. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

La Laguna (Axochiapan) (Sistema temporal)



Figura 29. Bordo La Laguna (Axochiapan), Octubre 2007

Tabla 20. Parámetros morfométricos para la Laguna

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 33 | 26.288 | 788640.41 | 2634.72 | 971 | 432 | 3.1 |

Se trata de un sistema temporal con área no mayor a las 27 ha; en época de lluvias alcanza una profundidad de 3.1 m, por su valor de pH se le considera ligeramente alcalino, la concentración de oxígeno disuelto es buena y presenta una alta producción de clorofila "a" (Figura 29, Tabla 20 y 21).

Tabla 21. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|---------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | Ausente | 29 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 20 |
| Profundidad (m) | - | 3.1 |
| Visibilidad (m) | - | 0.1 |
| pH | - | 8.08 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 360 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 75.45 |
| O ₂ (mg/L) | - | 13.98 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 16 |
| Dureza T (mg/L) | - | 180 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.11 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.0036 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.0006 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 43 |
| Amonio (mg/L) | - | 3.35 |
| Silicatos (mg/L) | - | 4 |

A pesar de que el valor de fósforo es bajo, los otros valores de IET nos indican que se trata de un cuerpo de agua muy productivo (Tabla 22).

Tabla 22. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 93.18 | 73.01 | 0 | Hipereutrófico |

La composición del fitoplancton para este bordo en orden de abundancia de las divisiones fue: Chlorophyta > Cyanophycota > Euglenophycota con 67, 31 y 2 % respectivamente (Figura 30).

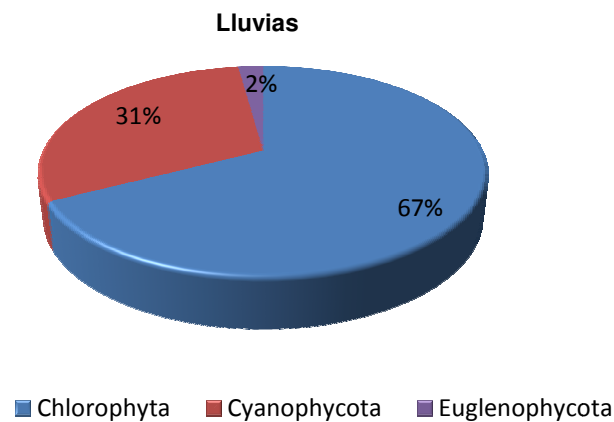


Figura 30. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en Axochiapan

Este bordo presenta los cuatro grupos de zooplancton, siendo el más abundante el grupo de los cladóceros con 48%, le siguen los copépodos calanoideos con 46%, posteriormente los rotíferos (6%) y por último con porcentaje mínimo el grupo de los copépodos ciclopoideos (Figura 31).

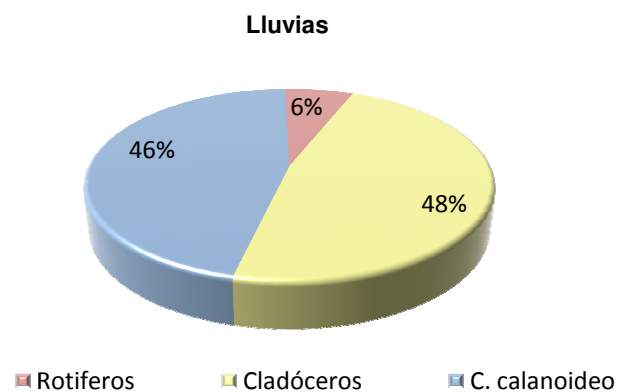


Figura 31. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

***Amatzinac (El potrero)**
(Sistema temporal)



Figura 32. Bordo Amatzinac, Abril 2007

Tabla 23. Parámetros morfométricos para el bordo Amatzinac

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 4 | 4.047 | - | 991.56 | 414 | 119 | - |

Ausente durante ambos muestreos (Figura 32 y Tabla 23).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, su área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000 así como con el apoyo de una ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000

004 MUNICIPIO DE AYALA

Este municipio se encuentra en la parte central del estado y se ubica entre los 18° 46' latitud norte y 98° 59' longitud oeste, a 1220 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Yautepec, Cuautla y Yecapixtla, al sur con Tepalcingo y Tlaquiltenango; al este con Temoac, Jantetelco y Jonacatepec y al oeste con Tlaltizapán y Yautepec. Tiene una extensión territorial de 37219008 m², lo representa el 6.97% con respecto a la superficie del estado.

El clima en este municipio es cálido subhúmedo (Awo(w)(i)gw"), la precipitación y temperatura media anual es de 800 mm y 24° C respectivamente. La vegetación es selva baja caducifolia (INEGI, 2000).

Este municipio cuenta con once sistemas lenticos, ocho son permanentes y tres temporales y cubren un área de 57.3906 ha, lo que representa el 0.15 % del área total del municipio con un volumen de 3478182 m³.

En este estudio, sólo se registraron seis sistemas (Figura 33) cinco permanentes y un temporal, que representan un área de 41.362 ha, es decir el 0.11% del área total del municipio; con volumen total de 2993603.28 m³.

* Los otros cinco sistemas, dentro de los cuales se encuentra Xalostoc fueron estudiados por Ramírez (2008)

De los sistemas estudiados cinco son bordos y la presa Francisco Leyva la cual ocupa un área de 284523.53 ha y volumen de 2589705.52 m³.

Estos sistemas acuáticos se encuentran en la Región Hidrológica del Río Balsas y se ubican desde los 1063 a los 1240 msnm.

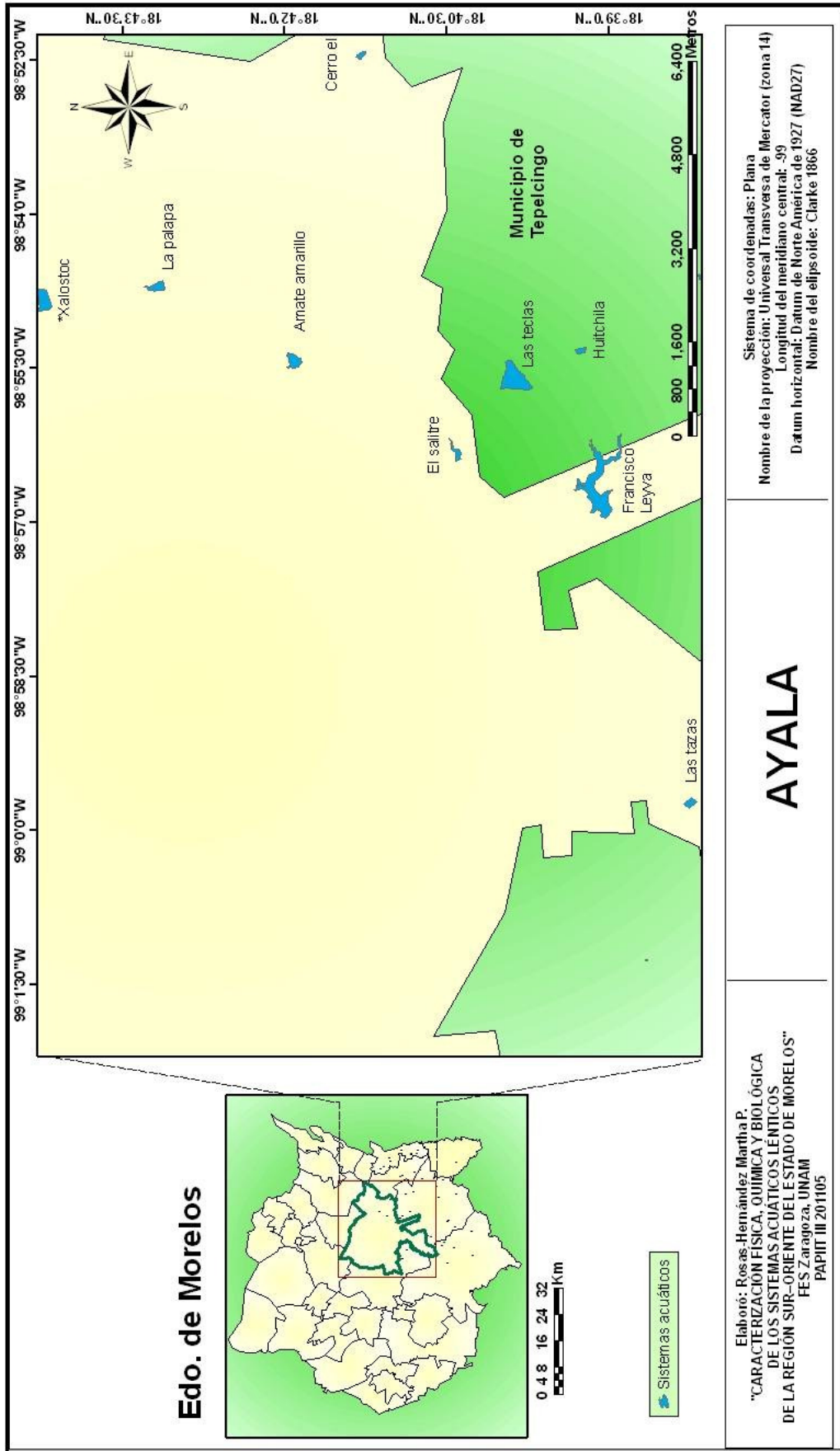


Figura 33. Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Ayala

Amate amarillo (Huitzililla)
(Sistema permanente)



Figura 34. Bordo Amate Amarillo, Octubre 2008

Tabla 24. Parámetros morfométricos para el bordo Amate Amarillo

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z(m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|------|
| 3 | 4.20 | 966.80 | 126549.92 | 303 | 271 | 4 |

Es un sistema somero, con alta cantidad de sólidos en suspensión, ligeramente alcalino, con moderada producción en función de la clorofila “a”; en época de secas tiene poca oxigenación y aguas suaves. Los valores de nutrientes están por debajo de los límites permisibles de calidad (Figura 34, Tabla 24 y 25).

Tabla 25. Parámetros físicos, químicos y clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 30.4 | 32.3 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 27.5 | 30.5 |
| Profundidad (m) | 1.8 | 4 |
| Visibilidad (m) | 0.25 | 0.3 |
| pH | 8.38 | 8.52 |
| Conductividad (µS/cm) | 1713 | 1216 |
| Clorofila “a” (µg/L) | 23.10 | 41.7 |
| O ₂ (mg/L) | 6.24 | 10.81 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 42 | 120 |
| Dureza T (mg/L) | 62 | 600 |
| Nitratos (mg/L) | 0.11 | 0.21 |
| Nitritos (mg/L) | 0.01 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0.01 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.16 | 0.17 |
| Sulfatos (mg/L) | 112 | 57 |
| Amonio (mg/L) | 0.54 | 0.23 |
| Silicatos (mg/L) | 21 | 29 |

Este sistema en ambas épocas presenta buena productividad, por lo cual se le puede considerar apto para la acuicultura (Tabla 26).

Tabla 26. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 79.98 | 61.40 | 77.33 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 77.35 | 67.19 | 78.28 | Hipereutrófico |

El fitoplancton en este sistema está compuesto por cuatro divisiones en las dos épocas; la división Chlorophyta es la que presenta con mayor abundancia en las dos épocas con un 40% en secas y 50% en lluvias (Figura 35). Se presentan en orden de abundancia Cyanophycota, Bacillariophyta y por último la Euglenophytacota.

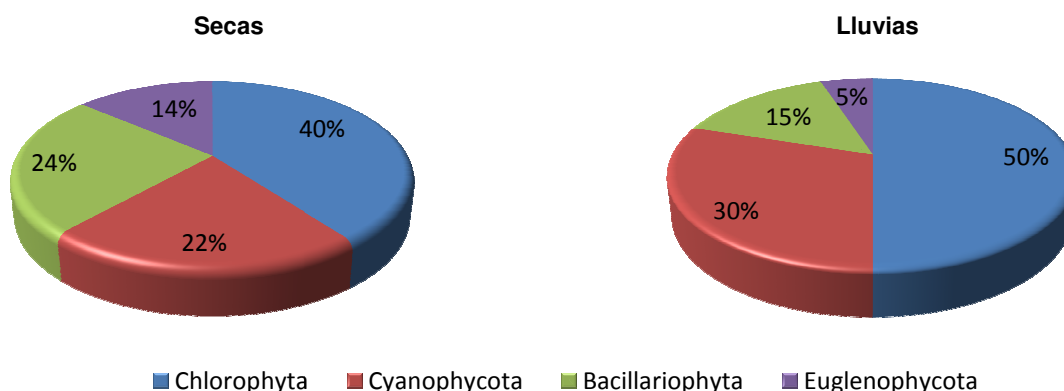


Figura 35. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Amate amarillo"

El zooplancton en este sistema presenta un comportamiento variado en las dos épocas del año, siendo lo más significativo el porcentaje que presentan los grupos de rotíferos y copépodos ciclopoideos, ya que para la época de secas los rotíferos cuentan con un 28% y en época de lluvias solo se presentan con el 1%, mientras que los copépodos ciclopoideos en secas se registraron con 3% y en época de lluvias aumenta hasta el 10% (Figura 36).

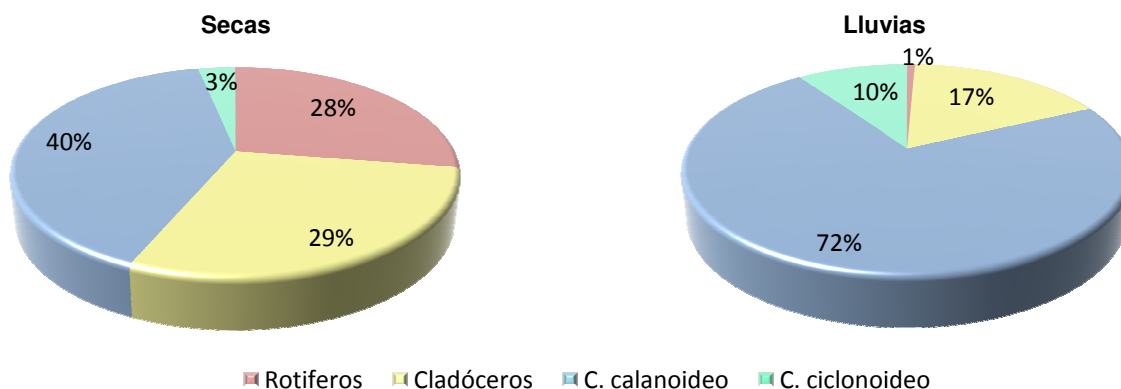


Figura 36. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Cerro el mirador (El Pañuelo)
(Sistema permanente)



Figura 37. Bordo Cerro el Mirador, Mayo 2005

Tabla 27. Parámetros morfométricos para el bordo Cerro el Mirador

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 12 | 1.13 | 453.29 | 13668.27 | 193 | 102 | 2.1 |

Se trata de un bordo pequeño con un área calculada de 1.13 ha y profundidad máxima de 2.1 m en lluvias. El agua del sistema es cálida en secas y templada en lluvias, es muy dura y ligeramente alcalina en época de lluvias. La producción de clorofilas "a" se ve reducida en época de lluvias (Figura 37, Tabla 27 y 28).

Tabla 28. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 30 | 22 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 28.2 | 20.3 |
| Profundidad (m) | 1.9 | 2.1 |
| Visibilidad (m) | 0.27 | 0.45 |
| pH | 6.7 | 8.5 |
| Conductividad (μS/cm) | 1326 | 1346 |
| Clorofila "a" (μg/L) | 17.9 | 6.4 |
| O ₂ (mg/L) | 7 | 8.2 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 47 | 55 |
| Dureza T (mg/L) | 650 | 680 |
| Nitratos (mg/L) | 0.1 | 0.1 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.7 | 0.2 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.8 | 1.1 |
| Sulfatos (mg/L) | 12 | 45 |
| Amonio (mg/L) | 0.4 | 0.4 |
| Silicatos (mg/L) | 1 | 68 |

Con base en los valores obtenidos de IET (Índice del Estado Trófico) el sistema en estudio se clasifica como un cuerpo de agua hipereutrófico durante todo el año (Tabla 29).

Tabla 29. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 78.60 | 58.90 | 100.92 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 71.51 | 48.75 | 104.49 | Hipereutrófico |

En la época de secas el fitoplancton estuvo conformado por cuatro divisiones siendo la más abundante la división Cyanophycota con 43%, la Chlorophyta con 33%, Bacillariophyta con 16% y por último Euglenophycota con 8%; para la época de lluvias desaparecen las divisiones Cyanophycota y Euglenophycota y se presenta con mayor abundancia la Chlorophyta con 79% (Figura 38).

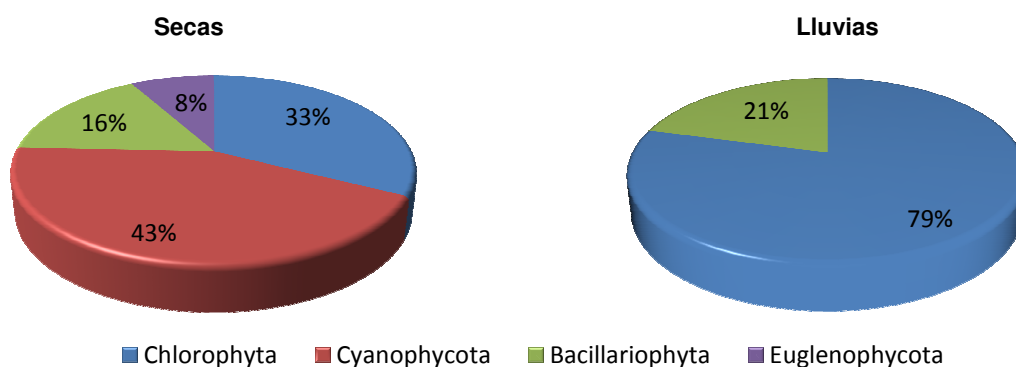


Figura 38. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "El Mirador"

Con respecto al zooplancton se registraron tres grupos durante la época de secas y cuatro en época de lluvias. En el muestreo de secas la mayor abundancia en orden decreciente se manifestó de la siguiente manera: copépodos calanoideos>cladóceros>rotíferos con un 50, 33 y 17 %respectivamente. En lluvias se registró con el mismo porcentaje el grupo de los cladóceros y copépodos calanoideos (29%), le siguen los rotíferos con un 28 % y por último los copépodos ciclopoideos (Figura 39).

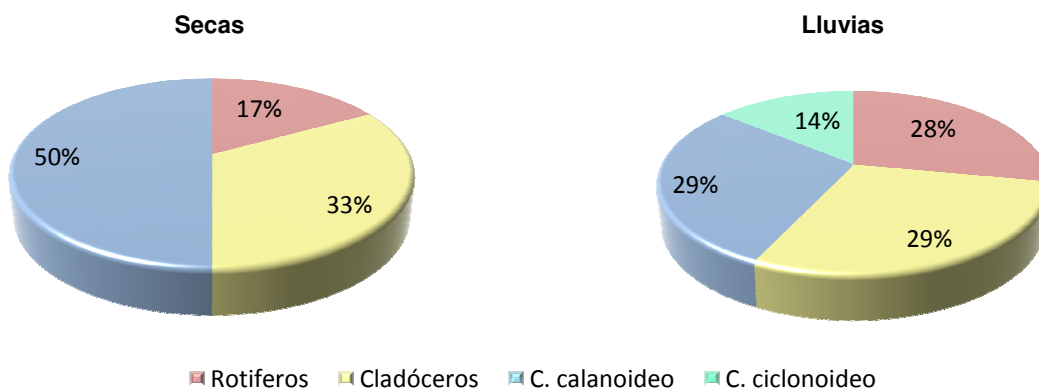


Figura 39. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El salitre

(Sistema permanente)



Figura 40. Bordo El Salitre, Mayo 2007

Tabla 30. Parámetros morfométricos para el bordo El Salitre

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 23 | 2.30 | 999.44 | 78714.22 | 362 | 97 | 6 |

El volumen calculado en este sistema es de 78714.22 m³ y en época de lluvias se registró una profundidad de 6 m. En cuanto a los valores de dureza, el agua se considera como muy dura y los valores de nutrimentos están por debajo de los límites permisibles de calidad del agua de acuerdo a las NOM-127 y 001 (Figura 40, Tabla 30 y 31).

Tabla 31. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 25.5 | 28.2 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26.2 | 26.7 |
| Profundidad (m) | 2.2 | 6 |
| Visibilidad (m) | 0.34 | 0.43 |
| pH | 8.15 | 6.33 |
| Conductividad (μS/cm) | 1520 | 1390 |
| Clorofila "a" (μg/L) | 11.6 | 14.3 |
| O ₂ (mg/L) | 5.82 | 5.46 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 32.5 | 0.12 |
| Dureza T (mg/L) | 654 | 600 |
| Nitratos (mg/L) | 0.173 | 0.116 |
| Nitritos (mg/L) | 0.002 | 0.003 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.074 | 0.10 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.375 | 0.14 |
| Sulfatos (mg/L) | 123 | 50 |
| Amonio (mg/L) | 0.3 | 0.21 |
| Silicatos (mg/L) | 7 | 0.65 |

Es un bordo que presenta buena productividad en todo el año, por lo cual es considerado como eutrófico con tendencias a la hipereutrofía (Tabla 32).

Tabla 32. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 75.34 | 52.85 | 66.29 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 72.33 | 56.72 | 75.47 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división Chlorophyta en época de secas se registró con 73% y en lluvias disminuyó hasta el 29%, la división Cyanophycota en secas se observó con un 19% y en lluvias aumenta hasta el 41%; la división Bacillariophyta representó el 8% en secas y de 12% en lluvias. Por último, se cuantificó la división Euglenophycota con 18% en lluvias (Figura 41).

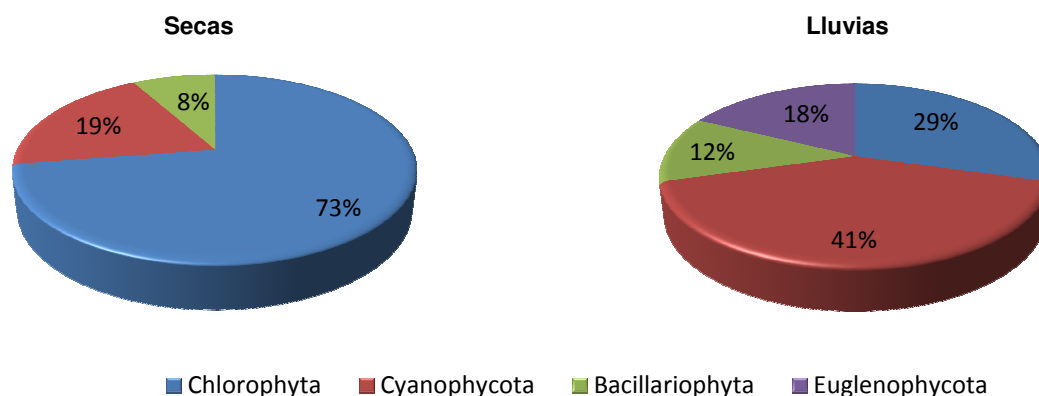


Figura 41. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "El Salitre"

Los cuatro grupos de zooplancton se cuantificaron en este sistema aunque su abundancia cambia durante las dos épocas, ya que en época de secas dominan los copépodos calanoideos con un 47% y en la época de lluvias los rotíferos con un 39% (Figura 42).

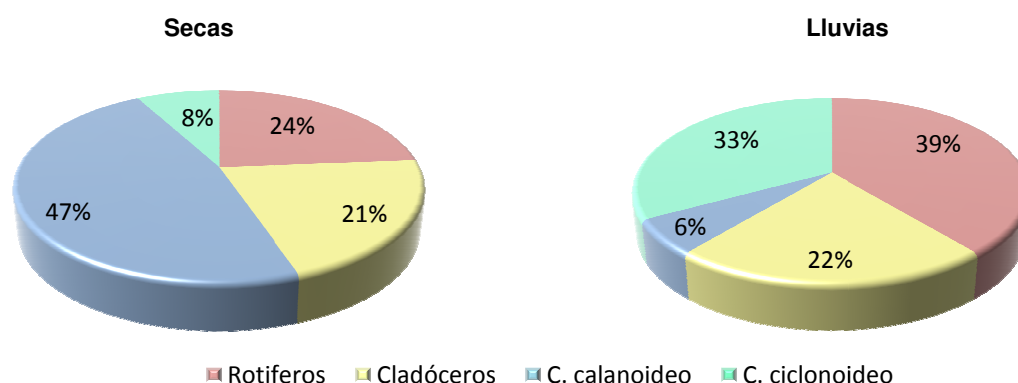


Figura 42. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Francisco Leyva (Palo blanco)
(Sistema permanente)



Figura 43. Presa Francisco Leyva, Mayo 2007

Tabla 33. Parámetros morfométricos para la presa Francisco Leyva

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z(m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|------|
| 26 | 28.41 | 6080.88 | 2589705.52 | 819 | 800 | 8.8 |

Es de los sistemas más grandes que se registraron en la zona de estudio. Cubre un área de 28.41 ha y contiene un volumen calculado de 25899705.52 m³. Es un sistema con aguas cálidas, buena oxigenación en época de lluvias y los valores de los nutrientes están por debajo de los valores permisibles de calidad del agua (Figura 43, Tabla 33 y 34).

Tabla 34. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 34.8 | 33.4 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 29.5 | 31.5 |
| Profundidad (m) | 5.2 | 8.8 |
| Visibilidad (m) | 0.7 | 1 |
| pH | 6.3 | 8.5 |
| Conductividad (µS/cm) | 1082 | 1194 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 9.48 | 9.35 |
| O ₂ (mg/L) | 6.9 | 17.7 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 39 | 14 |
| Dureza T (mg/L) | 540 | 425 |
| Nitratos (mg/L) | 0.6 | 0.2 |
| Nitritos (mg/L) | 0.01 | 0.002 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.07 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.15 | 0.18 |
| Sulfatos (mg/L) | 46 | 13 |
| Amonio (mg/L) | 0.44 | 1.09 |
| Silicatos (mg/L) | 0.9 | 8 |

Este sistema se clasifica como eutrófico-hipereutrófico durante las dos épocas de muestreo, por lo cual es adecuado para el cultivo de peces que de cierta manera ya se realiza en él (tabla 35).

Tabla 35. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 65.14 | 52.67 | 76.59 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 60 | 13.90 | 136 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en este sistema se comportó de forma distinta en las dos épocas; en secas dominó la división Cyanophycota con 58%, mientras que en la época de Lluvias su abundancia disminuye hasta el 15%. Por el contrario, durante la época de Lluvias dominó la división Bacillariophyta con 70% y no se registró la Euglenophycota que en secas se cuantificó con el 7% (Figura 44).

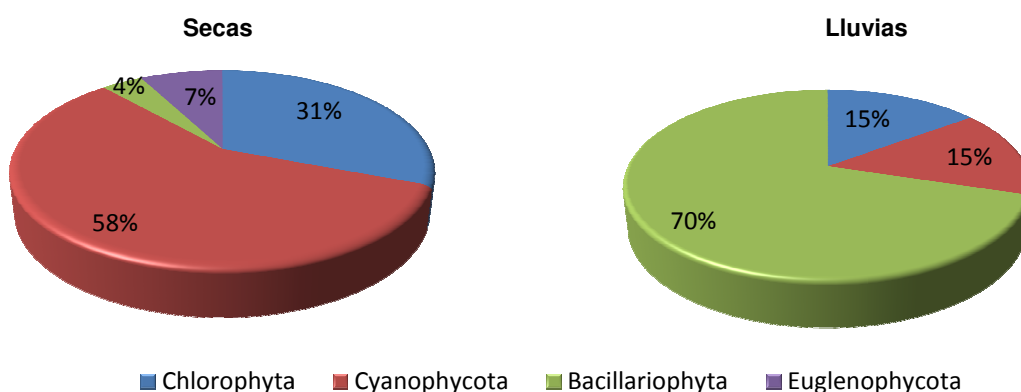


Figura 44. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Francisco Leyva”

El grupo de los rotíferos se mantiene en las dos épocas con un 2%; mientras que el grupo de los cladóceros en secas se presentan con un 15% y en lluvias aumenta hasta el 50%, además que en la época de lluvias se presentan los copépodos ciclopoideos con un 6% (Figura 45).

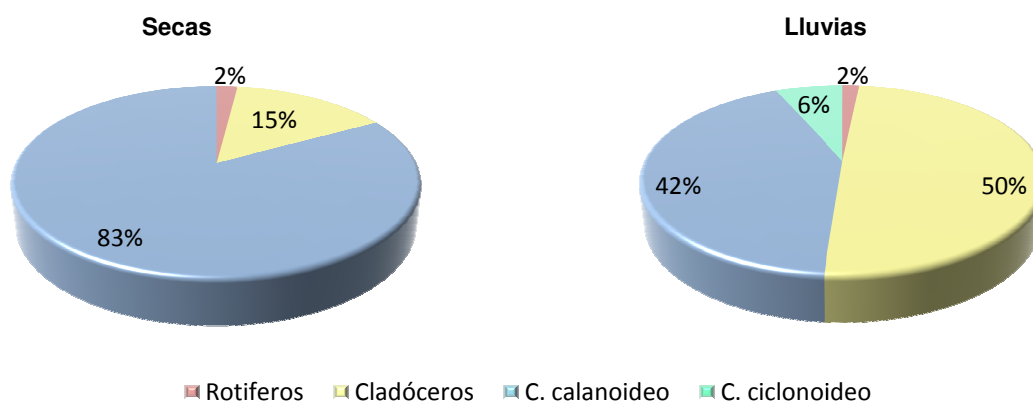


Figura 45. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

La palapa (Sistema permanente)



Figura 46. Bordo La Palapa, Agosto 2007

Tabla 36. Parámetros morfométricos para el bordo La palapa

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 34 | 3.257 | 123060.76 | 904.23 | 317 | 154 | 3.5 |

Es un sistema poco profundo, en época de lluvias tiene una alta producción de biomasa fitoplanctónica (clorofila “a”) y una buena oxigenación. Respecto a la dureza, el agua en ambas épocas se considera como muy dura y el pH es alcalino en época de lluvias y ligeramente ácido en época de secas (Figura 46, Tabla 36 y 37).

Tabla 37. Parámetros físicos, químicos y clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 21.6 | 25.9 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 23.4 | 28.5 |
| Profundidad (m) | 1.5 | 3.5 |
| Visibilidad (m) | 0.29 | 0.25 |
| pH | 6.1 | 8.7 |
| Conductividad (µS/cm) | 1317 | 1433 |
| Clorofila “a” (µg/L) | 65 | 232 |
| O ₂ (mg/L) | 5.22 | 12.6 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 35 | 30 |
| Dureza T (mg/L) | 640 | 920 |
| Nitratos (mg/L) | 0.25 | 0.26 |
| Nitritos (mg/L) | 0.01 | 0.01 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.34 | 0.19 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.39 | 0.31 |
| Sulfatos (mg/L) | 46 | 40 |
| Amonio (mg/L) | 0.21 | 0.18 |
| Silicatos (mg/L) | 2 | 35 |

La productividad que presenta el sistema es muy alta durante los muestreos, por lo cual se clasificó como hipereutrófico en ambas épocas (Tabla 38).

Tabla 38. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 77.84 | 71.55 | 90.33 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 79.98 | 84.04 | 86.64 | Hipereutrófico |

En las dos épocas del año la división dominante fue la Chlorophyta con un 46% en secas y un 66% en lluvias, le sigue la Cyanophycota con 31% y 30 % respectivamente. En la época de secas se presenta además el género Euglenophycota con 15% superando a la Bacillariophyta que sólo presenta el ocho por ciento, la cual en lluvias se reduce hasta el cuatro por ciento (Figura 47).

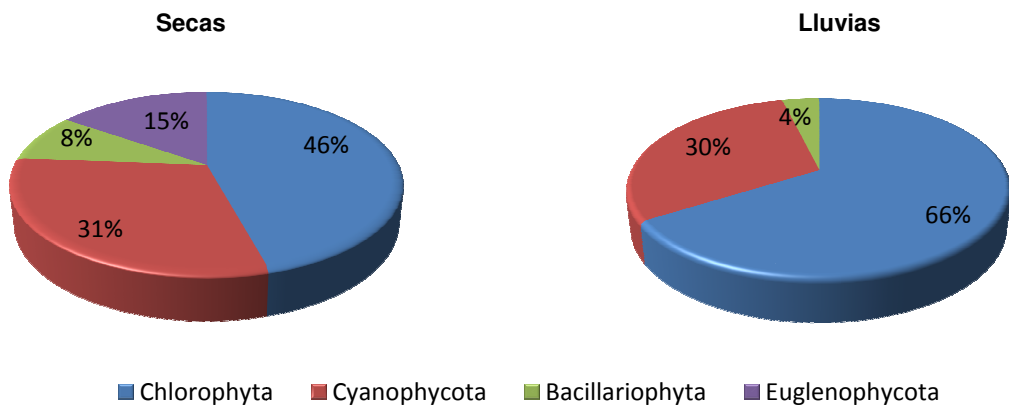


Figura 47. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "La palapa"

El grupo de los copépodos calanoideos en la época de secas fue el más abundante con 62%, mientras que en la época de lluvias ocupó el segundo lugar empatado con el grupo de rotíferos y cladóceros con el 20%. En ésta época los copépodos ciclopoideos son los que presentan una mayor abundancia (Figura 48).

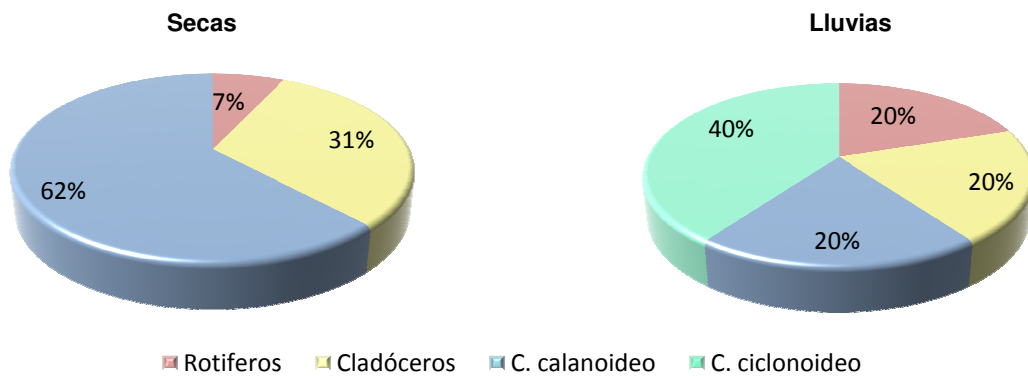


Figura 48. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Las tazas (Sistema temporal)

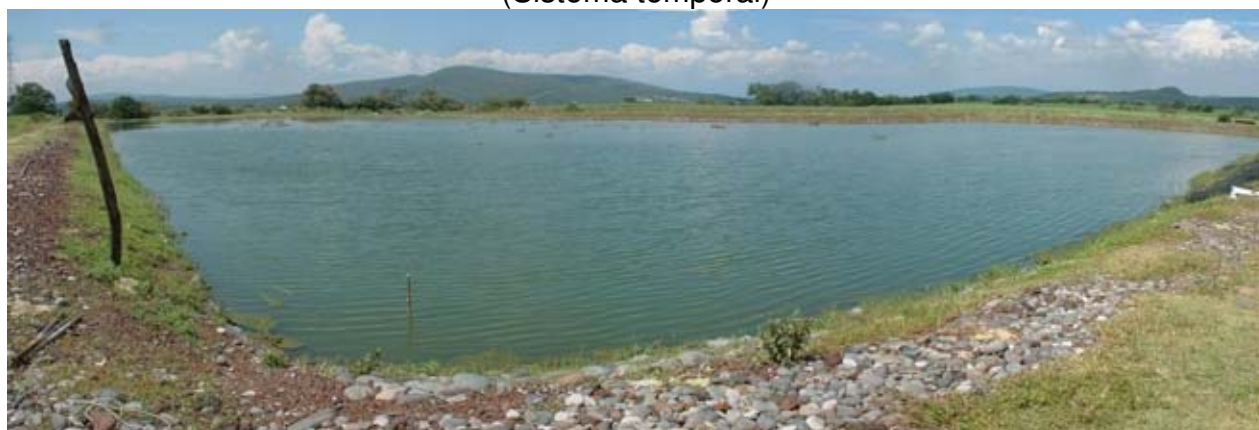


Figura 49. Bordo Las tazas, Octubre 2007

Tabla 39. Parámetros morfométricos para el bordo Las Tazas

| ID | Área (ha) | Perímetro | Volumen (m ³) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|-----------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| 36 | 2.063 | 61904.59 | 588.77 | 181 | 122 | 2.3 |

Es un bordo pequeño, con un volumen de 61904.59 m³ y una profundidad máxima de 2.3 m. Por los valores de dureza sus aguas se consideran como muy duras, con un buen valor de oxígeno disuelto y moderadamente alcalinas (Figura 49, Tabla 39 y 40).

Tabla 40. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|---------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | Ausente | 32 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 28.5 |
| Profundidad (m) | - | 2.3 |
| Visibilidad (m) | - | 0.3 |
| pH | - | 9.2 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 471 |
| Clorofila A (µg/L) | - | 58.1 |
| O ₂ (mg/L) | - | 18.1 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 42 |
| Dureza T (mg/L) | - | 310 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.042 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0.101 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.905 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 35 |
| Amonio (mg/L) | - | 1.06 |
| Silicatos (mg/L) | - | 4 |

A este cuerpo de agua se le considera hipereutrófico por los valores registrados de IET, lo cual lo hace un sistema altamente productivo para el cultivo de especies de acuario (Tabla 41).

Tabla 41. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 77.35 | 70.45 | 70.68 | Hipereutrófico |

La división que presentó una mayor abundancia en este bordo fue la Chlorophyta con 58%, le siguió la Cyanophycota con 25%, luego la Euglenophycota con 9% y por último la Bacillariophyta con 8% (Figura 50).

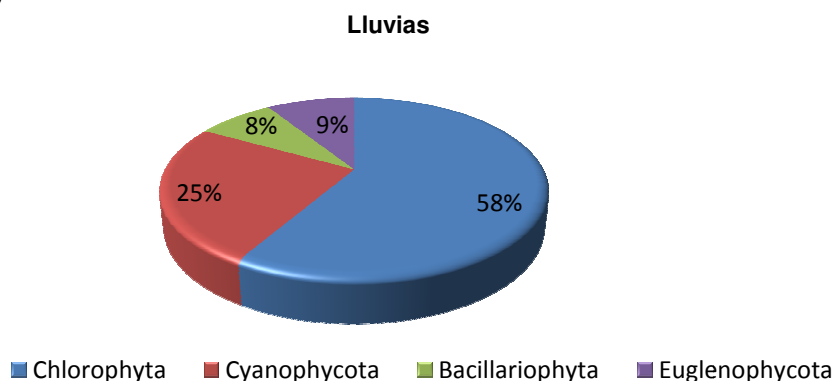


Figura 50. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Las tazas"

El zooplancton estuvo representado por tres grupos, siendo el más abundante el de los cladóceros con 71%, el de los rotíferos con 19% y por último los copépodos calanoideos (Figura 51).

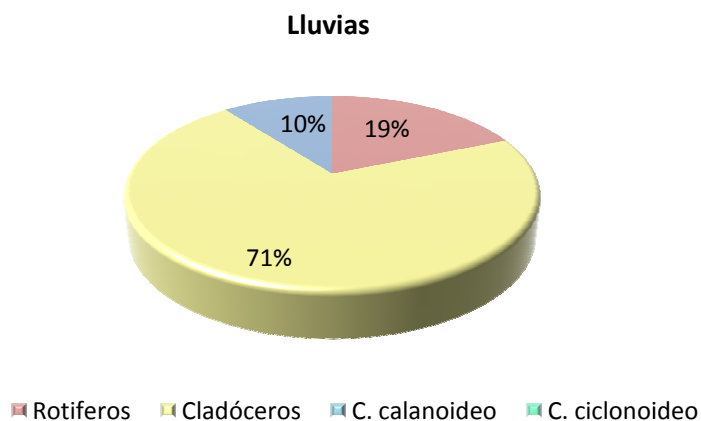


Figura 51. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

010 MUNICIPIO DE JANTETELCO

El municipio se ubica entre los paralelos 18' 42' 30" latitud norte y 98 '46' 12" longitud oeste, a 1,160 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con el municipio de Temoac, al sur con el municipio Axochiapan, al este con el Estado de Puebla y al oeste y sureste con Jonacatepec.

Tiene una superficie de 87.845480 m², cifra que representa el 1.63% del total del estado.

El clima es (Awo(w)(i)gw") semiseco y semicálido, con invierno poco definido, con sequía al final del otoño, durante el invierno y principios de primavera; la precipitación pluvial promedio es de 988 milímetros al año.

La flora de este municipio está constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima cálido, Jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*), casahuate (*Ipomoea murucoides*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) y bugambilia (*Bougainvillea spectabilis*) (INEGI, 2000).

Este municipio es atravesado por algunos ríos como el Amatzinac, Tenango, Los Santos y Tepalcingo. Existen 14 sistemas lénticos en el municipio; dos presas y doce bordos, de los cuales seis son permanentes y seis temporales. Estos sistemas ocupan un área de 98.9618 ha, lo que representa el 1.13% del área total del municipio y en conjunto representa un volumen de 8056962,5 m³.

Para este estudio sólo se evaluaron 13 sistemas; siete permanentes y seis temporales, los cuales abarcan un área de 102.43 ha; dichos sistemas se encuentran en la Región Hidrológica del Río Balsas (Figura 52).

El otro sistema es el bordo "Poza Honda", el cual fue estudiado por Ramírez (2008).

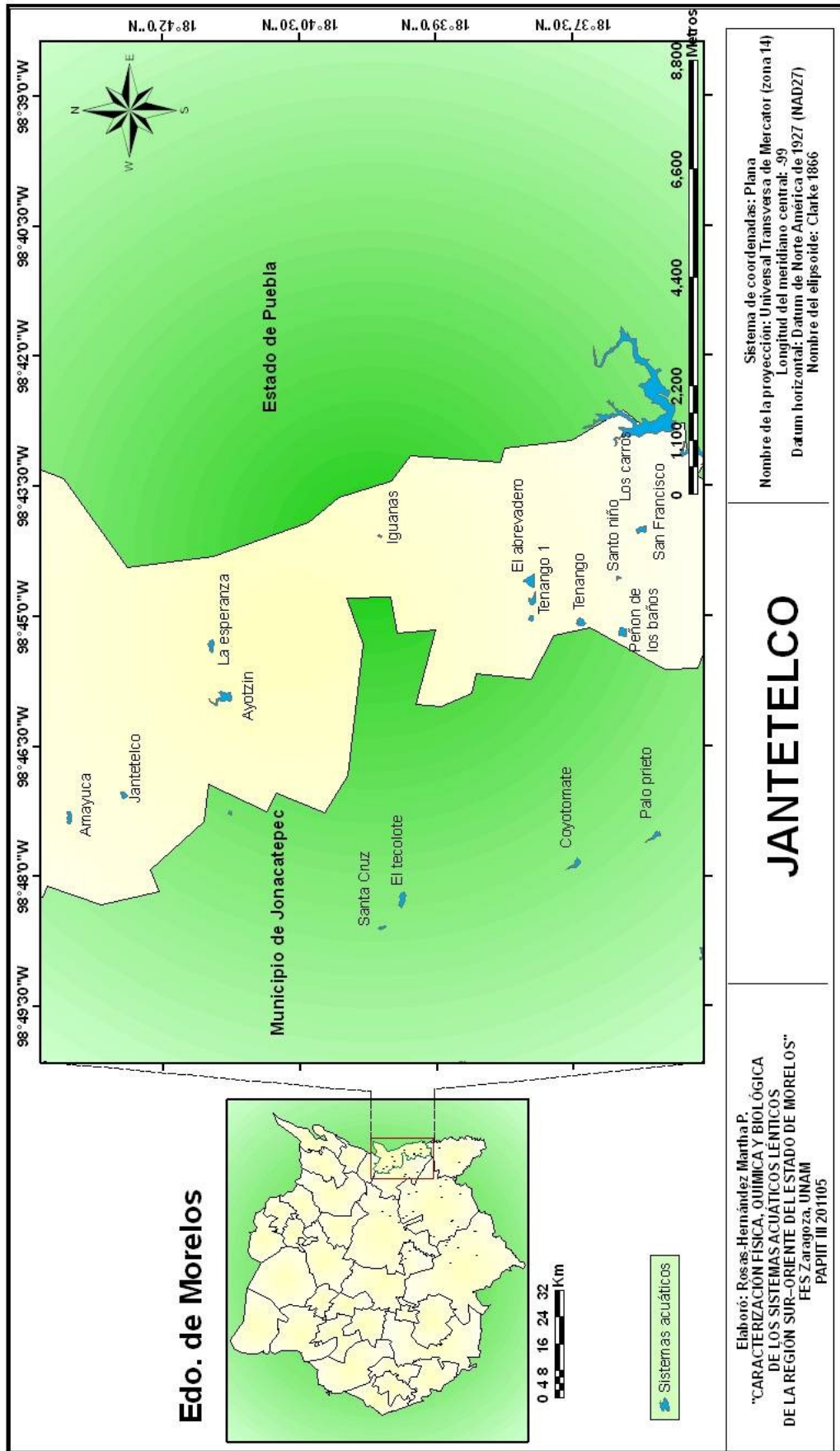


Figura 52. Ubicación de los sistemas de estudio en el municipio de Jantetelco

Ayotzin (Bordo Chalcatzingo) (Sistema permanente)



Figura 53. Bordo Ayotzin, Noviembre 2006

Tabla 42. Parámetros morfométricos para el bordo Ayotzin

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 7 | 4.962 | 298544.14 | 1592.57 | 318 | 205 | 4.2 |

Es un sistema que alcanza una profundidad máxima de 4.2 m y un área de 4.962 ha. Por sus valores de dureza se trata de un sistema de aguas muy duras en época de secas a aguas suaves en época de lluvias. En ambas épocas presenta un pH ligeramente alcalino y su valor de oxígeno disuelto es adecuado (Figura 53, Tabla 42 y 43).

Tabla 43. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 30 | 26.4 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 25.5 | 24.8 |
| Profundidad (m) | 4.2 | 2.5 |
| Visibilidad (m) | 0.05 | 0.05 |
| pH | 7.75 | 8.03 |
| Conductividad (µS/cm) | 701 | 158 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 16 | 19 |
| O ₂ (mg/L) | 3.8 | 6.1 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 9 | 10 |
| Dureza T (mg/L) | 1136 | 65 |
| Nitratos (mg/L) | 0.06 | 0.06 |
| Nitritos (mg/L) | 0.01 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.33 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.71 | 0.1 |
| Sulfatos (mg/L) | 109 | 3.8 |
| Amonio (mg/L) | 0.01 | 0.27 |
| Silicatos (mg/L) | 41 | 24 |

Es un bordo con muy buena productividad en ambas épocas, por lo cual es apto para el cultivo de peces (Tabla 44).

Tabla 44. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 103.17 | 57.82 | 98.78 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 103.17 | 59.75 | 70.13 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En las dos épocas la división Chlorophyta fue la que presentó un mayor número de organismos (>de 60%), las otras tres divisiones que se registraron cambiaron su concentración, la división Cyanophycota representó el ocho por ciento en secas y aumentó en la época de lluvias hasta el 17% y las divisiones Bacillariophyta y Euglenophycota disminuyeron de 20% en secas a 8% en lluvias (Figura 54).

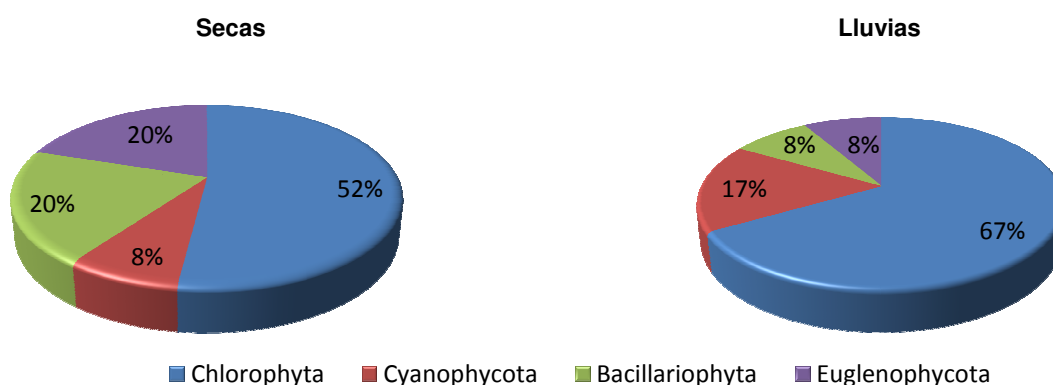


Figura 54. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Ayotzin"

Con respecto a los grupos de zooplancton en época de secas se obtuvo en orden de abundancia a los cladóceros>copépodos calanoideos>copépodos ciclopoideos con 58, 25 y 17% respectivamente y para la época de lluvias presentan el mismo orden de abundancia aunque los valores cambian y además se registró el grupo de rotíferos con el 4% (Figura 55).

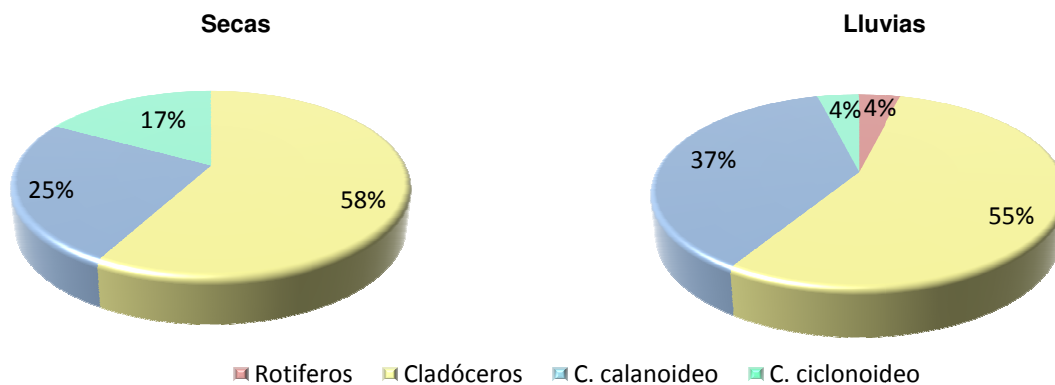


Figura 55. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en los dos periodos de muestreo

El abrevadero (Sistema permanente)



Figura 56. Presa El abrevadero, Abril 2007

Tabla 45. Parámetros morfométricos para la presa El Abrevadero

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 16 | 3.275 | 101567.06 | 809.36 | 273 | 230 | 8.3 |

Es un sistema profundo con 8.3 m, con buena oxigenación en ambas épocas, el agua en cuanto a la dureza su considera moderadamente suave, el pH en promedio es alcalino y la producción de clorofila “a” aumenta al doble en la época de lluvias (Figura 56, Tabla 45 y 46).

Tabla 46. Parámetros físicos, químicos y clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 32 | 29.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 28.4 | 27.4 |
| Profundidad (m) | 8.3 | 8 |
| Visibilidad (m) | 0.4 | 0.2 |
| pH | 8.5 | 10.8 |
| Conductividad (μS/cm) | 1260 | 1166 |
| Clorofila “a” (μg/L) | 12.1 | 26.2 |
| O ₂ (mg/L) | 11.8 | 13.6 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 47 | 15 |
| Dureza T (mg/L) | 145 | 124 |
| Nitratos (mg/L) | 0.009 | 0.086 |
| Nitritos (mg/L) | 0.001 | 0.002 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.26 | 0.56 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.98 | 0.72 |
| Sulfatos (mg/L) | 37.1 | 57.1 |
| Amonio (mg/L) | 0.22 | 0.40 |
| Silicatos (mg/L) | 5.9 | 42.6 |

Esta presa cuenta con una productividad en las dos épocas del año, por lo tanto es considerado como hipereutrófico (Tabla 47).

Tabla 47. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 73.94 | 52.70 | 84.22 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 85.12 | 62.63! | 99.01 | Hipereutrófico |

En la época de secas en el fitoplancton se observaron cuatro divisiones, siendo la más abundante la Cyanophycota con 74% y la que se presenta en menor abundancia fue la Euglenophycota con el 2%; para la época de lluvias desaparecen dos divisiones y nuevamente la Cyanophycota es la que domina con el 88% y el resto lo conforma la Chlorophyta (Figura 57).

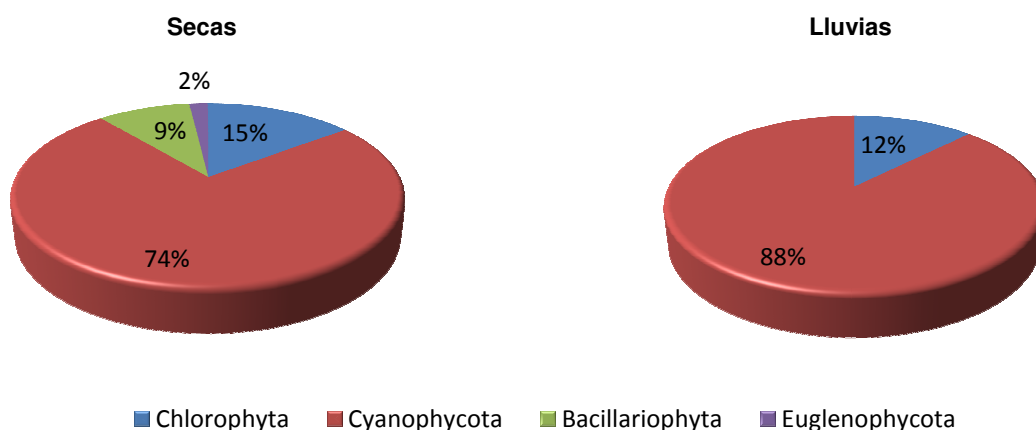


Figura 57. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “El abrevadero”

El zooplancton en este sistema se comporta muy diferente en las dos épocas, en secas el grupo dominante es el de los cladóceros con el 67% y en lluvias desaparece; el grupo de los rotíferos de 15% en secas presenta un incremento y alcanza el 95% en lluvias, el grupo de copépodos calanoideos de 15% en secas tiene un decremento y alcanza sólo el 5% y por último, el grupo de c. ciclopoideos sólo registró en la época de secas (Figura 58).

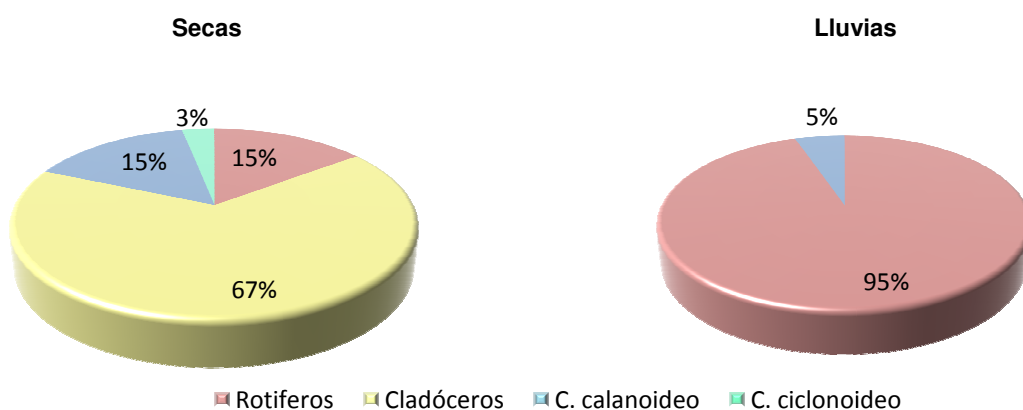


Figura 58. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Iguanas (Sistema permanente)



Figura 59. Bordo Iguanas, Mayo 2006

Tabla 48. Parámetros morfométricos para el bordo Iguanas

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 29 | 0.242 | 249134.28 | 208.74 | 87 | 37 | 2 |

Es un sistema pequeño que no rebasa la cuarta parte de una hectárea y cuya profundidad oscila en los dos metros. La disponibilidad de oxígeno disuelto es baja en ambas épocas, el pH es ligeramente alcalino y en cuanto a la dureza es de aguas suaves. Los valores de nutrientes registrados para el sistema se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad (Figura 59, Tabla 48 y 49).

Tabla 49. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 27.5 | 31 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 24.4 | 27 |
| Profundidad (m) | 1.6 | 2 |
| Visibilidad (m) | 0.08 | 0.06 |
| pH | 8.3 | 7.3 |
| Conductividad (μS/cm) | 534 | 134 |
| Clorofila "a" (μg/L) | 34.7 | 11.9 |
| O ₂ (mg/L) | 3.86 | 6.3 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 11 | 25 |
| Dureza T (mg/L) | 86 | 85. |
| Nitratos (mg/L) | 0.05 | 0.04 |
| Nitritos (mg/L) | 0.003 | 0.03 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.28 | 0.31 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.5 | 0.32 |
| Sulfatos (mg/L) | 79 | 49 |
| Amonio (mg/L) | 0.27 | 0.51 |
| Silicatos (mg/L) | 43 | 12 |

Los valores de IET registrados para las dos épocas lo colocan como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia en época de lluvias y como hipereutrófico en secas (Tabla 50).

Tabla 50. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 97.33 | 65.39 | 93.71 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 100.54 | 54.88 | 87.43 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en las dos épocas estuvo representado por cuatro divisiones en diferente orden de abundancia; para secas se presentan de la siguiente manera: Euglenophycota=Chlorophyta>Bacillariophyta>Cyanophycota con 35, 18 y 12% respectivamente y para la época de lluvias los valores cambian y se registran de la siguiente manera: Cyanophycota>Chlorophyta>Euglenophycota>Bacillariophyta con el 72, 18, 8 y 2% respectivamente (Figura 60).

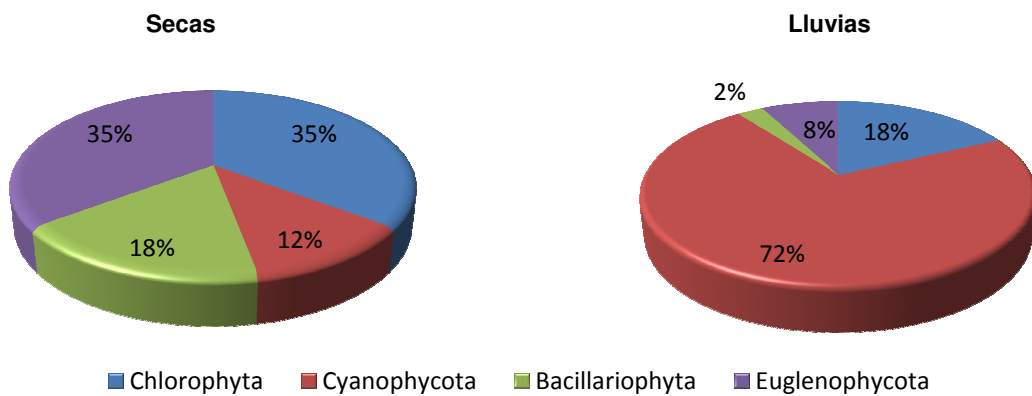


Figura 60. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Iguanas"

En la época de secas el zooplancton se encuentra representado por cuatro grupos siendo el más abundante el de los cladóceros con 56%, y en la época de lluvias sólo se encuentran tres grupos en donde el grupo más abundante es el de los copépodos calanoideos con 80% (Figura 61).

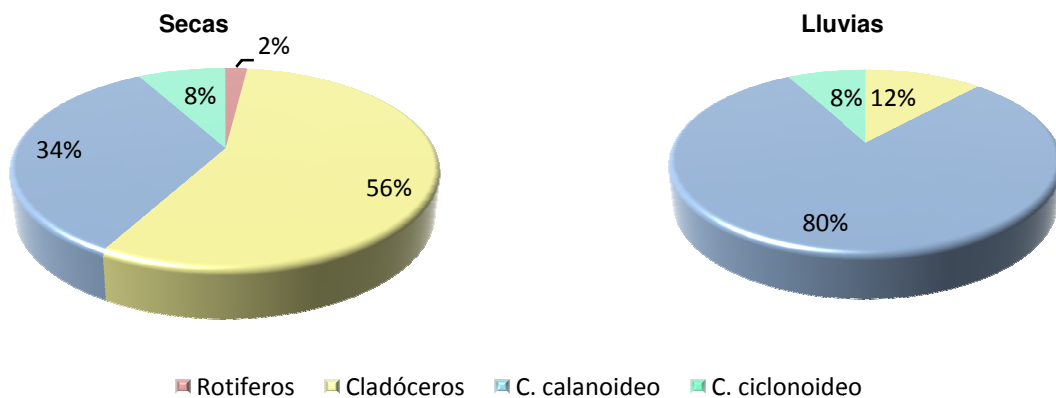


Figura 61. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Jantetelco (Los arcos)
(Sistema permanente)



Figura 62. Bordo Jantetelco, Noviembre 2006

Tabla 51. Parámetros morfométricos para el bordo Jantetelco

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 30 | 1.201 | 33198.28 | 423.58 | 154 | 116 | 2 |

Es un sistema somero de dos metros de profundidad, con un pH moderadamente alcalino y la dureza va de moderadamente dura en época de lluvias a dura en época de secas. La producción de clorofilas es buena en ambas épocas y sus valores de nutrimentos están por debajo de los valores permisibles de calidad del agua de acuerdo a la NOM-001 (Figura 62, Tabla 51 y 52).

Tabla 52. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 23 | 25.2 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 23.9 | 23.4 |
| Profundidad (m) | 1.5 | 2 |
| Visibilidad (m) | 0.1 | 0.31 |
| pH | 9 | 9 |
| Conductividad (µS/cm) | 782 | 454 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 75.8 | 70.8 |
| O ₂ (mg/L) | 0.7 | 11.7 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 37 | 50 |
| Dureza T (mg/L) | 263 | 140 |
| Nitratos (mg/L) | 0.3 | 0.1 |
| Nitritos (mg/L) | 0.007 | 0.006 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 1.9 | 0.3 |
| Fósforo total (mg/L) | 2.5 | 1.4 |
| Sulfatos (mg/L) | 126 | 62 |
| Amonio (mg/L) | 0.2 | 0.7 |
| Silicatos (mg/L) | 95 | 57 |

Este bordo es altamente productivo, por lo que se puede considerar apto para el cultivo de peces (Tabla 53).

Tabla 53. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 93.18 | 73.06 | 116.98 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 76.88 | 72.39 | 108.34 | Hipereutrófico |

El fitoplancton en la época de secas estuvo representado por cuatro divisiones que en orden de abundancia se presentan de la siguiente manera: Chlorophyta con 40% > Euglenophycota con 34% > Bacillariophyta=Cyanophycota con 13% y en época de lluvias sólo se presentaron dos divisiones y la más abundante fue Chlorophyta con 64% (Figura 63).

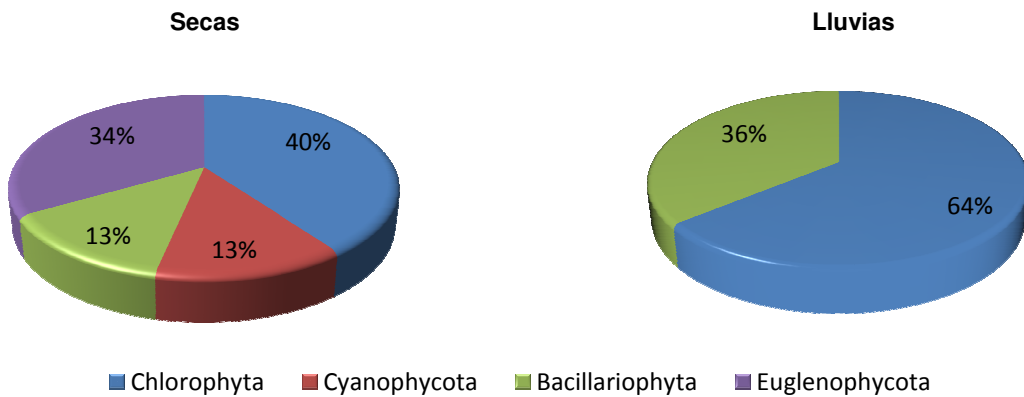


Figura 63. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Jantelco"

El zooplancton en este sistema se conforma básicamente de dos grupos: los cladoceros que dominan en época de secas con el 80% y los rotíferos que se presentan en un 20% en secas y 100% en lluvias (Figura 64).

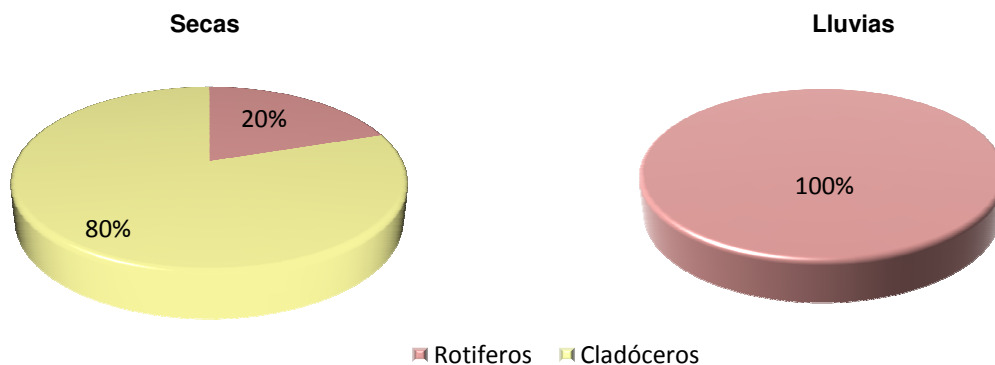


Figura 64. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

La esperanza (Sistema temporal)



Figura 65. Bordo La Esperanza, Noviembre 2006

Tabla 54. Parámetros morfométricos para el bordo La Esperanza

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 32 | 1.998 | 32692.78 | 644.45 | 269 | 129 | 1.4 |

Es un sistema que no rebasa las dos hectáreas de superficie con un volumen de 32 692.78 m³, el valor de pH es ligeramente alcalino y en cuanto a la dureza se le considera agua moderadamente suave, además tiene buena oxigenación (Figura 65, Tabla 54 y 55).

Tabla 55. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 19 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 18 |
| Profundidad (m) | - | 1.4 |
| Visibilidad (m) | - | 0.32 |
| pH | - | 8.82 |
| Conductividad (μS/cm) | - | 359 |
| Clorofila "a" (μg/L) | - | 3.45 |
| O ₂ (mg/L) | - | 7.08 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 20 |
| Dureza T (mg/L) | - | 110 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.162 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.0001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.19 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 17 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.23 |
| Silicatos (mg/L) | - | 29 |

A pesar de que solo se encuentra en una época del año, este bordo presenta buena concentración de fósforo y clorofila "a", por lo cual se clasifica como hipereutrófico (Tabla 56).

Tabla 56. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 76.20 | 42.75 | 80.08 | Hipereutrófico |

La división Chlorophyta es la más abundante en el sistema ya que representa el 74% del total del fitoplancton y donde el género *Kirchneriella* registró 2995 cel/mL, le siguen la división Cyanophycota y Bacillariophyta con el 13 % (Figura 66).

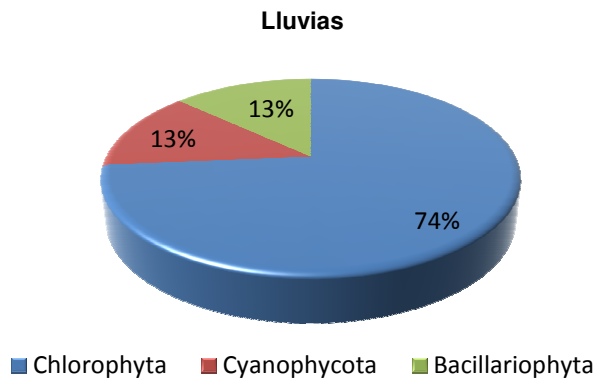


Figura 66. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "La esperanza"

En este bordo se encuentran los cuatro grupos de zooplancton siendo el más abundante el de los copépodos ciclopoideos con el 46%, le siguen los c. calanoideos con 32% (Figura 67).

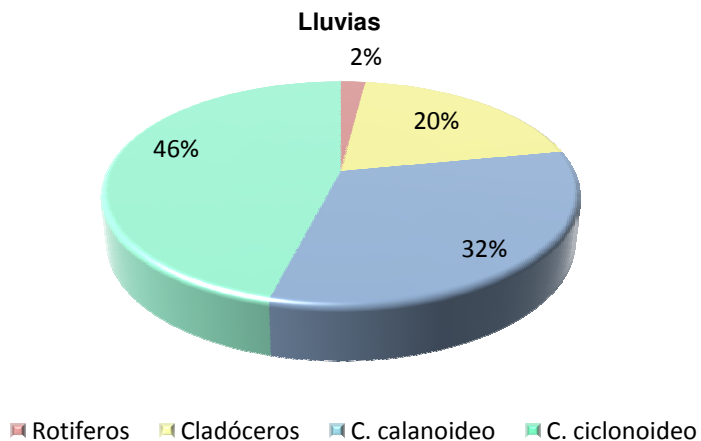


Figura 67. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

Los carros (Sistema permanente)



Figura 68. Presa Los carros, Marzo 2007

Tabla 57. Parámetros morfométricos para la presa Los carros

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 39 | 80.081 | 7667031.59 | 15387.69 | 1615 | 496 | 8.3 |

Es el segundo sistema más grande dentro de la zona de estudio, abarca un área de un poco más de 80 ha, tiene una profundidad de 8.3 m. Registra valores de bajos de producción de clorofila “a” aunque presenta buena oxigenación. Por el pH se le considera alcalino y la dureza del agua oscila de suave en época de lluvias a moderadamente suave en época de secas (Figura 68, Tabla 57 y 58).

Tabla 58. Parámetros físicos, químicos y clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|---------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. °C | 33.6 | 32.9 |
| Temp. H ₂ O °C | 27.1 | 28.5 |
| Profundidad (m) | 8 | 8.3 |
| Visibilidad (m) | 1 | 0.4 |
| pH | 9.13 | 8.05 |
| Conductividad (μS/cm) | 307 | 372 |
| Clorofila “a” (μg/L) | 7.08 | 2.59 |
| O ₂ (mg/L) | 7.46 | 6.71 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 20 | 6 |
| Dureza T (mg/L) | 139 | 44 |
| Nitratos (mg/L) | 0.105 | 0.003 |
| Nitritos (mg/L) | 0.003 | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.018 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.11 | 0.11 |
| Sulfatos (mg/L) | 38 | 15 |
| Amonio (mg/L) | 0.27 | 0.75 |
| Silicatos (mg/L) | 49 | 5 |

La presa presenta buena productividad durante todo el año por lo cual se clasifica como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia durante todo el año (Tabla 59).

Tabla 59. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 60 | 49.81 | 72.46 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 73.20 | 39.94 | 71.47 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división dominante en esta presa fue la Chlorophyta con el 53% en secas y el 91% en lluvias, le sigue la Cyanophycota con el 47 y 6% respectivamente, por último en la época de lluvias se registró la presencia de bacillariofitas con el tres por ciento con el género *Navicula* como el más abundante (Figura 69).

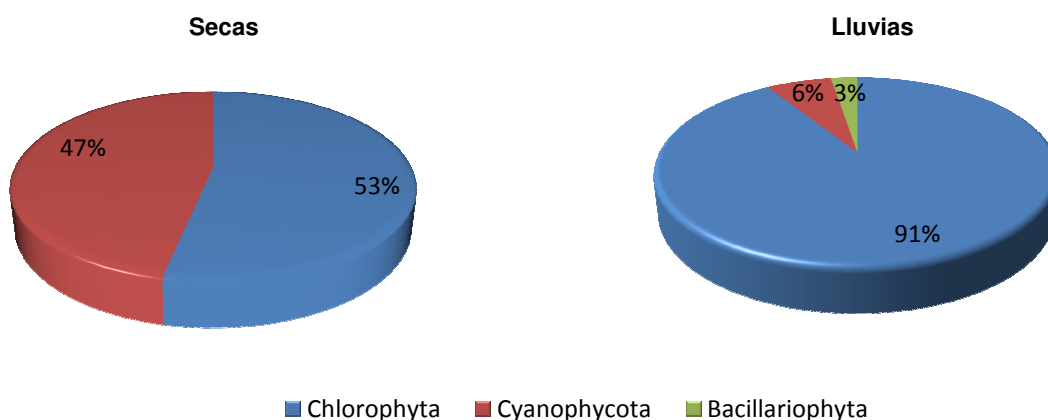


Figura 69. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa "Los carros"

El zooplancton registra grandes cambios de temporada a temporada, en secas se presentaron tres grupos siendo el de los cladoceros el más abundante con 40%, en cambio en lluvias sólo se presentan dos grupos siendo los dominantes los copépodos ciclopoideos con el 99% (Figura 70).

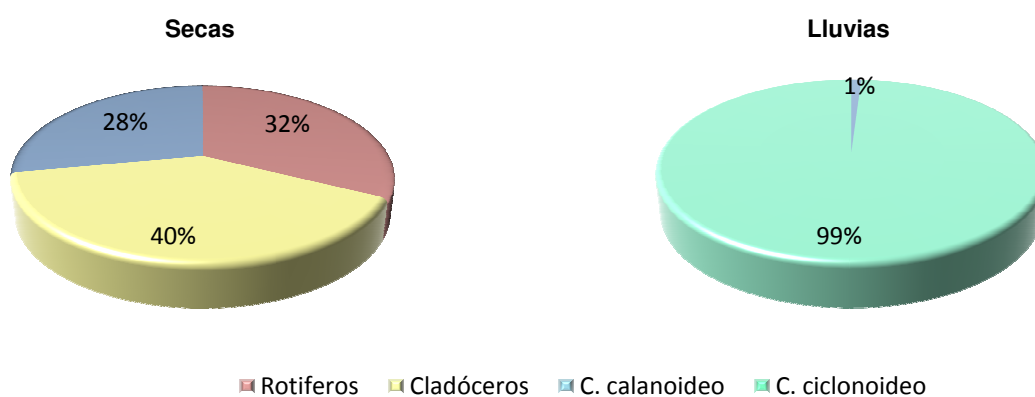


Figura 70. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Peñón de los baños
(Sistema temporal)



Figura 71. Bordo Peñón de los baños, Abril 2007

Tabla 60. Parámetros morfométricos para el bordo Peñón de los baños

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 43 | 2.236 | 45698.76 | 581.85 | 212 | 192 | 2.5 |

Se trata de un sistema temporal de un poco más de dos hectáreas de área, con una profundidad de 2.5 metros, cuenta con buena oxigenación y su producción de clorofilas es moderada, su pH es moderadamente alcalino y por el valor de dureza se le considera de agua muy dura (Figura 71, Tabla 60 y 61).

Tabla 61. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 31.6 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 28.5 |
| Profundidad (m) | - | 2.5 |
| Visibilidad (m) | - | 0.35 |
| pH | - | 9.5 |
| Conductividad (μS/cm) | - | 790 |
| Clorofila "a" (μg/L) | - | 23.6 |
| O ₂ (mg/L) | - | 13.3 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 38 |
| Dureza T (mg/L) | - | 547 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.36 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.015 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 1.88 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 1.98 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 39 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.31 |
| Silicatos (mg/L) | - | 88 |

Por los valores de IET registrados en este bordo se le clasifica como eutrófico con tendencias a la hipereutrofía (Tabla 62).

Tabla 62. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 75.13 | 61.63 | 113.63 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en este sistema se presenta por orden de abundancia de la siguiente manera: Cyanophycota>Chlorophyta>Bacillariophyta>Euglenophycota con el 47, 19, 18 y 14% respectivamente (Figura 72).

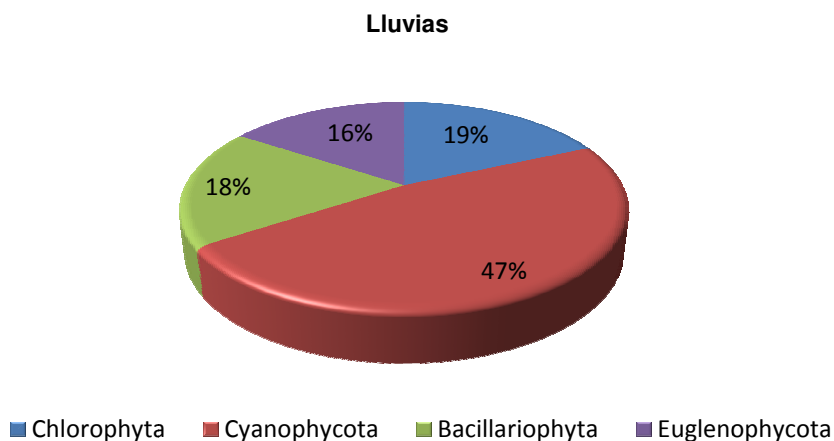


Figura 72. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Peñon de los baños"

En este sistema sólo se encontraron dos grupos de zooplancton, los rotíferos que representan el 86% del total y los cladóceros con el 14% restante (Figura 73).

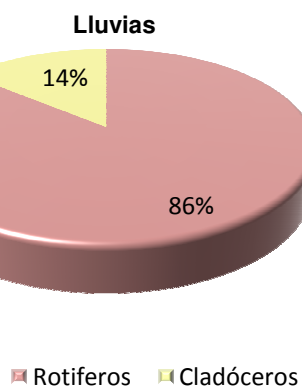


Figura 73. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

San Francisco (Sistema temporal)



Figura 74. Bordo San Francisco, Abril 2005

Tabla 63. Parámetros morfométricos para el bordo San Francisco

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 46 | 1.916 | 35399.97 | 610.43 | 206 | 121 | 1.7 |

Es un sistema somero que solo se presenta en época de lluvias, de aguas suaves y ligeramente alcalinas, con buena concentración de oxígeno disuelto. Sus valores de nutrimentos se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad (Figura 74, Tabla 63 y 64).

Tabla 64. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 34.2 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 26 |
| Profundidad (m) | - | 1.7 |
| Visibilidad (m) | - | 0.11 |
| pH | - | 8.97 |
| Conductividad (μS/cm) | - | 315 |
| Clorofila "a" (μg/L) | - | 19.7 |
| O ₂ (mg/L) | - | 14.9 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 7 |
| Dureza T (mg/L) | - | 34 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.08 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.01 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0.18 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.33 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 24 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.63 |
| Silicatos (mg/L) | - | 9 |

Este cuerpo de agua presenta buena productividad en la época de lluvias (Tabla 65).

Tabla 65. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 91.81 | 59.83 | 78.75 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En la figura 75 se puede observar que la división dominante de fitoplancton fue la Chlorophyta que registró 3744 cel/ml, lo que representó el 83%, le sigue la Cyanophycota con el 11% y por último tenemos a la división Bacillariophyta con el 6%.

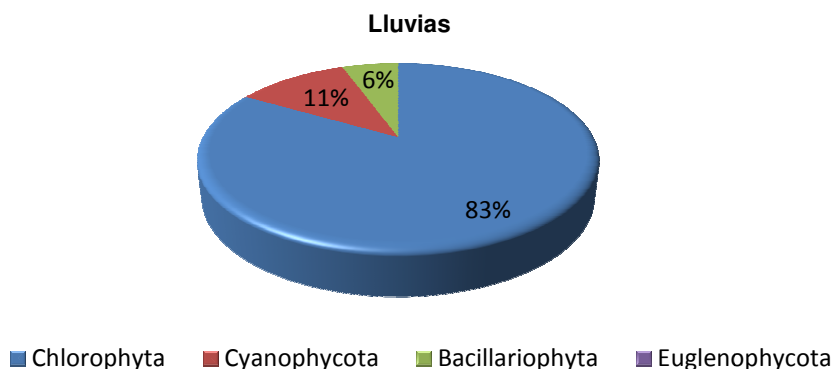


Figura 75. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "San Francisco"

En el zooplancton el grupo dominante fue el de los copépodos calanoideos con el 75%, le siguen los cladóceros con el 17% y por último tenemos a los c. ciclopoideos con el 8% (Figura 76).

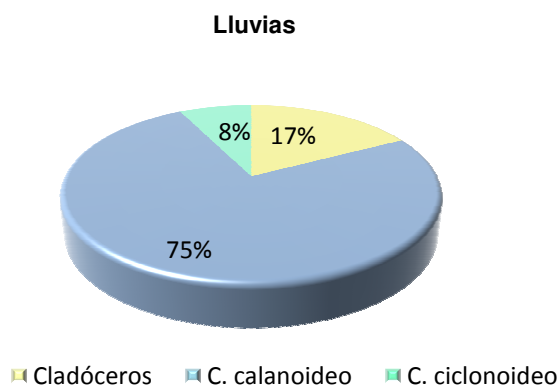


Figura 76. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

Santo Niño
(Sistema temporal)



Figura 77. Bordo Santo Niño, Septiembre 2006

Tabla 66. Parámetros morfométricos para el bordo Santo Niño

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 51 | 0.380 | 10696.18 | 287.45 | 85 | 83 | 1.5 |

Es de los sistemas pequeños dentro del área de estudio, su profundidad en época de lluvias es de 1.5 metros, presenta buena producción de clorofilas, su agua es ligeramente alcalina y por la dureza se le considera de agua muy dura (Figura 77, Tabla 66 y 67).

Tabla 67. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 32 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 29 |
| Profundidad (m) | - | 1.5 |
| Visibilidad (m) | - | 0.35 |
| pH | - | 8.6 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 1243 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 56.8 |
| O ₂ (mg/L) | - | 5.7 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 217 |
| Dureza T (mg/L) | - | 552 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.04 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.002 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0.06 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.12 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 117 |
| Amonio (mg/L) | - | 3 |
| Silicatos (mg/L) | - | 7 |

Este bordo tiene una buena productividad durante la época de lluvias, por lo que se le considera eutrófico con tendencias a la hipereutrofía (Tabla 68).

Tabla 68. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 75.13 | 70.23 | 62.55 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división Cyanophycota es la más abundante del sistema con el 65% y de está el género más representativo es Gloeocapsa con 18220 cel/ml, le sigue la división Chlorophyta con el 25%, Euglenophycota con 6% y por último pero no menos importante la Bacillariophyta con el 4% (Figura 78).

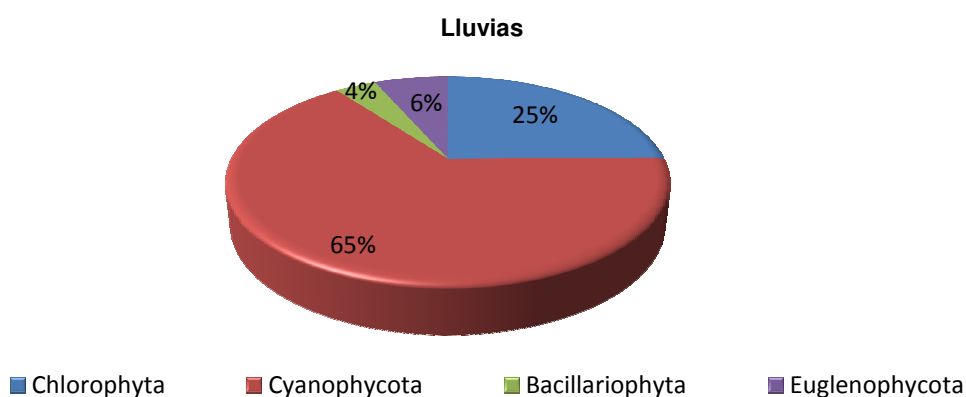


Figura 78. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Santo Niño"

En el zooplancton el grupo de los copépodos calanoideos dominó con el 72%, ya que registra 15 individuos por litro, le sigue los rotíferos con el 16% y por último los cladóceros con el 12% (Figura 79).

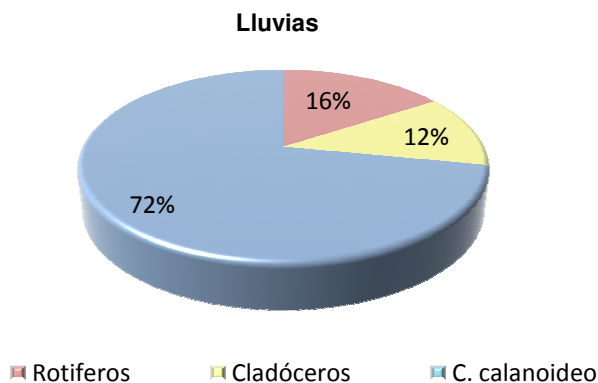


Figura 79. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

Tenango
(Sistema permanente)



Figura 80. Bordo Tenango, Septiembre 2006

Tabla 69. Parámetros morfométricos para el bordo Tenango

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 51 | 2.011 | 46670.01 | 602.02 | 180 | 155 | 2 |

Es un sistema poco profundo, de aguas muy duras y moderadamente alcalinas en ambas épocas, los registros de oxígeno disuelto son bajos y la producción de clorofilas se ve aumentada en época de lluvias, sus valores de nutrientes no rebasan los límites permisibles de calidad (Figura 80, Tabla 69 y 70).

Tabla 70. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 30.5 | 30 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 28.5 | 28 |
| Profundidad (m) | 1.2 | 2 |
| Visibilidad (m) | 0.25 | 0.4 |
| pH | 9.08 | 8.92 |
| Conductividad (µS/cm) | 1299 | 1256 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 11.76 | 43.41 |
| O ₂ (mg/L) | 4.57 | 5.22 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 39 | 117 |
| Dureza T (mg/L) | 686 | 619 |
| Nitratos (mg/L) | 1.13 | 0.48 |
| Nitritos (mg/L) | 0.04 | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.8 | 0.04 |
| Fósforo total (mg/L) | 1.9 | 0.20 |
| Sulfatos (mg/L) | 44 | 28 |
| Amonio (mg/L) | 0.28 | 1.53 |
| Silicatos (mg/L) | 93 | 6 |

Durante todo el año presenta buena productividad, por lo que se le puede considerar apto para el cultivo de peces (Tabla 71).

Tabla 71. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 79.98 | 54.78 | 113 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 73.20 | 67.59 | 80.6 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En este bordo el fitoplancton se comporta muy distinto en las dos épocas, en la figura 81 se puede apreciar que la división Bacillariophyta dominó en la época de secas y para la de lluvias desaparece y la Chlorophyta que ocupa un porcentaje mínimo en secas es la más abundante en lluvias con el 96%.

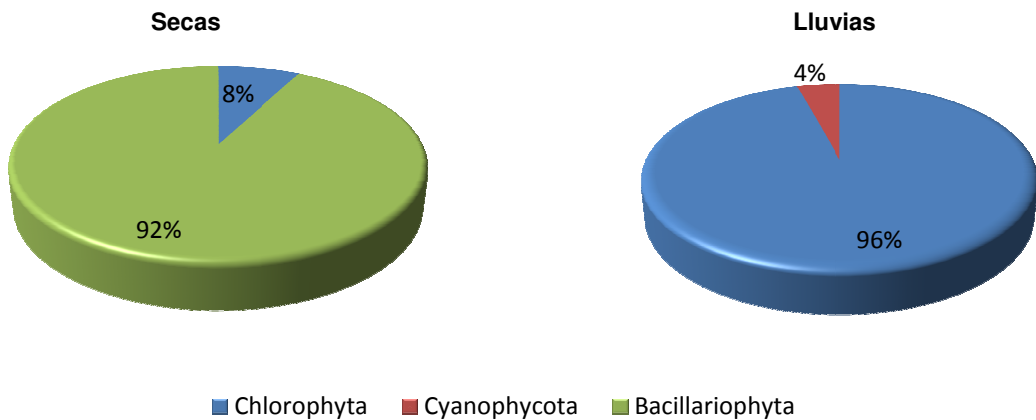


Figura 81. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Tenango"

Los cladóceros son el grupo dominante en las dos épocas del año registrando valores de 100% en secas y 72% en lluvias (figura 82).

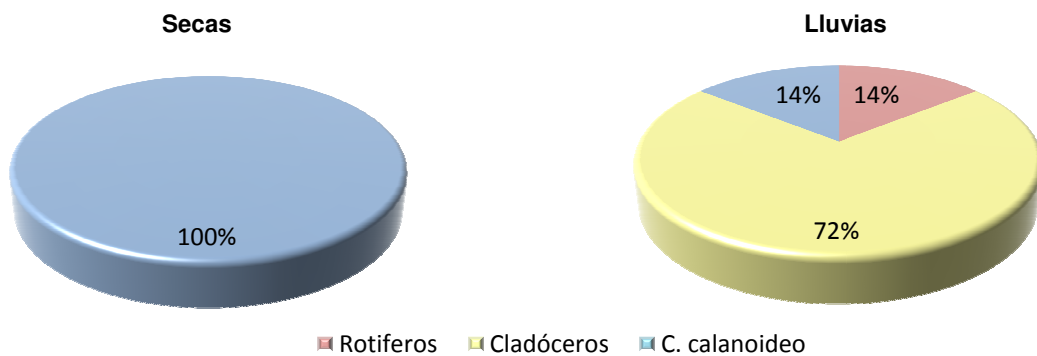


Figura 82. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Tenango 1 (Sistema permanente)



Figura 83. Bordo Tenango 1, Septiembre 2006

Tabla 72. Parámetros morfométricos para el bordo Tenango 1

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 52 | 1.560 | 182033.24 | 674.73 | 266 | 150 | 1.75 |

Este sistema tiene un área de 1.560 ha y no rebasa los dos metros de profundidad. Por los valores de pH se le considera alcalino; en cuanto a la dureza sus aguas son moderadamente suaves en época de secas y muy duras en época de lluvias y los valores de oxígeno disuelto en ambas épocas son adecuados para la biota (Figura 83, Tabla 72 y 73).

Tabla 73. Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 29.4 | 32 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26.5 | 29 |
| Profundidad (m) | 0.3 | 1.75 |
| Visibilidad (m) | 0.05 | 0.15 |
| pH | 9.07 | 8.64 |
| Conductividad (μS/cm) | 308 | 407 |
| Clorofila "a" (μg/L) | 62.18 | 43.41 |
| O ₂ (mg/L) | 4.49 | 5.22 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 16 | 117 |
| Dureza T (mg/L) | 122 | 619 |
| Nitratos (mg/L) | 0.05 | 0.48 |
| Nitritos (mg/L) | 0.003 | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 1.80 | 0.038 |
| Fósforo total (mg/L) | 2.25 | 0.072 |
| Sulfatos (mg/L) | 75 | 28 |
| Amonio (mg/L) | 0.31 | 1.53 |
| Silicatos (mg/L) | 57 | 56 |

Este sistema durante las dos épocas presentó buena producción, por lo que clasifica como un cuerpo de agua hipereutrófico (Tabla 74).

Tabla 74. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Secas | 103.17 | 71.12 | 115.44 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 87.34 | 74.99 | 56.78 | Hipereutrófico |

El fitoplancton en este sistema está representado por cuatro divisiones en las dos épocas aunque en diferentes porcentajes. En secas se presentan por orden de abundancia Chlorophyta con 67%>Bacillariophyta con 22%>Cyanophycota con 7%>Euglenophycota con 4%; para la época de lluvias las clorofitas son las más abundantes con el 45%, le siguen las euglenofitas con el 30%, cianoficotas con 22% y por último las bacilariofitas con el 3% (Figura 84).

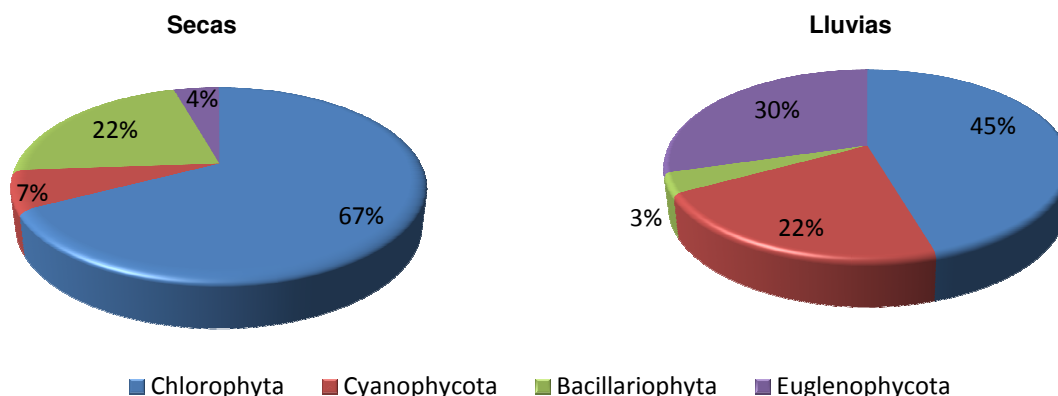


Figura 84. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Tenango 1"

En la época de secas el grupo dominante de zooplancton son los cladóceros con 58%, le siguen los copépodos calanoideos con el 30%, los c. ciclopoideos con el 8% y por último los rotíferos con el 4%; en la época de lluvias se presentan los mismos grupos pero en diferentes porcentajes siendo los c. calanoideos los que se presentaron en mayor proporción con el 65% (Figura 85).

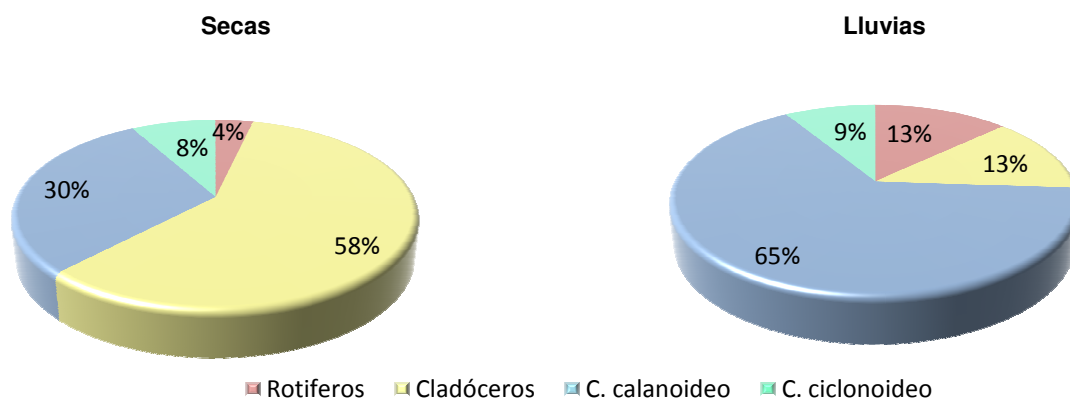


Figura 85. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

***Amayuca**
(Sistema temporal)



Figura 86. Bordo Amayuca, Marzo 2005

Tabla 75. Parámetros morfométricos para Jagüey Amayuca

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 5 | 1.704 | - | 646.79 | 254 | 75 | - |

Se encontró seco durante los muestreos (Figura 86 y Tabla 75).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, el área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000 así como con el apoyo de una ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000.

013 MUNICIPIO DE JONACATEPEC

El municipio se ubica geográficamente entre el paralelo 18º 41' latitud norte y los 98º 48' longitud oeste, a 1,290 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Temoac y Jantetelco; al sur con Axochiapan; al este con Jantetelco, al oeste con Ayala y Tepalcingo.

Tiene una superficie de 107023840 m² que representa el 1.97 % de la superficie del estado.

Presenta un clima cálido-sub-húmedo, con lluvias en verano (Awo(w)(i)gw"), con una precipitación pluvial media anual que oscila entre 800 y 980 milímetros y temperatura promedio anual de 24 °C.

La vegetación es selva baja subperennifolia espinosa y los elementos que dominan son principalmente: Guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquite (*Prosopis juliflora*), amates (*Ficus* spp), cazahuate (*Ipomoea intrapilosa*), palo blanco (*Acacia acatlensis*), chupandilla (*Cyrtocarpa procera*), guaje (*Leucaena glauca*), copal (*Bursera excelsa*), cuajotes (*Bursera* spp) y especies secundarias como: Cucharero (*Acacia cimbispina*), huizache (*A. farnesiana*), tehuixtle (*A. blimekii*), nopales (*Opuntia* spp), pitayo (*Limareo cerus stellatus*) y cardón (*L. weberi*).

El municipio pertenece a la región hidrográfica del Balsas (R14) y está dentro de la cuenca del río Atoyac. Es atravesado en su parte oriente por el río Amatzinac dando origen a la barranca "El Zacate" y es cruzada en la parte media por una corriente que nace cerca del pueblo de Amayuca y que va a formar el río Tepalcingo, dicha corriente recibe el nombre de barranca Xochicuapan; así mismo, entre los límites de Jonacatepec y Jantetelco nace la barranca Apilcuazco (INEGI, 2000).

Cuenta con ocho sistemas lénticos: tres permanentes y cinco temporales, los cuales ocupan un área de 15.1796 ha y representa el 0.14% del área del municipio y cubren un volumen de 511496 m³.

Para fines de este estudio sólo se contemplaron cinco sistemas: dos permanentes y tres temporales que cubren un área de 7.319 ha y un volumen de 169044,45 m³ (Figura 87).

Los otros tres sistemas que se encuentran en el municipio fueron estudiados por Ramírez (2008).

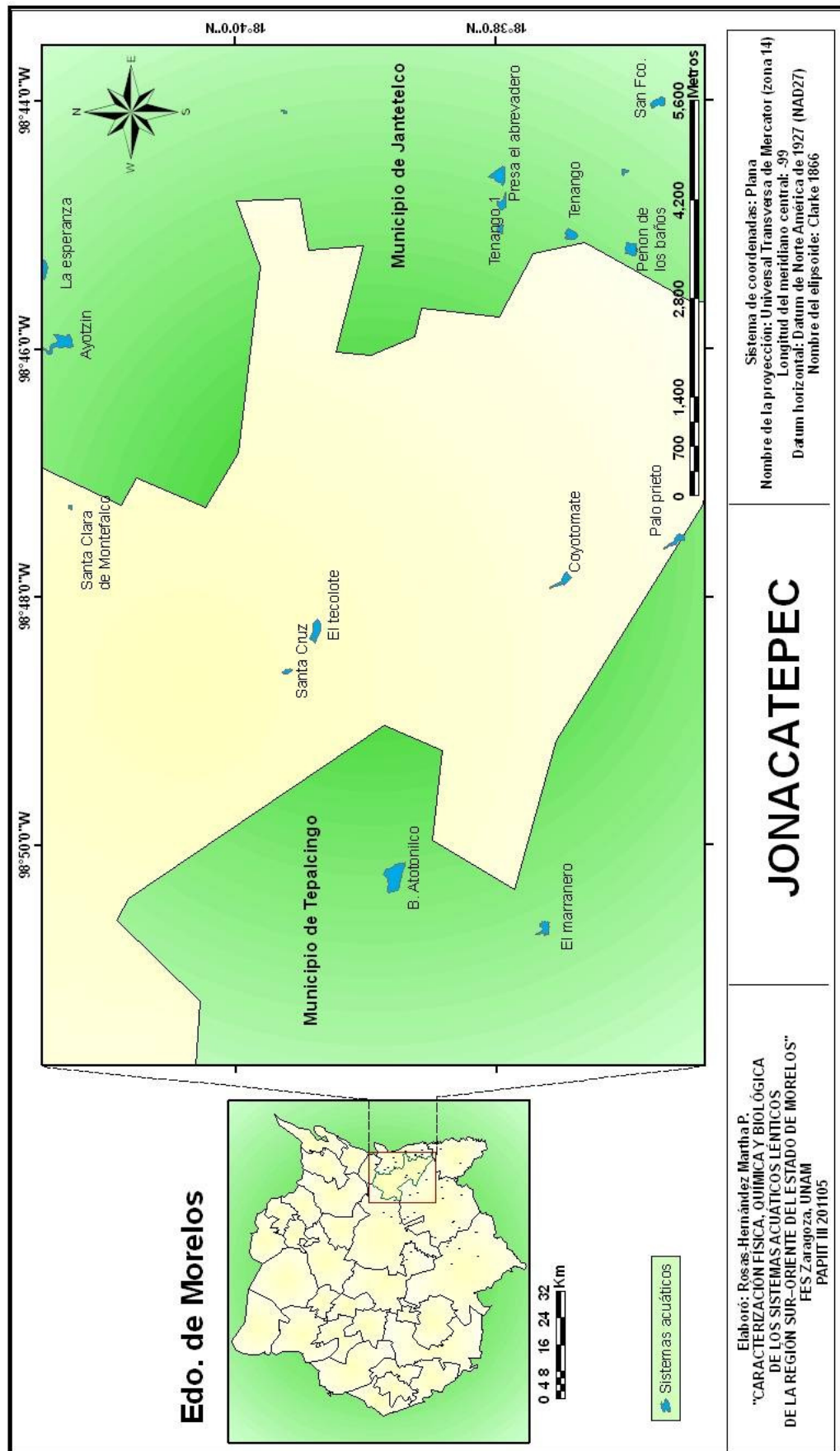


Figura 87. Ubicación de los sistemas de estudio en el municipio de Joncatepec.

Coyotomate
(Sistema permanente)



Figura 88. Bordo Coyotomate, Julio 2007

Tabla 76. Parámetros morfométricos para el bordo Coyotomate

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 15 | 1.935 | 96739.68 | 816.31 | 327 | 116 | 3 |

Este cuerpo de agua tiene un pH ligeramente alcalino, por los valores de dureza se le considera de aguas duras a muy duras y presenta una reducción de oxígeno disuelto en época de secas, los valores de los nutrimentos en lo general están por debajo de los límites permisibles de calidad de agua de acuerdo a la NOM-001 (Figura 88, Tabla 76 y 77).

Tabla 77. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|--------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 28 | 24 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 25 | 28 |
| Profundidad (m) | 2.8 | 3 |
| Visibilidad (m) | 0.32 | 0.48 |
| pH | 8.49 | 8.68 |
| Conductividad (µS/cm) | 1366 | 1280 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 11.01 | 13.21 |
| O ₂ (mg/L) | 5.33 | 10.1 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 15 | 16 |
| Dureza T (mg/L) | 270 | 599 |
| Nitratos (mg/L) | 2.36 | 0.04 |
| Nitritos (mg/L) | 0.0015 | 0.0004 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 1.60 | 0.11 |
| Fósforo total (mg/L) | 2.23 | 0.13 |
| Sulfatos (mg/L) | 115 | 85 |
| Amonio (mg/L) | 0.3 | 0.02 |
| Silicatos (mg/L) | 20 | 5 |

Según los valores de IET este sistema se clasifica como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia, por lo que se le puede considerar apto para el cultivo de peces (Tabla 78).

Tabla 78. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 77.34 | 54.13 | 115.32 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 70.73 | 55.92 | 72.22 | Eutrófico-Hipereutrófico |

Las clorofitas son la división dominante de fitoplancton en las dos épocas del año, en la época de secas se presentan 1747 cel/mL lo que representa el 50% del total y en la época de lluvias su abundancia aumenta a 16474 cel/mL lo que se manifiesta en el 65% de todas las divisiones (Figura 89).

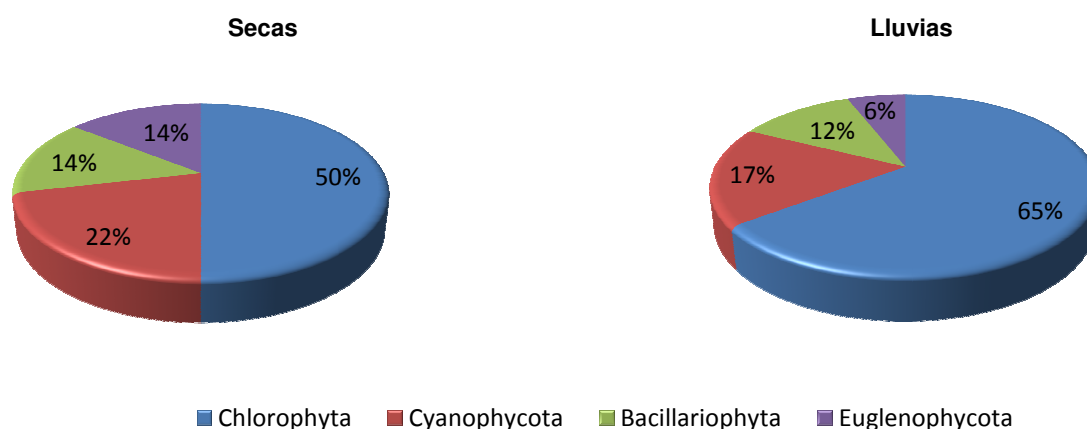


Figura 89. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Coyotomate"

En cuanto al zooplancton en éste bordo se tienen tres grupos en la época de secas, siendo el más abundante el de los copépodos calanoideos con el 61%, seguidos por los cladóceros con el 28% y los rotíferos que representan el 11%. Para la época de lluvias se presentan los cuatro grupos pero esta vez los cladóceros son el grupo dominante con el 58%, le siguen los rotíferos con el 21%, los c. calanoideos con el 17% y por último se registran los c. ciclopoideos con el 4% (Figura 90).

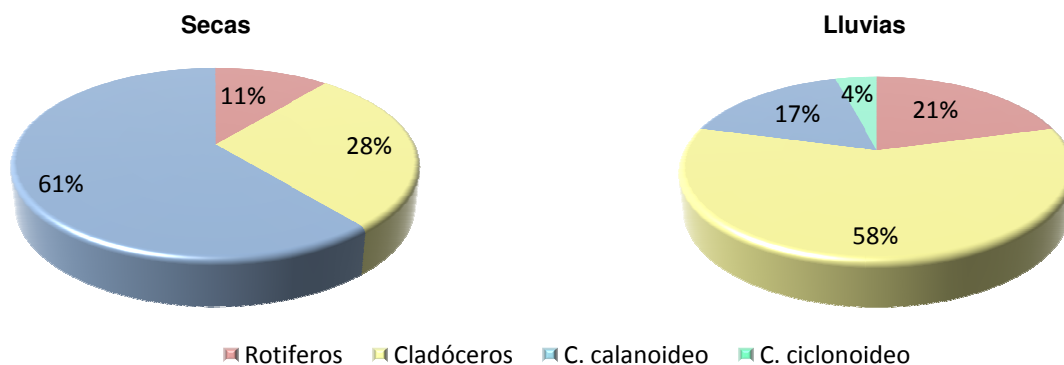


Figura 90. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Palo prieto (Las cuatas)
(Sistema permanente)



Figura 91. Bordo Palo prieto, Julio 2005

Tabla 79. Parámetros morfométricos para el bordo Palo prieto

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 42 | 1.68 | 2589705.52 | 815.87 | 343 | 117 | 2.75 |

Este sistema presenta un área calculada de 1.68 ha y una profundidad máxima de 2.75 m. En época de secas su concentración de oxígeno disuelto es muy baja pero en época de lluvias el agua presenta una muy buena oxigenación, por su pH se le considera un sistema alcalino y en cuanto a sus valores de dureza sus aguas se clasifican como duras en épocas de secas y muy duras en época de lluvias (Figura 91, Tabla 79 y 80).

Tabla 80. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|--------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 28 | 29 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 25 | 28 |
| Profundidad (m) | 2 | 2.75 |
| Visibilidad (m) | 0.2 | 0.325 |
| pH | 8.82 | 9.06 |
| Conductividad (µS/cm) | 1695 | 918 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 15.253 | 18.227 |
| O ₂ (mg/L) | 5.6 | 19.6 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 25 | 165 |
| Dureza T (mg/L) | 200 | 452 |
| Nitratos (mg/L) | 2.112 | 0.044 |
| Nitritos (mg/L) | 0.007 | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 1.4910 | 0.0441 |
| Fósforo total (mg/L) | 1.5383 | 0.1784 |
| Sulfatos (mg/L) | 59.6 | 75.3 |
| Amonio (mg/L) | 0.18 | 7.36 |
| Silicatos (mg/L) | 39 | 3 |

Este embalse presenta buena productividad durante las dos épocas por lo cual es clasificado como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia (Tabla 81).

Tabla 81. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 83.19 | 57.33 | 109.52 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 76.20 | 59.08 | 58.76 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton de éste sistema se encuentra representado por cuatro divisiones en las dos épocas del año aunque en diferente porcentaje; en secas se presentan por orden de abundancia la división Cyanophycota>Chlorophyta>Bacillariophyta>Euglenophycota con el 56, 33, 8 y 3% respectivamente. En lluvias se presentan por orden de abundancia la división Euglenophycota con el 40%, Chlorophyta 27%, Cyanophycota 20% y Bacillariophyta con el 13% (Figura 92).

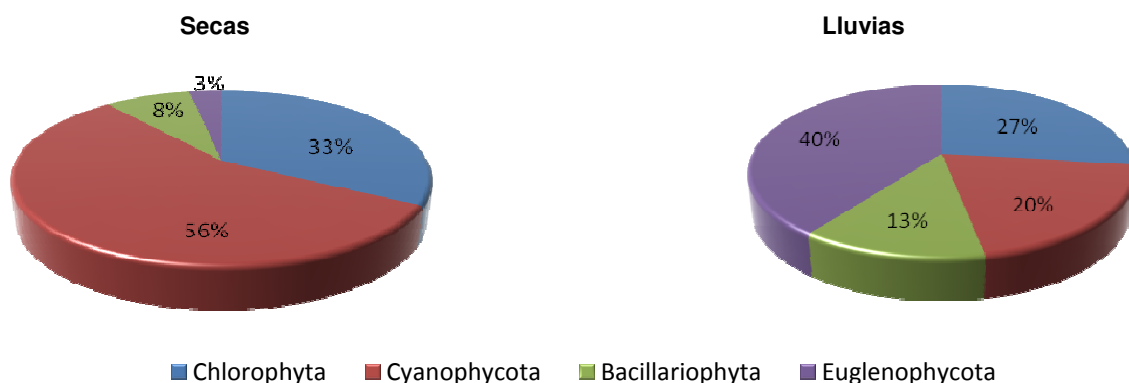


Figura 92. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Palo prieto"

Los grupos de zooplancton que se encuentran en el bordo presentan diferencias de abundancia de una época a la otra, ya que los rotíferos que son el grupo más abundante en secas con el 54% pasan a ser el tercer grupo en lluvias con sólo el 6%, los cladóceros que ocupan el tercer sitio en secas con el 8% son el grupo más abundante en lluvias con el 58% y los c. calanoideos prácticamente son muy semejantes en las dos épocas con el 38% en secas y el 36% en lluvias (Figura 93).

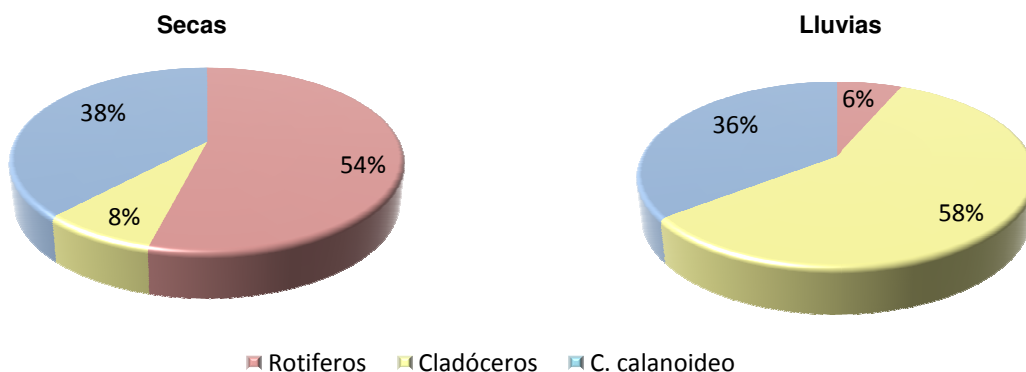


Figura 93. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El tecolote

(Sistema temporal)



Figura 94. Bordo el Tecolote, Noviembre 2006

Tabla 82. Parámetros morfométricos para el bordo El tecolote

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 24 | 2.811 | 49316.17 | 784.72 | 317 | 112 | 1.3 |

En abril del 2005 este bordo se encontraba seco y en noviembre del 2006 se encontró altamente contaminado con aguas negras procedentes del municipio (Figura 94 y Tabla 82).

*Santa Clara de Montefalco

(Sistema temporal)



Figura 95. Bordo Santa Clara de Montefalco, Junio 2005

Tabla 83. Parámetros morfométricos para el bordo Santa Clara de Montefalco

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 48 | 0.280 | - | 215.28 | 84 | 66 | - |

Se encontró seco durante los muestreos (Figura 95 y Tabla 83).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, su área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000 así como con el apoyo de una ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000

Santa Cruz
(Sistema temporal)



Figura 96. Bordo Santa Cruz, Noviembre 2006

Tabla 84. Parámetros morfométricos para el bordo Santa Cruz

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 49 | 0.613 | 10507.73 | 345.23 | 143 | 51 | 1.1 |

Se encontró seco en abril del 2005 y en noviembre del 2006 se encontró lleno con aguas negras procedentes de la descarga municipal (Figura 96 y Tabla 84).

019 MUNICIPIO DE TEPALCINGO

El municipio se ubica geográficamente entre los paralelos 18°26' de latitud norte y los 98°18' de longitud oeste a 1,100 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con Ayala y Jonacatepec; al sur con Tlaquiltenango y el Estado de Puebla; al este con Axochiapan y Jonacatepec; y al oeste con Ayala y Tlaquiltenango.

Tiene una superficie de 365421632 m², cifra que representa el 7.05 % del total del Estado.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (2004), la zona tiene un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos (Awo(w)(i)gw"), con una temperatura media anual de 24.3° C y precipitación promedio anual de 885.3 mm.

La vegetación está constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima cálido representada por jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*), cazaguata (*Ipomoea arborea*), ceiba (*Ceiba pentandra*) y bugambilia (*Bougainvillea spectabilis*) (INEGI, 2000).

Cuenta con 15 sistemas acuáticos ubicados en la Región Hidrológica del Río Balsas de los cuales nueve son permanentes y seis temporales, que en conjunto ocupan un volumen de 3434570 m³ y área de 56.7653 ha, lo que representa el 0.16% del área del municipio (Figura 97).

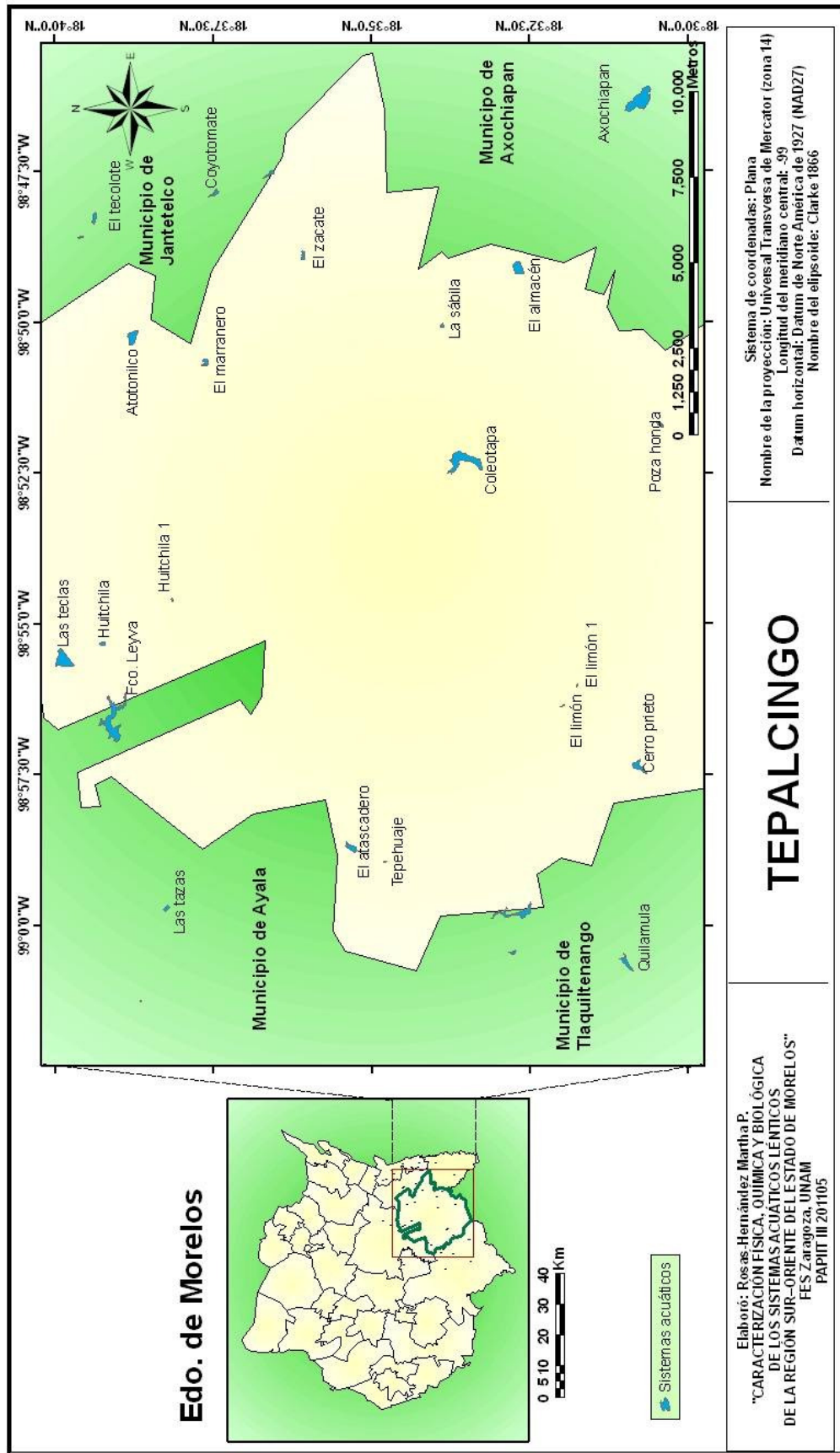


Figura 97. Ubicación de los sistemas en el municipio de Tepalcingo

Atotonilco
(Sistema permanente)



Figura 98. Bordo Atotonilco, Agosto 2007

Tabla 85. Parámetros morfométricos para el bordo Atotonilco

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 6 | 7.962 | 135497.44 | 1253.60 | 493 | 353 | 1.8 |

Es un cuerpo de agua somero que inunda un área de cerca de ocho hectáreas. Presenta buena oxigenación en ambas épocas y por sus valores de pH se le considera como un sistema alcalino. La dureza es de aguas duras en época de lluvias a aguas muy duras en época de secas y sus valores de nutrimentos están por debajo de los límites permisibles de calidad de agua de acuerdo a la NOM-001-ECOL (Figura 98, Tabla 85 y 86).

Tabla 86. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 33.4 | 28.9 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 32 | 26 |
| Profundidad (m) | 1.8 | 1.45 |
| Visibilidad (m) | 0.1 | 0.27 |
| pH | 8.88 | 8.9 |
| Conductividad (µS/cm) | 825 | 799 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 23.63 | 25.97 |
| O ₂ (mg/L) | 11.33 | 16.03 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 60 | 16 |
| Dureza T (mg/L) | 165 | 325 |
| Nitratos (mg/L) | 0.168 | 0 |
| Nitritos (mg/L) | 0.003 | 0.01 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.161 | 0.095 |
| Fósforo total (mg/L) | 2.040 | 0.144 |
| Sulfatos (mg/L) | 63 | 53 |
| Amonio (mg/L) | 0.04 | 0.54 |
| Silicatos (mg/L) | 116 | 6 |

Este bordo presenta buena productividad en las dos épocas del año, por lo que se le considera un sistema apto para la acuicultura (Tabla 87).

Tabla 87. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 93.18 | 61.62 | 114.04 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 78.60 | 62.55 | 75.85 | Eutrófico-Hipereutrófico |

Durante el muestreo en el periodo de secas la división dominante de fitoplancton es la Cyanophycota con el 44%, en ésta el género más abundante fue *Merismopedia* con 2496 cel/mL y en el periodo de lluvias la división Chlorophyta fue la que dominó con el 49% y el género *Kirchneriella* registró 8237 cel/mL (Figura 99).

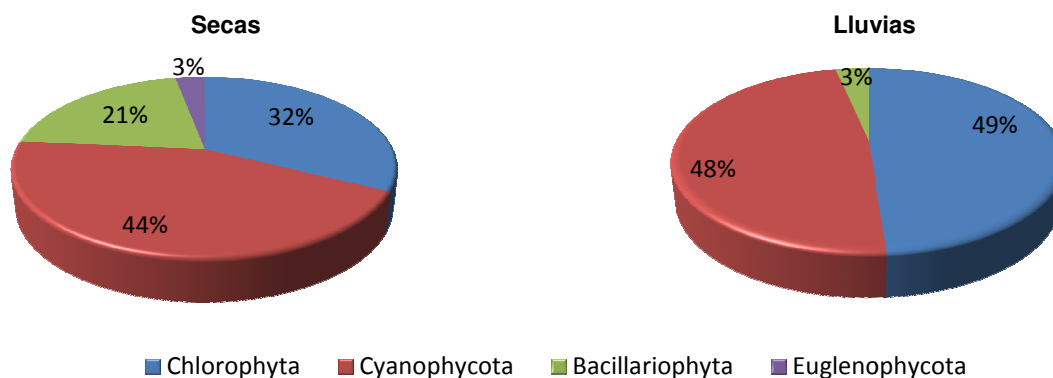


Figura 99. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Atotonilco"

El zooplancton en este bordo está representado por tres grupos en la época de secas siendo el más abundante el grupo de los copépodos calanoideos con el 57%, le siguen los cladóceros con el 38% y en un porcentaje más bajo se presentaron los copépodos ciclopoideos con el 5%. Para la época de lluvias se observaron tres grupos donde el más abundante es el de los copépodos calanoideos ya que se registran hasta 281 org/L y en menor proporción se registran los copépodos ciclopoideos. Los rotíferos no se observaron en este sistema (Figura 100).

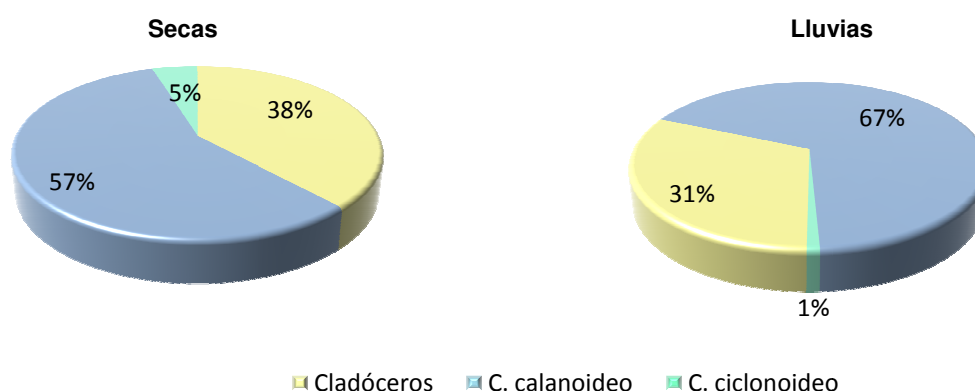


Figura 100. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Cerro prieto
(Sistema permanente)



Figura 101. Bordo Cerro prieto, Noviembre 2007

Tabla 88. Parámetros morfométricos para el bordo Cerro prieto

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 13 | 5.403 | 427121.68 | 1452.47 | 500 | 288 | 7.9 |

Es un sistema que en época de lluvias alcanza una profundidad de 7.9 metros. Su producción de clorofilas en ambas épocas es baja, la concentración de oxígeno disuelto es adecuada para la biota. Los valores de dureza indican aguas suaves a moderadamente suaves y las concentraciones de nutrimentos están por debajo de los límites establecidos de calidad (Figura 101, Tabla 88 y 89).

Tabla 89. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 31 | 28.3 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 28.2 | 26.1 |
| Profundidad (m) | 5 | 7.9 |
| Visibilidad (m) | 0.67 | 0.5 |
| pH | 8.72 | 7.91 |
| Conductividad (µS/cm) | 294 | 244 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 10.28 | 0.01 |
| O ₂ (mg/L) | 7.25 | 8.02 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 35.00 | 24.50 |
| Dureza T (mg/L) | 98.10 | 130.13 |
| Nitratos (mg/L) | 0.07 | 0.16 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.26 | 0 |
| Sulfatos (mg/L) | 14.60 | 38.6 |
| Amonio (mg/L) | 0.26 | 0.1 |
| Silicatos (mg/L) | 6.64 | 25.8 |

Por los valores de IET este bordo se clasifica como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia en las dos épocas del año, lo que lo hace un sistema productivo durante todo el año (Tabla 90).

Tabla 90. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 65.77 | 53.46 | 84.53 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 75.13 | 26 | 44.48 | Eutrófico |

En el periodo de secas se registraron tres divisiones y la más abundante fue la Chlorophyta con el 59%, seguidas por la Bacillariophyta con el 32% y la Cyanophycota con el 9%, en el periodo de lluvias hay cinco divisiones en donde dominan las Chlorophyta con el 46%, le sigue las Cyanophycota con el 31%, la Bacillariophyta con el 10%, la Euglenophycota con el 7% y la Xanthophyta con el 6% que están representadas por el género *Goniochloris* que registró 998 cel/mL (Figura 102).

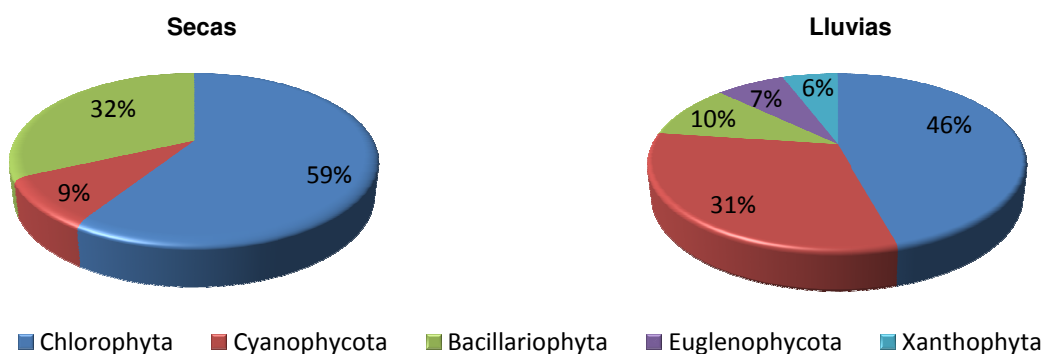


Figura 102. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Cerro prieto”

El zooplancton en este sistema mostró diferencias de una época a la otra, pues en el periodo de secas se presentan los cuatro grupos en donde los copépodos calanoideos son los que dominan con el 57%, le siguen los rotíferos con el 26%, los copépodos ciclopoideos con el 13% y por último los cladóceros con el 4% y para el periodo de lluvias sólo se presenta el grupo de los rotíferos (Figura 103).

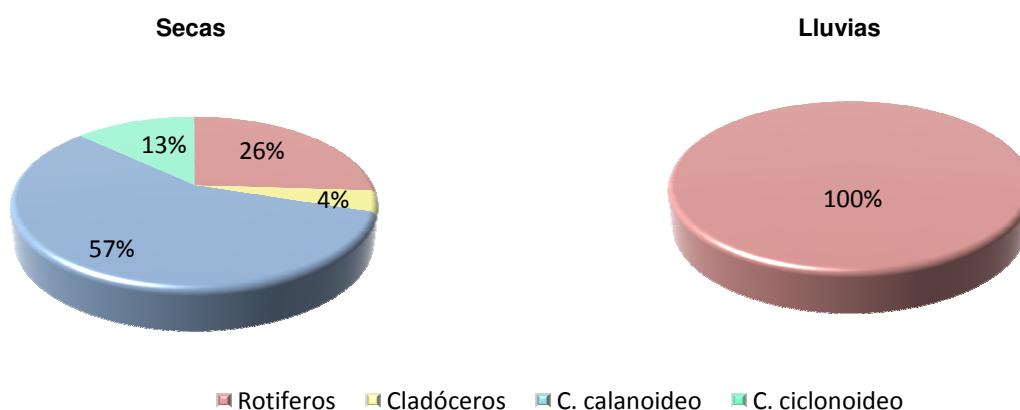


Figura 103. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Coleotapa
(Sistema permanente)



Figura 104. Bordo Coleotapa, Octubre 2007

Tabla 91. Parámetros morfométricos para el bordo Coleotapa

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 14 | 24.204 | 1246025.85 | 3473.03 | 916 | 704 | 7.1 |

Es de los sistemas más grandes dentro de la zona de estudio, cuenta con un volumen de 1 246 025.85 m³ y tiene una profundidad máxima de 7.1 m. Tiene buena oxigenación en ambas épocas y la producción de clorofilas es buena (Figura 104, Tabla 91 y 92).

Tabla 92. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 33 | 29.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 32 | 27 |
| Profundidad (m) | 1.07 | 7.1 |
| Visibilidad (m) | 0.1 | 0.6 |
| pH | 9.6 | 8.8 |
| Conductividad (µS/cm) | 429 | 312 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 57 | 108 |
| O ₂ (mg/L) | 15.1 | 17.5 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 25.0 | 18.5 |
| Dureza T (mg/L) | 200 | 210 |
| Nitratos (mg/L) | 0.17 | 0.10 |
| Nitritos (mg/L) | 0.02 | 0.01 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.413 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.445 | 0 |
| Sulfatos (mg/L) | 39.1 | 13.6 |
| Amonio (mg/L) | 0.06 | 10.05 |
| Silicatos (mg/L) | 18 | 6 |

Este es un bordo productivo, ya que ambas épocas los valores de IET que se registran lo ubican como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofía en época de lluvias y como hipereutrófico en época de secas (Tabla 93).

Tabla 93. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 93.18 | 70.31 | 91.01 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 67.36 | 76.52 | 56.29 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división Chlorophyta es la que mostró mayor porcentaje en las dos épocas y sus valores son del 56% en el periodo de secas en donde el género más abundante es *Schroederia* que registra 1498 cel/mL y para el periodo de lluvias es del 53% siendo el género *Kirchneriella* el más abundante con 7987 cel/mL (Figura 105).

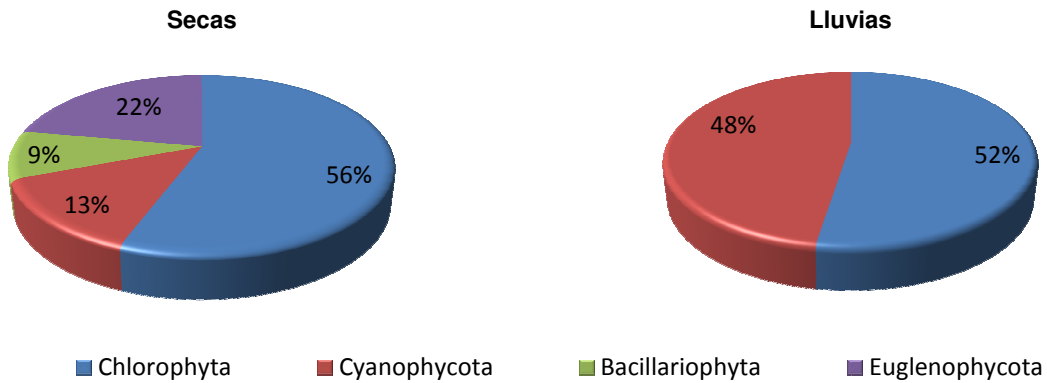


Figura 105. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Coleotapa"

Los cladóceros son el grupo dominante del zooplancton en este sistema, registra porcentajes del 98% en secas y del 60% en el periodo de lluvias, los copépodos calanoideos sólo el 1% en secas y para lluvias aumentan al 15%, los copépodos ciclopoideos sólo ocupan el 1% en secas y para la época de lluvias aumentan hasta el 10% y por último el grupo de los rotíferos representados por la familia Brachionidae y sólo se observaron en el periodo de lluvias y registran el 15% del total (Figura 106).

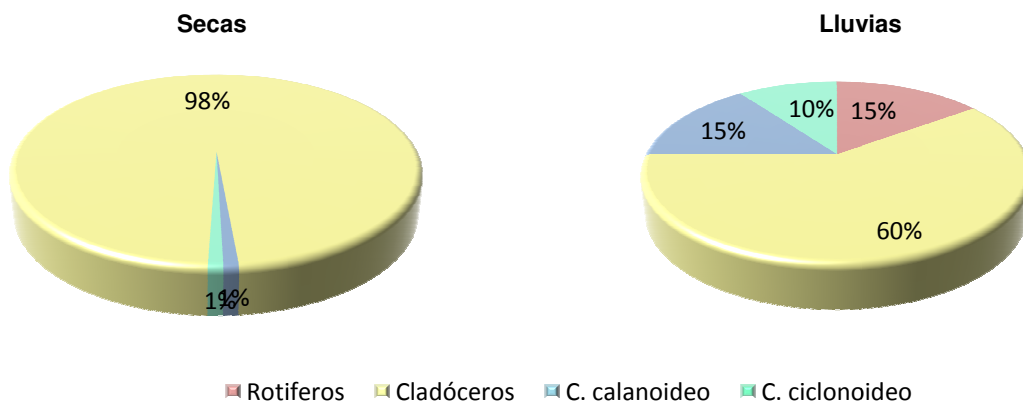


Figura 106. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El almacén
(Sistema temporal)



Figura 107. Bordo El almacén, Agosto 2007

Tabla 94. Parámetros morfométricos para el bordo El almacén

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 17 | 7.9 | 285338.51 | 1 045.47 | 365 | 295 | 3.25 |

Este cuerpo acuático solo se observó en la época de lluvias. Los valores que se registraron de oxígeno disuelto como de producción de clorofilas son bajos; el valor de pH es alcalino y por la dureza se cataloga como un sistema de aguas moderadamente suaves (Figura 107, Tabla 94 y 95).

Tabla 95. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|---------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | Ausente | 28 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 25.6 |
| Profundidad (m) | - | 3.25 |
| Visibilidad (m) | - | 0.37 |
| pH | - | 7.44 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 357 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 5.88 |
| O ₂ (mg/L) | - | 4.40 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 14 |
| Dureza T (mg/L) | - | 136 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.113 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.013 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0.038 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.11 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 69 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.32 |
| Silicatos (mg/L) | - | 5.6 |

A pesar de que se trata de un bordo que sólo se registra en época de lluvias, los valores de IET son altos, por lo que se le considera un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia (Tabla 96).

Tabla 96. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 74.13 | 47.98 | 56.78 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en este bordo estuvo representado por cuatro divisiones que se presentan por orden de abundancia: Chlorophyta con el 66% y la especie que registra mayor cantidad de células es *Schroederia robusta* con 2246 cel/mL>Euglenophycota con el 19%>Cyanophycota con el 9%>Bacillariophyta con sólo el 6% (Figura 108).

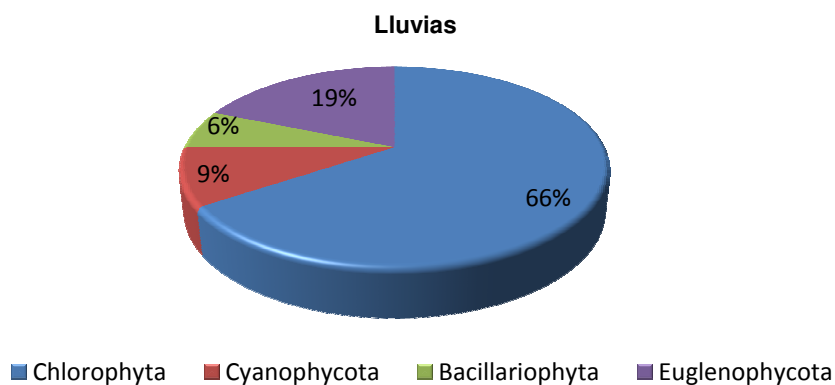


Figura 108. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El almacén”

En el bordo se registraron los cuatro grupos de zooplancton y los más abundantes son los copépodos calanoideos con el 51% representados por dos especies *Leptodiptomus signicauda* y *Mastigodiptomus montezumae*, le sigue el grupo de los cladóceros con el 45% y con el 2% se contabilizaron a los rotíferos y a los copépodos ciclopoideos (Figura 109).

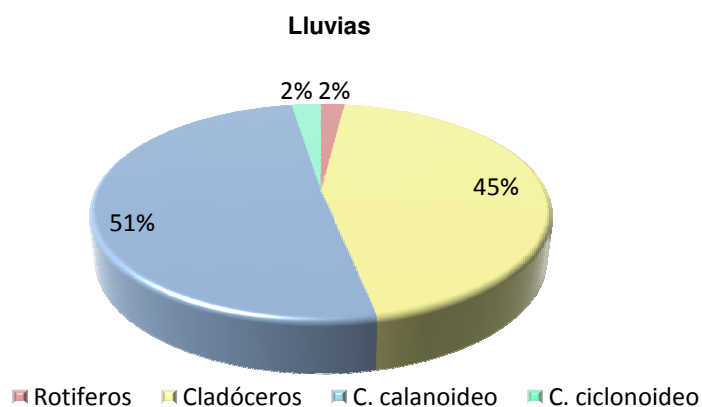


Figura 109. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

El atascadero (el cebollero)
(Sistema permanente)



Figura 110. Bordo El atascadero, Octubre 2007

Tabla 97. Parámetros morfométricos para el bordo El atascadero

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 18 | 4.26 | 111795.25 | 965.7 | 322 | 137 | 5 |

Es un sistema que presenta una profundidad máxima de cinco metros, sus aguas son alcalinas. Presenta buena disponibilidad de oxígeno en ambas épocas y por los valores de nutrimentos se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad establecidos en la NOM-001-ECOL y la NOM-127-SSA1 (Figura 110, Tabla 97 y 98).

Tabla 98. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 27.2 | 29.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26.7 | 28.4 |
| Profundidad (m) | 2 | 5 |
| Visibilidad (m) | 0.5 | 0.35 |
| pH | 8.9 | 8.6 |
| Conductividad (µS/cm) | 314 | 240 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 8.15 | 8.63 |
| O ₂ (mg/L) | 6.71 | 12.9 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 28 | 26 |
| Dureza T (mg/L) | 90 | 155 |
| Nitratos (mg/L) | 0.1 | 0.06 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0.01 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.03 | 0.89 |
| Sulfatos (mg/L) | 5.1 | 12 |
| Amonio (mg/L) | 0.29 | 2.8 |
| Silicatos (mg/L) | 7 | 29 |

Es un sistema se clasifica como eutrófico de acuerdo al IET durante las épocas de muestreo, por lo que se le considera productivo (Tabla 99).

Tabla 99. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Secas | 69.99 | 51.18 | 51.74 | Eutrófico |
| Lluvias | 75.13 | 51.74 | 30.71 | Eutrófico |

En este bordo dominó la división Chlorophyta con el 70% en el periodo de secas y con el 58% en el periodo de lluvias, le sigue la división Bacillariophyta que representa el 30% en secas y solo el tres por ciento en lluvias, pero además en la época de lluvias se presentan otras tres divisiones: la Cyanophycota con el 24%, Euglenophycota con el 10% y la Xanthophyta con el 5% (Figura 111).

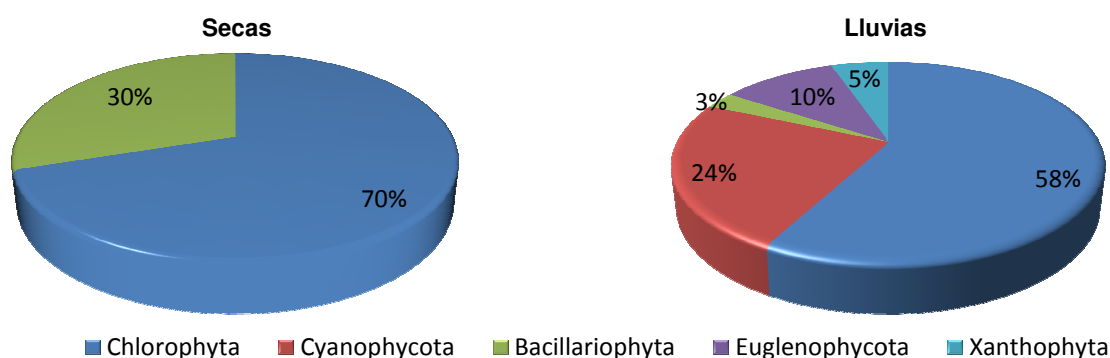


Figura 111. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "El atascadero"

Los copépodos ciclopoideos fue el grupo más representativo del zooplancton en la época de secas con el 45%, le siguen los rotíferos con el 38%, los copépodos calanoideos con el 13% y los cladóceros con el 4% y para la temporada de lluvias se observaron sólo tres grupos siendo los más abundantes los copépodos calanoideos con el 91%, en segundo lugar los copépodos ciclopoideos con el 5% y por último los rotíferos con el 4% (Figura 112).

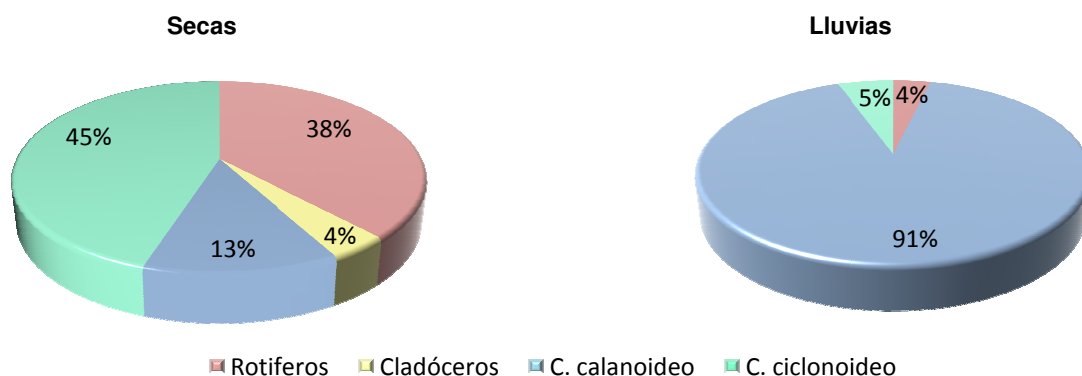


Figura 112. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El limón (Agua prieta) (Sistema temporal)



Figura 113. Bordo El limón, Noviembre 2007

Tabla 100. Parámetros morfométricos para el bordo El limón

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 20 | 0.183 | 10370.32 | 272.88 | 114 | 26 | 2 |

Es un sistema temporal pequeño, presenta bajo oxigenación, por el valor de dureza el agua se considera como dura y el pH es alcalino; la producción de clorofilas es baja y la disponibilidad de oxígeno es adecuada para la biota (Figura 113, Tabla 100 y 101).

Tabla 101. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|---------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. °C | - | 23.2 |
| Temp. H ₂ O °C | - | 22.5 |
| Profundidad (m) | - | 2 |
| Visibilidad (m) | - | 0.1 |
| pH | - | 7.7 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 486 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 1.18 |
| O ₂ (mg/L) | - | 6.8 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 59 |
| Dureza T (mg/L) | - | 280 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.223 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.001 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.08 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 24.7 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.8 |
| Silicatos (mg/L) | - | 37.2 |

Es un bordo que sólo se presenta en época de lluvias y se clasifica como un sistema mesotrófico con tendencias a la eutrofización según los valores de IET (Tabla 102).

Tabla 102. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 93.18 | 32.25 | 32.06 | Eutrófico |

En la figura 114 se observa que la división Chlorophyta fue la más representativa del fitoplancton con el 59%, le siguieron la Cyanophycota con el 21%, la Bacillariophyta con el 15% y por último la Euglenophycota con el 5% que sólo se presentan 499 cel/mL del género *Phacus*.

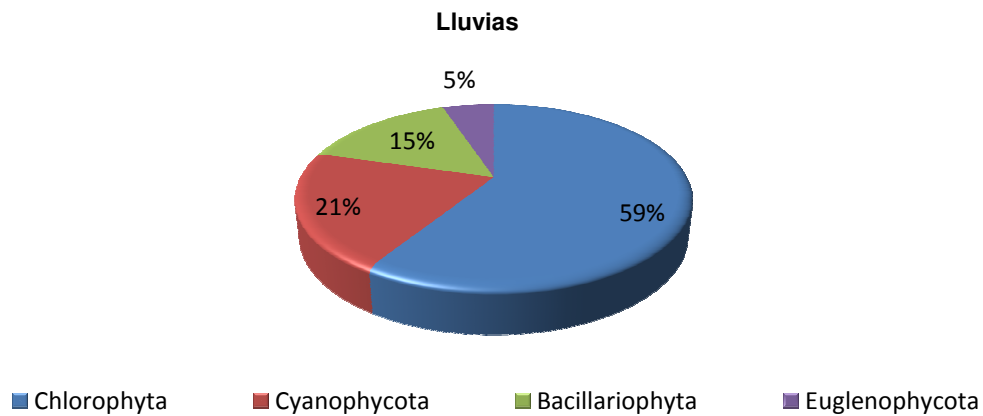


Figura 114. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El limón”

En este sistema los rotíferos representaron el 60% de todo el zooplancton, le siguen los copépodos ciclopoideos con el 30% y por último pero no menos importantes los copépodos calanoideos con el 10% (Figura 115).

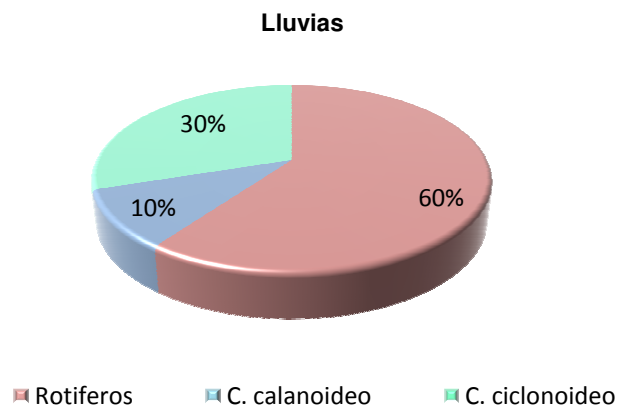


Figura 115. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

El limón 1
(Sistema temporal)



Figura 116. Bordo El limón 1, Noviembre 2007

Tabla 103. Parámetros morfométricos para el bordo El limón 1

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 21 | 0.175 | 4337.75 | 196.88 | 79 | 26 | 2.8 |

Es un sistema que presenta una profundidad máxima de 2.8 metros, los valores de oxígeno disuelto son adecuados para la biota; la producción de clorofila “a” es baja. Sus aguas son duras y el pH es alcalino, sus valores de nutrientes se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad de la NOM-001-ECOL y la NOM-121-SSA1 (Figura 116, Tabla 103 y 104).

Tabla 104. Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 17.7 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 23.2 |
| Profundidad (m) | - | 2.8 |
| Visibilidad (m) | - | 0.85 |
| pH | - | 7.8 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 586 |
| Clorofila “a” (µg/L) | - | 2.25 |
| O ₂ (mg/L) | - | 6.9 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 53.5 |
| Dureza T (mg/L) | - | 210 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.24 |
| Nitritos (mg/L) | - | 0.003 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.06 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 37.5 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.4 |
| Silicatos (mg/L) | - | 35 |

Los valores de IET obtenidos para este cuerpo de agua lo clasifican como mesotrófico con tendencias a la eutrofización (Tabla 105).

Tabla 105. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 128.7 | 38.56 | 64.33 | Eutrófico |

En este bordo se registraron cinco divisiones de fitoplancton y la más representativa es la Chlorophyta con el 75%, le siguen la Cyanophycota con el 17%, la Bacillariophyta con el 5%, la Xanthophyta con el 2% y con el 1% la Euglenophycota representada por la especie *Phacus pusillus* (Figura 117).

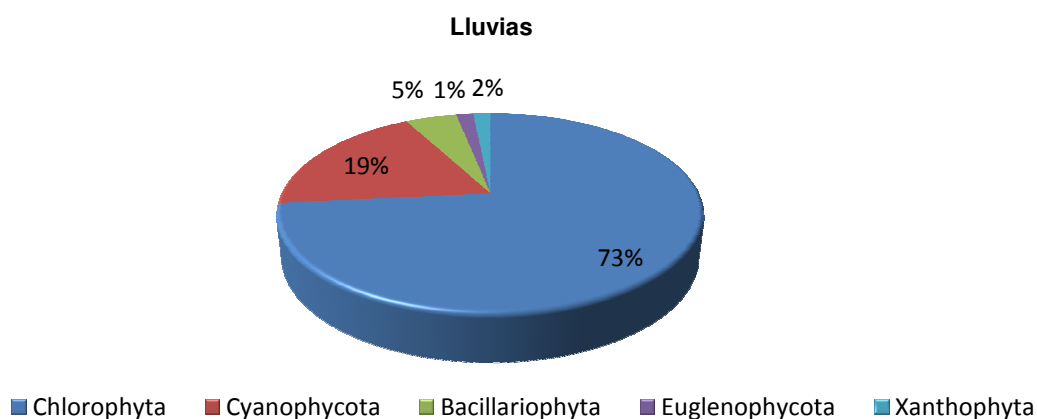


Figura 117. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "El limón 1"

Como se observa en la figura 118 el zooplancton de este bordo es representado en su totalidad por los rotíferos pertenecientes a tres familias: Brachionidae, Conochilidae y Synchaetidae

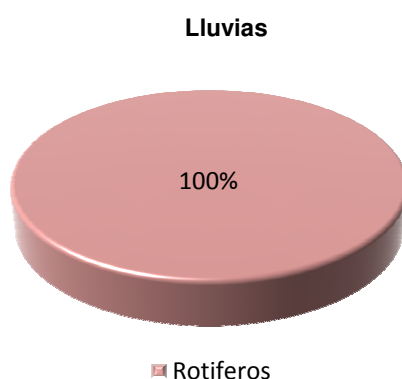


Figura 118. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El marranero
(Sistema permanente)



Figura 119. Bordo El marranero, Septiembre 2007

Tabla 106. Parámetros morfométricos para el bordo El marranero

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 22 | 2.097 | 49969.05 | 794.63 | 209 | 202 | 2.1 |

Este cuerpo acuático ocupa un área de un poco más de dos hectáreas. El agua se considera como dura en ambas épocas, en época de lluvias la disponibilidad de oxígeno aumenta y se registran valores muy altos en la producción de clorofila "a" (Figura 119, Tabla 106 y 107).

Tabla 107. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 27 | 23.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 33 | 25 |
| Profundidad (m) | 0.3 | 2.1 |
| Visibilidad (m) | 0.05 | 0.27 |
| pH | 9.4 | 7.6 |
| Conductividad (µS/cm) | 1926 | 500 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 8.64 | 242 |
| O ₂ (mg/L) | 8.48 | 12.86 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 13.0 | 15 |
| Dureza T (mg/L) | 150 | 180 |
| Nitratos (mg/L) | 0.149 | 0.072 |
| Nitritos (mg/L) | 0.002 | 0.004 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.504 | 0.0004 |
| Fósforo total (mg/L) | 1 | 0.0006 |
| Sulfatos (mg/L) | 65 | 45 |
| Amonio (mg/L) | 0.22 | 3.35 |
| Silicatos (mg/L) | 32 | 6 |

El sistema presenta buena producción durante todo el año y se clasifica como hipereutrófico en época de lluvias según los valores de IET (Tabla 108).

Tabla 108. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 103.17 | 51.76 | 107.85 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 78.60 | 84.48 | 0 | Hipereutrófico |

La división Chlorophyta es la más representativa del fitoplancton dentro del sistema y *Kirchneriella* es el género más abundante, pues en secas la especie *Kirchneriella lunaris* registra 998 cel/mL y en época de lluvias la especie *Kirchneriella contorta* registra 4243 cel/mL (Figura 120).

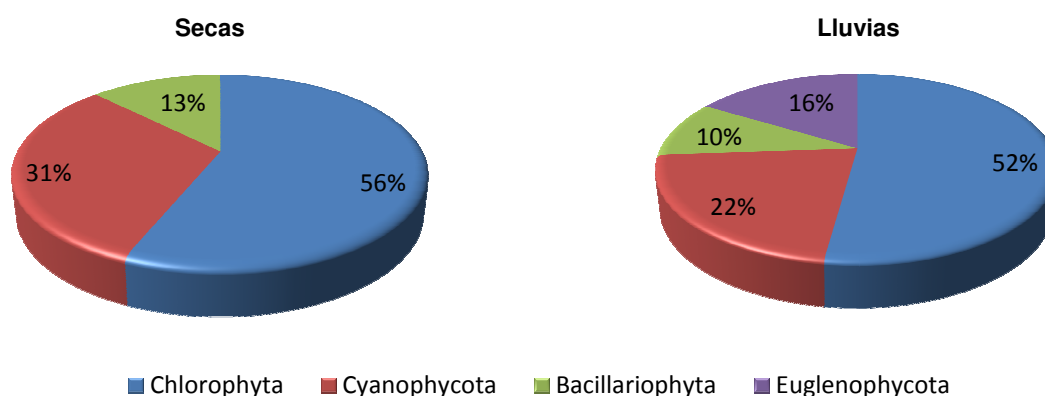


Figura 120. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "El marranero"

La especie *Arctodiaptomus dorsalis* es la más abundante dentro del sistema y se puede observar en la figura 121 donde en la época de secas el grupo de los copépodos calanoideos al cual pertenece ésta especie registra un 59% y en la época de lluvias aumenta hasta el 68%

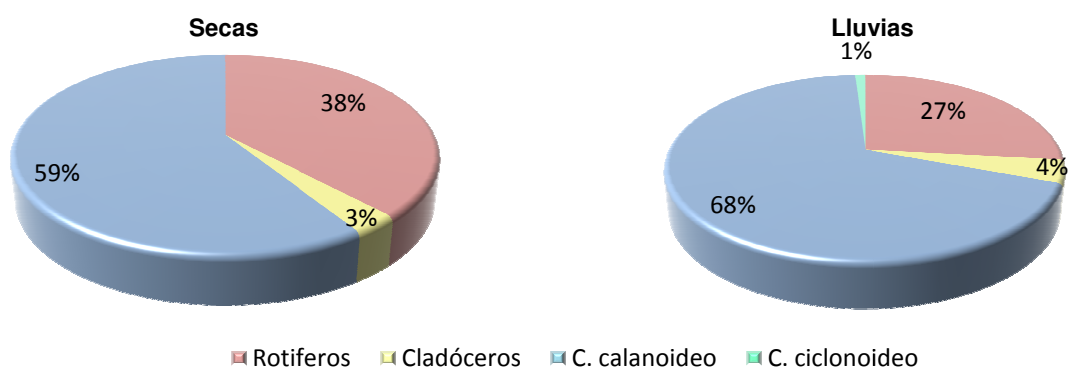


Figura 121. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

El zacate (Sistema permanente)



Figura 122. Bordo El zacate, Marzo 2006

Tabla 109. Parámetros morfométricos para el bordo El zacate

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 25 | 1.824 | 37982.02 | 683.96 | 237 | 118 | 2.05 |

Es un cuerpo de agua somero, en época de secas presenta menor disponibilidad de oxígeno y en cuando al valor de dureza se le considera de aguas muy duras, para época de lluvias se presenta una gran producción de clorofila "a", la disponibilidad de oxígeno es mayor y sus aguas son consideradas como duras (Figura 122, Tabla 109 y 110).

Tabla 110. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 28.5 | 28 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26 | 27.4 |
| Profundidad (m) | 0.95 | 2.05 |
| Visibilidad (m) | 0.25 | 0.4 |
| pH | 9 | 8.5 |
| Conductividad (µS/cm) | 1640 | 643 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 13.2 | 290 |
| O ₂ (mg/L) | 7.46 | 12.7 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 38 | 20.5 |
| Dureza T (mg/L) | 725.7 | 280.28 |
| Nitratos (mg/L) | 0.064 | 0.05 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0.004 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.38 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.42 | 0 |
| Sulfatos (mg/L) | 32 | 48 |
| Amonio (mg/L) | 0.19 | 5.03 |
| Silicatos (mg/L) | 3 | 6 |

El sistema presenta una buena producción a lo largo de todo el año (Tabla 111).

Tabla 111. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 79.98 | 55.91 | 91.33 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 73.20 | 86.23 | 0 | Hipereutrófico |

En el periodo de secas las divisiones representativas del fitoplancton fueron, por orden de abundancia: Chlorophyta con 79%>Bacillariophyta con 11%>Cyanophycota con 10% y en el periodo de lluvias: Chlorophyta>Cyanophycota>Euglenophycota>Bacillariophyta para el 55, 32, 10 y 3% respectivamente (Figura 123).

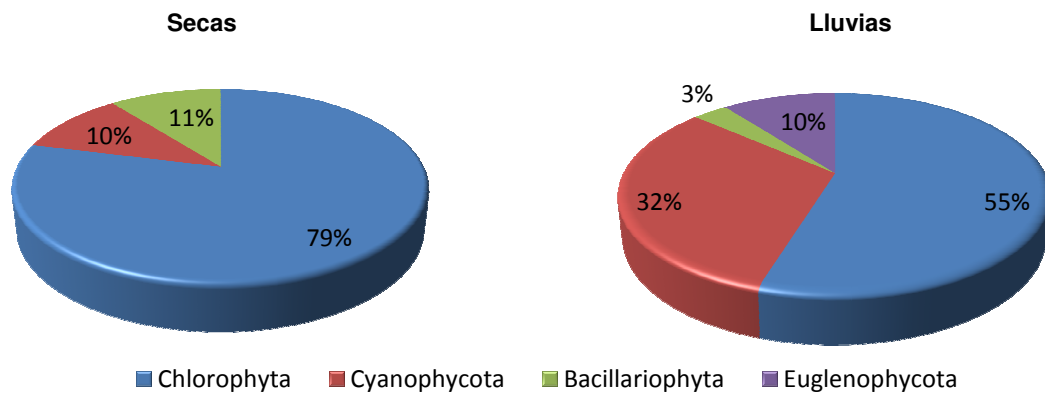


Figura 123. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El zacate”

El zooplancton en el periodo de secas estuvo representado por los cladóceros en un 86% y los rotíferos con el 14%, para la época de lluvias el grupo más abundante fue el de los copépodos calanoideos con el 50%, seguidos por los rotíferos con el 26% y por último los cladóceros con el 24% (Figura 124).

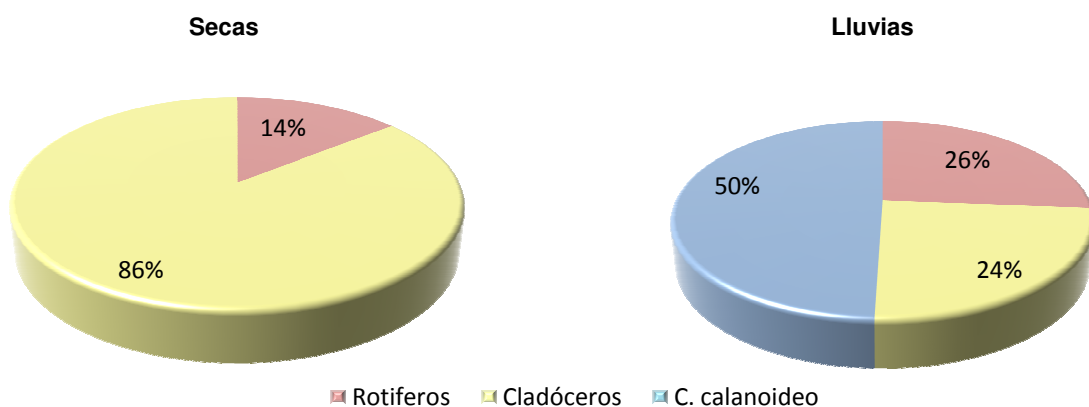


Figura 124. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Huitchila (López Mateos)
(Sistema permanente)



Figura 125. Bordo Huitchila, Marzo 2007

Tabla 112. Parámetros morfométricos para el bordo Huitchila

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 27 | 1.426 | 20892.74 | 501.74 | 181 | 94 | 3.05 |

El sistema no es profundo, de aguas cálidas, la producción de clorofilas es baja en ambas épocas y por su valor de pH se le considera de aguas ligeramente alcalinas; sus valores de nutrimentos se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad (Figura 125, Tabla 112 y 113).

Tabla 113. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 34.3 | 33.6 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 32.5 | 30.3 |
| Profundidad (m) | 3.05 | 1.3 |
| Visibilidad (m) | 0.48 | 0.6 |
| pH | 8.51 | 8.54 |
| Conductividad (µS/cm) | 1260 | 1343 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 5.88 | 5.42 |
| O ₂ (mg/L) | 14.2 | 12 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 6.5 | 130 |
| Dureza T (mg/L) | 114 | 600 |
| Nitratos (mg/L) | 0.042 | 1 |
| Nitritos (mg/L) | 0.003 | 0.014 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0.086 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.091 | 0.29 |
| Sulfatos (mg/L) | 36.4 | 54.7 |
| Amonio (mg/L) | 0.63 | 0.08 |
| Silicatos (mg/L) | 8.9 | 27 |

Por los valores de IET a este sistema se le clasifica como eutrófico con tendencias a la hipereutrofía en época de lluvias (Tabla 114).

Tabla 114. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 70.43 | 47.98 | 69.26 | Eutrófico |
| Lluvias | 67.36 | 47.18 | 86.28 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En el periodo de secas el fitoplancton está representado por dos divisiones, la Chlorophyta con el 66% y la Cyanophycota con el 34%; para el periodo de lluvias solo se mantiene la división Cyanophycota con el 94% y aparece la Bacillariophyta con el 6% (Figura 126).

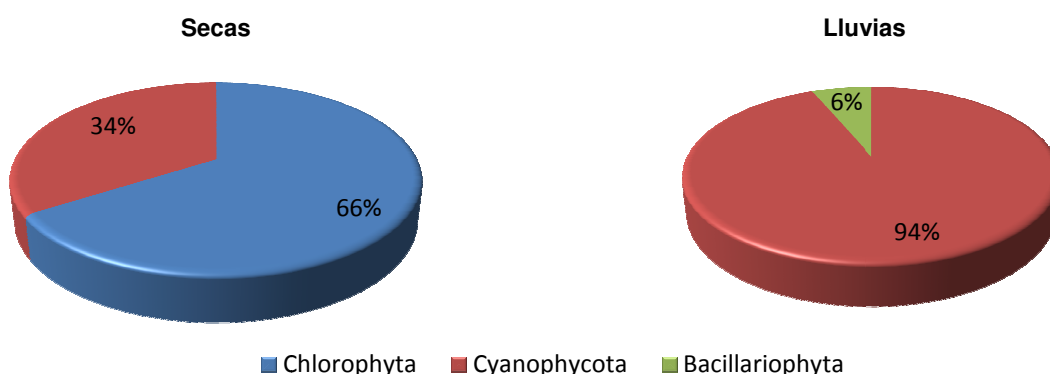


Figura 126. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Huitchila"

El zooplancton en el bordo estuvo representado por los tres mismos grupos en los dos periodos de muestreo aunque en diferentes porcentajes. En el periodo de secas los rotíferos son los más representativos con el 55% y para el periodo de lluvias bajan hasta el 11%, los cladóceros presentan un 39% en secas y para lluvias descienden hasta el 28% y los copépodos calanoideos que en secas ocupan el tercer lugar con el 6% en la época de lluvias fueron los más abundantes con el 61% (Figura 127).

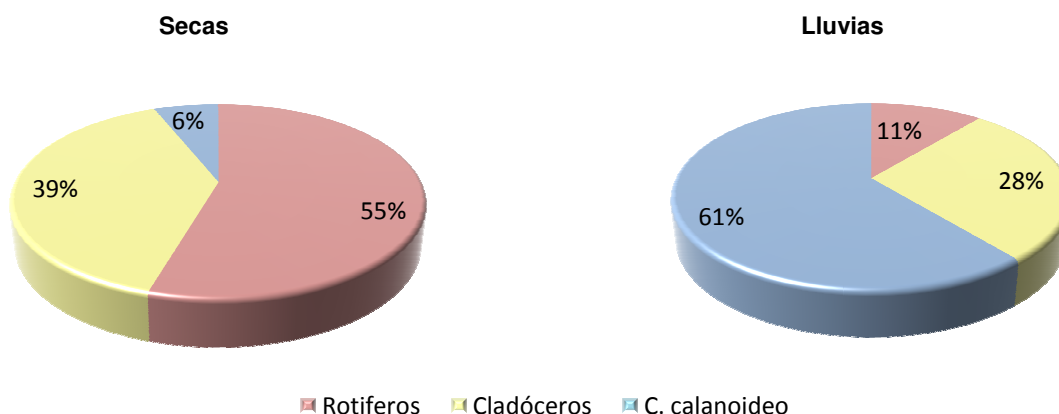


Figura 127. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

La sábila (Ixtlilco el chico 1)
(Sistema temporal)



Figura 128. Bordo La sábila, Septiembre 2007

Tabla 115. Parámetros morfométricos para el bordo La sábila

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 35 | 0.873 | 16855.34 | 353.94 | 133 | 99 | 1.3 |

Es un cuerpo de agua somero cuya área no rebasa una hectárea, por su valor de dureza se le cataloga de aguas muy duras y presenta escasa concentración de oxígeno disuelto (Figura 128, Tabla 115 y 116).

Tabla 116. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 18.3 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 16.4 |
| Profundidad (m) | - | 1.3 |
| Visibilidad (m) | - | 0.1 |
| pH | - | 8.19 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 1400 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 20.47 |
| O ₂ (mg/L) | - | 4.66 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 55 |
| Dureza T (mg/L) | - | 390.4 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0.07 |
| Nitritos (mg/L) | - | 2.13 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.61 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 33.4 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.046 |
| Silicatos (mg/L) | - | 7.67 |

En la época de lluvias se le considera como un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofía (Tabla 117).

Tabla 117. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 56.22 | 60.22 | 96.63 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En la figura 129 se observa que la división Cyanophycota fue la más representativa del fitoplancton dentro del sistema con el 77% y la especie *Chroococcus varius* es la más abundante con 50669 cel/mL, le sigue la división Bacillariophyta con el 21%, la Chlorophyta con el 2% y con un porcentaje mínimo se encuentra la división Euglenophycota.

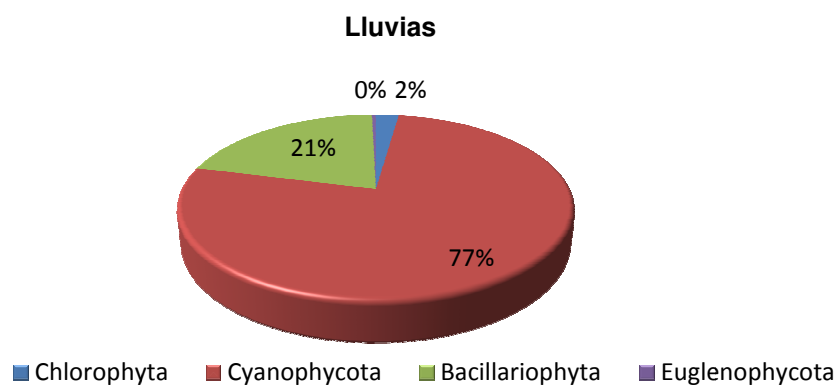


Figura 129. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "La sábila"

El zooplancton de este bordo está conformado por dos grupos, los rotíferos que son los más abundantes con el 93% y los cladóceros que representan el 7% con pocos organismos por litro (Figura 130).

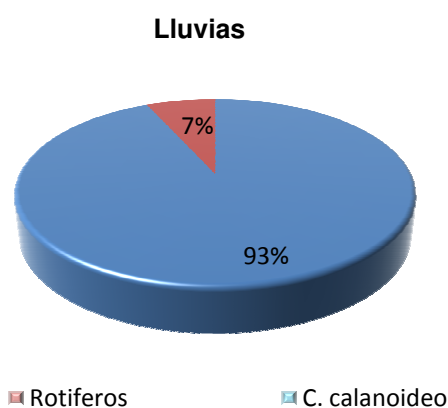


Figura 130. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo

Las teclas (Sistema permanente)



Figura 131. Bordo Las teclas, Marzo 2007

Tabla 118. Parámetros morfométricos para el bordo Las teclas

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 37 | 15.341 | 1049964.53 | 1771.87 | 629 | 510 | 2 |

Es de los sistemas más grandes dentro de la zona de estudio, llega a cubrir un área de más de quince hectáreas, aunque es un sistema somero, tiene una buena disponibilidad de oxígeno para la biota en ambas épocas del año y sus valores de nutrientes están por debajo de los límites permisibles de calidad (Figura 131, Tabla 118 y 119).

Tabla 119. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 33 | 33.6 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 27.6 | 24.2 |
| Profundidad (m) | 2 | 1.5 |
| Visibilidad (m) | 0.15 | 0.22 |
| pH | 6.82 | 8.7 |
| Conductividad (μS/cm) | 1286 | 1190 |
| Clorofila "a" (μg/L) | 47.66 | 18.33 |
| O ₂ (mg/L) | 10.16 | 14.17 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 4.4 | 4.4 |
| Dureza T (mg/L) | 100 | 100.1 |
| Nitratos (mg/L) | 0.176 | 0.099 |
| Nitritos (mg/L) | 0.005 | 0.003 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.135 | 0.006 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.139 | 0.218 |
| Sulfatos (mg/L) | 47.53 | 63.45 |
| Amonio (mg/L) | 0.295 | 0.333 |
| Silicatos (mg/L) | 2.297 | 8.556 |

Es un bordo con muy buena productividad en ambas épocas, por lo cual es apto para el cultivo de peces (Tabla 120).

Tabla 120. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 81.49 | 59.13 | 81.80 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 87.34 | 68.51 | 75.27 | Hipereutrófico |

En el periodo de secas las divisiones representativas del fitoplancton fueron por orden de abundancia: Chlorophyta>Cyanophycota=Bacillariophyta>Euglenophycota y para el periodo de lluvias Chlorophyta>Bacillariophyta>Cyanophycota>Xanthophyta (Figura 132).

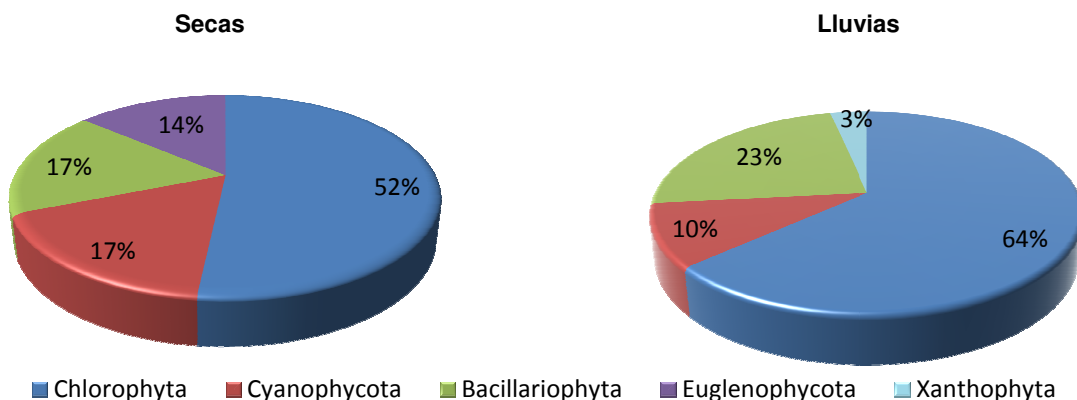


Figura 132. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Las teclas"

En el periodo de secas el grupo de los cladóceros es el más representativo del sistema con el 60% al registrar 3 org/L y para el periodo de lluvias el grupo de los copépodos ciclopoideos son los más abundantes con porcentaje del 61% (Figura 133).

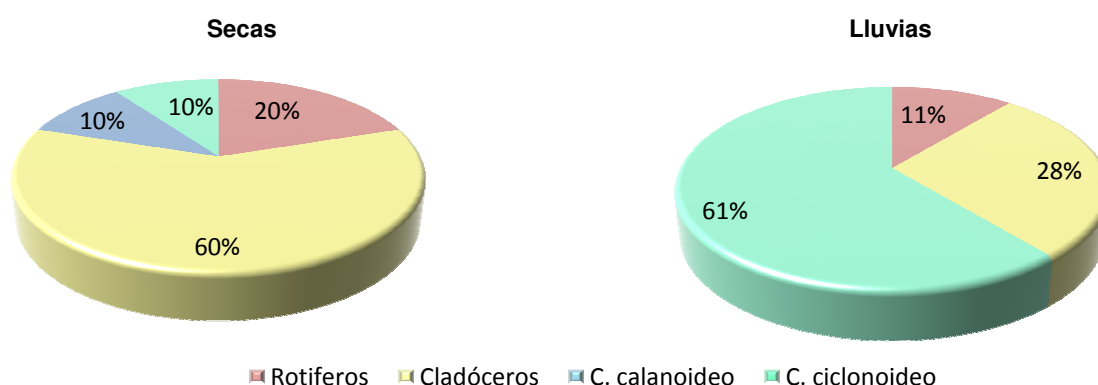


Figura 133. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Poza Honda
(Sistema temporal)



Figura 134. Bordo Poza Honda, Abril 2005

Tabla 121. Parámetros morfométricos para el bordo Poza Honda

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 44 | 1.390 | 26074.52 | 548.52 | 219 | 78 | 2.5 |

Este sistema presenta un volumen de 26 074.52 m³ y profundidad de 2.5 metros. Su pH es alcalino y por el valor de dureza se le considera de aguas duras (Figura 134, Tabla 121 y 122).

Tabla 122. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 37 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 31.1 |
| Profundidad (m) | - | 2.5 |
| Visibilidad (m) | - | 0.1 |
| pH | - | 8.9 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 473 |
| Clorofila A (µg/l) | - | 28.2 |
| O ₂ (mg/l) | - | 8.3 |
| Alcalinidad Total (mg/l) | - | 32 |
| Dureza T (mg/l) | - | 200 |
| Nitratos (mg/l) | - | 0.14 |
| Nitritos (mg/l) | - | 0.0043 |
| Ortofosfatos (mg/l) | - | 1.05 |
| Fósforo total (mg/l) | - | 1.98 |
| Sulfatos (mg/l) | - | 45 |
| Amonio (mg/l) | - | 0.2 |
| Silicatos (mg/l) | - | 109 |

A pesar de que solo se encuentra en una época del año, este bordo presenta buena concentración de fósforo y clorofila "a", por lo cual se clasifica como hipereutrófico (Tabla 123).

Tabla 123. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 93.18 | 63.35 | 113.63 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división Chlorophyta representa el 76% de todo el fitoplancton que se encuentra en el sistema y el género Kirchneriella es el más abundante con 2746 cel/mL, le sigue la división Bacillariophyta con el 11%, la Euglenophycota con el 8% y por último la Cyanophycota con el 5% (Figura 135).

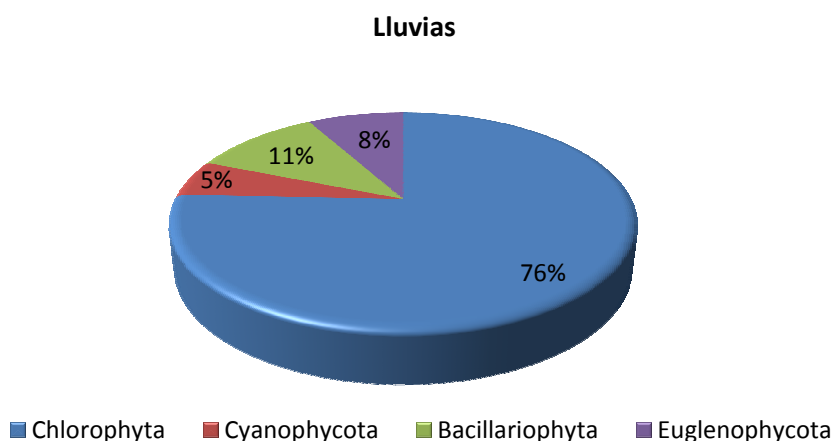


Figura 135. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Poza honda"

El zooplancton en este sistema estuvo representado por tres grupos siendo el más abundante el grupo de los copépodos calanoideos con el 94% ya que se registran 94 org/L, le sigue el grupo de los rotíferos con el 4% y por último los cladóceros con sólo el 2% (Figura 136).

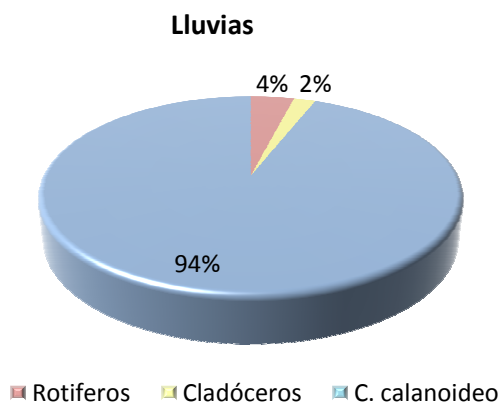


Figura 136. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Tepehuaje
(Sistema permanente)



Figura 137. Bordo Tepehuaje, Octubre 2007

Tabla 124. Parámetros morfométricos para el bordo Tepehuaje

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 53 | 0.325 | 9763.75 | 243.85 | 103 | 42 | 1.31 |

Es un cuerpo de agua somero y abarca un área de 0.325 hectáreas, de aguas ligeramente alcalinas y duras en ambas épocas del año, presenta buena disponibilidad de oxígeno disuelto en época de lluvias y los valores de nutrientes se ubican por debajo de los valores permisibles de calidad de agua de acuerdo con la NOM 001 (Figura 137, Tabla 124 y 125).

Tabla 125. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 29.6 | 28.9 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 26.2 | 28 |
| Profundidad (m) | 0.45 | 1.31 |
| Visibilidad (m) | 0.4 | 0.3 |
| pH | 8.79 | 7.93 |
| Conductividad (µS/cm) | 607 | 346 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 41.74 | 21.34 |
| O ₂ (mg/L) | 7.46 | 10.51 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 39.00 | 85 |
| Dureza T (mg/L) | 195.2 | 180.2 |
| Nitratos (mg/L) | 0.18 | 0.039 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.82 | 0.07 |
| Fósforo total (mg/L) | 2.07 | 0.98 |
| Sulfatos (mg/L) | 17.18 | 24.73 |
| Amonio (mg/L) | 0.12 | 1.18 |
| Silicatos (mg/L) | 7.40 | 34.98 |

Durante todo el año presenta buena productividad por lo que se le puede considerar apto para el cultivo de peces (Tabla 126).

Tabla 126. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 73.20 | 67.21 | 114.30 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 77.35 | 60.63 | 65.54 | Eutrófico-Hipereutrófico |

Para el periodo de secas sólo se presentan dos divisiones de fitoplancton siendo las más abundantes las clorofitas con el 54% seguida por las Bacillariofitas con el 46% y para el periodo de lluvias se presentan cuatro grupos donde nuevamente las Clorofitas son las más representativas con el 62% seguida por las Cianoficotas con el 26%, las Bacillariofitas con el 8% y las Euglenoficotas con el 4% (Figura 138).

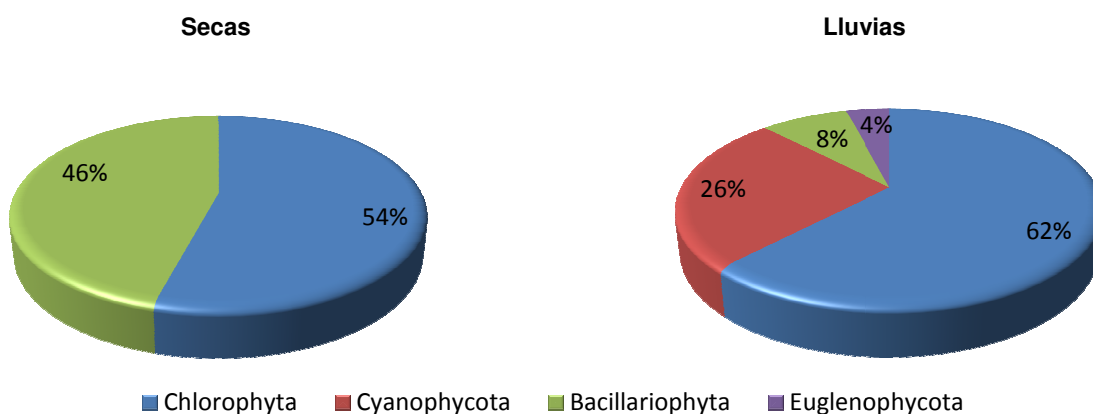


Figura 138. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Tepehuaje"

En el sistema se presentan los mismos grupos de zooplancton aunque varían sus porcentajes de una época a la otra, los cladóceros se presentan con el 50% en la temporada de secas y disminuyen hasta el 14% en la temporada de lluvias, los rotíferos tienen un 25% en secas y aumentan hasta el 57% en lluvias y los copépodos calanoideos en secas se encuentran en un 25% y en lluvias hasta el 29% (Figura 139).

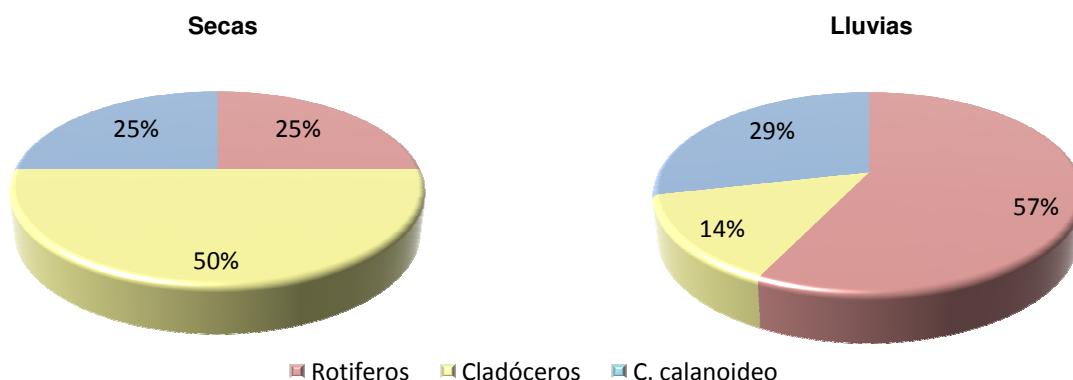


Figura 139. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Huitchila 1
(Sistema temporal)



Figura 140. Bordo Huitchila 1, Octubre 2007

Tabla 127. Parámetros morfométricos para el bordo Huitchila 1

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 28 | 0.293 | - | 233.20 | 88 | 54 | - |

Se registró con nivel de agua demasiado bajo para tomar muestra de agua en época de lluvias (menor a 0.30 m) y no se observó en la época de secas (figura 140, tabla 127).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, su área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000 así como con el apoyo de ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000

024 MUNICIPIO DE TLALTIZAPAN

El municipio se localiza en la subregión de Jojutla y se ubica geográficamente entre los 18°41' latitud norte y los 99°07' longitud oeste, a 945 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Yautepec, al sur con Tlaquiltenango al este con Ayala; al oeste con Puente de Ixtla y Xochitepec, al noroeste con Emiliano Zapata y al sureste con Zacatepec.

El municipio de Tlaltizapán, tiene una superficie de 227.68 km², cifra que representa el 4.77% del total del estado y ocupa por su extensión territorial el quinto lugar.

El municipio es atravesado por el río Yautepec, que llega hasta el pueblo de Bonifacio García y de ahí en adelante toma el nombre de Río Verde recogiendo las aguas de los manantiales de las Estacas, aumentando considerable su caudal; este río recibe las aguas del río Dulce, por la parte baja del municipio el río Salado de Temilpa es pequeño en extensión, pues apenas cuenta con dos kilómetros de recorrido, pero es muy grande su caudal. El río Cuautla o Chinameca entra también al municipio sirviendo de límite con Tepalcingo, cuenta también con 43 pozos para extracción de agua.

El municipio tiene un clima subtropical y húmedo caluroso con invierno poco definido (Awo(w)(i)gw"), con la mayor sequía al final del otoño, invierno y principios de primavera. La temperatura media anual es de 23.5°C con una precipitación pluvial de 840 milímetros anuales y el periodo de lluvias es de junio a octubre.

Su flora está constituida por: Selva baja caducifolia de clima cálido, tepehuaje, palo dulce, copal, cuahulote, cubata, guamuchil, ciruelo, cuachalalate, mezquite, brasil, guayabillo, guaje, bonete, hongo de casahuate, pesa hueso y quina (INEGI, 2000).

Este municipio cuenta con dos sistemas temporales y uno permanente, que abarcan 3.88 ha, lo que representa el 0.02% del área total del municipio (Figura 141).

Pero para fines de este estudio solo se contemplaron a los sistemas temporales, el otro sistema fue estudiado por Ramírez (2008).

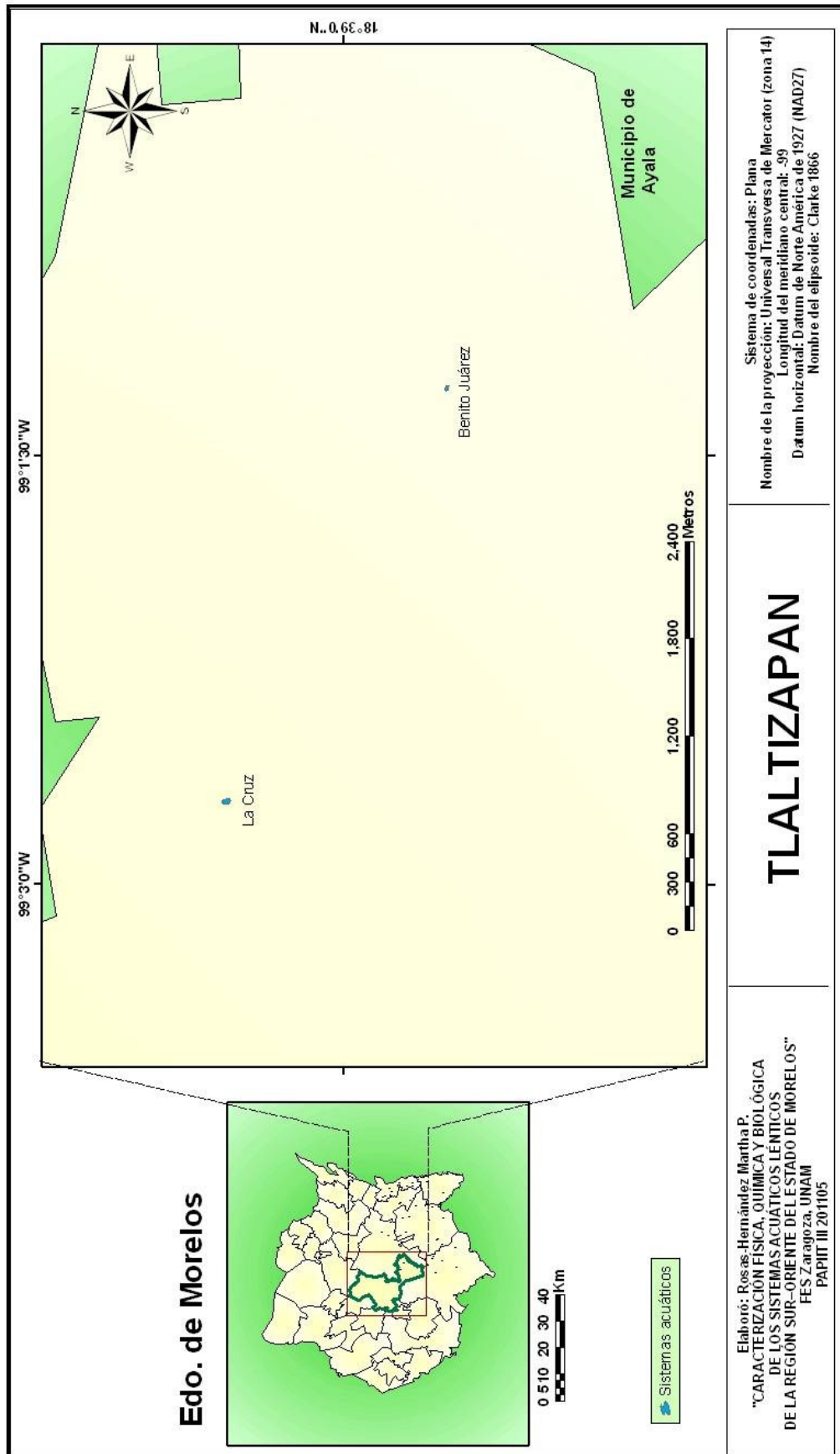


Figura 141. Ubicación de los cuerpos de agua en el municipio de Tlaltizapan

Benito Juárez (Sistema temporal)



Figura 142. Bordo Benito Juárez, Junio 2005

Tabla 128. Parámetros morfométricos para el bordo Benito Juárez

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m ²) | Largo máx. | Ancho máx. | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------|
| 8 | 0.053 | 784.08 | 89.78 | 34 | 22 | 0.3 |

Durante los muestreos se encontró con una profundidad menor a los 0.2 metros por lo que no se pudo tomar muestra (Figura 142 y Tabla 128).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, su área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000, así como con el apoyo de una ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000.

La cruz (Sistema temporal)



Figura 143. Bordo La Cruz, Junio 2005

Tabla 129. Parámetros morfométricos para el bordo La cruz

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m ²) | Largo máx. | Ancho máx. | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------|
| 31 | 1.130 | - | 453.29 | 193 | 102 | - |

Se encontró seco durante los muestreos (Figura 143 y Tabla 129).

* Aunque este sistema siempre se encontró seco, su área se calculó por medio de imágenes cartográficas digitales en escala 1:50,000, así como con el apoyo de una ortofoto digital en escala 1:20,000 creadas por el INEGI en el 2000.

024 MUNIPIO DE TLAQUILTENANGO

El municipio se ubica geográficamente entre los 18° 37' 44" latitud norte y 90° 09' 37" longitud oeste, a 911 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tlaltizapán, Ayala y Tepalcingo; al sur con los estados de Guerrero y Puebla; al oeste con Zacatepec, Jojutla y Puente de Ixtla y al este con Tepalcingo.

Cuenta con una superficie de 581.778 kilómetros cuadrados cifra que representa el 11.73% del total del Estado.

Existen dos tipos de climas uno semiseco–semicálido y el otro semiseco-cálido (Awo(w)(i)gw"), invierno poco definido, con la mayor sequía al finalizar el otoño, en invierno y principios de primavera. Las temperaturas oscilan entre los 15° y 35°, la precipitación es de 909.8 mm de lluvia anual.

La flora está constituida principalmente por: selva baja caducifolia, de clima cálido; Jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*), casahuate (*Ipomoea murucoides*), ceiba (*Ceiba pentandra*) y bugambilia (*Bougainvillea spectabilis*).

Los recursos hidrológicos del municipio están representados por los ríos: Amacuzac que lo atraviesa de oeste a sur; el Cuautla que lo atraviesa de norte a sur y se une al río Amacuzac al oeste de Nexpa, el Yautepec lo atraviesa al noroeste para unirse en Jojutla con el Apatlaco; existen cauces intermitentes que descienden de la sierra en época de lluvias. Se cuenta también con los manantiales de El Rollo, Nexpa, Los Elotes, Valle de Vázquez y La Huertas (INEGI, 2000).

El municipio cuenta con siete sistemas acuáticos permanentes y que en conjunto abarcan un volumen de 2855302 m³ y un área de 31.31 ha, lo que representa el 0.06% del área del municipio (Figura 144).

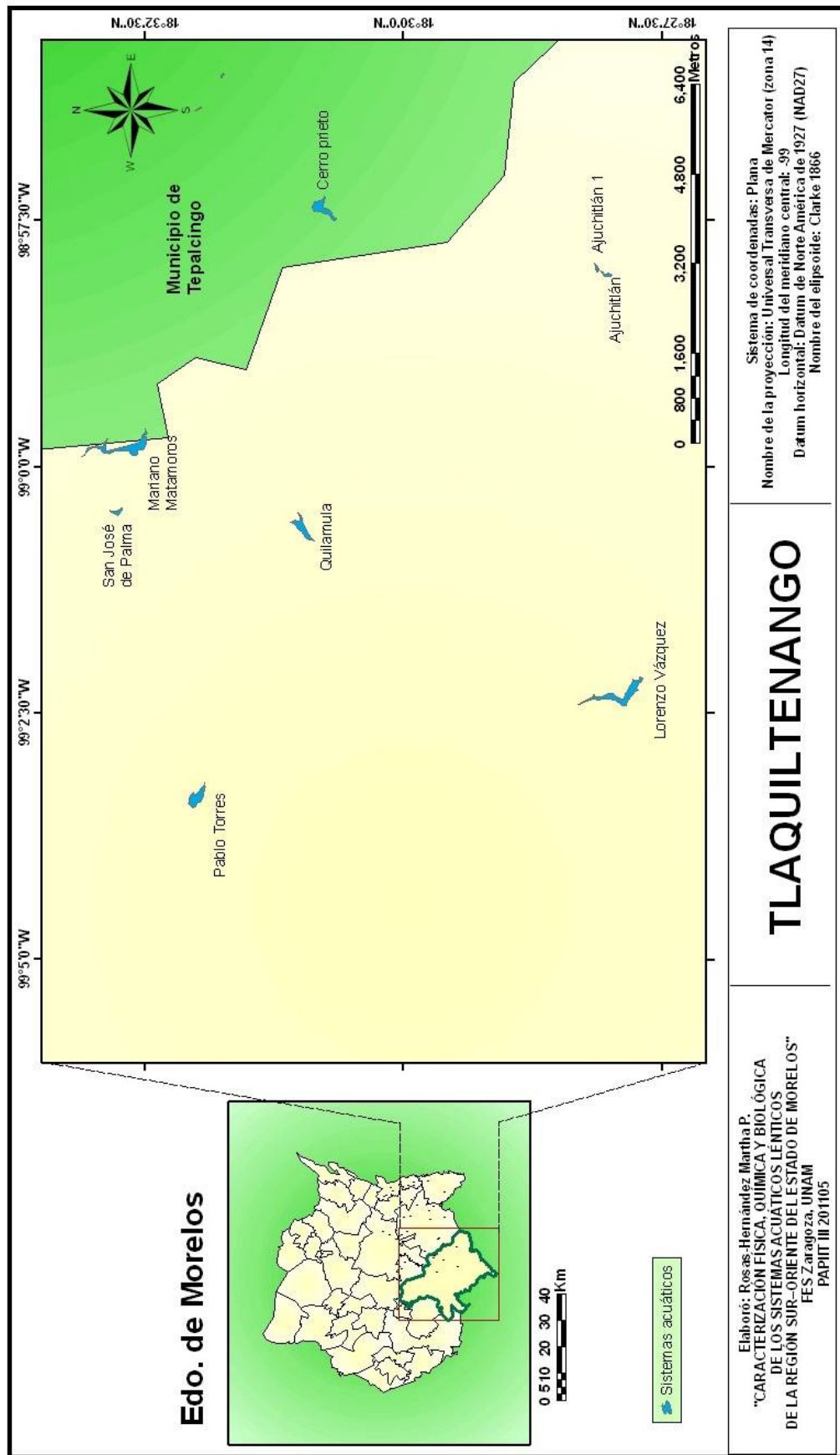


Figura 144. Ubicación de los sistemas acuáticos en el municipio de Tlaquiltenango

Ajuchitlán (Sistema permanente)



Figura 145. Bordo Ajuchitlán, Junio 2007

Tabla 130. Parámetros morfométricos para el bordo Ajuchitlán

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0.739 | 15435.66 | 504.08 | 177 | 53 | 1.8 |

Este sistema por los valores de pH se le considera alcalino, presenta una buena oxigenación en ambas épocas, y se le puede considerar como un sistema somero ya que no rebasa el 1.8 metros de profundidad (Figura 146, Tabla 130 y 131).

Tabla 131. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 33.8 | 31.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 29 | 30.4 |
| Profundidad (m) | 1.8 | 1.8 |
| Visibilidad (m) | 0.3 | 0.35 |
| pH | 8.77 | 8.85 |
| Conductividad (µS/cm) | 458 | 340 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 21 | 24 |
| O ₂ (mg/L) | 11.2 | 13.4 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 35 | 15 |
| Dureza T (mg/L) | 199 | 155 |
| Nitratos (mg/L) | 0.05 | 0.03 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 5.34 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.03 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.03 | 0.03 |
| Sulfatos (mg/L) | 99.8 | 59.6 |
| Amonio (mg/L) | 0.23 | 0.08 |
| Silicatos (mg/L) | 28 | 21 |

Por sus valores de IET éste sistema se clasifica como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia en la época de secas y para lluvias como mesotrófico con tendencias a la eutrofización, lo que lo hace un sistema productivo (Tabla 132).

Tabla 132. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 77.35 | 60.47 | 53.62 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 75.13 | 61.68 | 52.71 | Eutrófico-Hipereutrófico |

En la temporada de secas el fitoplancton se presentó con tres divisiones siendo la más abundante la división Bacillariophyta con el 53%, en segundo la Chlorophyta con el 46% y en tercer lugar a la Euglenophycota con el 1%; para la temporada de lluvias se presentan cinco divisiones de las cuales la Cyanophycota representan el 53%, seguidas por la Chlorophyta con el 40%, en tercer lugar se encuentran con el 3% la Bacillariophyta y la Euglenophycota y sólo el 1% correspondió a la Xanthophyta (Figura 146).

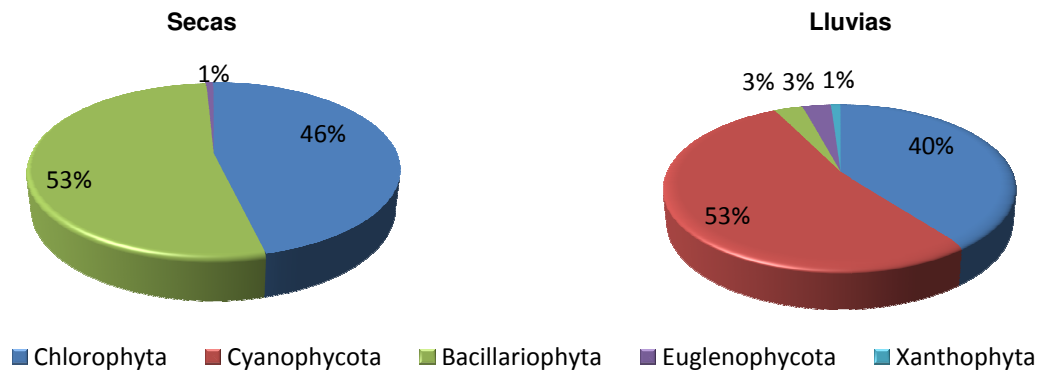


Figura 146. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Ajuchitlán”

El grupo de los copépodos calanoideos fue el más abundante durante las dos épocas, en la época de secas correspondió al 57% y para la época de lluvias el 59%. Durante lluvias sólo se registraron dos grupos el de los cladóceros y los c. calanoideos (Figura 147).

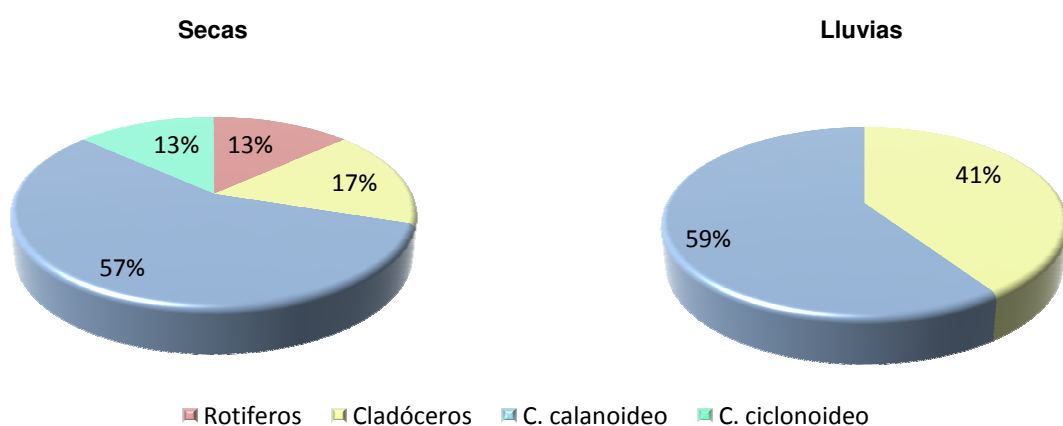


Figura 147. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Ajuchitlán 1
(Sistema temporal)



Figura 148. Bordo Ajuchitlán 1, Junio 2007

Tabla 133. Parámetros morfométricos para el bordo Ajuchitlán 1

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 2 | 0.481 | 14134.99 | 370.68 | 153 | 64 | 1.9 |

Se trata de un cuerpo de agua pequeño de un área calculada de 0.481 Ha y con una profundidad de 1.9 metros, por su valor de dureza se le considera de aguas duras y el pH es alcalino, presenta buena disponibilidad de oxígeno disuelto y la producción de clorofilas es baja (Figura 148, Tabla 133 y 134).

Tabla 134. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | - | 24.5 |
| Temp. H ₂ O (°C) | - | 23.2 |
| Profundidad (m) | - | 1.9 |
| Visibilidad (m) | - | 0.1 |
| pH | - | 8.1 |
| Conductividad (µS/cm) | - | 440 |
| Clorofila "a" (µg/L) | - | 7.1 |
| O ₂ (mg/L) | - | 6.1 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | - | 33 |
| Dureza T (mg/L) | - | 170 |
| Nitratos (mg/L) | - | 0 |
| Nitritos (mg/L) | - | 3 |
| Ortofosfatos (mg/L) | - | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | - | 0.27 |
| Sulfatos (mg/L) | - | 116 |
| Amonio (mg/L) | - | 0.08 |
| Silicatos (mg/L) | - | 11 |

El bordo se considera mesotrófico, por lo que se puede decir que se trata de un sistema con baja disponibilidad de nutrientes a excepción de los sulfatos (Tabla 135).

Tabla 135. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | - | - | - | - |
| Lluvias | 93.18 | 49.89 | 38.35 | Eutrófico-Hipereutrófico |

Durante el muestreo en el sistema se encontraron cuatro divisiones de fitoplancton en donde la Euglenophycota sólo ocupa el 4%, la Bacillariophyta se presenta en un 7%, la Chlorophyta representa el 35% y la Cyanophycota es la más representativa con el 54%, de esta última el género *Chroococcus* es el más abundante ya que registra 9984 cel/mL (Figura 149).

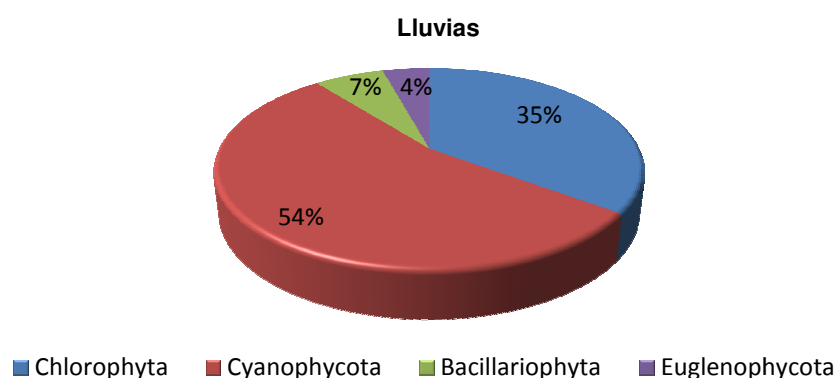


Figura 149. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo "Ajuchitlán 1"

El grupo con mayor porcentaje del zooplancton en este sistema es el de los cladóceros con el 42%, le siguen los copépodos calanoideos con el 39% y en tercer lugar se encuentran los rotíferos con el 19% ya que sólo se contabilizan a 15 org/L (Figura 150).

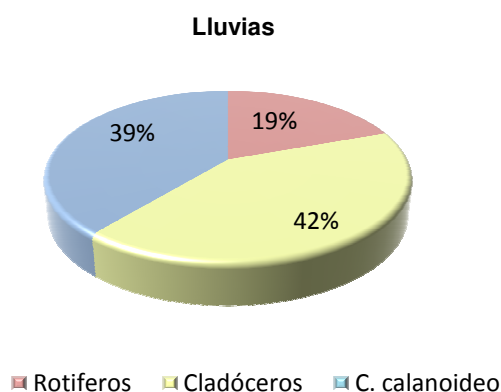


Figura 150. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Lorenzo Vázquez (Cruz pintada)
(Sistema permanente)



Figura 151. Presa Lorenzo Vázquez, Junio 2007

Tabla 136. Parámetros morfométricos para la presa Lorenzo Vázquez

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 38 | 10.634 | 610057.96 | 3187.32 | 646 | 607 | 9 |

Es de los sistemas más grandes que se encuentran en la zona de estudio, su área calculada es de 10.63 ha y tiene una profundidad de hasta nueve metros, el pH es alcalino y la disponibilidad de oxígeno que presenta en ambas épocas es buena (Figura 151, Tabla 136 y 137).

Tabla 137. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 31.5 | 32.7 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 24.3 | 32 |
| Profundidad (m) | 9 | 7.4 |
| Visibilidad (m) | 0.7 | 0.05 |
| pH | 7.63 | 7.41 |
| Conductividad (µS/cm) | 323 | 443 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 25 | 21 |
| O ₂ (mg/L) | 9.51 | 8.39 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 17 | 32 |
| Dureza T (mg/L) | 225 | 155 |
| Nitratos (mg/L) | 0.06 | 0.05 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 5.69 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0.12 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.14 | 0.044 |
| Sulfatos (mg/L) | 59 | 116 |
| Amonio (mg/L) | 0.01 | 0.11 |
| Silicatos (mg/L) | 29 | 14 |

En las dos épocas los valores de IET son altos por lo que se considera un sistema eutrófico con tendencias a la hipereutrofia, lo que lo hace un sistema rentable para la acuicultura (Tabla 138).

Tabla 138. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 65.14 | 62.10 | 75.27 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 68.61 | 60.28 | 58.76 | Eutrófico-Hipereutrófico |

Se registran las mismas divisiones de fitoplancton en los dos periodos de muestreo pero presentan diferencias en cuanto al porcentaje. En el periodo de secas las clorofitas se encuentran en un 76% y para el periodo de lluvias disminuyen hasta el 44%, las cianoficotas están en un 11% en secas y para lluvias aumentan hasta el 47%, las bacillariofitas representan el 10% en secas y bajan al 8% en lluvias y las euglenoficotas del 3% en secas disminuyen al 1% en lluvias (Figura 152).

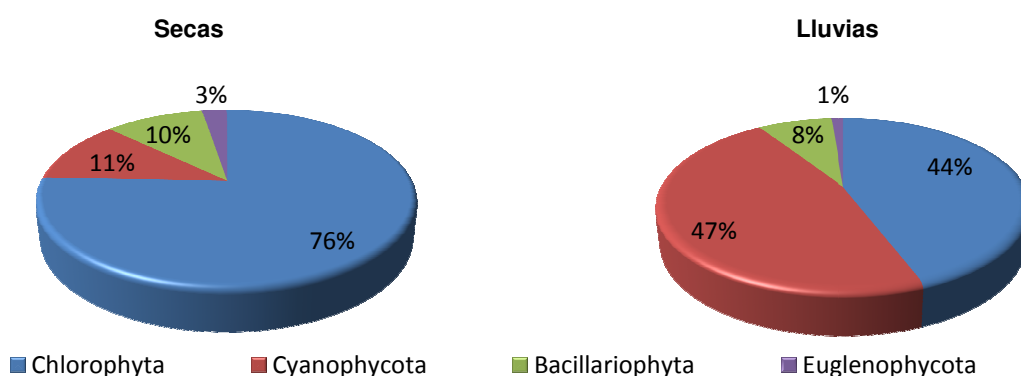


Figura 152. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa "Lorenzo Vázquez"

En el periodo de secas los cladóceros son el grupo dominante lo que representa el 55% y para la temporada de lluvias ocupan el segundo lugar ya que aunque se registran 11 org/L el grupo de los copépodos calanoideos registra 12 org/L lo que representa el 42% (Figura 153).

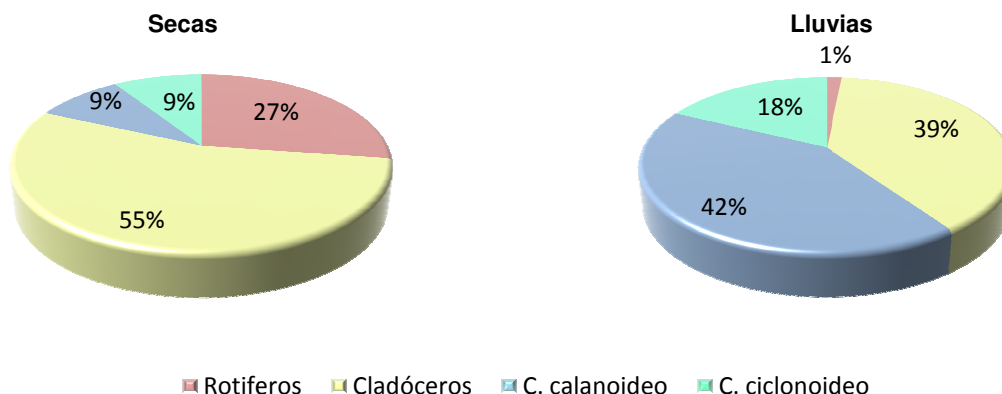


Figura 153. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Mariano Matamoros (Los cajones)
(Sistema permanente)



Figura 154. Presa Mariano Matamoros, Noviembre 2007

Tabla 139. Parámetros morfométricos para la presa Mariano Matamoros

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 40 | 10.607 | 1448543.05 | 3523.20 | 801 | 252 | 14.4 |

Es un cuerpo de agua profundo con respecto a todos los registrados en este estudio, con buena disponibilidad de oxígeno en ambas épocas del año, los valores de dureza varían en las dos épocas, por lo que se le considera de aguas muy duras en época de secas y moderadamente duras en época de lluvias, el pH es alcalino y su producción de clorofilas se va reducida en época de lluvias (Figura 154, Tabla 139 y 140).

Tabla 140. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 27.9 | 30 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 22.1 | 25.4 |
| Profundidad (m) | 8.1 | 14.4 |
| Visibilidad (m) | 0.27 | 0.55 |
| pH | 8.16 | 7.83 |
| Conductividad (µS/cm) | 376 | 256 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 25 | 0.98 |
| O ₂ (mg/L) | 9.32 | 9.13 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 15 | 21.5 |
| Dureza T (mg/L) | 335 | 110 |
| Nitratos (mg/L) | 0.34 | 0.28 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0.001 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.14 | 0.12 |
| Sulfatos (mg/L) | 33 | 26 |
| Amonio (mg/L) | 0.21 | 0.6 |
| Silicatos (mg/L) | 44 | 32 |

El sistema se considera como eutrófico con tendencias a la hipereutrofía en la época de secas por lo que es un sistema productivo (Tabla 141).

Tabla 141. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 78.60 | 62.05 | 75.66 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 68.61 | 30.42 | 73.18 | Eutrófico-Hipereutrófico |

La división Chlorophyta es la más abundante en las dos épocas del año, en la época de secas se presenta hasta en un 60% y para la época de lluvias disminuye hasta el 51%, le sigue en abundancia la división Cyanophycota con el 20% en secas y el 30% en lluvias, luego la división Euglenophycota se encuentra en un 7% en secas y para lluvias aumenta hasta el 19% y por último la división Bacillariophyta sólo se presenta en secas con el 13% (Figura 155).

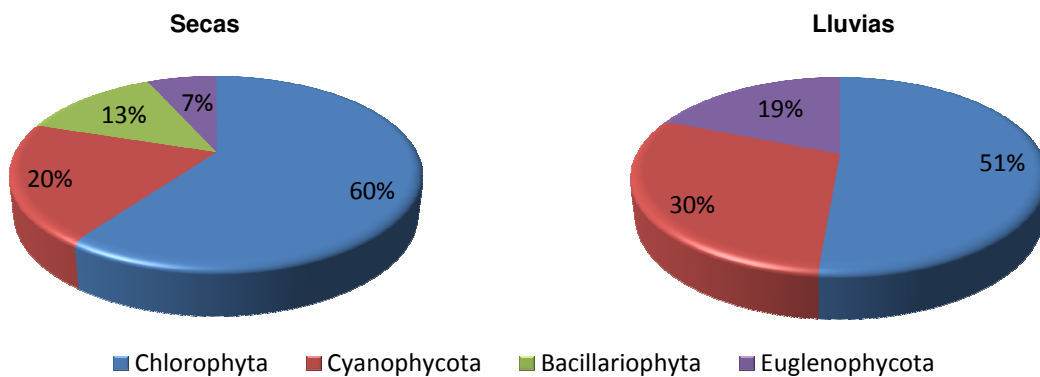


Figura 155. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa "Mariano Matamoros"

En la figura 156 se observa que el zooplancton varía demasiado de una época a la otra, ya que en la época de secas se observaron con tres grupos siendo el más representativo el de los copépodos calanoideos con el 55% y para la época de lluvias se cuantifica sólo el grupo de los rotíferos.

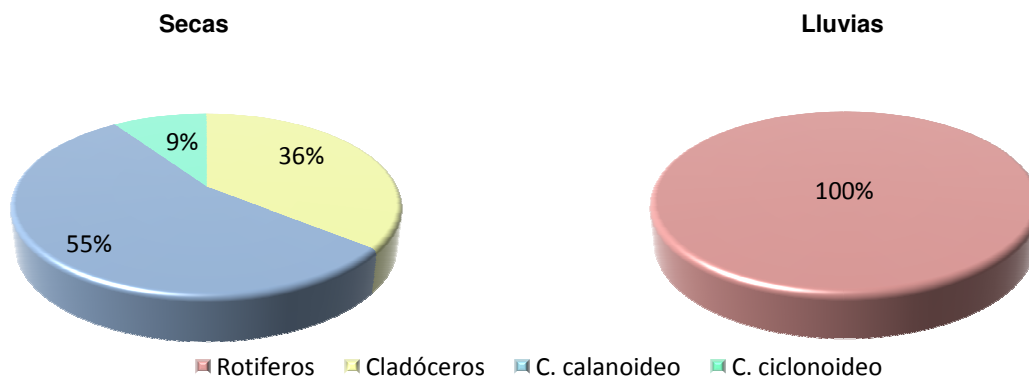


Figura 156. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Pablo Torres Burgos (La parota)
(Sistema permanente)



Figura 157. Presa Pablo Torres Burgos, Junio 2007

Tabla 142. Parámetros morfométricos para la presa Pablo Torres Burgos

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 41 | 5.725 | 368417.66 | 1265.20 | 468 | 207 | 8 |

Tiene un volumen de 368 417.66 m³ y una profundidad de 8 metros, el pH es alcalino, por sus valores de dureza se le considera de aguas duras, presenta buena producción de clorofilas en época de secas y los valores de nutrientes están por debajo de los límites establecidos de calidad de la NOM-001-ECOL (Figura 157, Tabla 142 y 143).

Tabla 143. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 24 | 29.7 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 22 | 31.5 |
| Profundidad (m) | 8 | 1 |
| Visibilidad (m) | 0.27 | 0.3 |
| pH | 7.9 | 8.3 |
| Conductividad (µS/cm) | 360 | 1003 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 82 | 6.2 |
| O ₂ (mg/L) | 8.39 | 7.08 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 27.5 | 47.3 |
| Dureza T (mg/L) | 280 | 255 |
| Nitratos (mg/L) | 0.08 | 0.07 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 1.2 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.07 | 0.05 |
| Sulfatos (mg/L) | 38 | 79 |
| Amonio (mg/L) | 0.01 | 0.09 |
| Silicatos (mg/L) | 51 | 16 |

Es un sistema con muy buena producción por lo que se le clasifica como un sistema hipereutrófico en la época de secas y eutrófico con tendencias a la hipereutrofía en la temporada de lluvias (Tabla 144).

Tabla 144. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 78.60 | 73.80 | 65.54 | Hipereutrófico |
| Lluvias | 77.35 | 48.44 | 59.95 | Eutrófico-Hipereutrófico |

El fitoplancton en este bordo se encuentra representado por tres divisiones en la época de secas que se presentan por orden de abundancia: Chlorophyta>Bacillariophyta>Cyanophycota; y para la época de lluvias se registran con cuatro divisiones: Chlorophyta>Cyanophycota>Bacillariophyta>Euglenophycota, siendo dominantes en porcentaje las clorofitas (Figura 158).

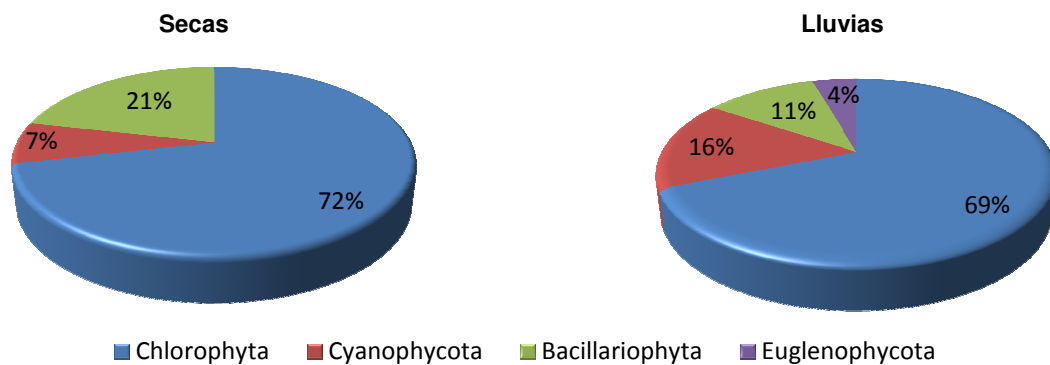


Figura 158. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa “Pablo Torres”

Para la época de secas se contabilizan 27 org/L de copépodos ciclopoideos lo que representa el 62% del total del zooplancton presente en el sistema y para la época de lluvias los grupos representativos son los cladóceros y los rotíferos con el 40% (Figura 159).

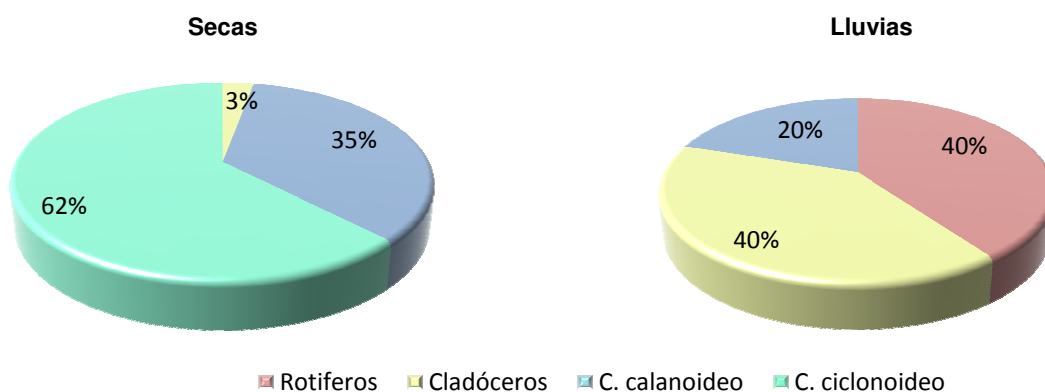


Figura 159. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

Quilamula
(Sistema permanente)



Figura 160. Presa Quilamula, Enero 2006

Tabla 145. Parámetros morfométricos para la presa Quilamula

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 45 | 5.286 | 284102.97 | 1522.95 | 517 | 175 | 6 |

Presenta baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el la época de secas, por su dureza se le considera de aguas muy duras en secas y duras en época de lluvias, su pH es alcalino y su producción de clorofilas aumenta en época de lluvias (Figura 160, Tabla 145 y 146).

Tabla 146. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 28.5 | 29 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 24 | 29.8 |
| Profundidad (m) | 6 | 6 |
| Visibilidad (m) | 119 | 0.3 |
| pH | 6.8 | 7.4 |
| Conductividad (µS/cm) | 465 | 424 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 6.82 | 130.97 |
| O ₂ (mg/L) | 5.7 | 2.8 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 27 | 25 |
| Dureza T (mg/L) | 310 | 240 |
| Nitratos (mg/L) | 0.12 | 0.11 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 0 | 0 |
| Fósforo total (mg/L) | 0.04 | 0.42 |
| Sulfatos (mg/L) | 96 | 119 |
| Amonio (mg/L) | 0.008 | 0.01 |
| Silicatos (mg/L) | 35 | 48 |

En la época de secas por sus valores de IET este bordo se clasifica como mesotrófico con tendencias a la eutrofización y para la época de lluvias se vuelve productivo, por lo cual se considera hipereutrófico (Tabla 147).

Tabla 147. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Secas | 57.49 | 49.43 | 56.78 | Mesotrófico-Eutrófico |
| Lluvias | 77.35 | 78.42 | 91.40 | Hipereutrófico |

En este sistema la especie más abundante de fitoplancton en la época de secas es *Tetraedrum regulare* ya que registra 1248 cel/mL lo que se refleja en el porcentaje del 90% que alcanza la Chlorophyta división a la que pertenece esta especie y para la época de lluvias *Rhoicosphenia curvata* cuantifica para 1747 cel/mL lo que la hace la especie más abundante de la división Bacillariophyta que representa el 95% del fitoplancton (Figura 161).

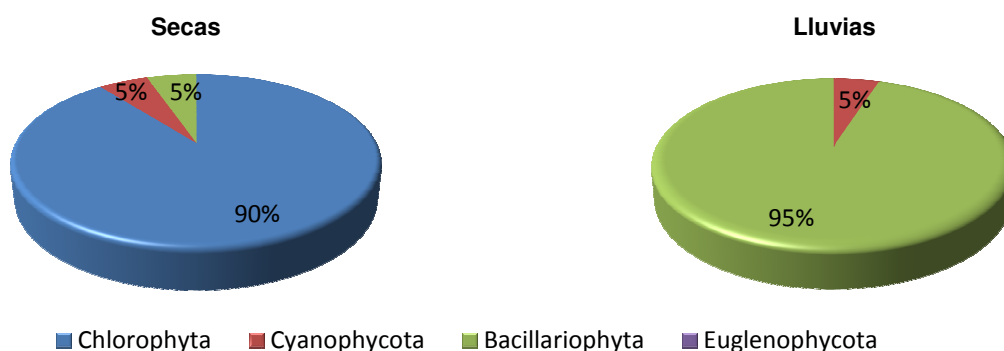


Figura 161. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa "Quilamula"

En la época de secas se presentan cuatro grupos de zooplancton siendo los más abundantes los rotíferos con el 60%, seguidos por los copépodos ciclopoideos con el 20% y con el 10% se presentan los cladóceros y los copépodos calanoideos; para la época de lluvias sólo se presentan dos grupos los rotíferos y los copépodos calanoideos con el mismo porcentaje (Figura 162).

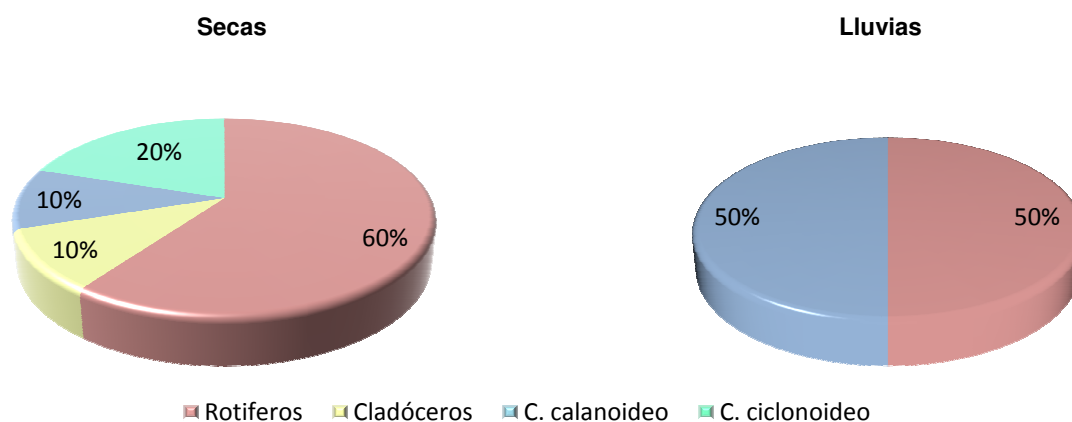


Figura 162. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

San José de Palma (Sistema permanente)



Figura 163. Bordo San José de Palma, Octubre 2006

Tabla 148. Parámetros morfométricos para el bordo San José de Palma

| ID | Área (ha) | Volumen (m ³) | Perímetro (m) | Largo máx. (m) | Ancho máx. (m) | Z (m) |
|----|-----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 47 | 1.132 | 114610.45 | 541.43 | 176 | 146 | 2.3 |

Es un cuerpo de agua somero, cuenta con un volumen de 114 610.45 m³, tiene un pH alcalino y su disponibilidad de oxígeno es buena, sus valores de dureza indica que son aguas muy duras y sus valores de nutrimentos no rebasan los límites permisibles de calidad de la NOM-001-ECOL (Figura 163, Tabla 148 y 149).

Tabla 149. Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"

| Parámetros | Secas | Lluvias |
|-----------------------------|-------|---------|
| Temp. Amb. (°C) | 31.4 | 31.3 |
| Temp. H ₂ O (°C) | 22.6 | 31.2 |
| Profundidad (m) | 2 | 2.3 |
| Visibilidad (m) | 20 | 25 |
| pH | 7.9 | 8.9 |
| Conductividad (µS/cm) | 627 | 1123 |
| Clorofila "a" (µg/L) | 5.6 | 103 |
| O ₂ (mg/L) | 9.7 | 8.9 |
| Alcalinidad Total (mg/L) | 40 | 35 |
| Dureza T (mg/L) | 305 | 450 |
| Nitratos (mg/L) | 0.08 | 0.09 |
| Nitritos (mg/L) | 0 | 0 |
| Ortofosfatos (mg/L) | 1 | 0.54 |
| Fósforo total (mg/L) | 1.14 | 0.51 |
| Sulfatos (mg/L) | 83 | 35 |
| Amonio (mg/L) | 0.02 | 0.03 |
| Silicatos (mg/L) | 55 | 31 |

Este bordo por sus valores de IET se considera con buena producción durante el periodo de muestreo, lo que lo hace apto para el cultivo de peces (Tabla 150).

Tabla 150. Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)

| Época | IET Transparencia | IET Clorofila "a" | IET Fósforo Total | CLASE IET |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Secas | 83.19 | 47.51 | 105.66 | Eutrófico-Hipereutrófico |
| Lluvias | 79.98 | 76.04 | 93.98 | Hipereutrófico |

En la época de secas se presentan cuatro divisiones de fitoplancton donde la más representativa es la división Chlorophyta con el 75% y para la época de lluvias sólo se presentan tres divisiones donde nuevamente las clorofitas son las más abundantes con el 50% (Figura 164).

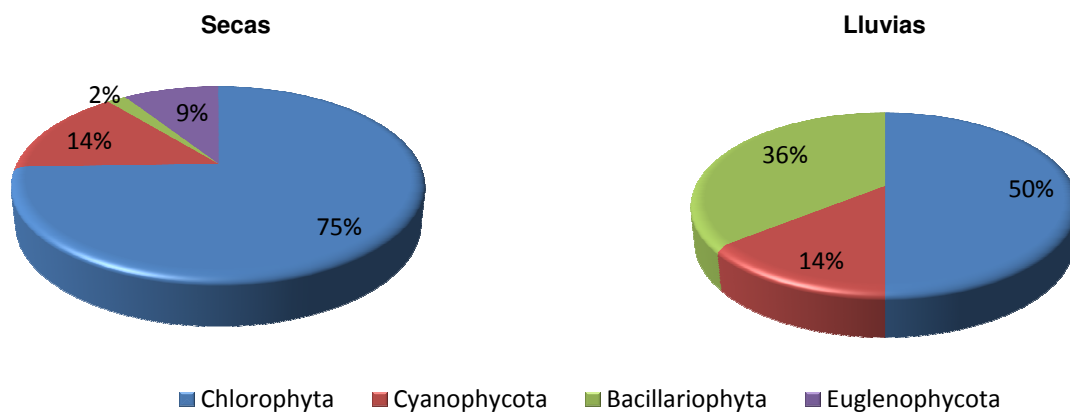


Figura 164. Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “San José de Palma”

Como se puede observar en la figura 165 el grupo de copépodos calanoideos es el más abundante durante las dos épocas del año, en el periodo de secas se contabilizan 20 org/L y para la época de lluvias se tienen 29 org/L

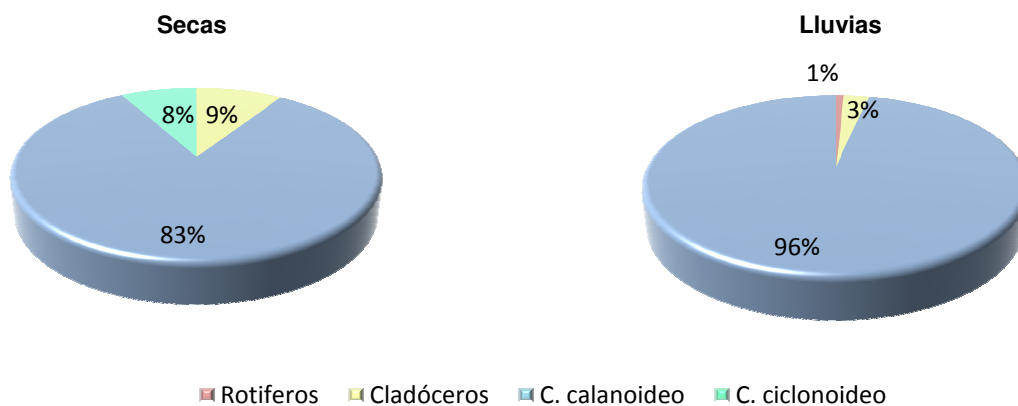


Figura 165. Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo

CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua de los sistemas de estudio fue evaluada a través de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-ECOL-1996

La **Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Diario oficial de la federación, 1994)** "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional (tabla 151).

Tabla 151. Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-127-SSA1-1994)

| CARACTERÍSTICAS | LÍMITE PERMISIBLE |
|---|-------------------|
| Alcalinidad total en CaCO_3 mg/L | 400 |
| Dureza total (como CaCO_3) mg/L | 500 |
| Dureza de magnesio en CaCO_3 mg/L | 25 |
| Fosfatos (como PO_4^-) mg/L | 0.1 |
| Nitratos (como N) mg/L | 10 |
| Nitritos (como N) mg/L | 0.05 |
| Nitrógeno amoniacal (como N) mg/L | 0.5 |
| pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH | 6.5 – 8.5 |
| Sólidos disueltos totales mg/L | 1000 |
| Sulfatos (como SO_4^-) mg/L | 400 |

La **Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, (Diario oficial de la federación 1996)** establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes (tabla 152).

Tabla 152. Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-001-ECOL-1996)

| Parámetros ml/L | Embalses Naturales y Artificiales | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|-------|
| | Uso en riego agrícola | | Uso público urbano | |
| | P. M. | P. D. | P. M. | P. D. |
| Temperatura °C (instantáneo) | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Sólidos sedimentables (ml/L) | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Sólidos suspendidos totales | 75 | 125 | 40 | 60 |
| Nitrógeno total | 40 | 60 | 15 | 25 |
| Fósforo total | 20 | 30 | 5 | 10 |

P.D.= Promedio diario; P.M.= Promedio mensual

De forma general se observó que los valores registrados en cada uno de los sistemas acuáticos no superan los límites permisibles establecidos en las dos NOM, por lo cual el recurso del agua puede ser aprovechada por el hombre para actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras.

ÍNDICE DEL ESTADO TRÓFICO (IET)

En este trabajo se evaluó la eutrofización de los sistemas a través del Índice de Estado Trófico propuesto por Carlson (1977). Éste índice varía de entre 0 (oligotrófico) y 100 (hipereutrófico) y se obtiene a partir de una transformación de la transparencia del disco de Secchi, así como también puede determinarse a partir de otros dos parámetros, la concentración de clorofila “a” y el fósforo total en superficie. (Ver anexo 2).

Tomando en cuenta sólo los valores registrados en la temporada de lluvias, 25 sistemas de los 53 estudiados en este trabajo se clasifican como eutróficos con tendencia a la hipereutrofía lo que representa el 47% y dentro de los que se incluye a seis de los sistemas más grandes en área y cuya profundidad rebasa los tres metros (Tabla 153; Figura 166).

Tabla 153. Clasificación de los cuerpos acuáticos de acuerdo al IET

| Clasificación | No. De sistemas |
|--------------------------|-----------------|
| Hipereutrófico | 15 |
| Eutrófico-Hipereutrófico | 25 |
| Eutrófico | 5 |
| Seco | 6 |
| Contaminado | 2 |

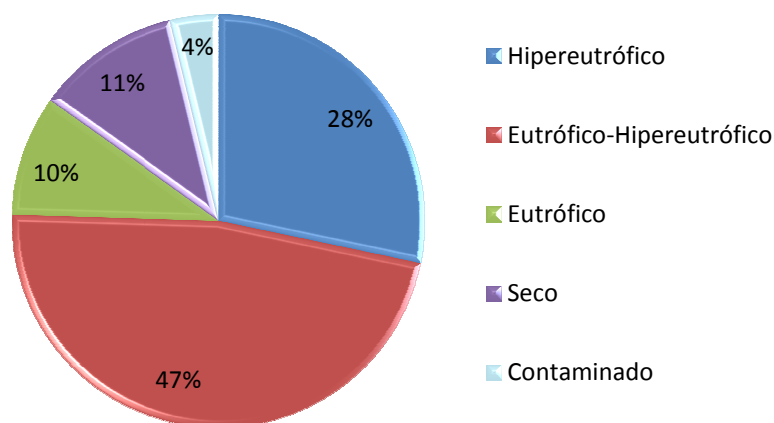


Figura 166. Porcentaje de sistemas por Estado Trófico.

En la figura 167 se puede observar cómo se encuentran distribuidos los sistemas de acuerdo al índice del Estado Trófico (IET).

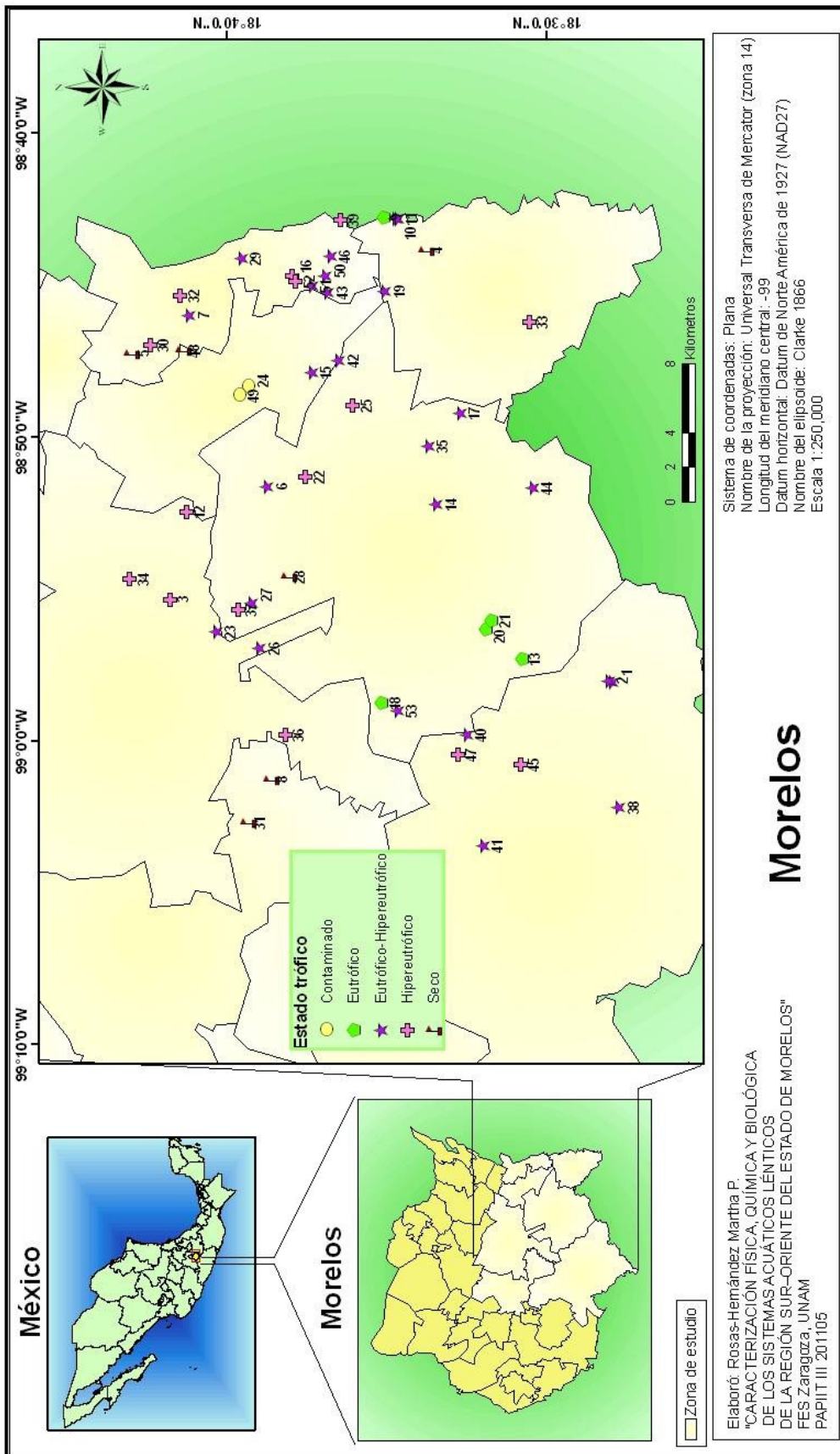


Figura 167. Distribución de los sistemas de acuerdo al IET (Carlson, 1977).

En la figura 167 se observa que el 80% de los sistemas eutróficos se encontraron en el municipio de Tepalcingo y el otro 20% está representado por la presa Cayehuacan que se ubica en el municipio de Axochiapan, esta presa es el sistema más extenso y de mayor volumen dentro del área de estudio y que durante todo el año se considera como un sistema eutrófico, ya que sus valores de fósforo total no rebasan los 0.9 mg/L. En el municipio de Jonacatepec se localizan los dos sistemas contaminados; mientras que en los municipios de Ayala, Jantetelco y Tlaquiltenango se ubican la mayor cantidad de sistemas considerados como eutróficos con tendencias a la hipereutrofia y los hipereutróficos. Por su parte los seis sistemas secos se distribuyen en cuatro municipios.

FITOPLANCTON

En la tabla 154 se enlistan las seis divisiones reportadas en el trabajo. Para tal caso el nombre de las divisiones así como el de las especies fueron corroboradas en ITIS (2008).

Tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| División | Clase | Género | Especie |
|-------------|---------------|-----------------------|---|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | <i>Acanthococcus</i> | <i>Acanthococcus aciculiferus</i> Lagerheim 1883 |
| | | <i>Actinastrum</i> | <i>Actinastrum gracillimum</i> G. M. Smith |
| | | | <i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim, 1882 |
| | | | <i>Actinastrum sp</i> Lagerheim, 1882 |
| | | <i>Ankyra</i> | <i>Ankyra sp</i> Fott, 1957 |
| | | <i>Ankistrodesmus</i> | <i>Ankistrodesmus convolutus</i> Corda pro parte |
| | | | <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs 1848 |
| | | | <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda, 1838 |
| | | | <i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch, 1953) |
| | | | <i>Ankistrodesmus nannoselene</i> Skuja |
| | | | <i>Ankistrodesmus sp</i> Corda, 1838 |
| | | | <i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W. B. Turner) Lemmermann 1908 |
| | | | <i>Ankistrodesmus turneri</i> (W et G. S. West) KOM. Et COM. |
| | | <i>Characium</i> | <i>Characium limneticum</i> Lemmermann |
| | | | <i>Characium sp</i> A. Braun In Kuetzing, 1849 |
| | | <i>Chlamydomonas</i> | <i>Chlamydomonas sp</i> Ehrenberg, 1835 |
| | | <i>Chlorella</i> | <i>Chlorella saccharophila</i> (W. Krüger) Migula 1907 |
| | | | <i>Chlorella sp.</i> Beijerinck, 1890 |
| | | <i>Chlorococcum</i> | <i>Chlorococcum aureum</i> Archibald & Bold, 1970 |
| | | | <i>Chlorococcum humicola</i> (Naegeli) Rabenhor |
| | | | <i>Chlorococcum sp.</i> Meneghini, 1842 |
| | | <i>Chlorolobion</i> | <i>Chlorolobion braunii</i> (Nägeli) Komárek 1979 |
| | | <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 acutum</i> Brébisson in Ralfs 1848 |
| | | | <i>Closterium delpontii</i> (Klebs) Wolle |
| | | | <i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848 |
| | | | <i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson 1856 |
| | | | <i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848 |
| | | | <i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg |
| | | | <i>Closterium sp.</i> J. Ralfs, 1848 |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|--|---|------------------------|--|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | <i>Coelastrum</i> | <i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris 1867 |
| | | | <i>Coelastrum microporum</i> Naegeli in A. Braun 1855 |
| | | | <i>Coelastrum</i> sp Naegeli, 1849 |
| | | <i>Cosmarium</i> | <i>Cosmarium cucumis</i> Corda Ex Ralfs 1848 |
| | | | <i>Cosmarium galeritum</i> Nordstedt 1870 |
| | | | <i>Cosmarium</i> sp Ralfs, 1848 |
| | | <i>Crucigenia</i> | <i>Crucigenia apiculata</i> (Lemmermann) Komárek 1974 |
| | | | <i>Crucigenia crucifera</i> (Wolle) Komárek 1974 |
| | | | <i>Crucigenia irregularis</i> Wille 1898 |
| | | | <i>Crucigenia quadrata</i> C. Morren |
| | | | <i>Crucigenia rectangularis</i> (Nägeli) Komárek 1974 |
| | | | <i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. West and G. S. West 1902 |
| | | <i>Desmococcus</i> | <i>Desmococcus viridis</i> (C. Agardh) P.C. Silva |
| | | <i>Dictyosphaerium</i> | <i>Dictyosphaerium</i> sp Naegeli, 1849 |
| | | <i>Elakatothrix</i> | <i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille, 1898 |
| | | | <i>Elakatothrix viridis</i> (Snow) Printz |
| | | <i>Enallax</i> | <i>Enallax costatus</i> (Schmidle) Pascher 1943 |
| | | <i>Euastrum</i> | <i>Euastrum</i> sp. Ehrenberg ex Ralfs 1848 |
| | | <i>Gloeocystis</i> | <i>Gloeocystis ampla</i> (Kuetzing) Lagerheim |
| | | <i>Golenkinia</i> | <i>Golenkinia</i> sp. radiata Chodat, 1894 |
| | | <i>Hyalotheca</i> | <i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs 1848 |
| | | <i>Keratococcus</i> | <i>Keratococcus bicaudatus</i> (A. Braun) J .B. Petersen 1928 |
| | | <i>Kirchneriella</i> | <i>Kirchneriella aperta</i> Teiling, 1912 |
| | | | <i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin |
| | | | <i>Kirchneriella diana</i> (Bohl.) Comas, A. 1980 |
| | | | <i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Smith) Korshikov, 1953 |
| | | | <i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Moebius, 1894 |
| | | | <i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle, 1893 |
| | | | <i>Kirchneriella subsolitaria</i> G. S. West |
| | | <i>Microspora</i> | <i>Microspora</i> sp Thuret, 1850 |
| | | <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>Nannochloris</i> | <i>Nannochloris bacillaris</i> Neumann. | | |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|-------------|---------------|---|---|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Nephrocytium | <i>Nephrocytium ecdysiscepanum</i> W. West |
| | | | <i>Nephrocytium lunatum</i> W. West, 1892 |
| | | Ourococcus | <i>Ourococcus bicaudatus</i> (A. Braun) Gorbety |
| | | Pediastrum | <i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini, 1840 |
| | | | <i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum simplex</i> Meyen Lemm, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum</i> sp1. Meyen, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum</i> sp2. Meyen, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum</i> sp3. Meyen, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum</i> sp4. Meyen, 1829 |
| | | | <i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1844 |
| | | Scenedesmus | <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat, 1902 |
| | | | <i>Scenedesmus acunae</i> COMAS, A. 1980 |
| | | | <i>Scenedesmus acutus</i> Lagh. Chodat -- |
| | | | <i>Scenedesmus antillarum</i> COMAS, A. 1981 |
| | | | <i>Scenedesmus apiculatus</i> (West and West) Chodat 1926 |
| | | | <i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann, 1899 |
| | | | <i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti-printz) Chodat 1926 |
| | | | <i>Scenedesmus baculiformis</i> Chodat |
| | | | <i>Scenedesmus balatonicus</i> Hortobagyi |
| | | | <i>Scenedesmus bernardi</i> G. M. Smith, 1916 |
| | | | <i>Scenedesmus caribeanus</i> KOMÁREK, J. 1983 |
| | | | <i>Scenedesmus communis</i> E. H. Hegewald 1977 |
| | | | <i>Scenedesmus costato-granulatus</i> Skuja 1948 |
| | | | <i>Scenedesmus costatus</i> SCHMIDLE, W. 1895 |
| | | | <i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerhiem 1882 |
| | | | <i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing, 1833 |
| | | | <i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Ahlstrom |
| | | | <i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda 1835 |
| | | | <i>Scenedesmus falcatus</i> Chodat, 1894 |
| | | | <i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat 1926 |
| | | | <i>Scenedesmus javanensis</i> CHODAT, R. 1926 |
| | | | <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turbin) Kützing, 1833 |
| | | | <i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen |
| | | | <i>Scenedesmus opoliensis</i> P. G. Richter, 1897 |
| | | <i>Scenedesmus praetervisus</i> CHODAT, R. 1926 | |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|-----------------|---|---|---|
| Chlorophyta | Chlorophyceae | Scenedesmus | <i>Scenedesmus quadricauda</i> Turpin Breb |
| | | | <i>Scenedesmus serratus</i> (Corda) Bohlin 1902 |
| | | | <i>Scenedesmus</i> sp1. Meyen 1829 |
| | | | <i>Scenedesmus</i> sp2. Meyen 1829 |
| | | | <i>Scenedesmus</i> sp3. Meyen 1829 |
| | | | <i>Scenedesmus spinosus</i> CHODAT, R. 1913 |
| | | | <i>Scenedesmus westii</i> (G. M. Smith) Chodat.1926 |
| | | Schroederia | <i>Schroederia robusta</i> (Korshikov, 1953) |
| | | | <i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann, 1898 |
| | | Staurastrum | <i>Staurastrum gracile</i> Ralfs, 1848 |
| | | | <i>Staurastrum longiradiatum</i> West y West |
| | | | <i>Staurastrum</i> sp. Meyen Ex J. Ralfs, 1848 |
| | | Staurodesmus | <i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg) Teil. |
| | | Tetraedron | <i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G. M. Smith |
| | | | <i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch) Hansgrig |
| | | | <i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg. |
| | | | <i>Tetraedron regulare</i> Kuetzing, 1845 |
| | | | <i>Tetraedron triangulare</i> KORSCHIKOV, O. A. 1953 |
| | | <i>Tetraedron trigonum</i> (Naeg.) Hansg. | |
| | | Tetrastrum | <i>Tetrastrum</i> sp. Chodat 1895 |
| Treubaria | <i>Treubaria triappendiculata</i> Bernard, 1908 | | |
| Bacillariophyta | Bacillariophyceae | Achnanthes | <i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh |
| | | | <i>Achnanthes</i> sp. Bory |
| | | Anomoeoneis | <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenb.) Pfiz |
| | | Cocconeis | <i>Cocconeis</i> sp. Ehrenberg |
| | | Cyclotella | <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz. |
| | | | <i>Cyclotella</i> sp (Kütz.) de Brebisson |
| | | Cymbella | <i>Cymbella</i> sp. C. A. Agardh, 1830 |
| | | Diatoma | <i>Diatoma</i> sp. Bory |
| | | Dictyochlorella | <i>Dictyochlorella globosa</i> (Korschikov) Silva |
| | | Fragilaria | <i>Fragilaria capucina</i> Desmazière (1825) |
| | | | <i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye, 1819 |
| | | Gomphonema | <i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh |
| | | | <i>Gomphonema ventricosum</i> W. Greg. |
| | | | <i>Gomphonema</i> sp. Ehrenberg |
| | | Gyrosigma | <i>Gyrosigma</i> sp. Hass |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|------------------|---|-------------------------|--|
| Bacillariophyta | Bacillariophyceae | <i>Melosira</i> | <i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg, 1882) |
| | | | <i>Melosira</i> sp. C. A. Agardh, 1824 |
| | | <i>Navicula</i> | <i>Navicula oblonga</i> (Kütz.) Kütz. |
| | | | <i>Navicula fulva</i> Ehrenberg (1856) |
| | | | <i>Navicula rhynchocephala</i> Kütz |
| | | | <i>Navicula</i> sp1. Bory, 1822 |
| | | | <i>Navicula</i> sp2. Bory, 1822 |
| | | | <i>Navicula</i> sp3. Bory, 1822 |
| | | | <i>Navicula</i> sp4. Bory, 1822 |
| | | <i>Nitzschia</i> | <i>Nitzschia</i> sp1. Hassall, 1845 |
| | | | <i>Nitzschia</i> sp2. Hassall, 1845 |
| | | <i>Oocystis</i> | <i>Oocystis lacustris</i> Chodat |
| | | | <i>Oocystis</i> sp. Naegeli Ex A. Braun, 1855 |
| | | <i>Pinnularia</i> | <i>Pinnularia abaujensis</i> (Pant.) R. Ross |
| | | | <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrend.) Cleve |
| | | | <i>Pinnularia</i> sp. Ehrenberg, 1843 |
| | | <i>Raphidocelis</i> | <i>Raphidocelis contorta</i> (Schmidle) Marvan et al. 1984 |
| | | <i>Rhoicosphenia</i> | <i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grunow |
| | | <i>Rhpalodia</i> | <i>Rhpalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller |
| | | <i>Stephanodiscus</i> | <i>Stephanodiscus</i> sp. Ehrenberg |
| <i>Surirella</i> | <i>Surirella</i> sp. Turp | | |
| <i>Synedra</i> | <i>Synedra</i> sp. Ehrenberg | | |
| | <i>Synedra gaillioni</i> (Bori) Ehrenb. | | |
| Cyanophycota | Cyanophyceae | <i>Anabaena</i> | <i>Anabaena affinis</i> Lemmermann 1897 |
| | | | <i>Anabaena oscillarioides</i> Bori 1822 |
| | | | <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</i> sp Nageli, 1849 |
| | | <i>Aphanothece</i> | <i>Aphanothece clathrata</i> West et G. S. West 1906 |
| | | <i>Chroococcus</i> | <i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann 1898 |
| | | | <i>Chroococcus minutus</i> (Kuetzing) Naegeli, 1849 |
| | | | <i>Chroococcus turgidos</i> (Kuetzing) Naegeli, 1849 |
| | | | <i>Chroococcus varius</i> A. Braun in Rabenhorst 1861 |
| | | <i>Coelosphaerium</i> | <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli 1849 |
| | | <i>Dactylococcopsis</i> | <i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemmermann |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|----------------|----------------|---------------------|--|
| Cyanophycota | Cyanophyceae | <i>Gloeocapsa</i> | <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> (Carm.) Kuetzing |
| | | | <i>Gloeocapsa</i> sp. Kuetzing, 1843 |
| | | <i>Merismopedia</i> | <i>Merismopedia elegans</i> A. Br. In Kutz, 1849 |
| | | | <i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Nägeli, 1845 |
| | | | <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann, 1898 |
| | | <i>Microcystis</i> | <i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846 |
| | | | <i>Microcystis flosaquae</i> (Wittrock) Kirchner 1898 |
| | | | <i>Microcystis incerta</i> Lemmermann |
| | | | <i>Microcystis</i> sp. Lemmermann, 1907 |
| | | <i>Oscillatoria</i> | <i>Oscillatoria</i> sp1. Vaucher Ex Gomont, 1893 |
| | | | <i>Oscillatoria</i> sp2. Vaucher Ex Gomont, 1893 |
| | | <i>Rhabdogloea</i> | <i>Rhabdogloea</i> sp. Schröder 1917 |
| | | <i>Phormidium</i> | <i>Phormidium ectocarpi</i> Gomont 1899 |
| | | <i>Spirulina</i> | <i>Spirulina geitlerii</i> (G. De Toni, 1936) |
| | | | <i>Spirulina major</i> Kützing Ex Gomont, 1892 |
| | | | <i>Spirulina</i> sp. Turpin Ex Gomont, 1893 |
| | | <i>Xenococcus</i> | <i>Xenococcus keneri</i> Hansgirg 1893 |
| Euglenophycota | Euglenophyceae | <i>Euglena</i> | <i>Euglena acus</i> Ehrenberg 1830 |
| | | | <i>Euglena limnophila</i> Lemmermann 1898 |
| | | | <i>Euglena oblonga</i> F. Schmitz 1884 |
| | | | <i>Euglena proxima</i> P. A.. Dangeard 1901 |
| | | | <i>Euglena</i> sp. Ehrenberg, 1838 |
| | | | <i>Euglena variabilis</i> G. A. Klebs 1883 |
| | | | <i>Euglena viridis</i> Ehrenberg 1830 |
| | | <i>Lepocinclis</i> | <i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann |
| | | | <i>Lepocinclis steinii</i> Lemmermann 1901 |
| | | <i>Phacus</i> | <i>Phacus agilis</i> Skuja 1926 |
| | | | <i>Phacus caudatus</i> Hübner, 1886 |
| | | | <i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. Müller) Dujardin 1841 |
| | | | <i>Phacus pusillus</i> Lemmermann 1910 |
| | | | <i>Phacus</i> sp1. (Dujardin, 1841) |
| | | | <i>Phacus</i> sp2. (Dujardin, 1841) |
| | | | <i>Phacus</i> sp3. (Dujardin, 1841) |
| | | <i>Strombomonas</i> | <i>Strombomonas acuminatus</i> (Schmarda) Deflandre 1930 |
| | | | <i>Strombomonas</i> sp. Deflandre 1930 |

Continuación de la tabla 154. Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio

| | | | |
|----------------|----------------|----------------------|---|
| Euglenophycota | Euglenophyceae | <i>Trachelomonas</i> | <i>Trachelomonas caudata</i> (Ehrenberg) F. Stein 1878. |
| | | | <i>Trachelomonas</i> sp. (Ehrenberg, 1833) |
| Pyrrophygota | Dinophyceae | <i>Ceratium</i> | <i>Ceratium hirundinella</i> Dujardin 1841 |
| Xanthophyta | Xanthophyceae | <i>Botrydiopsis</i> | <i>Botrydiopsis arhiza</i> Borzi, 1895 |
| | | <i>Goniochloris</i> | <i>Goniochloris mutica</i> (A. Braun) Fott 1960 |
| | | | <i>Goniochloris sculpta</i> Geitler, 1928 |

En el estudio se reportaron un total de 81 géneros y 214 especies de las cuales, la división Chlorophyta es la más representativa con el 57% al registrar 123 especies, le sigue la división Bacillariophyta con 38 especies lo que equivale al 18%, la división Cyanophycota está representada con 21 especies con un porcentaje del 14%, la Xanthophyta con el 1% reporta dos especies y la división Pyrrophygota solo cuenta con una especie lo que representa el 1% (Figura 168).

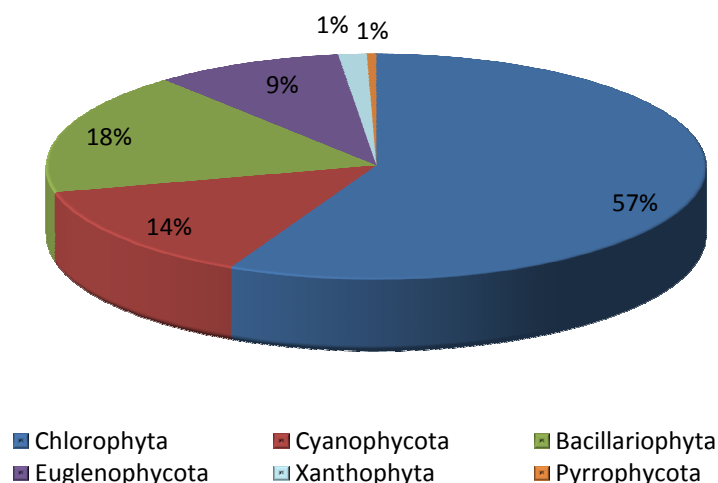


Figura 168. Porcentaje registrado en función de las especies para las divisiones del fitoplancton

Específicamente, para el periodo de secas se reportan cuatro divisiones y para el periodo de lluvias se reportan seis divisiones, pero el orden de abundancia se mantiene para los dos periodos, siendo la división Chlorophyta la que reporta mayor número de células por mL (Tabla 155; Figura 169).

Tabla 155. Número de cel/mL que registra cada división en las dos temporadas

| DIVISIÓN | SECAS cel/mL | LLUVIAS cel/mL | TOTAL cel/mL |
|-----------------|--------------|----------------|--------------|
| Chlorophyta | 176966 | 281549 | 458515 |
| Cyanophycota | 84614 | 235373 | 319987 |
| Bacillariophyta | 64397 | 64896 | 129293 |
| Euglenophycota | 25210 | 35443 | 60653 |
| Xanthophyta | - | 2746 | 2746 |
| Pyrrophygota | - | 250 | 250 |

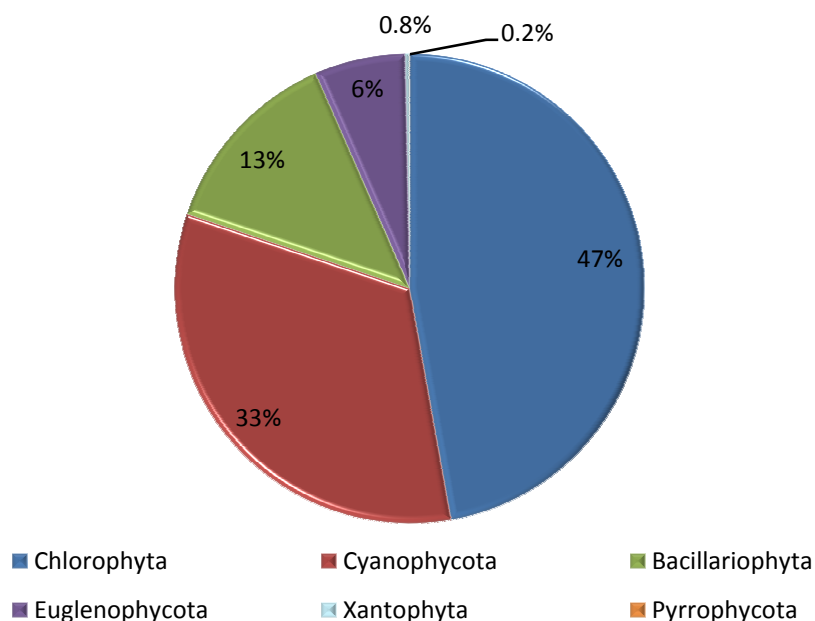


Figura 169. Porcentaje que ocupa cada división en cuanto a la abundancia

De las 214 especies el 60% se pueden encontrar en temporada de lluvias, el 31% en la temporada de secas y sólo el 9% se pueden encontrar en cualquiera de las dos temporadas (Figura 170).

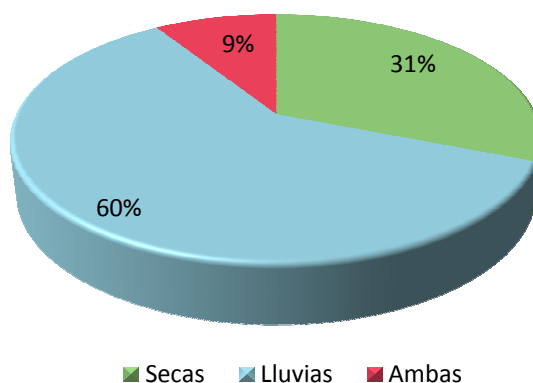


Figura 170. Porcentaje de especies por temporada

A pesar de que la división Chlorophyta es la más abundante la especie *Navicula sp* perteneciente a la división Bacillariophyta es la que se encuentra en mayor número de sistemas (tabla 156).

Tabla 156. Especies con más presencia en los sistemas

| División | Especie | # de Sistemas |
|-----------------|------------------------------|---------------|
| Chlorophyta | <i>Chlorococcum sp</i> | 31 |
| Cyanophycota | <i>Chroococcus varius</i> | 32 |
| Bacillariophyta | <i>Navicula sp</i> | 37 |
| Euglenophycota | <i>Phacus sp</i> | 29 |
| Xantophyta | <i>Gonochloris mutica</i> | 4 |
| Pyrrophyota | <i>Ceratium hirundinella</i> | 1 |

De los sistemas permanentes “Tenango 1” es el que presenta el mayor número de especies (53 especies) y de los temporales “Las tazas” es el que tuvo más riqueza de especies con 40 en total (Tabla 157).

Tabla 157. Número de especies que se cuantificaron en cada temporada por sistema

| Sistemas Permanentes | | | | | Sistemas temporales | |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------|---------------------|----------------------|
| ID | Temporada de secas | Temporada de lluvias | Las dos temporadas | Total | ID | Temporada de lluvias |
| 1 | 6 | 31 | 4 | 41 | 2 | 22 |
| 3 | 14 | 4 | 9 | 27 | 4 | - |
| 6 | 13 | 17 | 6 | 36 | 5 | - |
| 7 | 8 | 19 | 11 | 38 | 8 | - |
| 9 | 15 | 12 | - | 27 | 17 | 11 |
| 10 | 9 | 7 | 1 | 17 | 20 | 26 |
| 11 | 10 | 8 | 1 | 19 | 21 | 25 |
| 12 | 22 | 11 | - | 33 | 24 | - |
| 13 | 9 | 43 | - | 52 | 28 | - |
| 14 | 29 | 4 | 5 | 38 | 31 | - |
| 15 | 3 | 39 | 2 | 44 | 32 | 7 |
| 16 | 13 | 6 | 1 | 20 | 33 | 23 |
| 18 | 11 | 19 | 2 | 32 | 35 | 10 |
| 19 | 24 | 11 | 7 | 42 | 36 | 40 |
| 22 | 4 | 19 | 5 | 28 | 43 | 17 |
| 23 | 4 | 19 | 5 | 28 | 44 | - |
| 25 | 7 | 37 | 7 | 51 | 46 | 9 |
| 26 | 14 | 7 | 2 | 23 | 48 | - |
| 27 | 6 | 3 | 1 | 10 | 49 | - |
| 29 | 9 | 13 | 1 | 23 | 50 | 22 |
| 30 | 9 | 7 | 2 | 18 | | |
| 34 | 20 | 7 | 1 | 28 | | |
| 37 | 15 | 16 | 4 | 35 | | |
| 38 | 17 | 13 | 9 | 39 | | |
| 39 | 9 | 11 | - | 20 | | |
| 40 | 9 | 13 | 4 | 26 | | |
| 41 | 7 | 25 | 2 | 34 | | |
| 42 | 14 | 27 | 11 | 52 | | |
| 45 | 10 | 6 | - | 16 | | |
| 47 | 6 | 24 | 1 | 31 | | |
| 51 | 7 | 5 | - | 12 | | |
| 52 | 21 | 23 | 9 | 53 | | |
| 53 | 6 | 26 | - | 32 | | |

En la tabla 158 se muestra el listado de las especies de fitoplancton que se registraron por sistema

En la figura 171 se aprecian especies de fitoplancton registradas en este estudio.

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| <i>Acanthococcus aciculiferus</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena affinis</i> | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena oscillarioides</i> | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena sp.</i> | | | | | | ✓ | x | | ✓ | | ✓ | x | | | | x | x | | x | | | ☒ | | | ✓ | | | x | ✓ | | | | x | | | |
| <i>Anabaena spiroides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaenopsis elenkinii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Achnanthes brevides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achnanthes sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Actinastrum gracillimum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Actinastrum sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus convolutus</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | | | ✓ | | | | | | | x | x | | | | | | | x | | | | x | ✓ | | x | | | | ✓ | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus falciformis</i> | x | x | ✓ | | | x | x | | | | | | x | x | x | ✓ | | | x | | x | x | | | x | | | | x | x | | | | x | | |
| <i>Ankistrodesmus gracilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Ankistrodesmus nannoselene</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Ankistrodesmus sp.</i> | ☒ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus spiralis</i> | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus turneri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankyra sp.</i> | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece clathrata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botrydiopsis arhiza</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characium limneticum</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characium sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlamydomonas sp.</i> | | | | | | | ☒ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| <i>Acanthococcus aciculiferus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena affinis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena oscillarioides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena</i> sp. | x | | | x | x | ✓ | | ☒ | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena spiroides</i> | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaenopsis elenkinii</i> | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achnanthes brevides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Achnanthes</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Actinastrum gracillimum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> | | x | | ✓ | | | | x | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Actinastrum</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Ankistrodesmus convolutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | | x | ✓ | | | | | x | | | | | | | | | x | | x | |
| <i>Ankistrodesmus falciformis</i> | | x | ✓ | | | | | x | x | | | | | | | | x | | | |
| <i>Ankistrodesmus gracilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus nannoselene</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus spiralis</i> | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus turneri</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankyra</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece clathrata</i> | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| <i>Botrydiopsis arhiza</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characium limneticum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characium</i> sp. | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlamydomonas</i> sp. | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| <i>Chlorella saccharophila</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorella</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorococcum aureum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorococcum humicola</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorococcum</i> sp. | | | x | | | x | ☒ | | | | | ✓ | x | ☒ | x | x | x | x | ✓ | x | x | x | ✓ | | x | ✓ | | | ☒ | ✓ | | | x | ✓ | | | |
| <i>Chlorolobion braunii</i> | | | | | | x | | | | | | | | ☒ | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Chroococcus limneticus</i> | x | | | | | x | | | | | | | | ✓ | | x | | | ✓ | | | ✓ | ☒ | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| <i>Chroococcus minutus</i> | x | x | ☒ | | | ☒ | ☒ | ✓ | ✓ | | | ✓ | x | ✓ | ☒ | ☒ | | | x | x | x | | ✓ | | x | ✓ | | | ✓ | | | | x | x | | | |
| <i>Chroococcus turgidos</i> | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | x | ✓ | | | | x | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus varius</i> | x | x | ☒ | | | ☒ | x | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | x | x | x | | x | | ☒ | x | x | x | ✓ | | x | | | x | ✓ | | | | | x | ✓ | | |
| <i>Closteriopsis acicularis</i> | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closteriopsis longissima</i> | | | | | | x | | | | | | ✓ | | | x | | | | | | | | | | x | ✓ | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium acutum</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium delpontii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium dianae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Closterium kuetzingii</i> | | | | | | | | | x | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Closterium lineatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| <i>Closterium setaceum</i> | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> sp. | | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cocconeis</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | | | | | | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelastrum microporum</i> | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelastrum</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cosmarium cucumis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Cosmarium galeritum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cosmarium</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | x | | | | | | ✓ | | | ☒ | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Chlorella saccharophila</i> | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| <i>Chlorella</i> sp. | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorococcum aureum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Chlorococcum humicola</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | x | | x | |
| <i>Chlorococcum</i> sp. | | | ☒ | ✓ | ✓ | x | | ☒ | | x | | x | ✓ | | | | | ☒ | x |
| <i>Chlorolobion braunii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus limneticus</i> | | | x | x | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Chroococcus minutus</i> | | x | | ☒ | | x | x | ☒ | x | | | | x | | | x | | x | x |
| <i>Chroococcus turgidos</i> | | | ✓ | ✓ | | | | ☒ | | | | | x | | | | | | |
| <i>Chroococcus varius</i> | x | x | | x | | ☒ | | x | x | | | | x | | | x | | ☒ | x |
| <i>Closteriopsis acicularis</i> | | | | | ✓ | | | ✓ | | x | | x | | | | | | | x |
| <i>Closteriopsis longissima</i> | | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium acutum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium delpontii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium diana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium kuetzingii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium lineatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium setaceum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> sp. | | | | | ✓ | | | | | | | x | | | | | | | ✓ |
| <i>Cocconeis</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Coelastrum microporum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coelastrum</i> sp. | | x | | | | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Cosmarium cucumis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Cosmarium galeritum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cosmarium</i> sp. | | x | | | | | | | | | | | x | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|--|
| <i>Crucigenia apiculata</i> | | | x | | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Crucigenia crucifera</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | x | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Crucigenia irregularis</i> | x | x | | | | ✓ | x | | ✓ | x | | | | | ✓ | | | x | | x | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Crucigenia quadrata</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Crucigenia rectangularis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Crucigenia tetrapedia</i> | x | x | | | | | ☒ | x | | ✓ | x | x | ✓ | x | | | | ☒ | | x | | | | | x | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Cyclotella sp.</i> | x | | ☒ | | | ✓ | ✓ | | | | | x | | x | | | | | ✓ | | | ☒ | | | | x | | | x | | | | | | ✓ | | |
| <i>Cymbella sp.</i> | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dactylococcopsis acicularis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Desmococcus vulgaris</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Diatoma sp.</i> | ✓ | | | | | | x | | | | | x | | x | | | | | | | x | | x | | x | | | | | | | | | ✓ | | | |
| <i>Dictyochlorella globosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dictyosphaerium sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elakatothrix gelatinosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elakatothrix viridis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | x | | |
| <i>Enallax costatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euastrum sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena acus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena limnophila</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena oblonga</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena proxima</i> | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena sp.</i> | ☒ | | | | | | | | | | | | | ☒ | | | | | ✓ | | | | x | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| <i>Euglena virabilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena viridis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fragilaria capucina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fragilaria sp.</i> | | | ✓ | | | ☒ | ☒ | | | | | ✓ | | x | ✓ | | | ☒ | | x | x | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Crucigenia apiculata</i> | | x | | | | | | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Crucigenia crucifera</i> | | | x | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Crucigenia irregularis</i> | | | x | ✓ | | x | | | | x | | | | | | x | | ✓ | |
| <i>Crucigenia quadrata</i> | | | | | | | | | | | ✓ | x | | | | | | | |
| <i>Crucigenia rectangularis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Crucigenia tetrapedia</i> | | | | | | ✓ | ☒ | x | | x | | | ☒ | | | | | ✓ | |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyclotella</i> sp. | x | x | ☒ | ☒ | | | | x | x | x | | | | | | x | | ☒ | |
| <i>Cymbella</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dactylococcopsis acicularis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Desmococcus vulgaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Diatoma</i> sp. | | x | | ✓ | | ✓ | | | x | | | | | | | | | ✓ | x |
| <i>Dictyochlorella globosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dictyosphaerium</i> sp | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elakatothrix gelatinosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elakatothrix viridis</i> | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Enallax costatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Euastrum</i> sp. | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Euglena acus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena limnophila</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena oblonga</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Euglena proxima</i> | | | | | | x | | x | | | | | | | | | | | x |
| <i>Euglena</i> sp. | | | | ✓ | | | | | | | | | x | | | x | | ✓ | |
| <i>Euglena viriabilis</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena viridis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Fragilaria capucina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Fragilaria</i> sp. | | | x | | | | | ✓ | x | | x | | | | | | | ✓ | ✓ |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> | | | | | | x | | | | | | | x | | | ✓ | | | | x | x | x | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Gloeocapsa</i> sp. | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Gloeocystis ampla</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Golenkinia</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Gomphonema angustatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema ventricosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema</i> sp. | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | x | | | ✓ | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Goniochloris mutica</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Goniochloris sculpta</i> | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gyrosigma</i> sp. | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hyalotheca dissiliens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Keratococcus bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>kirchneriella aperta</i> | | | | | | | ☒ | | | | | | x | ✓ | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| <i>Kirchneriella contorta</i> | ☒ | x | ☒ | | | ☒ | ☒ | | | | | ✓ | x | ☒ | x | | x | x | | x | x | x | ✓ | | ☒ | ✓ | | x | | | | x | ✓ | |
| <i>Kirchneriella diana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Kirchneriella irregularis</i> | | | | | | x | | | | | | | x | ✓ | x | x | | | | | | ☒ | | | x | | | | | | | x | | |
| <i>Kirchneriella lunaris</i> | x | x | ☒ | | | x | x | | | | | ✓ | x | ✓ | ☒ | | | x | x | | | ☒ | | | ☒ | ✓ | ✓ | | | ☒ | | | | |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | | x | ☒ | | | x | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | x | x | x | x | x | | | x | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ |
| <i>kirchneriella subsolitaria</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lepocinclis fusiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lepocinclis steinii</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Melosira granulata</i> | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Melosira</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | ✓ | x | | | | ✓ | | | | | | | x | | | | | | | | ✓ |
| <i>Merismopedia elegans</i> | | | | | | ✓ | x | | | | | ✓ | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> | ☒ | x | | | | x | | x | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | x | ✓ | | | x | ✓ | | x | x | ✓ | | ✓ | ☒ | ☒ | | x | | | | | ✓ |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> | | | | | | ☒ | ☒ | ✓ | | | | | x | ☒ | x | | | x | | x | x | x | | | x | ✓ | | | x | | | | | |
| <i>Microcystis aeruginosa</i> | | x | ✓ | | | | | x | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | |

Tabla #158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> | | x | x | | | x | x | ☒ | | | | | x | | | x | | x | x |
| <i>Gloeocapsa</i> sp. | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Gloeocystis ampla</i> | | | | x | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Golenkinia</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema angustatus</i> | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema ventricosum</i> | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema</i> sp. | | x | x | | | | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Goniochloris mutica</i> | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Goniochloris sculpta</i> | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Gyrosigma</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hyalotheca dissiliens</i> | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Keratococcus bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>kirchneriella aperta</i> | | x | | | | | x | x | | | | | | | | x | | ✓ | |
| <i>Kirchneriella contorta</i> | x | x | ✓ | ☒ | | ☒ | x | ☒ | x | x | | | | | | | | ☒ | x |
| <i>Kirchneriella diana</i> | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Kirchneriella irregularis</i> | | | x | ✓ | | ☒ | | ☒ | | x | | | | | | | | | |
| <i>Kirchneriella lunaris</i> | | | ☒ | ☒ | | ☒ | x | ☒ | x | x | | | x | | | x | | ☒ | x |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | x | x | ✓ | x | | x | x | | x | | | | x | | | x | | ☒ | x |
| <i>kirchneriella subsolitaria</i> | | | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | |
| <i>Lepocinclis fusiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lepocinclis steinii</i> | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Melosira granulata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Melosira</i> sp. | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Merismopedia elegans</i> | | | | ☒ | | | | x | | | | | x | | | | | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | x | ✓ | | ✓ | | | | | | x | | ✓ | | | | x | ☒ | |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> | | x | x | ☒ | | x | ✓ | ☒ | x | | | | | | | | | x | x |
| <i>Microcystis aeruginosa</i> | | | | | ✓ | | x | | | | | x | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| <i>Microcystis flos-aquae</i> | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microcystis incerta</i> | x | x | ☒ | | | x | | | | | | | | | x | ✓ | | | | x | x | x | ✓ | | x | | | x | | | | | | | |
| <i>Microcystis</i> sp. | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microspora</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | x | x | | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | x | ✓ | | | ☒ | | ✓ | | | ✓ | | | | | | x | | |
| <i>Monoraphidium contortum</i> | x | | ✓ | | | ✓ | | | | | | ✓ | x | ✓ | | | | | | x | x | | x | ☒ | | | x | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium griffithii</i> | x | x | | | | ✓ | ☒ | | | | | | x | ✓ | ✓ | | | | ☒ | x | x | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium irregulare</i> | x | | | | | x | | | | | | ✓ | x | ✓ | x | x | x | x | | | | x | x | x | ☒ | ✓ | | | | | | | x | | |
| <i>Nannochloris bacillaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula fulva</i> | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula oblonga</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula rhynchocephata</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula</i> sp1. | x | x | ☒ | | | x | x | | ✓ | ✓ | ✓ | x | ✓ | x | ✓ | x | | | ☒ | x | x | x | ✓ | | ☒ | ☒ | x | | x | | | | | x | |
| <i>Navicula</i> sp2. | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula</i> sp4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrocytium ecdysiscepanun</i> | | | | | | x | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrocytium lunatum</i> | | | | | | ☒ | | | | | | | x | x | | | | x | | | | | | | x | | | | | | | | | x | |
| <i>Nitzschia</i> sp1. | | | | | | | | | | | | x | ✓ | | x | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | x | | | | | ✓ | |
| <i>Nitzschia</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Oocystis lacustris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oocystis</i> sp. | x | x | ☒ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | x | ✓ | x | ✓ | | x | | | | x | x | ☒ | ☒ | | x | | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| <i>Oscillatoria</i> sp1. | | | | | | | | | ✓ | | | | x | | | | | | ✓ | x | | | ✓ | | x | ✓ | | | | | | | x | | |
| <i>Oscillatoria</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ourococcus bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum boryanum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum duplex</i> | | | | | | | x | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Microcystis flos-aquae</i> | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | | |
| <i>Microcystis incerta</i> | | x | | x | ✓ | | x | | | | | | | | | x | | x | x |
| <i>Microcystis</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microspora</i> sp. | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | x | | | ✓ | | | x | | | x | ✓ | | | | | x | | | |
| <i>Monoraphidium contortum</i> | | x | | x | | | x | ☒ | | x | ✓ | | x | | | | | x | x |
| <i>Monoraphidium griffithii</i> | | x | ✓ | x | | | x | x | x | x | | | x | | | | | ☒ | x |
| <i>Monoraphidium irregulare</i> | | x | | ☒ | | | | | x | x | | | | | | | | | |
| <i>Nannochloris bacillaris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula fulva</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula oblonga</i> | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula rhynchocephata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula</i> sp1. | x | x | ☒ | x | | | x | ☒ | x | x | | x | | | | x | ✓ | ✓ | x |
| <i>Navicula</i> sp2. | | | ✓ | | | | | | | x | | | | | | | ✓ | | x |
| <i>Navicula</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| <i>Navicula</i> sp4. | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| <i>Nephrocytium ecdysiscepanun</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrocytium lunatum</i> | | | | | | | | x | | | | | x | | | | | | |
| <i>Nitzschia</i> sp1. | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nitzschia</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oocystis lacustris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Oocystis</i> sp. | | | x | ✓ | | | x | x | | x | | | x | | | x | | ✓ | x |
| <i>Oscillatoria</i> sp1. | | x | ✓ | | | x | | x | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Oscillatoria</i> sp2. | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ourococcus bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| <i>Pediastrum boryanum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum duplex</i> | | | | | ✓ | | | x | | | | | | | | | | ✓ | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|--|--|
| <i>Pediastrum simplex</i> | x | | | | | ✓ | | | ✓ | ☒ | ☒ | | x | | | | | x | | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp1. | | | | | | | | | | | x | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp2. | | | | | | | | | | | x | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp3. | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp4. | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum tetras</i> | x | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus agilis</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus caudatus</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus pleuronectes</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus pusillus</i> | x | x | ✓ | | | ✓ | x | | ✓ | | | | x | ✓ | x | | x | | | | x | x | x | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus</i> sp1. | x | x | | | | ☒ | | | | | | ✓ | x | ✓ | x | ✓ | x | x | x | ☒ | x | | x | ☒ | | x | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | |
| <i>Phacus</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium ectocarpi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia abaujensis</i> | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia microstauron</i> | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Raphidocelis contorta</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhabdogloea</i> sp. | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhopalodia gibberula</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | x | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acunae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus antillarum</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus apiculatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> | | | | | | | | | | | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Pediastrum simplex</i> | | x | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp1. | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp2. | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum</i> sp4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum tetras</i> | | | | | x | | x | ✓ | | x | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Phacus agilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus caudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus pleuronectes</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Phacus pusillus</i> | x | x | ✓ | x | | x | | ☒ | | x | | | x | | | x | | x | x |
| <i>Phacus</i> sp1. | | | ✓ | ✓ | | ✓ | x | x | x | x | | | | | | x | | x | x |
| <i>Phacus</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phacus</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium ectocarp</i> | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia abaujensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia microstauron</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pinnularia</i> sp. | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | |
| <i>Raphidocelis contorta</i> | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhabdogloea</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | |
| <i>Rhopalodia gibberula</i> | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | | x | | | | | | x | | | | | x | | | | | | ✓ |
| <i>Scenedesmus acunae</i> | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus acutus</i> | | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | |
| <i>Scenedesmus antillarum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus apiculatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| <i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus baculiformis</i> | | | | | | | | | x | | | | | | x | | | | | x | | x | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus balatonicus</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus bernardii</i> | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus caribeanus</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | ☒ | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus comunis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus costatu-granulatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus costatus</i> | | | | | | | x | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus denticulatus</i> | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus disciformis</i> | | | | | | | x | | ✓ | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus ellipticus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus falcatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus intermedius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Scenedesmus javanensis</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus obliquus</i> | x | ✓ | | | | x | ☒ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | x | ✓ | | | x | x | x | ✓ | | ☒ | x | ✓ | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus obtusus</i> | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> | x | | | | | | | | | | | | x | | x | | | | | ✓ | | x | ✓ | | ✓ | x | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus praetervisus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | x | | x | | | ☒ | |
| <i>Scenedesmus serratus</i> | | | | | | | | | | | | x | ✓ | | | | | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus</i> sp1. | | | | | | | | ✓ | | | x | ✓ | | | | | | | ☒ | | | | | | | | | | | | x | | | x | |
| <i>Scenedesmus</i> sp2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus spinosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus westii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Schroederia robusta</i> | | | x | | | x | x | ✓ | x | | ✓ | x | x | x | x | | x | x | ☒ | x | x | x | | | x | ✓ | | | | | ☒ | | x | ✓ | |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | ✓ |
| <i>Scenedesmus baculiformis</i> | | | | | | | | ✓ | | | | x | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus balatonicus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus bernardii</i> | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus caribeanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus comunis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Scenedesmus costatu-granulatus</i> | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus costatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus denticulatus</i> | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i> | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus disciformis</i> | | | | | | | | ✓ | | x | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Scenedesmus ellipticus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus falcatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus intermedius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus javanensis</i> | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | ☒ |
| <i>Scenedesmus obliquus</i> | | x | | | | x | x | ✓ | | | | | x | | | | | | ✓ |
| <i>Scenedesmus obtusus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> | | | | | | | ✓ | x | | | | | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus praetervisus</i> | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | | x | | ✓ | x | | | x | | x | | | | | | | x | | x |
| <i>Scenedesmus serratus</i> | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | x |
| <i>Scenedesmus</i> sp1. | | | x | ✓ | x | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ |
| <i>Scenedesmus</i> sp2. | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus</i> sp3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus spinosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scenedesmus westii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Schroederia robusta</i> | | x | ✓ | ✓ | | ✓ | | x | x | | ✓ | | x | | | | | | x |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Schroederia setigera</i> | | | | | | | ✓ | | x | | | x | ✓ | | x | x | | | | | | | | | x | | | | | | | | x | |
| <i>Spirulina geitlerii</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | x | ☒ | x | | | | | x | | | | | | ✓ | | | x | | | | | |
| <i>Spirulina major</i> | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirulina sp.</i> | x | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staurastrum gracile</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Staurastrum longiradiatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staurastrum sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staurodesmus convergens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stephanodiscus sp.</i> | | | x | | | | | | ✓ | | | ✓ | x | ✓ | | | | | | x | x | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Strombomonas acuminatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Strombomonas sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Suirella sp.</i> | | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Synedra gillioni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Synedra sp.</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | x | | | | | | | | x |
| <i>Tetraedron gracile</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| <i>Tetraedrom incus</i> | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tetraedrom minimum</i> | x | | | | | | x | | ✓ | x | | x | | | | | | | | x | x | | ✓ | | x | | | | | | | x | | |
| <i>Tetraedrom trigonum</i> | x | | | | | | | | | | | x | ✓ | | | | x | | | x | x | | | | x | | | | ✓ | | | | | |
| <i>Tetraedron regulare</i> | ✓ | | | | | | | | | | | | x | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | x | | | | |
| <i>Tetraedron triangulare</i> | | | | | | ✓ | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Tetrastrum sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trachelomonas caudata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Trachelomonas sp.</i> | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | ✓ |
| <i>Treubaria triappendiculata</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Xenococcus kernerii</i> | | | | | | | x | | | | | | x | | | x | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | |

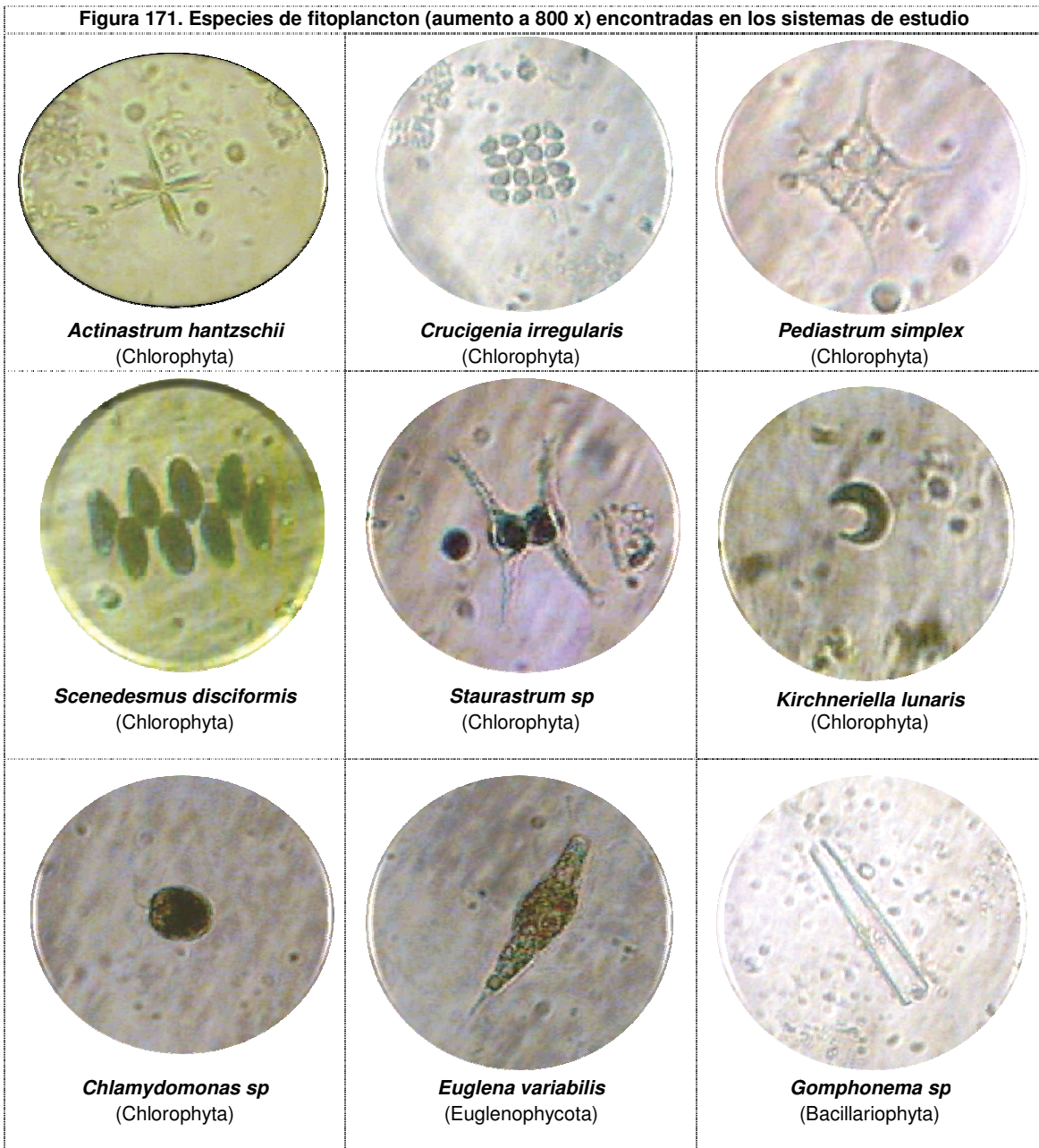
Tabla 158. Especies de fitoplancton encontradas por sistema

| Especies | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Schroederia setigera</i> | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirulina geitlerii</i> | | x | | | | | x | ☒ | | | | | | | | | | x | |
| <i>Spirulina major</i> | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirulina</i> sp. | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | |
| <i>Staurastrum gracile</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staurastrum longiradiatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staurastrum</i> sp. | | | | | x | | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Staurodesmus convergens</i> | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stephanodiscus</i> sp. | | x | | ☒ | | ✓ | | ☒ | x | | | | | | | | | x | |
| <i>Strombomonas acuminatus</i> | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Strombomonas</i> sp. | | x | | | | | | | | | | | x | | | | | ✓ | |
| <i>Surirella</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Synedra gillioni</i> | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| <i>Synedra</i> sp. | | | | | | | x | | | | x | | ✓ | | | | | | |
| <i>Tetraedron gracile</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tetraedrom incus</i> | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tetraedrom minimum</i> | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | x | | | x | ✓ | x |
| <i>Tetraedrom trigonum</i> | | x | x | ☒ | | | x | x | | | | | | | | | | x | x |
| <i>Tetraedron regulare</i> | | | | | | | | x | | | ✓ | | ✓ | | | | | | |
| <i>Tetraedron triangulare</i> | | | | | | | | | | | | | x | | | | | ✓ | |
| <i>Tetrastrum</i> sp. | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trachelomonas caudata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Trachelomonas</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Treubaria triappendiculata</i> | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Xenococcus kernerii</i> | | x | x | | | x | | x | | x | | | | | | | | ✓ | |

Temporada de secas
Temporada de lluvias



Las dos temporadas



ZOOPLANKTON

Tabla 159. Listado de las especies de zooplancton encontradas en el estudio

| Clase | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | |
|--|--|-----------------|---|------------------------------------|
| Branchiopoda | Diplostraca | Chydoridae | <i>Alona</i> sp (Baird, 1850) | |
| | | Daphniidae | <i>Ceriodaphnia lacustris</i> Birge, 1893 | |
| | | | <i>Ceriodaphnia</i> sp. (Dana, 1853) | |
| | | | <i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947 | |
| | | | <i>Daphnia laevis</i> (Birge, 1879) | |
| | | Leptodoridae | <i>Leptodora</i> sp Lilljeborg, 1861 | |
| | | Macrothricidae | <i>Macrothrix</i> sp Baird, 1843 | |
| Moinidae | <i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874) | | | |
| Sididae | <i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981) | | | |
| Maxillopoda | Calanoida | Centropagidae | <i>Limnocalanus</i> sp G. O. Sars, 1863 | |
| | | Diaptomidae | <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> (Marsh, 1907) | |
| | | | <i>Leptodiaptomus signicauda</i> (Lilljeborg in Guerne and Richard, 1889) | |
| | Cyclopoida | Cyclopoidae | <i>Eucyclops</i> sp Claus, 1893 | |
| | | | <i>Thermocyclops inversus</i> (Korinet, 1981) | |
| Eurotatoria | Flosculariacea | Conochilidae | <i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892 | |
| | | Filiniidae | <i>Filinia</i> sp Bory de St. Vincent, 1824 | |
| | | Testudinellidae | <i>Testudinella</i> sp Bory de St. Vincent, 1826 | |
| | Ploima | Brachionidae | Asplachnidae | <i>Asplachna</i> sp. (Gosse, 1850) |
| | | | <i>Brachionus bidentata</i> (Anderson, 1889) | |
| | | | <i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885 | |
| | | | <i>Brachionus calyciflorus</i> (Palla, 1766) | |
| | | | <i>Brachionus caudatus</i> (Barrois and Daday, 1894) | |
| | | | <i>Brachionus dimidiatus</i> var. <i>inermis</i> (Schmarda, 1854) | |
| | | | <i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias, 1898) | |
| | | | <i>Brachionus forficula</i> Wierzejski, 1891 | |
| | | | <i>Brachionus havanaensis</i> (Rousselet, 1913) | |
| | | | <i>Brachionus leydigi</i> (Cohn, 1862) | |
| | | | <i>Brachionus plicatilis</i> Mueller, 1786 | |
| | | | <i>Brachionus</i> sp Pallas, 1766 | |
| | | | <i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783) | |
| | | | <i>Brachionus urceolaris</i> Muller, 1773 | |
| | | | <i>Keratella</i> sp Bory de St. Vincent, 1822 | |
| | | | <i>Notholca</i> sp. (Gosse, 1886) | |
| <i>Platyas patulus</i> (Mueller, 1786) | | | | |
| Synchaetidae | <i>Ploesoma</i> sp Herrick, 1885 | | | |
| | <i>Polyarthra</i> sp Ehrenberg, 1834 | | | |
| Ostracoda | Podocopina | Cyprididae | <i>Cypridopsis</i> sp (Brady, 1868) | |

Con base en el ITIS (2008) se muestra en la tabla 159 la nomenclatura taxonómica de las 38 especies que se reportan en este trabajo.

El grupo de los rotíferos es el más diverso con 23 especies (60%), le sigue el grupo de los cladóceros con 9 especies, el grupo de los copépodos calanoideos se presenta con cuatro especies y el grupo de copépodos ciclopoideos se presenta con dos especies lo que representa el 5% (Figura 172).

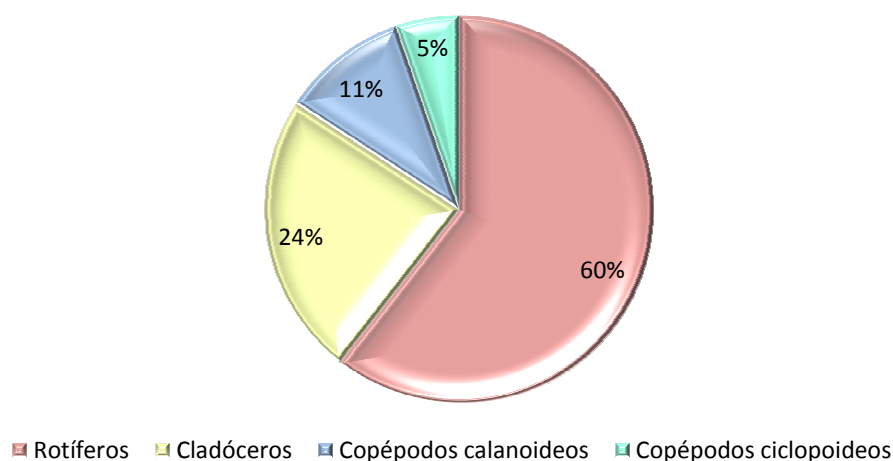


Figura 172. Porcentaje que ocupa cada grupo de zooplancton

Del grupo de los copépodos calanoideos la especie *Arctodiaptomus dorsalis* es la más frecuente en los sistemas, ya que se registró en 37 ocasiones: tres en temporada de secas, diez en lluvias y 24 veces se observó en ambas temporadas de muestreo. En el grupo de los cladóceros la especie *Moina micrura* se registró en un mayor número de sistemas: cuatro veces en temporada de secas, diez en temporada de lluvias y 18 en ambas, lo que hace un total de 32 sistemas en los que se le puede encontrar. En cuanto al grupo de los rotíferos la especie *Brachionus havanaensis* es la que dominó, debido a que se presenta en 15 sistemas: en cuatro sistemas en temporada de secas, en ocho sistemas en temporada de lluvias y en tres sistemas en las dos temporadas. Del grupo de los copépodos calanoideos a la especie *Thermocyclops inversus* se le encuentra en 18 sistemas: en diez sistemas en la temporada de secas, en siete sistemas en temporada de lluvias y en un solo sistema se le encuentra todo el año (Figura 173).

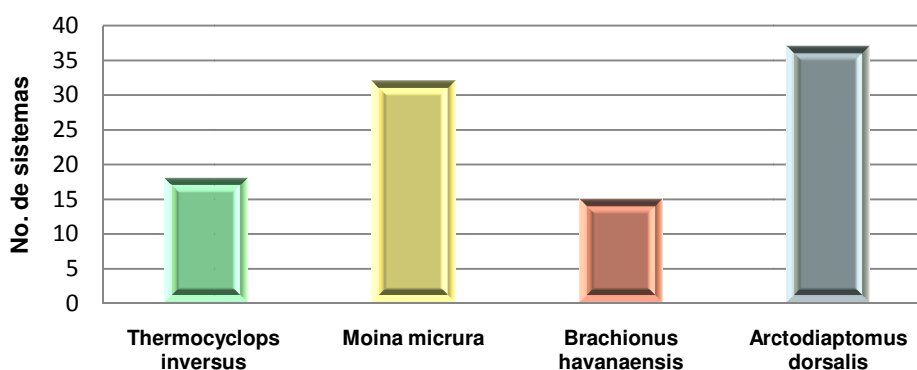


Figura 173. Representación gráfica del número de veces que se presenta cada especie

Los sistemas permanentes Los carros y Mariano Matamoros son los que presentan mayor riqueza de especies, ya que en ellos se registran once especies, lo que representa el 21% del

total de las especies reportadas. Los sistemas temporales con mayor riqueza de especies son: Ajuchitlán 1 y Las tazas; en cada uno de ellos se reportan siete especies, lo que equivale al 13% de las especies reportadas en este estudio (Tabla 160).

Tabla 160. Número de especies que se encuentran en cada temporada por sistema

| Sistemas Permanentes | | | | | Sistemas temporales | |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------|---------------------|----------------------|
| ID | Temporada de secas | Temporada de lluvias | Las dos temporadas | Total | ID | Temporada de lluvias |
| 1 | 3 | 1 | 2 | 6 | 2 | 7 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 7 | 4 | - |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 5 | - |
| 7 | 2 | 1 | 2 | 5 | 8 | - |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 8 | 17 | 5 |
| 10 | 1 | 2 | 3 | 6 | 20 | 5 |
| 11 | 1 | - | 3 | 4 | 21 | 5 |
| 12 | - | 3 | 1 | 4 | 24 | - |
| 13 | 3 | 2 | - | 5 | 28 | - |
| 14 | 1 | 3 | 2 | 6 | 31 | - |
| 15 | 1 | 3 | 4 | 8 | 32 | 4 |
| 16 | 4 | 1 | 1 | 6 | 33 | 4 |
| 18 | 2 | - | 2 | 4 | 35 | 4 |
| 19 | - | - | 3 | 3 | 36 | 7 |
| 22 | 1 | 4 | 3 | 8 | 43 | 2 |
| 23 | 3 | 3 | 3 | 9 | 44 | 3 |
| 25 | - | 2 | 2 | 4 | 46 | 4 |
| 26 | 4 | 2 | 2 | 8 | 48 | - |
| 27 | 2 | - | 4 | 6 | 49 | - |
| 29 | 2 | - | 2 | 4 | 50 | 6 |
| 30 | 1 | | 1 | 2 | | |
| 34 | - | 1 | 4 | 5 | | |
| 37 | 2 | 1 | 2 | 5 | | |
| 38 | 1 | | 4 | 5 | | |
| 39 | 9 | 1 | 1 | 11 | | |
| 40 | 6 | 4 | 1 | 11 | | |
| 41 | 2 | 4 | 1 | 7 | | |
| 42 | | | 2 | 2 | | |
| 45 | 3 | - | 2 | 5 | | |
| 47 | 3 | 3 | 1 | 7 | | |
| 51 | - | 2 | 1 | 3 | | |
| 52 | 2 | 2 | 2 | 6 | | |
| 53 | - | 1 | 3 | 4 | | |

De lo anterior, se puede observar en la figura 174 que el 47% de las especies reportadas en éste estudio tienen presencia sólo en la temporada de lluvias, el 33% en la temporada de secas y tan sólo el 20% de las especies las encontramos durante los dos muestreos

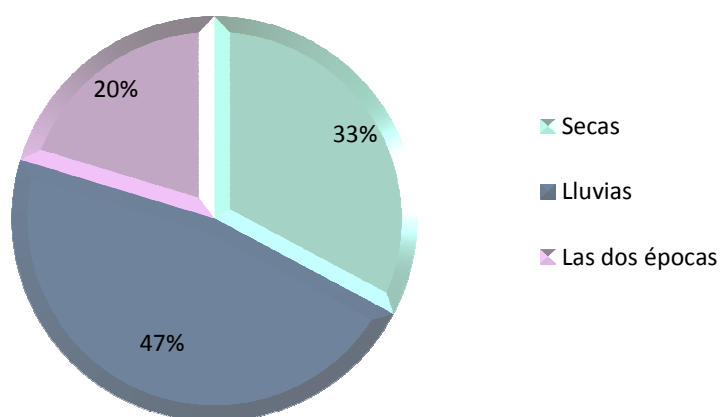


Figura 174. Riqueza de especies registrada por temporada

En la figura 175 se muestran algunas especies de zooplancton registradas en este estudio

Continuación de la tabla 161. Especies de zooplankton encontradas por sistema

| Especies | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Alona</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> | | | x | ☒ | | x | ✓ | ☒ | ☒ | ☒ | x | ☒ | | x | ☒ | x | ☒ | | | x | x | ☒ | ☒ |
| <i>Asplachna</i> sp. | | | | | x | x | | | ✓ | | | | | | | | x | | | x | x | x | x |
| <i>Brachionus bidentata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus budapestinensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| <i>Brachionus caudatus</i> | | | | ☒ | | | | ☒ | | x | | ☒ | | | | | | | | x | | | ☒ |
| <i>Brachionus dimidiatus</i> var. <i>inermis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus falcatus</i> | | | x | | | | | | ✓ | x | ✓ | ☒ | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus forficula</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Brachionus havanaensis</i> | | x | | | | x | ☒ | | ✓ | | x | | | | ✓ | | x | | | | | | |
| <i>Brachionus leydigi</i> | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus quadridentatus</i> | | | | | x | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachionus</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | ☒ | | | | | | | | |
| <i>Brachionus urceolaris</i> | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceriodaphnia lacustris</i> | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp | | | | ☒ | | | ✓ | | | ✓ | | | | x | | x | | | | | | | |
| <i>Conochilus unicornis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cypridopsis</i> sp | | | | | | x | | | | | x | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Daphnia ambigua</i> | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Daphnia laevis</i> | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Diaphanosoma birgei</i> | | x | x | | | | | ☒ | ✓ | ✓ | x | ☒ | | | ✓ | x | ✓ | | | x | | | |
| <i>Eucyclops</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | |
| <i>Filinia</i> sp | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Keratella</i> sp | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptodiaptomus signicauda</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Continuación de la tabla 161. Especies de zooplancton encontradas por sistema

| Especies | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Leptodora</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Limnocalanus</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| <i>Macrothrix</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | ✓ | | | |
| <i>Mastigodiptomus montezumae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| <i>Moina micrura</i> | x | | ☒ | | | ☒ | | | ✓ | ☒ | ☒ | | | ☒ | ☒ | ✓ | x | | | | | x | ✓ | | x | | ☒ | | ☒ | |
| <i>Notholca</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Platylabus patulus</i> | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ploesoma</i> sp | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polyarthra</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Testudinella</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thermocyclops inversus</i> | | | x | | | ✓ | ✓ | | ✓ | x | | x | | | | | | | ✓ | ☒ | | | x | | | | | | ✓ | |

Continuación de la tabla 161. Especies de zooplancton encontradas por sistema

| Especies | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| <i>Leptodora</i> sp | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Limnocalanus</i> sp | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Macrothrix</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mastigodiptomus montezumae</i> | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Moina micrura</i> | | x | x | ☒ | x | x | ☒ | ☒ | | ✓ | ☒ | ☒ | x | | | x | x | | | x | ☒ | ☒ | ☒ | |
| <i>Notholca</i> sp. | | | | | | | | | ✓ | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Platylabus patulus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ploesoma</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polyarthra</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Testudinella</i> sp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thermocyclops inversus</i> | | | | x | | | x | ✓ | x | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | |

Presencia en la temporada de secas
 Presencia en la temporada de lluvias
 Presencia en las dos temporadas

Figura 175. Especies de zooplancton encontradas en los sistemas de estudio



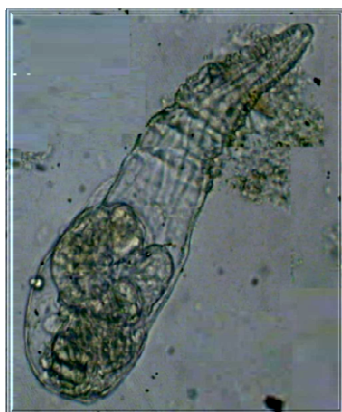
Brachionus caudatus
(Eurotatoria)



Asplancha sp
(Eurotatoria)



Brachionus falcatus
(Eurotatoria)



Conochilus unicornis
(Eurotatoria)



Filinia sp
(Eurotatoria)



Cypridopsis sp
(Ostracoda)



Ceriodaphnia sp
(Branchiopoda)



Diaphanosoma birgei
(Branchiopoda)



Moina micrura
(Branchiopoda)



Thermocyclops inversus
(Maxillopoda)



Arctodiaptomus dorsalis
(Maxillopoda)

ICTIOFAUNA

En este estudio se reportan ocho especies de peces pertenecientes a tres familias incluidas en dos superórdenes. A nivel supragenérico de acuerdo a Nelson (1994) y a nivel infragenérico de acuerdo a diversos autores: Rosen y Bayle (1963); Miller (1974, 1983 y 2005); Álvarez (1970) y Arredondo-Figueroa (1989) (Tabla 162 y 163).

Tabla 162. Nomenclatura taxonómica de la Ictiofauna







































| | |
|-------------------|----------------|
| Phylum | Chordata |
| Subphylum | Vertebrata |
| Superclase | Osteichthyes |
| Clase | Actinopterygii |
| Superclase | Neopterygii |
| Infraclase | Teleostei |

Tabla 163. Taxonomía de la ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio














































| Superorden | Orden | Suborden | Familia | Subfamilia | Especie |
|-----------------|--------------------|------------------|-------------|-------------|---|
| Acanthopterygii | Perciformes | Labroidei | Cichlidae | | <i>Cichlasoma istlanum</i> (Jordan and Snyder, 1899) |
| | | | | | <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 gracilis</i> (Heckel, 1848) |
| Ostariophysii | Cypriniformes | | Cyprinidae | | <i>Xiphophorus helleri</i> (Heckel, 1848) |
| | | | | | <i>Carasius auratus</i> (Linnaeus, 1758) |

En la tabla 164 se muestra la presencia-ausencia que tuvieron estas especies en cada cuerpo de agua.



































Tabla 164. Ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio

| Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Carasius auratus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichlasoma istlanum</i> | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> | | | | | | | | | | | | | | |  | | |
| <i>Heterandria bimaculata</i> | | |  | | | |  | |  |  |  | |  | |  | | |
| <i>Oreochromis niloticus</i> |  | |  | | |  |  | | | | |  | |  | |  |  |
| <i>Poecilia sphenops</i> |  | |  | | |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| <i>Poecilliopsis gracillis</i> |  |  | | | |  | | |  |  |  | | |  |  | | |
| <i>Xiphophorus helleri</i> | | | | | | | | | | | | |  | | | | |

Continuación de la tabla 164. Ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio

| Especie | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Carasius auratus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| <i>Cichlasoma istlanum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Heterandria bimaculada</i> |  | | | | |  | |  | |  | | | | | | |  | | |  |
| <i>Oreochromis niloticus</i> |  |  |  |  | |  | |  |  | | | |  | | |  | |  |  |  |
| <i>Poecilia sphenops</i> |  |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | | |  | | | | |
| <i>Poecilliopsis gracillis</i> |  |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | | |  |  |  | | | |
| <i>Xiphophorus helleri</i> | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | |

Continuación de la tabla 164. Ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio

| Especie | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|--|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|
| <i>Carasius auratus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichlasoma istlanum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichlosoma nigrofasciatum</i> |  | |  | | | | |  | | | | | | | | |
| <i>Heterandria bimaculata</i> |  | |  | |  | | |  | | | | | | | |  |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | |  |  |  |  |  | |  | |  | | |  |  | | |
| <i>Poecilia sphenops</i> | | | |  |  | | |  |  |  | | |  | |  |  |
| <i>Poecilliopsis gracillis</i> | | |  |  |  | | |  |  |  | | |  | |  | |
| <i>Xiphophorus helleri</i> | | | | | | | | | | | |  | | | | |

 : Presencia

La especie *Poecillia sphenops* es la más representativa en la zona, ya que se registra en 35 embalses; le sigue *Poecilliopsis gracillis* que se determinó en 31 sistemas; *Oreochromis niloticus* que se reporta en 30 embalses; luego en 18 embalses aparece *Heterandria bimaculata*; en menor proporción a parece *Cichlosoma nigrofasciatum* en 5 sistemas; *Xiphophorus elery* en tres sistemas y por último las especies *Carasius auratus* y *Cichlasoma istlanum* aparecen sólo en un sistema (Figura 176).

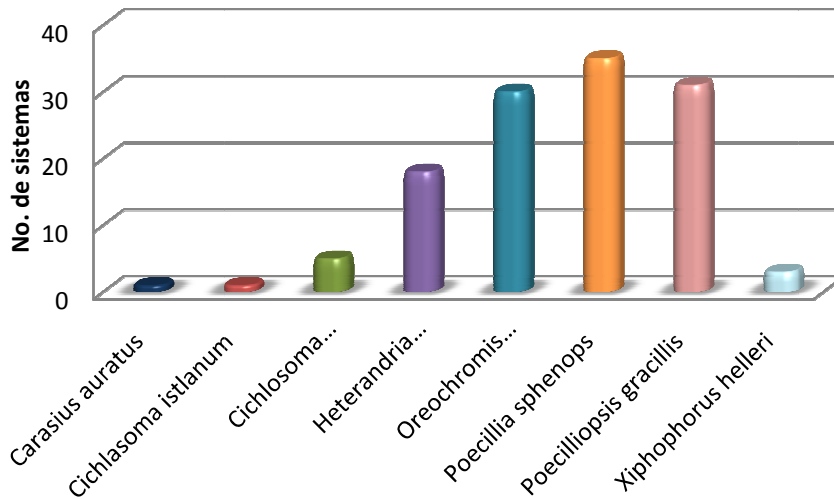


Figura 176. Número de sistemas en que encontramos a la ictiofauna

Así mismo, el porcentaje que ocupa cada especie se puede observar en la figura 177, donde *Poecillia sphenops* es la que presenta un mayor porcentaje mientras que *Carasius auratus* y *Cichlasoma istlanum* ocupan el mínimo porcentaje.

En la figura 178 se aprecian algunas especies de peces encontradas en los sistemas.

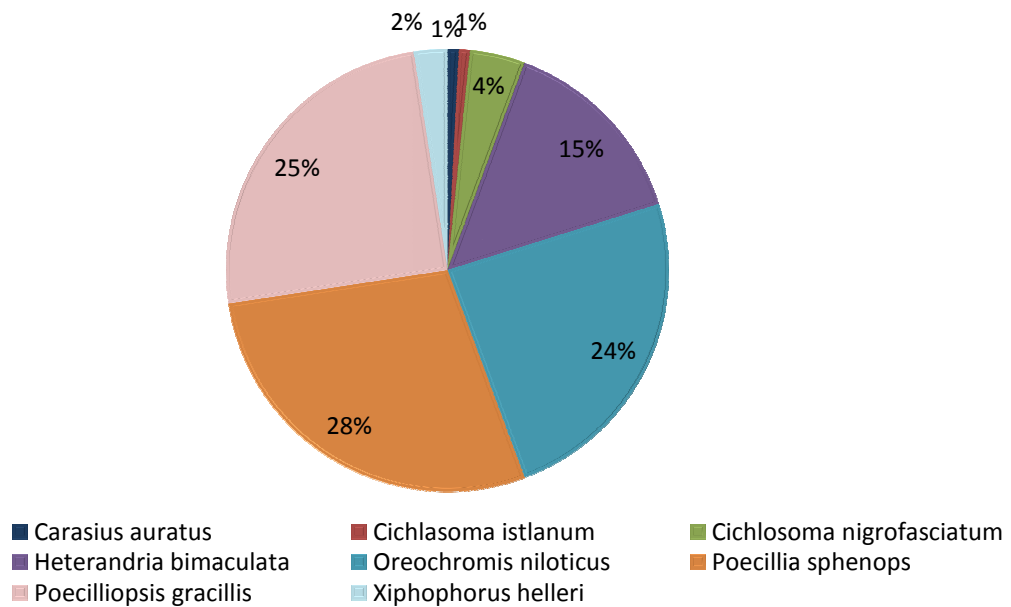


Figura 177. Porcentaje de la ictiofauna presente en los sistemas

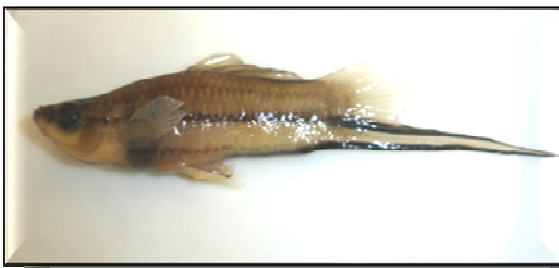
Figura 178. Especies de peces encontrados en los sistemas de estudio



Oreochromis niloticus



Cichlosoma nigrofasciatum



Xiphophorus helleri



Poecilia sphenops



Heterandria bimaculata



Poecilliopsis gracillis

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

➤ COMPONENTES PRINCIPALES

El método estadístico empleado en el análisis de la información obtenida fue el de **Análisis de Componentes Principales**, esto con el fin de obtener los elementos más representativos que determinaron el comportamiento de cada una de las variables que se tomaron en cuenta para el análisis morfométrico y fisicoquímico de cada uno de los cuerpos de agua.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí. Este análisis tiene sentido si existen altas correlaciones entre las variables, ya que esto es indicativo de que existe información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total.

El ACP se aplicó para explicar el comportamiento de los sistemas en relación a las épocas de muestreo y para explicar por separado cada época y como se comportaban las nuevas variables obtenidas debido al método de reducción.

Para el análisis con ambas épocas el resultado mostró que sólo se deben de tomar en cuenta ocho componentes, ya que estos explican de manera significativa el comportamiento de los sistemas al tener valores representativos iguales o mayores de uno y que en conjunto registran el 71.144% de la variabilidad dentro de los datos originales (Tabla 165).

Tabla 165. Porcentaje acumulado para cada componente en las dos épocas

| Número de componente | Eigenvalor | Porcentaje de varianza | Porcentaje acumulado |
|----------------------|------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 5.99211 | 23.047 | 23.047 |
| 2 | 2.70259 | 10.395 | 33.441 |
| 3 | 2.41028 | 9.27 | 42.711 |
| 4 | 2.0376 | 7.837 | 50.548 |
| 5 | 1.7447 | 6.71 | 57.259 |
| 6 | 1.23258 | 4.741 | 61.999 |
| 7 | 1.20587 | 4.638 | 66.637 |
| 8 | 1.1716 | 4.506 | 71.144 |
| 9 | 0.997016 | 3.835 | 74.978 |
| 10 | 0.907632 | 3.491 | 78.469 |

En la tabla 166 se muestran los componentes resultantes, así como también el peso que obtuvo cada variable dentro de estos y en color rojo se pueden observar los números de las variables que tienen más peso dentro de cada componente.

Tabla 166. Peso de las variables dentro de los componentes durante las dos épocas

| | COMPONENTES | | | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Tamb | 0.1210 | 0.1789 | -0.3210 | -0.3943 | 0.0694 | -0.0653 | 0.0550 | 0.0287 |
| Tagua | 0.0607 | 0.1616 | -0.4015 | -0.3327 | -0.0150 | -0.1615 | -0.0161 | 0.0026 |
| Profundidad | 0.2165 | 0.0216 | 0.0866 | -0.0247 | 0.0640 | -0.4036 | -0.0722 | -0.0030 |
| Visibilidad | 0.0163 | -0.0157 | -0.0957 | 0.1146 | 0.1051 | 0.3130 | 0.4297 | 0.4897 |
| pH | -0.0212 | 0.2980 | -0.2006 | 0.0123 | 0.3460 | -0.0125 | -0.2306 | 0.2214 |
| Conductividad | -0.1606 | 0.1068 | -0.2377 | 0.0010 | -0.4770 | -0.0018 | 0.0604 | 0.1133 |
| Clorofila "a" | -0.0552 | -0.0697 | -0.1486 | 0.2834 | 0.1628 | -0.1456 | 0.1947 | -0.5240 |
| O ₂ | 0.0540 | -0.0630 | -0.3908 | -0.0454 | 0.2914 | -0.2400 | 0.2064 | 0.1926 |
| Alcalinidad | -0.1184 | -0.0544 | -0.2505 | 0.0769 | -0.2001 | -0.0882 | -0.5129 | 0.0766 |
| Dureza T | -0.1412 | 0.0875 | -0.1834 | 0.0832 | -0.4734 | -0.1107 | -0.0145 | 0.0170 |
| Nitratos | -0.0775 | 0.2595 | 0.0450 | 0.0311 | -0.2734 | 0.1027 | -0.0845 | -0.0366 |
| Nitritos | 0.0189 | -0.1626 | 0.0191 | -0.2877 | 0.0240 | 0.2470 | 0.0666 | -0.3406 |
| Ortofosfatos | -0.1643 | 0.4113 | 0.1225 | 0.0077 | 0.0540 | -0.0253 | 0.1152 | -0.1837 |
| Fósforo T | -0.1702 | 0.4828 | 0.1053 | -0.0045 | 0.0523 | -0.0651 | 0.0761 | -0.0965 |
| Sulfatos | -0.0914 | 0.0258 | -0.0693 | -0.2987 | 0.0781 | 0.4588 | -0.1913 | -0.1526 |
| Amonio | 0.0204 | -0.1378 | -0.3299 | 0.3761 | 0.1819 | -0.0540 | -0.2829 | -0.1967 |
| Silicatos | -0.0787 | 0.3800 | 0.1964 | -0.1281 | 0.2084 | -0.1140 | -0.1257 | -0.0542 |
| Edo trófico | -0.1095 | 0.1147 | -0.2693 | 0.1010 | -0.1265 | -0.0074 | 0.4232 | -0.2762 |
| Subcuenca | -0.0356 | 0.2114 | -0.1991 | 0.3609 | 0.1832 | 0.3933 | -0.1406 | -0.0468 |
| Área | 0.3693 | 0.1509 | -0.0091 | 0.1165 | -0.0733 | 0.1340 | -0.0370 | 0.0090 |
| Volumen | 0.3641 | 0.1551 | 0.0229 | 0.0954 | -0.0980 | 0.0950 | -0.0510 | 0.0215 |
| Perímetro | 0.3704 | 0.1440 | 0.0102 | 0.0861 | -0.1085 | 0.0872 | -0.0254 | -0.0114 |
| Largo | 0.3837 | 0.1122 | -0.0009 | 0.1017 | -0.0658 | 0.0901 | -0.0165 | -0.0231 |
| Ancho | 0.3229 | 0.0845 | -0.1211 | 0.0458 | -0.0890 | 0.0422 | 0.1764 | -0.1181 |
| Profundidad | 0.3099 | 0.0160 | 0.1226 | -0.0461 | -0.0649 | -0.2629 | -0.0222 | -0.0959 |
| Altitud | -0.1553 | 0.1267 | 0.1669 | 0.3298 | 0.0258 | -0.1966 | 0.0886 | 0.2268 |

Como se puede observar los componentes uno y dos son los que registran mayor eigenvalor¹ que es de 5.99 y 2.70 respectivamente y cuyo porcentaje acumulado entre los dos componentes es del 33.44%, lo que representa el 47% si se toma en cuenta que el 71.144 es el 100%. Dentro del componente uno las variables que más peso tienen son las que corresponden a la morfometría de los sistemas y dentro del componente dos los ortofosfatos, el fósforo total y los silicatos (que corresponden al factor edáfico), son los que presentan mayor peso.

Se puede observar que al graficar al componente uno contra el dos (Figura 176), el cuadrante uno agrupa a los parámetros morfométricos como los son el volumen, largo, ancho, área y profundidad, mientras que en el cuadrante dos se agrupan el fósforo total, ortofosfatos y silicatos.

En la figura 180, se muestran algunos de los sistemas (ver tabla 3 para ID) que determinan el comportamiento anterior; en el cuadrante uno aparecen los sistemas más grandes que son la

presa Los carros y la presa Cayehuacan que por sus dimensiones tienen gran peso en la cuestión morfométrica de los sistemas.

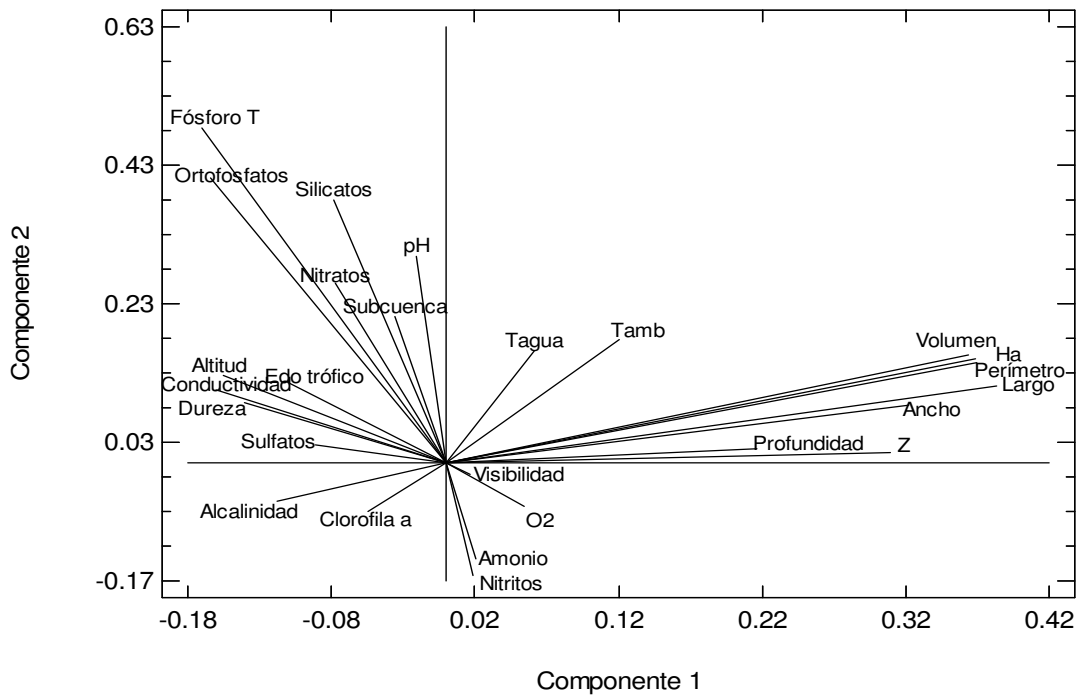


Figura 179. Componente uno contra componente dos (las dos épocas del año)

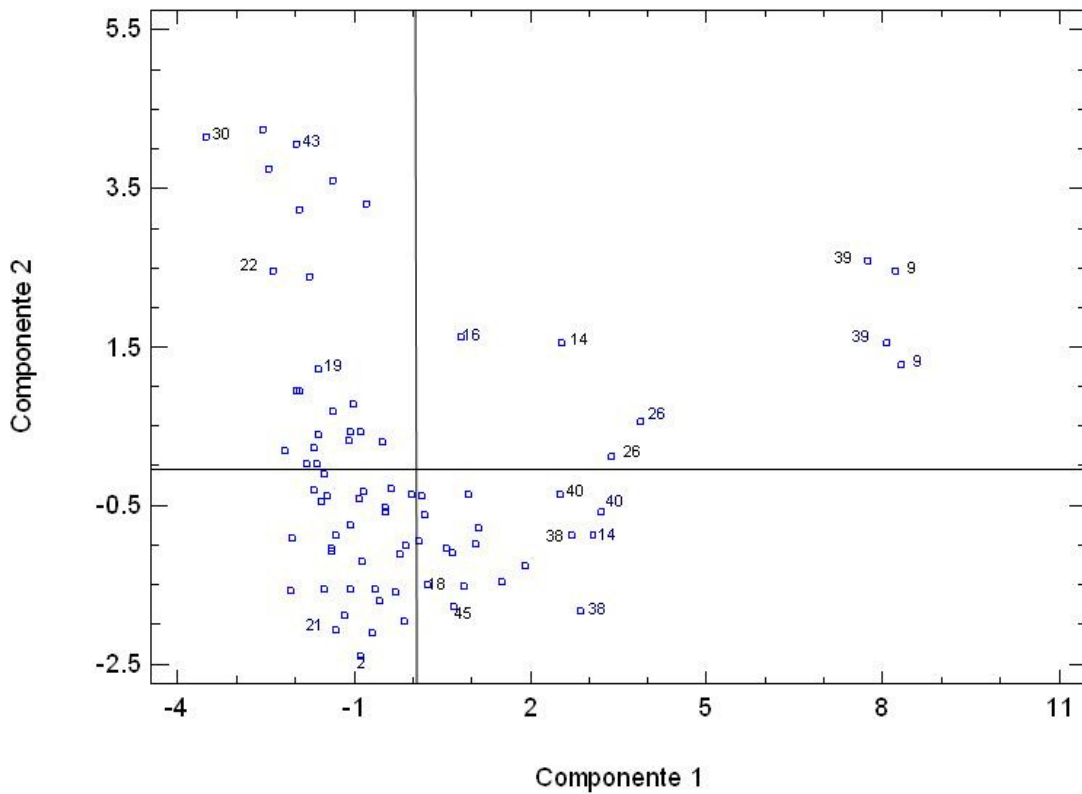


Figura 180. Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (las dos épocas del año)

Para la **época de secas** el número de componentes fue igualmente de ocho ya que estos tienen un eigenvalor mayor de uno con un porcentaje acumulado de 78.542 (Tabla 167).

Tabla 167. Porcentaje acumulado para cada componente en la época de secas

| Número de componente | Eigenvalor | Porcentaje de varianza | Porcentaje acumulado |
|----------------------|------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 7,17347 | 27,59 | 27,59 |
| 2 | 3,41134 | 13,121 | 40,711 |
| 3 | 2,84107 | 10,927 | 51,638 |
| 4 | 1,94231 | 7,47 | 59,108 |
| 5 | 1,66448 | 6,402 | 65,51 |
| 6 | 1,2294 | 4,728 | 70,239 |
| 7 | 1,14551 | 4,406 | 74,645 |
| 8 | 1,01326 | 3,897 | 78,542 |
| 9 | 0,93278 | 3,588 | 82,129 |
| 10 | 0,80825 | 3,109 | 85,238 |

La siguiente tabla (168) muestra los componentes resultantes, así como el peso que obtuvo cada variable dentro de estos, en color rojo se observa las variables que tienen mayor peso de cada componente.

Tabla 168. Peso de las variables dentro de los componentes durante la época de secas

| | COMPONENTES | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Tamb | 0,1508 | 0,0564 | -0,3726 | 0,0962 | 0,2487 | -0,1391 | -0,1771 | 0,2299 |
| Tagua | 0,0365 | 0,1317 | -0,4950 | 0,0369 | 0,1783 | -0,0144 | 0,1571 | -0,1079 |
| Profundidad | 0,2977 | -0,0222 | 0,2145 | 0,1224 | -0,0738 | 0,0189 | -0,2098 | -0,1065 |
| Visibilidad | 0,2646 | -0,0827 | -0,0028 | -0,2501 | -0,1351 | 0,0085 | 0,0497 | -0,0035 |
| pH | 0,0167 | 0,2608 | -0,1384 | -0,4217 | 0,2077 | -0,1003 | 0,0003 | -0,2620 |
| Conductividad | -0,1912 | 0,0234 | -0,2957 | 0,1604 | -0,4030 | 0,0850 | 0,0363 | 0,0123 |
| Clorofila "a" | -0,0945 | 0,0765 | 0,3382 | 0,1728 | 0,3025 | 0,2515 | 0,2083 | 0,0654 |
| O2 | 0,0681 | -0,1352 | -0,3279 | 0,0527 | 0,3454 | 0,1496 | -0,0717 | -0,1632 |
| Alcalinidad | -0,0875 | 0,0897 | -0,1119 | 0,2607 | 0,0383 | -0,5407 | -0,1664 | 0,2984 |
| Dureza T | -0,1097 | 0,0987 | -0,0877 | 0,2709 | -0,3981 | -0,1414 | 0,1548 | -0,4983 |
| Nitratos | -0,0889 | 0,1973 | -0,0089 | -0,1206 | -0,3513 | 0,3375 | -0,4992 | 0,1663 |
| Nitritos | -0,0669 | 0,2608 | -0,1511 | 0,1833 | -0,0022 | 0,2190 | -0,2820 | 0,0998 |
| Ortofosfatos | -0,1951 | 0,2780 | 0,1736 | -0,1005 | 0,0805 | 0,1048 | 0,1548 | 0,2067 |
| Fósforo T | -0,2211 | 0,3505 | 0,0753 | -0,1145 | 0,0841 | 0,0584 | -0,0606 | 0,0683 |
| Sulfatos | -0,0937 | 0,0349 | 0,0865 | -0,1393 | -0,2357 | -0,4625 | 0,0952 | 0,3112 |
| Amonio | 0,0012 | -0,1854 | -0,2212 | -0,2931 | -0,1120 | 0,2902 | 0,2568 | 0,3883 |
| Silicatos | -0,0379 | 0,3545 | 0,1759 | -0,0615 | 0,2146 | -0,1716 | -0,2209 | -0,0691 |
| Edo trófico | -0,1650 | 0,1736 | -0,0745 | 0,4282 | 0,0110 | 0,2142 | 0,2093 | 0,1337 |

Continuación de la Tabla 168. Peso de las variables dentro de los componentes

| COMPONENTES | | | | | | | | |
|-------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Subcuenca | -0,0772 | 0,3401 | -0,1626 | -0,2792 | -0,1366 | 0,0333 | -0,0186 | -0,2348 |
| Área | 0,3200 | 0,2214 | -0,0243 | -0,0193 | -0,0761 | -0,0099 | 0,1878 | 0,0946 |
| Volumen | 0,3184 | 0,2075 | -0,0039 | -0,0188 | -0,1027 | -0,0027 | 0,1984 | 0,0994 |
| Perímetro | 0,3227 | 0,2043 | 0,0016 | 0,0201 | -0,1114 | -0,0011 | 0,1562 | 0,0831 |
| Largo | 0,3361 | 0,1912 | 0,0231 | 0,0205 | -0,0711 | 0,0081 | 0,0645 | 0,0245 |
| Ancho | 0,2673 | 0,1802 | -0,0590 | 0,2314 | 0,0270 | 0,0732 | 0,0151 | 0,1361 |
| Profundidad | 0,2734 | 0,0492 | 0,1858 | 0,1897 | -0,0142 | 0,0815 | -0,1188 | -0,1610 |
| Altitud | -0,1933 | 0,2056 | 0,0657 | 0,0383 | 0,0421 | -0,0409 | 0,3926 | -0,0772 |

En la tabla 168 los componentes uno y dos son los que registran mayor eigenvvalor con 7.17 y 3.41 respectivamente, con un porcentaje acumulado entre los dos componentes del 40.711%, lo que representa el 52% si se toma en cuenta que el 78.542 es el 100%. En el componente uno las variables que más peso tienen son las que corresponden a la morfometría de los sistemas y dentro del componente dos los ortofosfatos, el fósforo total, los nitritos, la subcuenca y los silicatos (nuevamente factor edáfico) son los que presentan mayor peso. En la figura 181 se puede observar que al graficar al componente uno contra el dos, el cuadrante uno está determinado por la agrupación del factor edáfico presente en los sistemas mientras que en el cuadrante dos se encuentra el factor morfométrica.

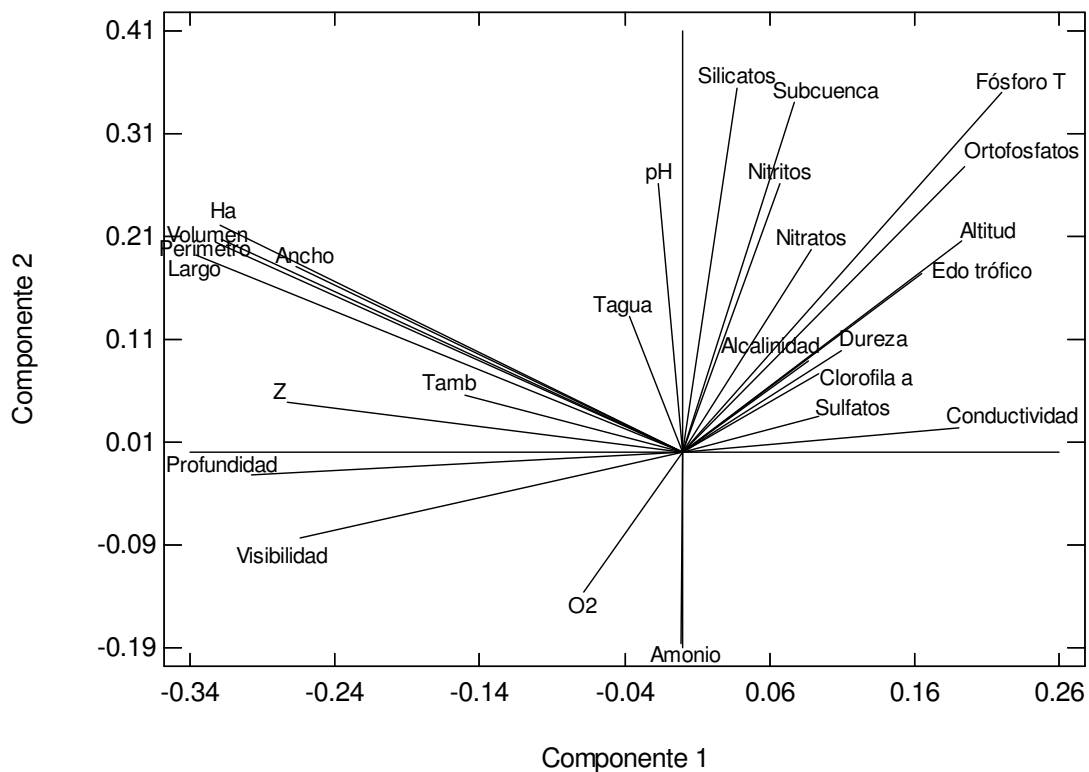


Figura 181. Componente uno contra componente dos (época de secas)

Al superponer la figura 182 de los sistemas con el gráfico anterior, se observa que en el cuadrante uno se agrupan los componentes y que corresponden principalmente a sistemas pequeños cuya área no rebasa las ocho hectáreas y que durante la época de secas son más susceptibles a la pérdida de agua por procesos de evaporación, infiltración, uso humano, etc. por lo cual algunos fueron considerados como sistemas temporales, lo que origina que haya un aumento en la concentración de todos los componentes edáficos.

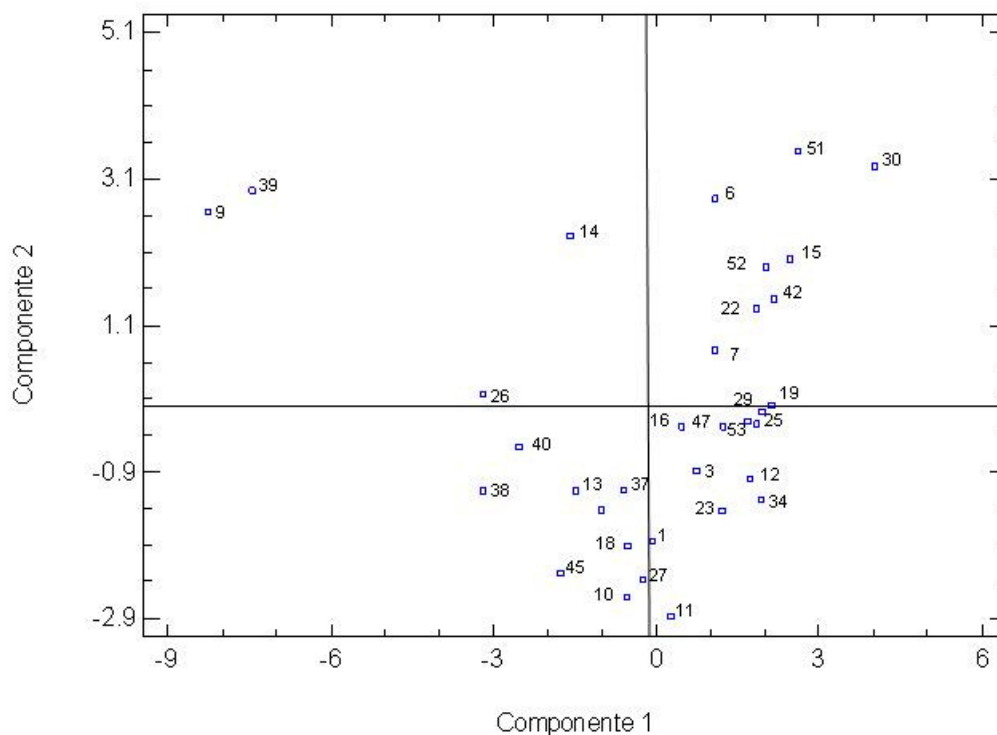


Figura 182. Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (época de secas)

Para la **época de lluvias** nueve son los componentes que explican el comportamiento de los sistemas y que en conjunto presentan un porcentaje acumulativo de 79.374 % (Tabla 169).

Tabla 169. Porcentaje acumulado para cada componente en la época de lluvias

| Número de componente | Eigenvalor | Porcentaje de varianza | Porcentaje acumulativo |
|----------------------|------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 5,97691 | 22,988 | 22,988 |
| 2 | 2,93303 | 11,281 | 34,269 |
| 3 | 2,73042 | 10,502 | 44,771 |
| 4 | 2,27123 | 8,736 | 53,506 |
| 5 | 2,12244 | 8,163 | 61,669 |
| 6 | 1,27794 | 4,915 | 66,585 |
| 7 | 1,1942 | 4,593 | 71,178 |
| 8 | 1,11198 | 4,277 | 75,454 |
| 9 | 1,01911 | 3,92 | 79,374 |
| 10 | 0,8284 | 3,186 | 82,56 |

En la tabla 170 se muestran los nueve componentes, así como también el peso que obtuvo cada variable dentro de estos y en color rojo las variables que tienen más peso dentro de cada componente.

Tabla 170. Peso de las variables dentro de los componentes durante la época de lluvias

| COMPONENTES | | | | | | | | | |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tamb | -0,0717 | -0,4288 | 0,0095 | 0,1993 | 0,1881 | 0,0048 | 0,1193 | 0,1338 | -0,3401 |
| Tagua | -0,0427 | -0,3987 | -0,0046 | 0,2941 | 0,0752 | -0,1402 | 0,1002 | 0,0248 | -0,2620 |
| Profundidad | -0,1749 | -0,1304 | 0,1100 | -0,1115 | -0,0811 | -0,4317 | -0,3932 | -0,0172 | 0,1747 |
| Visibilidad | -0,0085 | 0,0039 | -0,1470 | -0,1191 | 0,1099 | 0,4737 | -0,4497 | 0,1689 | -0,2076 |
| pH | 0,0879 | -0,3644 | -0,1138 | -0,2230 | 0,0813 | -0,0744 | -0,2463 | 0,2053 | 0,2059 |
| Conductividad | 0,1399 | -0,1814 | -0,1998 | 0,1867 | -0,3065 | 0,1663 | -0,2283 | -0,1298 | 0,3737 |
| Clorofila a | 0,0508 | 0,0294 | -0,2796 | -0,0856 | 0,0746 | -0,1931 | 0,1865 | -0,5902 | -0,2173 |
| O2 | -0,0310 | -0,2601 | -0,2937 | -0,1664 | 0,1920 | -0,1504 | -0,3280 | -0,0198 | -0,1035 |
| Alcalinidad | 0,1571 | -0,0374 | -0,2331 | 0,2095 | -0,2597 | -0,1344 | 0,1757 | 0,4051 | 0,1677 |
| Dureza T | 0,1888 | -0,1508 | -0,2294 | 0,1891 | -0,3904 | 0,0847 | -0,0190 | -0,1669 | 0,1109 |
| Nitratos | 0,0951 | -0,1421 | 0,0001 | 0,1513 | -0,4067 | -0,0165 | 0,0183 | 0,0769 | -0,3153 |
| Nitritos | -0,0295 | 0,0715 | 0,1364 | 0,3062 | 0,2678 | -0,0003 | -0,1701 | -0,2585 | 0,3282 |
| Ortofosfatos | 0,1463 | -0,2942 | 0,1717 | -0,2588 | -0,0474 | 0,1233 | 0,1835 | -0,1959 | 0,2157 |
| Fósforo T | 0,1333 | -0,3379 | 0,1991 | -0,3171 | -0,0409 | 0,0456 | 0,1116 | -0,1156 | 0,0614 |
| Sulfatos | 0,0896 | -0,0962 | 0,0458 | 0,2446 | 0,4027 | 0,0784 | 0,1007 | 0,2856 | 0,1533 |
| Amonio | -0,0410 | 0,0336 | -0,4468 | -0,1223 | 0,0773 | -0,3982 | 0,1996 | 0,1065 | 0,0851 |
| Silicatos | 0,1488 | -0,2484 | 0,3496 | -0,2116 | -0,0112 | -0,0170 | 0,1522 | 0,0064 | 0,0227 |
| Edo trófico | 0,0665 | -0,1371 | -0,2890 | 0,0279 | 0,1316 | 0,2921 | 0,0001 | -0,2446 | -0,1085 |
| Subcuenca | -0,0051 | 0,0275 | -0,3203 | -0,3102 | 0,1825 | 0,0887 | 0,2762 | 0,1618 | 0,2289 |
| Área | -0,3747 | -0,0634 | -0,0406 | -0,0640 | -0,1100 | 0,1779 | 0,1478 | 0,0351 | 0,0768 |
| Volumen | -0,3668 | -0,0706 | 0,0068 | -0,0503 | -0,1415 | 0,1644 | 0,1457 | 0,0504 | 0,0726 |
| Perímetro | -0,3752 | -0,0726 | -0,0074 | -0,0296 | -0,1219 | 0,1424 | 0,1265 | 0,0181 | 0,0539 |
| Largo | -0,3881 | -0,0552 | -0,0505 | -0,0415 | -0,0793 | 0,0846 | 0,0635 | -0,0010 | 0,0525 |
| Ancho | -0,3311 | -0,0989 | -0,1381 | 0,0119 | -0,0128 | 0,0598 | -0,1015 | -0,1239 | -0,0233 |
| Profundidad | -0,3090 | -0,0605 | 0,1440 | 0,0501 | -0,0963 | -0,2918 | -0,1359 | -0,0227 | -0,0081 |
| Altitud | 0,1195 | 0,1826 | 0,0054 | -0,3679 | -0,2341 | -0,0263 | -0,1257 | 0,1720 | -0,3021 |

Los componentes uno y dos (Tabla 169) son los que registran mayor valor representativo con 5.97 y 2.93 respectivamente con un porcentaje acumulado entre los dos componentes del 34.269%, lo que representa el 43.2% si se toma en cuenta que el 79.374 representa el 100%. En la tabla 170 se nota que en el componente uno las variables que más peso tienen son las que corresponden a la morfometría de los sistemas y en el componente dos se encuentra influenciado por la temperatura tanto del ambiente como la del agua así como también por el pH.

Se puede observar que al graficar al componente uno contra el dos (Figura 180), el cuadrante uno está determinado por la agrupación de la variables correspondientes a la morfometría, así como también por la temperatura y el cuadrante dos está determinado por la parte edáfica.

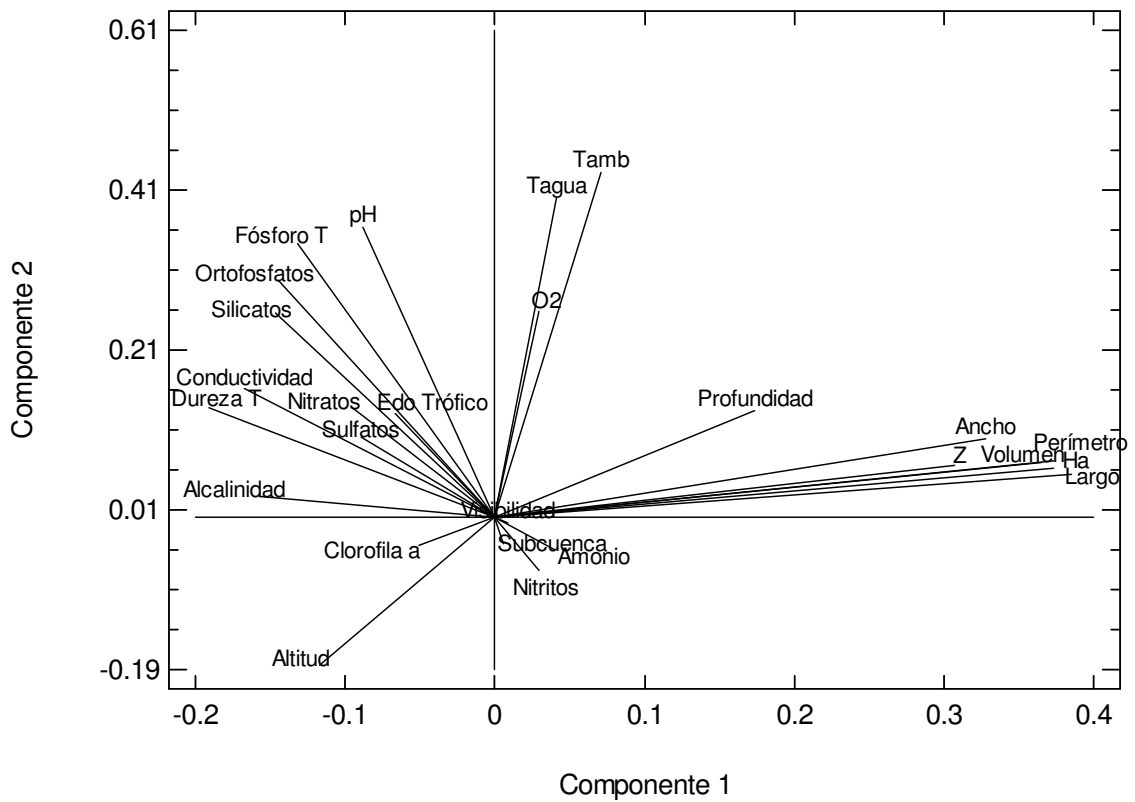


Figura 183. Componente uno contra componente dos (época de lluvias)

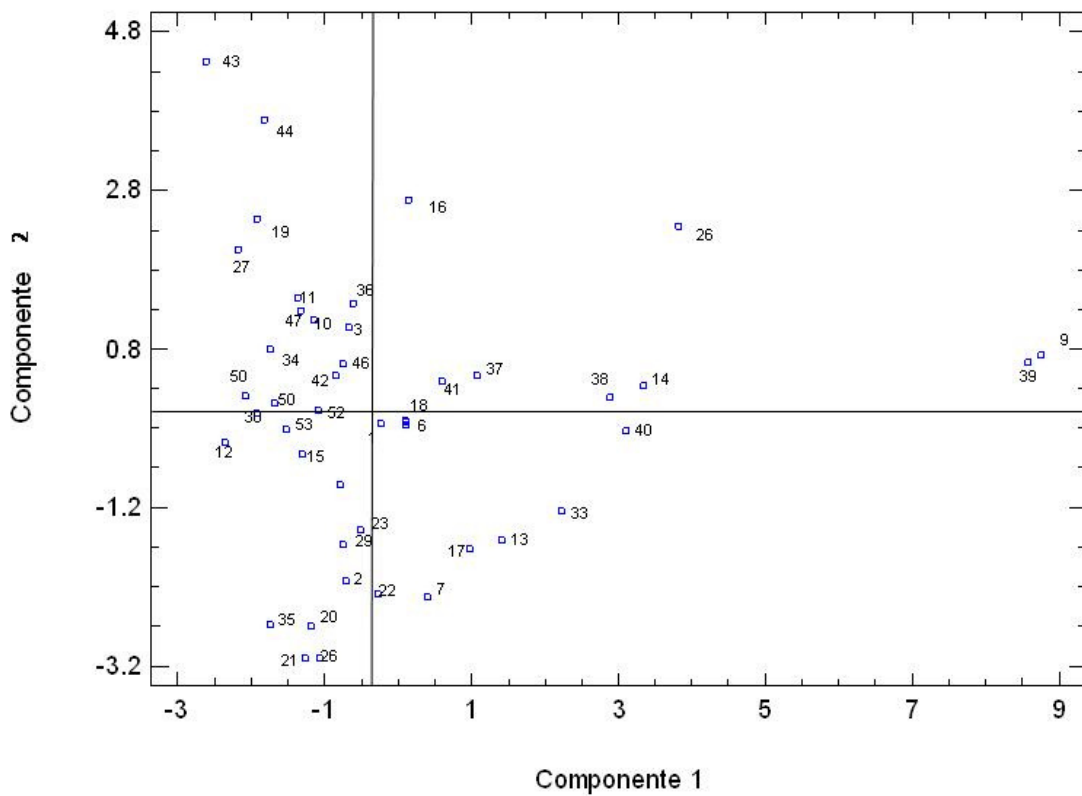


Figura 184. Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (época de lluvias)

En la figura 184 se observa que en el cuadrante uno se encuentran los sistemas más grandes como son las presas de Los carros y Gayehuacan por lo cual en la época de lluvias estos tienden a aumentar sus niveles de agua lo que se ve reflejado en el volumen y la profundidad que llegan a alcanzar, mientras que en el componente dos se encuentran sistemas muy pequeños cuya área no rebasa las cinco hectáreas.

ⁱ Los eigenvalores (también llamados raíces características o raíces latentes) de Σ son las raíces de la ecuación polinomial definida por $|\Sigma - \lambda I| = 0$ (Dallas, 2000)

DISCUSIÓN

El uso del agua está en función de los siguientes factores: el nivel de desarrollo económico, el tamaño de la población y las peculiaridades fisiográficas (clima principalmente) del territorio en cuestión (Shiklomanov, 1998). En los últimos años se ha acelerado la construcción de presas y bordos de diferentes tamaños y usos, no solamente sobre corrientes permanentes, sino también sobre cualquier caudal que permita embalsar el agua para satisfacer las necesidades de poblados como puede ser el riego de cultivos; la generación de energía eléctrica; el control de avenidas; el abastecimiento de agua potable y otros fines (Arredondo *et al.* 1992; García-Calderón *et al.*, 2002).

En este estudio se localizaron un total de 53 sistemas lénticos en la zona sur-oriente del estado de Morelos, todos ellos considerados como sistemas artificiales, es decir, fueron construidos por el hombre con el fin de abastecer la demanda de agua que tiene la gente de esa región.

A estos sistemas lénticos o embalses artificiales se les puede considerar como presas y bordos, en donde la mayor diferencia que existe entre uno y otro es que la presa cuenta con una estructura denominada cortina de agua, tiene mayor tamaño que el bordo y generalmente son más profundas (Wetzel, 1981); mientras que el bordo presenta una cortina rústica construida de tierra o mampostería; generalmente está constituido por aguas turbias debido a los sólidos en suspensión y a la materia orgánica (Hernández-Avilés *et al.*, 2002)

De estos 53 sistemas lénticos sólo ocho (15%) de ellos son considerados como presas y el resto son nombrados como bordos o jagüeyes. Arredondo-Figueroa y Flores-Nava (1992) reportan que estos sistemas reciben diferentes nombres dependiendo de su ubicación geográfica y su origen, tales como: bordos temporales o permanentes, reservorios, estanques, ollas de agua, cajas de agua, etcétera.

En los trabajos realizados por Contreras-MacBeath (1995) y Porrás *et al.* (1991) se reportan un total de 124 cuerpos de agua distribuidos en todo el territorio del Estado de Morelos. En este último se presenta un listado de los sistemas que se encuentran por municipio y en el cuál se pueden notar grandes diferencias a los reportados en el presente trabajo, ya sea por nombre o por las coordenadas geográficas y el número de sistemas que se tiene, ningún municipio concuerda en un 100%. En el municipio de Axochiapan sólo uno de los sistemas registrados en ambos trabajos concuerda con el nombre y es el de la presa Cayehuacan; así mismo, el Bordo Cayehuacan 2 no aparece en el listado de Porrás *et al.* (1991). En el municipio de Ayala sólo dos sistemas de los seis reportados concuerdan en nombre que son Amate Amarillo y la Palapa, otros dos concuerdan en coordenadas pero cambian de nombre y por último los otros dos no se pudieron comparar ya que faltan coordenadas en el listado de 1991. En el municipio de Jantetelco sólo coinciden cuatro sistemas por nombre; en Jonacatepec sólo un sistema no se pudo identificar por nombre o por coordenadas; en el municipio de Tepalcingo para el estudio presente se reportan quince sistemas y en el listado del '91 sólo aparecen diez, de estos, sólo siete coinciden en nombre, así pues Coleotapa es reportado como La poza, El marranero como el Arrozal y por último Huitchila se le puede encontrar con el nombre de P. Molotlan. En el municipio de Tlaltizapan ningún sistema coincide por nombre o por coordenadas y por último, en el municipio de Tlaquiltenango se registraron en el presente estudio siete sistemas y en el listado

sólo hay tres. Por lo anterior se puede decir que el número de sistemas reportados en este trabajo aumentó en un 20% y el nombre de algunos de ellos se modificó.

Pero también del año 1991 a la fecha el número de sistemas ha incrementado en todo Morelos ya que con los trabajos realizados por Ortiz (2006), que reporta 54 sistemas localizados en la parte Poniente del Estado; Ramírez (2008) que enlista 43 sistemas ubicados en la parte Norte-Oriente y en este trabajo donde se describen a 53 sistemas en la parte Sur-Oriente, se reportan un total de 150 embalses lénticos distribuidos en todo el Estado de Morelos.

El hecho de que el número de sistemas se haya incrementado notablemente de 1991 a la fecha, es debido a que la población está aumentando a pasos agigantados pues para el año de 1990 Morelos contaba con una población de 1 195 059 habitantes y para el año 2000 la población del estado incrementó a 1 545 775 personas (Contreras- MacBeath *et al.*, 2006), por lo cual la demanda del recurso agua se está sobreexplotando con el fin de abastecer a toda la población y satisfacer las necesidades antropogénicas.

Aguilar (2003) reporta que en México existen más de 14 mil reservorios; aunque la mayoría tiene una superficie menor a diez hectáreas, los que cubren áreas mayores representan dos terceras partes de la superficie inundada. En este estudio el 53 % de los embalses corresponden a sistemas que poseen área menor de dos hectáreas, estos embalses son utilizados principalmente para el riego de diferentes cultivos y sólo el 15% (siete sistemas) corresponden a los sistemas que cuentan con un área mayor de diez hectáreas, además de ser utilizados como abrevaderos, para riego de cultivos y fuente de agua potable, también son empleados para la producción acuícola.

A pesar de que en este estudio 28 de los 53 sistemas corresponden a los que cuentan con un área menor a dos ha, estos sólo cubren un total de 27.83 ha y no así los ocho sistemas que cuentan con un área que oscila entre las 10 y 100 ha ya que estos cubren en total 277.58 ha.

El municipio de Axochiapan es el que presenta una mayor área inundada al ocupar 115,635 ha (con seis sistemas); por el contrario el municipio de Tepalcingo a pesar de contar con 15 sistemas ocupa el tercer lugar de área inundada con 73,91 ha. Esto es debido a que en Axochiapan se encuentra la presa Cayehuacan que es considerada entre las más grandes del país al contar con un área de 82.02 ha, mientras que en el municipio de Tepalcingo, el bordo más grande es Coleotapa que sólo abarca un área de 24.2 ha.

Al comparar el área inundada de este trabajo por municipio con otros trabajos realizados en el estado de Morelos, Ortiz (2006) reporta para la región centro-oeste 1 202.64 ha dentro de los que incluye a tres cuerpos de agua extensos (Lago de Coatetelco, El Rodeo y Tequesquitengo) cuya área se encuentra en un intervalo de 100 a 1000 ha. Por otra parte, Ramírez (2008) menciona para la región norte-oriente un área de 74,8 ha en donde los sistemas más grandes no rebasan las 9 ha, para el presente trabajo se reporta siete sistemas (dentro de los que destacan los embalses de Los Carros, Cayehuacan y el Abrevadero) que se circunscriben al intervalo de 10 a 100 ha. Lo mismo se reporta para el volumen de los sistemas acuáticos.

En cuanto al volumen que ocupan los embalses estos son muy variados, por lo cual se plantearon cuatro categorías; dentro de estas, 22 de los sistemas se ubican en la categoría que abarca entre los 10 mil y 100 mil m³ y que en conjunto registran un volumen total de 759746,34 m³. Por otro lado, la categoría que más volumen registra es la que abarca más de un millón de m³, en esta se contemplan sólo siete sistemas que engloban un volumen total de 20938842,92 m³.

Jantetelco es el municipio que más volumen de agua presenta en sus sistemas (12 sistemas) con 8056962,5 m³. En este municipio se localiza la presa Los Carros considerada entre las más grandes del país al contar con un área de 80.08 Ha y un volumen de 6937572.38 m³. Esta presa entró en operación a finales de los noventa como parte de un sistema de riego que abastecería a 3000 Ha de desarrollo agrícola (Magallón-Barajas *et al.*, 1992).

En función del tiempo de permanencia estos embalses se clasifican como sistemas permanentes si es que el volumen de agua se mantiene constante a lo largo del año, con variaciones que dependen de la precipitación pluvial, de las tasas de evaporación y del uso para el cual fueron creados, o como temporales, en los cuales la disminución del volumen es tan drástico, que quedan completamente secos durante el estiaje. El tiempo que permanecen inundados varía de cuatro a seis meses y esto depende básicamente de la administración del recurso hídrico almacenado (Arredondo, 1992).

El 62 % de los sistemas reportados en este trabajo son considerados como permanentes y el otro 38% como temporales, esto es debido a que la fuente principal de abastecimiento de agua en México es la lluvia; en Morelos la distribución de la lluvia ocurre en verano debido a que esta se inicia generalmente a mediados de mayo y termina en la primera quincena de octubre, concentrándose del 94 al 95 % de la precipitación total anual, la precipitación media anual es de 1045 mm superior a la media nacional de 777 mm (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). La precipitación nacional anual promedio de 777 mm equivale a una precipitación total de 1 570 km³ al año. El 90% del agua pluvial se descarga durante la temporada de lluvias (mayo a octubre), lo que se traduce en una carencia de agua pluvial durante los seis meses restantes (Aguilar, 2003).

Pero además de los procesos de precipitación pluvial hay otros factores que interviene directamente para la permanencia y ganancia de agua como son: el proceso de evaporación, escurrimientos, flujos de agua, pérdidas por filtración y captura por parte de la vegetación aledaña (Athié, 1987; citado en Hernández-Avilés *et al.*, 2002).

El tipo de suelo donde se encuentra construido el embalse es otro elemento que se debe considerar, ya que la pérdida por filtración es un factor importante para la permanencia de estos. Según la clasificación de la FAO/UNESCO el estado de Morelos en la región sur-oriente está caracterizada por diferentes suelos como son: Foezem, Vertizol y Castañozem. Su principal característica es que son ricos en nutrientes y/o en materia orgánica además de presentar clase textural media y con gran capacidad de almacenamiento de agua (Aguilar, 1990; Boyás *et al.*, 1993; citados en Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

Otro factor importante como ya se mencionó son los escurrimientos o aportes de ríos que se tienen en la zona. Los sistemas acuáticos de este estudio se ubican en la Región Hidrológica del Río Balsas (No. 18) dentro de la cual se integran tres cuencas: Río Balsas-Mezcala, Río Atoyac y Río Grande de Amacuzac (Anónimo, 1981). Para la zona sur-oriente sólo se contemplan las últimas dos cuencas, en la del Río Grande de Amacuzac hay 24 sistemas y en la del Río Atoyac se ubican 29 sistemas.

La cuenca del Río Atoyac se origina en los límites del Estado de México y Puebla y la corriente más importante de esta cuenca es uno de los principales formadores del Río Balsas. La aportación de esta cuenca al estado de Morelos es mínima, ya que dentro de la entidad sólo son escurrimientos los que drenan hacia la corriente principal, dichos escurrimientos abarcan los municipios de Axochiapan, Jantetelco, Jonacatepec y Tepalcingo razón por la cual se ubican 29 sistemas dentro de esta cuenca. Con respecto a la cuenca del Río Grande del Amacuzac, ésta

es la que ocupa mayor parte del estado. Dentro de la zona de estudio el río Amacuzac atraviesa los municipios de Ayala, Tlaltizapan y Tlaquiltenango, así como también parte de los municipios de Axochiapan y Tepalcingo (INEGI, 2000) (ver anexo 1).

Torres-Orozco (2005) menciona que la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos es el resultado de la articulación de un gran número de factores bióticos y abióticos. Atendiendo a la dimensión abiótica Rawson (1939), Ryder (1982) y Cole (1988) citados en Cruz *et al.*, (2002), afirman que la capacidad productiva de los sistemas acuáticos depende del modo en que se conjugan los tres componentes responsables de la productividad: el componente morfométrico (las dimensiones de la cubeta lacustre), el edáfico (los materiales disueltos) y el climático (latitud y altitud).

En cuanto al componente morfométrico, las dimensiones de las cubetas lacustres tienen profundos efectos en casi todas las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lagos. Dentro de esta destacan tres magnitudes que son: una magnitud cuadrada, la superficie (A); una cúbica, el volumen (V) y una tipo lineal, la profundidad media (Z) que es al mismo tiempo una relación: $\bar{z} : V A^{-1}$ (García-Calderón *et al.*, 2002). Respecto a la morfometría de los sistemas acuáticos, generalmente fue diferente a la circular y puede variar en función de las características del terreno o del uso que se le de. Por las dimensiones de la cubeta se favorece un mayor intercambio de materiales con la cuenca y un incremento en la tasa de sedimentación. Se les puede encontrar sobre pendientes pronunciadas o comunicados por afluentes. Además estos sistemas acuáticos son considerados someros ya que su profundidad oscila entre uno y seis metros; la máxima profundidad en época de lluvias y la menor, en época de estiaje (Hoz-Zavala *et al.*, 2001; Hernández-Avilés *et al.*, 2002).

Como se sabe la gran mayoría de los embalses construidos se ubican preferentemente en un territorio con déficit de agua o para el control de grandes avenidas. Pero sí se consideran todos los cuerpos de agua, tanto los naturales como los construidos, en la enorme variedad climática dada por la articulación de la latitud/altitud a la que Lewis (1983) le domina latitud ajustada, la componente climática juega un papel preponderante en la variabilidad térmica de los sistemas acuáticos y por lo tanto, en su productividad (García-Calderón *et al.*, 2002).

Los fenómenos de estratificación y mezcla de las aguas lénticas están determinadas por la acción conjunta de la latitud, la altitud y el curso de las estaciones del año. Por lo cual Lewis en 1983 elaboró una clasificación para el régimen de circulación de los sistemas en el cual tomó en cuenta la latitud ajustada, la profundidad y el *feTch*, o eje mayor de contacto viento-agua. De acuerdo a esta clasificación los embalses de este estudio se sitúan entre los polimícticos cálidos, ya que se encuentran en latitudes tropicales, además la temperatura promedio de los sistemas es de 25 °C y por último se trata de sistemas someros. Pero los sistemas más profundos se pueden considerar como monomícticos cálidos; para poder realizar esta distinción es necesario realizar ciclos de 24 horas dentro de los sistemas. Esto es porque los cuerpos de agua someros, tendrán una marcada mezcla a lo largo del año, por lo que son conocidos como polimícticos cálidos, mantendrán también una fuerte cantidad de sólidos disueltos en suspensión y tenderán a ser más productivos biológicamente, alcanzando niveles de eutrofia e hipereutrofia. En contraste, los cuerpos de agua más profundos como el caso de algunos lagos y presas, presentarán en la columna de agua discontinuidades térmicas no permanentes (estratificación) durante la época de lluvias y los meses de calor, con oxiclina muy marcadas (con ausencia de oxígeno disuelto por debajo de los ocho o diez metros de profundidad), y con periodos de mezcla de la columna de agua en los meses secos y fríos, variando su nivel trófico desde la oligotrofia hasta la eutrofia (Arredondo-Figueroa, 2007)

La profundidad media se ha considerado el parámetro morfométrico de mayor capacidad predictiva de la productividad al tener una relación inversa Torres-Orozco (2005). Por lo que en los ambientes relativamente someros una gran parte de la columna de agua queda incluida en la zona en donde las condiciones de luz y temperatura son óptimas para el desarrollo de las poblaciones autótrofas. De acuerdo con Cole (1979), los cuerpos de agua someros se pueden considerar como sistemas productivos, ya que sus valores de profundidad media en algunos casos son menores a uno, lo cual favorece la interrelación entre la masa de agua y los materiales del fondo, provocando que los sistemas sean más productivos.

El promedio de la profundidad media de los sistemas de estudio es de cuatro metros, por lo cual desde este punto de vista morfométrico se les puede considerar productivos.

Para la componente edáfica las aguas interiores pueden considerarse como una solución diluida de varios cationes y aniones que de acuerdo a su concentración, éstos pueden agruparse en cuatro conjuntos. El primero está conformado por los compuestos de mayor abundancia: cuatro aniones y cuatro cationes. Los más comunes en las aguas epicontinentales son Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ y los aniones HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , y Cl^- . Las aguas lénticas mantienen una concentración de sólidos disueltos entre 60 y 200 mg/L, aunque en los intervalos de variación es posible encontrar concentraciones tan bajas como en el agua destilada o, por el contrario, concentraciones tan elevadas en donde varios iones pueden alcanzar el nivel de saturación (Margalef, 1983; Cruz *et al.*, 2002).

La calidad del agua es otro factor a considerar para saber que tan productivos son los sistemas, por lo cual deben conocerse sus características físicas, químicas, productivas y sanitarias, para entonces estar en condiciones de darle un uso óptimo (López-López *et al.*, 1993). Esta se define de acuerdo al uso para el cual se destine. Incluye ciertos requerimientos físicos, químicos y biológicos. En algunos parámetros es indispensable que se superen ciertos niveles, por arriba de los cuales se consideran contaminantes (Campbell, 1987, Gutiérrez, 1991; citados en Barrera-Escorcia y Wong-Chang, 2007).

Por lo anterior, los valores obtenidos en los diferentes parámetros físicos y químicos de cada sistema fueron contrastados con los límites permisibles establecidos en la NOM-001 y la NOM-27 (agua potable) -que se tomó en cuenta ya que mucha gente ocupa esta agua para bañarse e incluso para beber- y exceptuando algunos valores altos de fósforo como ortofosfatos y fósforo total que se registraron en algunos bordos, de forma general se estableció que todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles, por lo cual las aguas de estos sistemas son aptas para su uso, tanto agrícola como pesquero y posiblemente para consumo humano como lo realizan en algunas regiones del estado de Morelos.

El hecho de que en algunos sistemas el valor de fósforo total fuera alto, es debido en gran medida al proceso de eutrofización; este es un término aplicado a la situación en la cual, una sustancia nutritiva generalmente nitrógeno o fósforo llega a enriquecer y/o sobresaturar un cuerpo acuático lo cual provoca su envejecimiento, dicho proceso en sistemas naturales se manifiesta en un periodo máximo de 107 años, pero en los embalses artificiales, por la multiplicidad de usos a los que son sometidos, este fenómeno se presenta con suma rapidez, de manera que comúnmente tienen un tiempo de vida útil de 10 a 100 años (López-López y Soto-Galera, 1993; Contreras, 1994).

Se ha desarrollado el concepto estado trófico para referirse a la tasa de materia orgánica que es proporcionada por o para el lago y evalúa el grado de eutrofización del mismo (López-López y Soto-Galera, 1993).

Conforme avanza el proceso de eutrofización hay un aumento en la producción de algas y otras plantas acuáticas, así como del zooplancton y de peces; asimismo se manifiesta un agotamiento de oxígeno conocido como anoxia, lo que lleva a la muerte a los diferentes organismos.

El proceso de eutrofización ya sea de forma natural o antropogénica ha servido como criterio de clasificación de los sistemas para saber a qué grado de deterioro se encuentra. Autores como Vollenweider (1976) y la OCDE (1982; citado en Harper, 1992) han hecho propuestas basados en dos o tres parámetros, tratando de llevar a los sistemas a una jerarquización. Dentro de estos ordenamientos destaca el elaborado por Carlson (1977), quien sugirió jerarquizaciones en función de la cantidad de luz que penetra al sistema (transparencia del disco de Secchi), la cantidad de fósforo total y el registro de biomasa por medio de la presencia de clorofila "a" en el agua, para lo cual desarrollo una ecuación propia para cada uno de estos parámetros; ya que Harper observó que los valores del Índice del Estado Trófico (IET) no deben ser promediados, la consideración de las diferencias de los valores individuales de IET en un cuerpo de agua trae la conjunción y una mejor comprensión de su productividad biológica. Esto se refiere a los datos obtenidos donde en algunos casos el IET es diferente con respecto a los otros dos.

La clasificación de Carlson (1977) se basa sobre un cálculo cuyo intervalo es de 0-100. La teoría de este índice se considera sobre algunas relaciones estadísticas entre la concentración de fósforo, clorofila y transparencia. El Índice de Estado Trófico (IET) de un lago puede ser calculado separadamente para los tres parámetros o para dos o uno únicamente. Un índice menor de 20 corresponde a ultra-oligotrófico, 30-40 es oligotrófico, 45-50 mesotrófico, 53-60 eutrófico, y mayor a 70 será hipereutrófico (Harper, 1992).

De acuerdo a la clasificación de Carlson (1977), para la época de lluvias el 28% de los sistemas están clasificados como hipereutróficos, el 47% como eutróficos con tendencias a la hipereutrofia, lo que determina que desde el punto de vista económico estos son muy útiles para el hombre, ya que al tener un alto contenido de nutrientes resultan rentables para llevar a cabo en ellos actividades piscícolas.

Estos sistemas se mantienen en niveles eutróficos ya que no pueden compensar este proceso debido a que son sistemas someros y por lo tanto tienen una estrecha relación con el sedimento; además, reciben en forma constante el aporte de nutrimentos procedentes de la cuenca de captación, donde generalmente se llevan a cabo actividades agrícolas o bien se depositan excretas de animales que llegan a abrevar a estos sitios.

En este proceso de eutrofización se da un gradiente que va desde la típica eutrofia hasta la hipereutrofia, que depende básicamente de la matriz geológica donde se construyó el embalse, el clima de la zona, la morfometría de la cubeta, el aporte de nutrimentos, la materia orgánica alóctona y el grado de contaminación al cual está sometido (Ponce y Arredondo, 1986; citados en Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992).

Seis de los sistemas se encontraron secos durante los diferentes muestreos, esto resulta en gran medida por algunos procesos antropogénicos, ya sea porque se interfirió directamente con el proceso de eutrofización (acumulación de material orgánico), se sobreexplotó al utilizar el agua para fines de riego, o bien, se le dio otro uso al área donde se encontraba el sistema.

En cuanto a la calidad del agua de los sistemas, sólo dos de ellos El tecolote y Santa Cruz que se ubican en el municipio de Jonacatepec y que representan el 4% se encuentran contaminados con aguas negras residuales no tratadas provenientes de desechos municipales y con desechos producidos por una granja avícola; para la Comisión Nacional del Agua (2001) el grado de contaminación se evalúa a partir de un promedio ponderado de los índices de calidad de los parámetros físicos y químicos, entre los cuales se encuentran el pH, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos. Aguilar (2003) menciona que la combinación de agentes naturales y antropogénicos en los cuerpos de agua de la zona centro del país, conducen a un estado crítico, el cual es producto principalmente de la fuerte contaminación y del grado de desecación, que en los últimos años se ha venido incrementando considerablemente

Así mismo, la relación entre la distribución de las especies con los factores abióticos ha sido un aspecto que desde siempre ha interesado en los estudios ecológicos. 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 y bióticas y, a pesar de los diferentes requerimientos fisiológicos y 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 (Happpy-Wood, 1991; citado en Quiroz *et al.*, 2006).

En el caso del plancton este interés es aún mayor dada la sencilla relación que existe entre las diferentes especies y el medio en el que se encuentran, además dichas especies por sus rápidas tasas de crecimiento pueden producir densas poblaciones de acuerdo con las variaciones de las variables ambientales (Esparcia *et al.*, 2001).

El fitoplancton y el zooplancton al considerarlas como entidades dinámicas, constituyen la base de la cadena trófica de los cuerpos de agua; sin embargo, hay que tomar en cuenta que las actividades antropogénicas introducen diferentes cambios (físicos, químicos y biológicos) en dichos sistemas y el plancton no escapa a esta intervención. (De la Lanza y García-Calderón, 2002; Gómez-Márquez *et al.*, 2008).

Para que el fitoplancton se desarrolle de una mejor manera necesita contar con factores físicos, químicos, siendo los principales: luz, temperatura, cantidad de elementos químicos, relación entre la acidez y la alcalinidad y gases disueltos como el oxígeno y el bióxido de carbono (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1997).

La luz es el factor físico fundamental para el desarrollo del fitoplancton, ya que, como se ha visto, la producción de alimento o fotosíntesis que lleva a cabo depende totalmente de la energía solar. En el caso de la luz, que se denomina transparencia y se mide su atenuación, se verá modificada por los materiales disueltos y en suspensión (De la Lanza, 1990). Para tomar la transparencia de los sistemas se empleo el disco de Secchi; se trata de un disco blanco con contrastes negros de 30 cm de diámetro para uso marino y de 20 cm para ambientes epicontinentales, se calcula dejándolo descender en el agua pendiente de una cuerda, y se anota la profundidad a la que deja de verse, al ser observado a la sombra, y promediando a la que vuelve a ser visto al elevarlo, después de haber sido hundido por debajo del nivel de visibilidad (Margalef, 1983). La transparencia promedio de los sistemas de estudio fue de 0.30 cm.

Contreras (1984) menciona que la formación de materia orgánica a partir de los elementos es exclusiva de los productores primarios y estos en los sistemas acuáticos por excelencia, son los organismos del fitoplancton, las macrofitas y las algas macroscópicas.

El fitoplancton es un grupo tan heterogéneo de organismos, que se divide a su vez en más de una docena de grupos, división basada principalmente en su composición pigmentaria, sus materiales de reserva y una gran variedad de detalles estructurales (Robledo, 1997).

Estudios ficoflorísticos realizados en el estado de Morelos por Contreras-MacBeath *et al.*, (2006) demuestran que es un área rica en especies de algas, tanto fitoplanctónicas como filamentosas. Menciona que se han registrado hasta el momento cerca de 300 especies, pertenecientes a 84 géneros y 24 familias. La mayor diversidad se encuentra en las familias Cyanophyceae, con 67 especies y Bacillariophyceae, con 56.

En el presente estudio se identificaron seis divisiones, dentro de las cuales la división Chlorophyta fue la que dominó durante las dos épocas del año al registrar un mayor número de cél/mL; así mismo, el número de especies pertenecientes a esta división fue el más diverso al determinarse 123 especies. Esto es debido a que esta división se desarrolla con mayor facilidad en los sistemas eutróficos cuando la relación de nitrógeno y fósforo es alta (Margalef, 1976; 1983). Además se trata de células cosmopolitas y oportunistas que soportan grandes variaciones en el ambiente. Entre los géneros más destacados se encontró *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Ankistrodesmus*, géneros característicos de sistemas que presentan buena productividad. Otros géneros como *Chlorella* también es frecuente en aguas eutróficas, pero no se puede decir que sea frecuente de los lagos donde, si aparece, se comporta como oportunista, en repuesta a alguna fertilización brusca y su calidad de mala hierba le ha conquistado el aprecio de los laboratorios de investigación fisiológica, ya que se supone que este género puede producir alguna sustancia (clorelina, ácido graso fotooxidado) inhibidora de otras algas. La resistencia de sus cubiertas hace que este género sea un organismo poco aconsejable para obtener proteína o para usarla en la alimentación de animales. Una familia muy importante dentro de este género es el de las desmidiáceas, ya que alcanzan una copiosa representación en ambientes poco profundos, entre algas o entre musgos y su distribución ecológica es bastante amplia ya que se pueden encontrar en aguas ácidas y turbosas así como también en aguas alcalinas, ricas en calcio donde son comunes especies como *Closterium* sp y *Cosmarium* sp, así como en sistemas en donde se encuentran bastantes cloruros (Margalef, 1983).

Ponce (1983), reporta que las clorofitas se encuentran asociadas con la precipitación pluvial, lo cual manifiesta una disminución en la concentración de sustancias disueltas y con esto un estado trófico de oligotrofia y que la asociación de las cianofitas se presenta con la etapa de concentración de sustancias disueltas, lo que establece una etapa eutrófica, esto para cuerpos de agua temporales. Esto es porque a pesar de presentar una capacidad de crecimiento heterótrofo, su mejor modo de nutrición es autótrofo. Son capaces de sobrevivir a condiciones extremas de luz en la superficie del agua; además, ellas pueden sostener la biomasa bajo condiciones de baja iluminación mejor que las algas eucarióticas. La razón de esto es por que ellas se logran mantener con baja energía cuando los niveles de luz son bajos. Esta habilidad es de gran ventaja en sistemas eutróficos. Algunas especies como *Anabaena*, *Microcystis* y *Oscillatoria* tienen preferencia por aguas cálidas (temperatura de 17-20 °C). Las altas temperaturas son un factor importante de condicionamiento para la formación de afloramientos o *blooms* (Servrin-Reyssac y Pletikotic, 1990).

La división Cyanophycota es la segunda en cuanto a diversidad y abundancia presente en los sistemas. Éstas constituyen un grupo de microorganismos fotosintéticos con características morfológicas y fisiológicas capaces de responder a cambios ambientales extremos de intensidad luminosa, salinidad y pH (Servrin-Reyssac y Pletikotic, 1990; Loreto *et al.*, 2004). Hoy en día se desarrollan especialmente cuando las condiciones ambientales se desvían notablemente de las

relaciones habituales. Comúnmente están asociadas a la eutrofización de los lagos y pueden tener un profundo efecto en la estructura comunitaria del plancton, ya que todo cambio en la relación entre nitrógeno y fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las cianofíceas. Estas se multiplican especialmente en situaciones marginales o cambiantes y cuando las condiciones se hacen más normales o generalizadas quedan fácilmente eliminadas por la competencia de otros organismos. Por otra parte, inhiben a otras algas que sirven de alimento al zooplancton y producen sombra en caso de desarrollo masivo, lo que repercute de manera esencial en aquellas algas que tiene elevado cociente respiración/fotosíntesis. (Margalef, 1983; González de Infante, 1988). Entre las especies que se reportan en este trabajo se encuentran *Merismopedia tenuissima*, *Anabaenopsis elenkinii* y el género *Anabaena* que son característicos de ambientes eutróficos y particularmente en la estación cálida del año, ya que son grandes captadores de fósforo, por lo que suelen aparecer cuando su concentración es alta, la temperatura elevada y la relación N/P baja; además se ha descrito su capacidad como biofertilizante, fuente de pigmentos y de exopolisacáridos en cultivos discontinuos y semicontinuos, favorecen su selección para estudios inherentes a la optimización de condiciones ambientales para la producción de pigmentos, proteínas y de otros compuestos de importancia comercial (Ortega-Mayagoitia y Rojo, 2000; Loreto *et al.*, 2003). Y las especies de mayor importancia en acuicultura son: *Spirulina* sp., *Oscillatoria* sp., *Anabaena* sp. y *Microcystis* sp. Se ha comprobado que la *Spirulina* sp. posee elevado porcentaje de proteína, es fácil su cultivo masivo y es usado como alimento para larvas de camarón, así como en la fabricación de dietas para organismos superiores incluyendo el hombre (Álvarez-Arellano, 1994). Pero también algunas especies como la *Anabaena flor-aquae* y la *Macrocystis aeruginosa* son responsables de envenenamiento en animales como peces y crustáceos, siendo también dañinas para el hombre, a quien pueden causar dermatitis (Norstog y Long, 1976 citado en Álvarez-Arellano, 1994).

En cuanto a la división Bacillariophyta su concentración se mantuvo constante a lo largo de todo el año, se considera una división cosmopolita capaz de soportar la contaminación provocada por materia orgánica y están asociadas a sistemas someros con un amplio intervalo de condiciones ambientales (Quiroz *et al.*, 2006). Esta división suele constituir una fracción importante del fitoplancton; presenta membranas impregnadas de sílice que se conservan con facilidad, mostrando un fino detalle de poros y grabaduras que les han dado una gran belleza (Margalef, 1983). Las diatomeas bénticas revisten importancia nutricional cuando son empleadas directamente como alimento para post-larvas y juveniles de camarón y peces. Algunas especies de uso en acuicultura son: *Amphora* sp., *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Pleurosigma* sp., *Gyrosigma* sp., y *Surirella* sp. (Álvarez-Arellano, 1994). Y géneros como *Melosira* y *Synedra*, producen sustancias aromáticas, cuya cantidad depende de condiciones externas de luz y concentración de nitrógeno, que, en caso de poblaciones muy densas, pueden tener importancia en relación con las características de potabilidad del agua. No se conoce ninguna especie tóxica (Margalef, 1983).

Por su parte la división Euglenophycota se reporta que se encuentran con mayor frecuencia en aguas poco profundas y donde la concentración de materia orgánica es alta (Wetzel, 1981; Marshall, 1991); por lo cual se hace presente esta división en la mayoría de los embalses. Dicho aporte de materia orgánica está influenciado directamente por el ganado que acostumbra a abreviar en los bordos y además por el arrastre que se da de ésta en la época de lluvias a través de los escurrimientos que llegan a desembocar en los sistemas.

Con respecto a las divisiones de fitoplancton presentes en estos sistemas, sólo cuatro se presentan todo el año; mientras que las divisiones Pyrrophygota y Xantophyta sólo se presentan en la época de lluvias.

La mayoría de las xantofíceas o heterocontas están localizadas, limitándose a cierto tipo de aguas. Tienen preferencia por aguas finas y turbosas y se podría sospechar una afinidad especial por los metales, si se tiene en cuenta la frecuente incrustación de sus membranas por compuestos de hierro y magnesio (Margalef, 1983).

Mientras que las pyrrofitas o dinoflageladas son fundamentalmente autótrofas, con clorofilas "a" y "c" y se puede considerar de forma general que las dinoflageladas de agua dulce son de forma sencilla y globosa, además las especies pertenecientes a este género son relativamente poco ingeridas por los animales; sin embargo los rotíferos del género *Asplanchna* ingieren, en cantidad, tanto los grandes *Peridinium* como *Ceratium hirundinella*. Esta última especie es uno de los elementos más frecuentes y más voluminosos del plancton de las aguas dulces y es muy propia de los embalses de aguas ricas en calcio (Margalef, 1983). Esta especie sólo se registro en la Presa Cayehuacan a un metro de profundidad

La división Pyrrophyota está asociada a las mareas rojas; estos fenómenos se deben a las explosiones demográficas de dinoflagelados las cuales pueden tener un origen natural o antropogénico. El fenómeno de la marea roja ocurre naturalmente debido a procesos de surgencias, corrientes, formaciones de plumas de micronutrientes inducidas por lluvia, el fenómeno del Niño y sistemas frontales. En la mayor parte de estos fenómenos se observan condiciones hidrográficas claves de advección, subducción entre algunas de las aguas junto con una introducción de nutrientes (nitrógeno, fósforo, principalmente, y sílice en el caso de diatomeas). Las floraciones pueden también deberse a la introducción antrópica de los nutrientes. Este tipo de mareas puede provocar un agotamiento del oxígeno, enfermedades o envenenamiento a los seres humanos y daño a la flora y fauna marina (Hernández Avilés *et al.*, 2002; Buschmann, 2005). Ésta división, como ya se mencionó, sólo se reportó una vez en el sistema de la presa Cayehuacan, por lo cual sus valores de abundancia son bajos no llegando a superar el 1% del total de los organismos de fitoplancton cuantificados.

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

Por su parte el zooplancton constituye un eslabón en la trama trófica de los sistemas acuáticos (López *et al.*, 2001), ya que es el principal eslabón del flujo de energía entre los productores primarios y los niveles superiores de la red (peces e invertebrados); además esta comunidad actúa reciclando nutrientes y por tanto aporta nitrógeno y fósforo al medio acuático a través de su excreción (Goldman y Horne, 1983)

El zooplancton de agua dulce está compuesto por animales con altas tasas de crecimiento, un rasgo que permite responder rápidamente a ambientes cambiantes. Otra de sus características es su capacidad para producir abundantes huevos de resistencia que mantienen su viabilidad durante décadas o siglos (Hairston, 1996; citado en Conde-Percuna *et al.*, 2004).

Las comunidades zooplanctónicas dulceacuícolas están constituidas esencialmente por rotíferos y crustáceos que a su vez se dividen en branquiópodos y copépodos (Conde-Percuna *et al.*, 2004). Son los grupos más abundantes y de mayor tamaño en la productividad secundaria.

La diversidad de estos organismos se debe principalmente a la adaptación y adecuación de sus partes bucales, lo que les permite desarrollar hábitos detritívoros, herbívoros, carnívoros y omnívoros (Parra-Flores *et al.*, 2006).

En aguas dulces del estado de Morelos se encuentran principalmente integrados en tres grupos que son: Cladóceros, con las especies *Llyocryptus spinifer*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Moina micrura*, *M. wezerskei*, *Simocephalus sp.*, *Alona guttata*, *A. afinis*, *Leydigia quadrangularis*, *Bosmina longirostris*, *B. chilense* y *Macrothrix rosea*. El grupo de los copépodos, donde destacan *Mastigodiatomus albuquerqueensis*, *Cyclops bicuspidatus* y *Leptodiatomus cuauhtemoci*. Los rotíferos, que en ambientes continentales acuáticos tiene el mayor número de especies, sobresalen *Asplanchna sieboldi*, *Brachionus calyciflorus*, *B. falcatus*, *B. havaenensis*, *B. patalus*, *B. rubens*, *Conochilus unicornis*, *Filinia longiseta*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra vulgaris*, *Kellicotia bostoniensis*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Lecane luna*, *Lepadella ovalis*, *Macrochaetus sp.*, *Philodina sp.*, *Platyas quadricornis*, *Synchaeta pectinata*, *Testudinella patina*, *Trichocerca similis* y *Trichotria tetractis* (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

En este estudio el grupo más diverso fue el de los rotíferos al registrar 23 especies, este grupo juega un papel indispensable en las cadenas tróficas pelágicas y su importancia se incrementa porque pueden transferir materia y energía desde bacterias y partículas detríticas de pequeño tamaño, que son recursos no utilizables por otros organismos planctónicos y unas pocas especies pueden ser depredadoras de otras especies de rotíferos (Conde-Percuna *et al.*, 2004). Es de considerarse que los rotíferos presentan una amplia distribución, situación que les permite ser organismos muy comunes en los sistemas acuáticos (Granados-Ramírez y Álvarez Del Ángel (2003).

La distribución de los rotíferos es cosmopolita debido a su dispersión pasiva (Dumont, 1983); no obstante, algunos autores consideran que la distribución de estos organismos está más relacionada a factores ecológicos que a factores biogeográficos (Schmid-Araya, 1991). Los rotíferos son más sensibles a la limitación de fósforo que los crustáceos, por lo cual se sabe que los ambientes eutróficos-hipereutróficos favorecen la proliferación de este grupo (Rocha *et al.*, 1995; citado en Coelho-Botelho, 2003). Y de acuerdo a Wetzel (1975), el factor que determina las tasas de reproducción en los rotíferos es la temperatura y cuyos intervalos óptimos para este grupo se encuentran entre los 15 a 20 °C, aunque se han observado altas abundancias a 23 °C.

Los branquiópodos son crustáceos con características morfológicas y biológicas distintivas que exhiben manifestaciones de radiación adaptativa; cuya distribución va desde los lagos tectónicos hasta pequeños charcos efímeros; algunos son estrictamente planctónicos mientras que otros forman parte de la comunidad litoral-bentónica (Peggi, 1998; citado en Carruyo-Noguera *et al.*, 2004). Mayoritariamente son fitófagos y muchos son filtradores de partículas. Su promedio de vida suele ser de alrededor de semanas (García, 2001).

En este estudio el grupo de los branquiópodos o mejor conocidos como cladóceros se encuentra representado por nueve especies entre las que destacan *Moina micrura* al presentarse en 32 sistemas y *Diaphanosoma sp.* al registrarse en 26 sistemas.

Se conoce que la especie *Moina micrura* es característica predominante de ambientes eutróficos, principalmente de embalses temporales con altas concentraciones de arcilla en suspensión, en zonas tropicales y subtropicales (Porrás, 1992; Rocha y Guntzel, 1999). En los sistemas de este estudio donde se presenta esta especie las concentraciones de sólidos disueltos oscilan entre los 0.200 y los 2,500 mg/L

Margalef (1983), menciona que 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.

Por otra parte, los copépodos son crustáceos más complejos que se pueden localizar tanto en aguas continentales como en aguas marinas. Este grupo se ha adaptado para sobrevivir en distintos ambientes, los ambientes extremos no suelen ser un problema para los copépodos de aguas continentales (Suárez-Morales, 1998).

De los cuatro órdenes de copépodos de vida libre representados en aguas continentales, sólo dos se hacen presentes en este trabajo, los calanoideos y ciclopoideos

Dentro del orden calaniodea la especie de *Arctodiaptomus dorsalis* es la más abundante ya que se registró en 37 embalses. Esta especie se localiza en ambientes acuáticos lénticos, poco mineralizados y eutróficos, se considera un género común de la zona limnética, además de ser cosmopolita y de amplia diversidad ecológica. Es una especie exclusiva de agua dulce (Porrás, 1992).

En general el zooplancton de los sistemas lénticos a diferencia de los sistemas lóticos, se caracteriza por tener una mayor participación de los crustáceos en la composición y también en la abundancia (Garrido, 2005).

Se sabe que diversos factores son controladores de la abundancia y riqueza del zooplancton (estrategias y disponibilidad de alimento, depredación, competencia, aporte de nutrientes, estructura térmica, circulación) y que los cambios en el clima asociadas a las reglas operacionales diferenciadas (que alteran los escurrimientos, volumen y, en consecuencia, el tiempo de retención del agua dentro del embalse) tienen un papel decisivo en la dinámica de la comunidad (Coelho-Botelho, 2003).

Por otra parte se hizo una comparación con otros estudiados realizados en Morelos en cuanto a abundancia y productividad del zooplancton y se encontró lo siguiente: Porrás *et al.* (1991), reportó la presencia de *Daphnia pulex* en cinco sistemas; así mismo, encontró en el sistema Francisco Leyva la presencia de *Diaptomus novomexicanus* y en lo particular en este trabajo no se reporta ninguna de las dos especies; Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003), trabajaron con dos sistemas que también se reportan en este estudio y son los embalses de Francisco Leyva (Palo Blanco) y Las Teclas; en dicho trabajo se reportan más especies de rotíferos a los que se registraron para estos embalses en este estudio; así pues, para Palo Blanco reportan 10 especies pertenecientes a tres familias mientras que en este trabajo sólo se reportan dos especies diferentes a las que reportan ellos y en las Teclas, reportan un total de nueve especies pertenecientes a cinco familias, mientras que en el presente estudio sólo se reporta una especie de rotífero.

Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003), reportan un total de 16 especies de rotíferos encontradas sólo en tres embalses del estado de Morelos, estos muestreos de zooplancton fueron realizados mediante una red cónica de plancton con una abertura de malla de 60 µm. En otros estudios realizados en Morelos se reportó lo siguiente: Ortiz (2006) reportó nueve especies en 51 embalses, Ramírez (2008) por su parte reportó 17 especies localizadas en 43 embalses y en el presente estudio se reportan 22 especies encontradas en 53 embalses, pero estos muestreos fueron realizados con una red de zooplancton de 160 µm. Con lo anterior se puede

justificar que en este trabajo, en el de Ortiz (2006) y Ramírez (2008) el número de especies es menor debido a la luz de malla; ya que entre más pequeña sea la abertura de malla mayor será la diversidad de especies que se puedan capturar.

Otro factor que influye en la diversidad y/o abundancia de especies de zooplancton es la zona de colecta; Porras (1991), Granados-Ramírez y Álvarez-Del Ángel (2003) realizaron sus colectas en la zona del litoral; mientras que Ortiz (2006), Ramírez (2008) y en este trabajo las colectas se realizaron en la zona pelágica. Esto es debido a que la estructura y dinámica del zooplancton está influenciada por factores abióticos, tales como las características morfométricas e hidrológicas de la cuenca de drenaje, régimen térmico y químicos, además de los factores bióticos relacionados con los procesos de colonización, selección e interacción de especies (Matsumura-Tundisi *et al.*, 1990), por lo cual especies como *Alona guttata*, *Arctodiaptomus dorsalis*, *Arctodiaptomus pulex*, *Cyclops bicuspidatus* y géneros como *Moina* son característicos de la región limnética (Porras, 1992). Las diferencias observadas en la composición porcentual de los grandes grupos del zooplancton entre las zonas pelágica y litoral, podrían deberse a un efecto migratorio horizontal de los microcrustáceos hacia la zona de vegetación, posiblemente como una estrategia de huida de los predadores (peces o invertebrados) o a la mayor disponibilidad alimenticia en estas zonas (Acosta, 2005).

Entre más productivo sea el sistema en cuanto al plancton, mayor será su capacidad para abastecer a especies terciarias de la cadena trófica. Por lo que muchos de estos embalses además de servir como abrevaderos o para riego de cultivos sirven para llevar acabo trabajos de acuicultura.

En Morelos se práctica la acuicultura en tres modalidades (extensiva, semi-intensiva e intensiva) en diferentes cuerpos de agua con distintas capacidades de almacenamiento. Una parte importante de ésta se práctica en bordos de las zonas rurales; las características principales de estos sistemas es que son someros y temporales por lo cual la mayoría se clasifica como eutrófico ya que no pueden compensar el proceso, además cuentan con una gran cantidad de nutrientes que reciben de forma constante provenientes de la cuenca de captación y sus características fisicoquímicas son muy estables, por lo que pueden ser muy bien aprovechados por los organismos en cultivo (Chacón y Rosas, 1999; Hopher y Prugini, 1985; Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992).

La distribución de las especies ícticas está influenciada en gran medida por la zona en la que se encuentran los sistemas, pero también algunas de ellas fueron introducidas artificialmente.

La Ictiofauna del Estado de Morelos, ha sido descrita básicamente para las cuencas Atoyac y Amacuzac, para el sistema del río Balsas las especies *Istlarius balsanus*, *Nototropis boucardi*, *Melanaris balsanus*, *Gambusia gracilis*, *Goodea whitei*, *Poecilia sphenops* y *Cichlasoma istlanum* (Meek, 1904; citado en Porras *et al.*, 1991).

De acuerdo con los datos de la colección ictiológica del CIB-UAEM, en Morelos existen actualmente 26 especies de peces pertenecientes a 10 familias y 20 géneros, 3 de las cuales son endémicas (de la Cuenca del Balsas), 5 nativas y 18 exóticas que han sido introducidas para diversos fines (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006)

En este estudio se reportan un total de ocho especies de peces pertenecientes a tres familias, de las cuales *Poecilia sphenops* y *Cichlasoma istlanum* son especies nativas; mientras que *Poeciliopsis gracilis*, *Xiphophorus helleri*, *Heterandria bimaculata*, *Cichlasoma nigrofasciatum* son consideradas como especies exóticas (introducidas) (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

En este estudio destacan *Oreochromis niloticus*, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis gracilis*, ya que estas se encuentran en más del 50% de los sistemas. Esto se debe a que todos los cuerpos acuáticos de agua del Estado de Morelos pertenecen a la cuenca del Balsas que se ubica en la subregión Centroamericana, que comprende desde el Istmo de Tehuantepec hasta la frontera Panameña-Colombiana. A esta zona se le puede considerar dominada por dos familias de peces secundarios, Poeciliidae y Cichlidae, con cerca de 139 especies entre ambas (Mejía-Mojica, 1992).

Los mayores volúmenes de captura en México en aguas interiores corresponden a la tilapia y carpa, las que desde la época de 1960 han superado las capturas de las especies nativas, dejando en tercer lugar al nada prominente charal (García-Calderón *et al.* 2002).

Algunas ventajas que tienen la carpa y la tilapia es que son especies resistentes a la presencia de contaminantes ambientales (tales como pesticidas y fertilizantes). Éstas muestran hábitos alimenticios muy variados, lo que propicia su supervivencia en diferentes embalses y soportan grandes variaciones de temperatura y condiciones bajas de oxígeno (García-Calderón *et al.*, 2002).

La especie más cultivada en Morelos es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), la cual pertenece a la familia Cichlidae. Esta especie fue introducida en México en la época de los sesentas motivados por el gran éxito alcanzado con su cultivo en otras naciones tropicales del mundo (Camacho *et al.*, 2000).

La Subfamilia *Poeciliinae* consta de aproximadamente 200 especies (Rauchenberger, 1989). Son especies de talla pequeña, la mayoría de menos de 50 mm de longitud total. Se distribuyen en los trópicos y subtrópicos del continente americano, desde el noroeste de los Estados Unidos hasta el sur del Río de la Plata, Argentina, con un gran número de especies localizadas en México, Centro y Sudamérica (Rosen y Bailey, 1963). Estos peces habitan ambientes dulceacuícolas y salobres, constituyendo una fauna continental extensa y bien adaptada a ambientes no favorables para muchas especies estrictamente de agua dulce o marina (Meffe y Snelson, 1989), suelen estar ausentes en ambientes de corriente rápida de montaña y en ríos muy grandes (Endler, 1984).

De la familia Poeciliidae se encontraron tres especies: *Heterandria bimaculata*, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis gracilis*.

Poeciliopsis gracilis ocupa una amplia distribución de la subcuenca del Amacuzac distribuyéndose en la porción que corresponde al río Cuautla y la parte baja del río Amacuzac. Esta especie se considera como ornamental debido a que presenta una talla pequeña por lo que carece de importancia pesquera, por lo cual se cree que su presencia en la cuenca del río Balsas se debe a una introducción artificial llevada a cabo por acuaristas que están instalados en algunas zonas del Estado de Morelos; tal como sucedió con la dispersión en varias cuencas, entre éstas la del Balsas, de *Xiphophorus helleri*, *Poecilia reticulata* y *Cichlasoma nigrofasciatum* (Mejía-Mojica, 1992). Se trata de una especie omnívora muy adaptable y acepta un intervalo muy grande de temperatura, habita en aguas frías tanto como en aguas templadas (15°C-28°C), en estanques donde la temperatura sea poco variable y la vegetación abundante, ésta especie se desarrolla mejor con pH neutro a básico y de buena oxigenación óptimas para su reproducción.

Heterandria bimaculata es originaria de América Central (Rosen y Bailey, 1963) y es considerada una especie introducida en la cuenca alta del Río Balsas (Espinosa *et al.*, 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 1988; Gómez-Márquez, 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 (Gómez-Márquez *et al.*, 1999)

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 y se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia (Miller *et al.*, 2005). La temperatura adecuada para su desarrollo fluctúa entre los 22 y los 28° C. El pH debe ser neutro y preferentemente aguas duras. Son peces omnívoros

Se 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)

Cabe destacar que el estado de Morelos ocupa el primer lugar nacional en la producción de peces de ornato. Además, los peces de ornato representan la mayor parte del valor de la producción pesquera del estado de Morelos; por ejemplo, para el año 2001, de un valor total de 34 202 320 pesos de la producción pesquera de Morelos, el valor de la producción de los peces de ornato fue de 25 900 000 pesos (75.7% del total); en contraste, de 5 066 personas dedicadas a la actividad pesquera sólo 221 (4.3%) fueron productoras de peces de ornato (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

En cuanto al análisis estadístico con el cual fueron tratadas todas las variables que se tomaron en cuenta para la caracterización fisicoquímica y biológica de los sistemas, dada la gran cantidad de variables contempladas se optó por un modelo multivariado que fue el de componentes principales.

Con este análisis se obtienen componentes que resultan eficientes para interpretar en forma adecuada la información contenida en las variables originales; ya que este análisis comprende un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables correlacionadas de respuesta en un conjunto menor de variables no correlacionadas llamadas *componentes principales* (Dallas, 2000). Es decir, está técnica sintetiza la información para tener la menor cantidad posible de datos pero que a la vez sólo deja la mejor.

Así pues se realizaron tres análisis de componentes principales con el fin de explicar de una mejor manera el comportamiento que tienen los sistemas a lo largo de las dos épocas del año.

Para los tres análisis se tomaron en cuenta sólo los componentes que tenían un eigenvalor mayor que 1, ya que estos estiman la dimensionalidad del espacio muestral. La razón de buscar valores mayores a uno es que, cuando se está realizando el análisis sobre datos estandarizados, la varianza de cada variable estandarizada es igual a 1; ya que se cree que si un componente principal no puede explicar más variación que una sola variable por sí misma, entonces es

probable que no sea importante, por lo que frecuentemente se ignoran componentes cuyos valores representativos son menores que 1 (Dallas, 2000).

En cuanto a los componentes que explican la variabilidad de los datos durante todos los muestreos, en el cuadrante uno se muestra las variables que comprenden la composición morfométrica de los sistemas, así como también la temperatura tanto ambiental como del agua (Figura 179), Ponce-Palafox y Arredondo-Figueroa (1986) mencionan que esto es porque influyen de forma conjunta sobre varios procesos fisicoquímicos, como la disponibilidad y circulación de los gases disueltos y nutrimentos.

Para la época de secas este análisis agrupo en el cuadrante uno a todas las variadas asociadas al componente edáfico y en cuadrante dos se pueden apreciar todas las variables del componente morfométrico (figura 181); esto es debido a que la época de secas es considerada como una fase de concentración la cual se caracteriza por una rápida disminución en el volumen, que algunas veces llega hasta el 95%, debido al uso del agua, ausencia de lluvias y la tasa de evaporación, dejando algunas zonas secas e iniciándose un resquebrajamiento del sedimento, la remineralización de los nutrimentos y el establecimiento de plantas terrestres pioneras que utilizan los recursos atrapadas en el sedimento (Arredondo *et al.*, 1992).

Los cambios limnológicos están marcados por un aumento en los valores de la conductividad, alcalinidad, dureza total y los nutrimentos (Daborn y Clifford, 1974; citados en Arredondo *et al.*, 1992). Los componentes que más peso tienen en la época de lluvias son las variables morfométricas, a esta se le considera como una fase de dilución y además el sistema alcanza su máximo nivel de inundación con lo cual hay un decremento en los valores de conductividad, alcalinidad, dureza total y un agotamiento de los nutrimentos. La transparencia aumenta con medida que avanza esta etapa.

Los resultados de este análisis mostraron los efectos por separado y combinados que ejercen todas las variables fisicoquímicas, biológicas y morfométricas tomadas en cuenta para evaluar a los sistemas. Se puede apreciar claramente que el comportamiento que se da en los sistemas depende en gran medida de la época del año, lo que conlleva a que las variables se agrupen en morfométricas, climáticas y edáficas, dependiendo del grado de dilución/concentración del embalse.

Otro análisis que se llevó a cabo fue el de agrupamientos (*Cluster*); desafortunadamente éste análisis no mostraba de manera significativa el agrupamiento que se hubiera deseado; ya que al intentar agrupar a los sistemas por área, éstos no respetaban un orden en cuanto al tamaño, por lo cual agrupaba sistemas pequeños con medianos e inclusive sistemas muy grandes estaban dentro de esta agrupación; por lo cual se optó por no reportarlo en el análisis estadístico.

Con todo lo expuesto anteriormente se realza la importancia que tienen este tipo de estudios, los cuales buscan hacer un inventario acerca de la disponibilidad, así como también de la calidad del agua con la que cuenta la población, ya que de esta manera se puede contribuir a darle un uso óptimo al recurso. Por consiguiente este estudio realizado en Morelos contribuye a enriquecer dicho inventario de los cuerpos lénticos que se encuentran en el país.

Estos embalses artificiales son importantes para la población, ya que de estos obtienen el agua para los cultivos o para que su ganado abreve e inclusive en algunos de ellos se llevan a cabo actividades recreativas o se genera energía eléctrica y muy pocos de ellos son utilizados para la práctica de la acuicultura; pero con los datos obtenidos de la calidad del agua establecidos en la NOM-ECOL-001 se puede ver que la mayoría de los sistemas se encuentran

en condiciones aptas para poder realizar esta actividad ya sea de forma intensiva o semi-intensiva.

Sin embargo, también es necesario destacar el impacto que ocasiona la construcción de embalses en el país, ya que las obras de represamiento pueden sub-dividirse principalmente en presas y bordos, cuya construcción y utilización generalmente difiere. Esta situación tiene implicaciones en el número de arroyos que se están capturando y cuyo flujo hidrológico se está alterando.

Además de que hay escasa información acerca de los impactos que genera la construcción de las presas o embalses y por lo general se han destacado más los beneficios que los efectos negativos. No obstante, se desconocen a fondo los problemas que han ocasionado sobre las cuencas, y también a la población que solía vivir en esos lugares (Arredondo-Figueroa, 2007).

Como se sabe, el propósito esencial de la construcción de las presas desde el siglo XIX y con más fuerza en el siglo XX, es el riego y la generación de energía eléctrica. Dada la crisis del recurso hídrico en las cuencas del estado de Morelos (como en gran parte del país) cabe preguntarse si ésta es una relación aceptable y eficiente para el costo social y ambiental que implica.

Las presas en general, tienen beneficios y costos que deben ser evaluados correctamente, pero su construcción debe ser apropiadamente planeadas, construidas y manejadas con los mejores conocimientos científicos y tecnológicos disponibles, promoviendo un cambio de visión y buscando nuevos paradigmas que permitan obtener un mayor provecho a los recursos naturales del país y logrando la sustentabilidad ya que inciden sobre los ecosistemas preexistentes y los modifica de maneras muy diversas (Margalef, 1983; Arredondo-Figueroa, 2007).

El impacto ambiental que estas estructuras originan en los ecosistemas, causa múltiples cambios, como aquellos de los patrones naturales de flujo del agua, de la fragmentación de la conectividad de los ecosistemas fluviales y sobre la interrupción del flujo y los pulsos que mantienen a los hábitats riparios, los cuales renuevan y enriquecen las planicies, deltas y suelos de la cuenca baja y, controlan y regulan las fluctuaciones hídricas extremas (Toledo y Bozada, 2002).

La introducción de estos cambios sobre el flujo natural del agua provoca el aislamiento de poblaciones e interrumpe las migraciones de otras especies, modificando la calidad del agua "presa abajo" en relación a los cambios de temperatura, cantidad de nutrientes, turbidez, gases disueltos, concentración de metales pesados y minerales (Cotler y Gutiérrez, 2005).

Entre otros impactos, también es relevante el cambio de la morfología del sistema hidrológico en cuanto a la variabilidad total de los flujos y del cambio estacional, sus fluctuaciones y extremos, a los que se han adaptado y dependen la fauna y flora, así como ser fuente de importantes emisiones de gases invernaderos (Toledo y Bozada, 2002; Cotler y Gutiérrez, 2005).

El alto grado de deterioro de los ecosistemas, en términos de pérdida de cobertura vegetal natural, pérdida de biodiversidad y degradación de suelos explica que las obras hidráulicas dispuestas en la cuenca sean muy susceptibles a actuar como "trampas de sedimentos" aumentando así su azolvamiento y reduciendo su margen de vida (Cotler y Gutiérrez, 2005).

El aporte de sedimentos depende de la conservación de los suelos y erosión en la cuenca, por lo cual es preferible que al construir un embalse se deje la vegetación presente en la zona,

aunque sea baja y degradada para permitir que la sucesión progrese lentamente, a arrancarla y plantar arbolado, con lo cual se arrastrará inmediatamente una fracción importante del suelo (Margalef, 1983).

Pero además si se suma que la práctica de la acuicultura tanto intensiva como extensiva ha aumentado en los últimos treinta años, en las que se manejan organismos para la producción de carne como tilapia, carpa, trucha, langostino y especies ornamentales principalmente de las familias *Poeciliidae* y *Cichlidae* además de traer un beneficio económico para las comunidades también es evidente el daño que han causado a los sistemas acuáticos naturales de la entidad a causa de la liberación de algunas especies convictas como *Cichlasoma nigrofasciatum* y más recientemente *Aequidens rivulatus* y la “langosta australiana *Cherax quadricarinatus*, que han modificado dramáticamente la estructura de los ecosistemas acuáticos de la región. Éste es un problema severo que debe ser atendido con prontitud ya que en la actualidad, de las 26 especies ícticas registradas para Morelos, 18 (69.3%) son exóticas (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

El impacto resultante de los embalses depende de las decisiones que se tomaron en relación con su construcción y su uso y debe evaluarse en un marco territorial y social amplio. Desde el punto de vista ecológico, estos efectos trascienden del terreno exclusivamente limnológico y se han de tratar bajo un contexto más vasto (Margalef, 1983).

La generación de esta información es vital para poder evaluar la repercusión de la construcción embalses, el costo-beneficio social, económico y ambiental de su construcción. Además, como la demanda del agua día con día va aumentando por las diferentes actividades realizadas por el hombre, es muy importante que este tipo de inventarios se actualicen con la finalidad de conservar mejor este tipo de sistemas en los que además se encuentran y viven una gran diversidad de especies.

CONCLUSIONES

En los siete municipios pertenecientes al área de estudio se registraron 53 sistemas acuáticos; de estos, 33 son permanentes y 20 temporales.

En el municipio de Tepalcingo se encuentra el mayor número de sistemas (15), le sigue el municipio de Jantetelco con 12; Tlalquitenango con siete; Axochiapan y Ayala con seis, Jonacatepec con cinco y por último Tlaltizapan sólo con dos sistemas.

En cuanto al área que abarcan los sistemas, 28 de ellos se encuentran en la categoría de 0 a 2 ha. La categoría que menos cuerpos acuáticos registra es la que comprende de 6.1 a 10 ha, en la que se registran dos sistemas, los cuales cubren un área total de 16.14 ha.

Los sistemas con un área mayor a 10 ha se encuentran distribuidos en cinco municipios: Axochiapan (ID 9 y 33), Ayala (ID 26), Jantetelco (ID 39), Tlaquiltenango (ID 38 y 40) y Tepalcingo (ID 14 y 37).

El municipio de Axochiapan es el que presenta una mayor área inundada al ocupar 115,635 ha lo que representa el 0.00008 % de su territorio y Tlaltizapan es el que menor área de espejo de agua registró en sus sistemas con 0,19 ha, lo que representa el 0.00000008 % de su territorio.

Jantetelco es el municipio que registra mayor volumen de agua con 8056962,5 m³; en cambio Tlaltizapan no registra volumen ya que sus dos sistemas durante el estudio se encontraron secos.

De acuerdo a las NOM-001-ECO-1996 y NOM-127-SSA1-1994 el agua de los embalses se encuentra dentro de los límites permisibles de calidad, lo que hace posible su uso en actividades agrícolas y pesqueras. "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"

En cuanto al grado de eutrofización de los sistemas, el 10% son eutróficos, el 47% de ellos se clasificó como eutrófico con tendencias a la hipereutrofia y 28% son considerados como hipereutróficos, lo que los considera como sistemas rentables para la producción piscícola. El 11% son sistemas secos y el 4% se encuentran contaminados por aguas residuales provenientes de los desechos municipales (Figura 166).

Para el fitoplancton se reportan 214 especies pertenecientes a seis clases; la clase Chlorophyceae registró la mayor riqueza con 123 especies, la Bacillariophyceae 38 especies, la Cyanophyceae 30 especies, la Euglenophyceae 20, la Xanthophyceae dos especies y por último la Dinophyceae una sola especie. Las especies con más presencia en los sistemas fueron *Kirchneriella contorta*, *Navicula sp* y *Chroococcus varius*. El bordo Tenango 1 fue el que presentó mayor riqueza al registrar 53 especies y el de menor riqueza el bordo La Esperanza, al registrar sólo siete especies.

En el zooplancton se registraron 38 especies, siendo la clase Eurotatoria la más diversa al determinar 23 especies, seguida por la clase Branchiopoda con 9 especies, y la clase Maxillopoda con cinco especies. *Arctodiaptomus dorsalis* fue la especie más frecuente al encontrarse en 37 ocasiones, seguida por *Moina micrura* que se observó en 32 sistemas y de los rotíferos el más representativo fue *Brachionus havanaensis*, al registrarse en 15 sistemas. Los sistemas de Los Carros y Mariano Matamoros son los que presentan mayor riqueza al albergar a 11 especies.

La ictiofauna presente en los sistemas pertenece a tres familias, Cichlidae con tres especies donde la más frecuente en los sistemas fue *Oreochromis niloticus* que se reporta en 30

embalses; la familia Poeciliidae estuvo representada por cuatro especies siendo *Poecillia sphenops* la que se presentó en un mayor número de embalses al encontrarse en 35 y por último la familia Cyprinidae con una sola especie que fue *Carasius auratus* que sólo se encontró en un sistema. Los embalses con mayor riqueza de especies fueron El Atascadero y Quilamula al registrarse en ellos cinco especies.

Por último, el Análisis de Componentes Principales mostró que el comportamiento que se da en los sistemas depende en gran medida de la época del año, lo que conlleva a que las variables se agrupen en morfométricas, climáticas y edáficas, dependiendo del grado de dilución o concentración del embalse. En la época de secas en el cuadrante uno se agrupan todas las componentes edáficas afectadas por los embalses pequeños; para la época de lluvias el cuadrante uno agrupa los componentes morfométricos influenciado por los grandes embalses como son la Presa Los Carros y Cayehuacan. En cuanto a los componentes que explican la variabilidad de los datos durante los muestreos, las variables que actúan más en el comportamiento de los sistemas comprenden la composición morfométrica de los sistemas, así como la temperatura ambiental y del agua.

Sin embargo, es necesario seguir analizando la presencia y el comportamiento de estos sistemas con base en un ciclo anual para definir con mayor veracidad, cual es la dinámica al que están sometidos por el efecto de la época de secas y lluvias, así como el hecho de que se siguen construyendo más embalses en diferentes municipios, por las necesidades de este líquido vital para realizar actividades agrícolas, ganaderas y como complemento pesqueras por parte de las comunidades que se asientan cerca de ellos.

REFERENCIAS

Acosta, F. (2005). Caracterización del zooplancton de lagunas en la llanura inundable del Río Ichilo (Cochabamba-Bolivia). *Revista Biología Ecológica* 17:01-14.

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 (CONABIO)*, 8 (48): 1-15.

Álvarez-Arrellano H. G. (1994). Aspectos Biológicos Generales. Folleto de Algas. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Pág. 3-9

Álvarez del Villar J. (1970). Peces mexicanos (claves). Instituto Nacional de Investigaciones biológico pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. 167 p.

Anónimo (1981). Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). México D. F. 110 p.

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. Secretaria de pesca. 182 p.

Arredondo-Figueroa, J.L. y A. Flores-Nava (1992). Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Revista Hidrobiológica*, Marzo, Año/Vol. 2, número 1-2. UAM Iztapalapa, México. pp. 1-10

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. (2007). Caracterización limnológica: 219-237 En: Arredondo-Figueroa, J. L., G. Díaz-Zavaleta y J. T. Ponce Palafox. *Limnología de Presas Mexicanas. Aspectos teóricos y prácticos*. AGT Editor, S. A. UAM, México.

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

Ahlstrom, E. H. (1940). A revision of the Rotatorian Genera *Brachionus* and *Platyias* with descriptions of one new species and two new varieties. *Bulletin American Museum of Natural History* Vol. LXXVII; XX plates: 143-183.

Ahlstrom, E. H. (1943). A revision of the Rotatorian genus *Keratella* with descriptions of three new species and five new varieties. *Bulletin American Museum of Natural History* Vol. LXXX: 411-457; XXXV-XVII plates.

Barrera-Escorcia G. y I. Wong Chang (2007). Eutrofización y calidad del agua. 609-633. En: Arredondo-Figueroa, J. L., G. Díaz-Zavaleta y J. T. Ponce Palafox. *Limnología de Presas Mexicanas. Aspectos teóricos y prácticos*. AGT Editor, S. A. UAM, México.

Batllori G. A. (2001). Los problemas ambientales del estado de Morelos: La educación como parte de la solución. *Gaceta Ecológica*, número 61. Instituto Nacional de Ecología. México D. F.: 47-60

- Buschmann A. (2005). Marea Roja y Salmonicultura en el Sur de Chile. Oceana. Protegiendo los Océanos del Mundo. 14 p. Revisado en marzo de 2009. Disponible en www.oceana.org
- Camacho, B. E., Luna, R. C. y Moreno, R. M. A. (2000). Guía para el cultivo de tilapia. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 136 p.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index of lakes. *Limnol. Oeanogr.* 22(2):364-368.
- Carruyo-Noguera, J., Reyes, J. L. y Casler, C. L. (2004). Cladóceros (crustacea, branchiopoda) de la laguna de kunana, sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela: p. 120-139. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* Vol. 38, No. 2 Agosto. Venezuela. SSN: 0375-538X. Revisado en mayo de 2007. Disponible en <http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php>
- Chacón, T. A. y M. C. Rosas (1999). Conceptos básicos de Acuicultura Rural. Universidad Michoacana de San Nicolas, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. 157 p.
- Cifuentes-Lemus, J. L., P. Torres-García y M. Frías (1997). El océano y sus recursos V.: Plancton. 2 ed. Fondo de Cultura Económica. México. D. F. Disponible en bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia. Revisado en Diciembre de 2008.
- Coelho-Botelho, M. J. (2003). Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. Mini-Curso ofrecido en el IV Simposio y IV Reunión de Evaluación del Programa Biota/FAPESP, 08 a 13 de diciembre. Hotel Panorama - Águas de Lindóia - SP. Disponible en www.biota.org.br/info/historico/simp2003/textos/zooplancton.pdf Revisado en Abril de 2007
- Cole, G. A. (1979). *Textbook of limnology*. 2ª. Edition, The C. V. Mosby Co. St. Louis, 426 p.
- Comas A. (1996). Las Chlorococcales dulceacuícolas de Cuba. *Biblioteca Phycologica*. Band 99. J. Cramer. Berlín. 192 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2001. Programa Nacional Hidráulico 2001–2006. México.
- Conde-Percuna, J. M., E. Ramos-Rodríguez y R. Morales-Baquero. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. 2004/2. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/042/investigación3.htm>. Revisado en Mayo de 2007
- Contreras E. F. (1994). *Manual de técnicas Hidrobiológicas*. Ed. Trillas 149 p.
- Contreras-MacBeath, T. (1995). Ecosistemas acuáticos del Estado de Morelos con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo*, 20 (122): 43-51.
- Contreras-MacBeath, T., Jaramillo Monroy F., Boyás Delgado J. C. (2006). La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 156 p.
- Cotler H. y S. Gutiérrez. 2005. Inventario y evaluación de las presas en la cuenca Lerma-Chapala, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. 16 p.
- Cruz S. L. E., E. A. R. Bermúdez, E. M. Cabrera, R. M. Z. Gutiérrez y P. A. V. Pérez (2002). Pesquerías en tres cuerpos de agua continentales de México. Instituto Nacional de la Pesca. Octubre. SAGARPA México, D. F. 168 p.

Dallas E. J. (2000). Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Internacional Thomson Editores y Internacional Thomson Publishing Company. 566 p.

De la Lanza E. G. (1990). Algunos conceptos sobre hidrología y calidad del agua: 181-196. *En*: De la Lanza E. G. y J. L. Arredondo (Compiladores). La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. UNAM. México

De la Lanza E. G. y J.L. García Calderón. 2002. Lagos y Presas de México. (Eds) Segunda Edición, AGT Editor, México 680pp.

De la Lanza E. G. (2005). Lagos, lagunas y represas. En Los Humedales Prioritarios de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, DF. Revisado en Abril de 2007. Disponible en www.cybertechnics.com.mx/conanp/noticia.php?IdNotic=289&NotiLeer=1&TitBack=1

Diario Oficial de la Federación (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Secretaría de Salud. Agosto. 7 p.

Diario Oficial de la Federación (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría del Medio Ambiente, recursos naturales y Pesca. Enero. 15 p.

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

Dorantes, E. y M. B. Zavala (2003). Estudio de la calidad de tres cuerpos acuáticos en el Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura, FES ZARAGOZA, UNAM. México, 83 p.

Dumont, H.J. (1983). Biogeography of rotifers. *Hydrobiologia*, 104:19-30.

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

Esparcia, A., X. Armengol y M. R. Miracle. (2001). Relación de la distribución de los rotíferos con la de los principales factores físicos y químicos en la laguna de la Cruz. *Limnetica*. 20 (2): 305-320.

Espinosa-Pérez H., Ma. D. Gaspar y M. P. Fuentes (1993). Listados Faunísticos de México. III Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Departamento de Zoología. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 101 p.

Ettl, H. y Gärtner, G. (1988). Chlophyta II – Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. *In*: Pascher, A. – Süßwasserflora von Kmitteleuropa, band 10, Gustav Fisher, Stuttgart-New York, XI + 426 p.

Fetter, C.W. (1994). Applied Hydrogeology. Third ed. Prentice Hall. 691 p.

García-Calderón J. L., G. E. de la Lanza, A. L. A. Ibáñez (2002). Las aguas epicontinentales de México y sus pesquerías: 23-56. *En*: Cruz S. L. E., E. A. R. Bermúdez, E. M. Cabrera, R. M. Z.

Gutiérrez y P. A. V. Pérez (2002). Pesquerías en tres cuerpos de agua continentales de México. Instituto Nacional de la Pesca. Octubre. SAGARPA México, D. F.

García E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. No. 6, México. 90 p.

García, S. M. R. (2001). Las comunidades de zooplancton de los embalses españoles. Ecosistemas. Revista de ecología y medio ambiente. Mayo-Agosto. 14 p. Disponible en www.revistaecosistemas.net/pdfs/364.pdf

Garrido G. G. (2006). Estructura de la comunidad zooplanctónica del embalse Yacyretá en las etapas de posllenado 1996-1998. IV Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos, del 16-19 de Agosto del 2006, Argentina (D10)

Gaspar-Dillanes Ma. T. (1988). Nuevo registro de *Heterandria (Pseudoxiphophorus) Bimaculata* (Heckel, 1948) en la vertiente del Pacífico Mexicano. (Pisces: Poeciliidae). Anales del Instituto de Biología. UNAM, Ser. Zool. (2): 933-938.

Goldman, R. C. y A. J. Horne (1983). Limnology. Mc Graw-Hill Company. 423 p.

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.

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

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., B. Peña-Mendoza, J. L. Arredondo-Figueroa, I. H. Salgado-Ugarte y E. A. Guerra-Hernández (2007). Lago Coatetelco, Morelos: 170-183. En: De la Lanza E. G. Las aguas interiores de México. Conceptos y casos. AGT Editor, S.A. México.

Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, I. H. Salgado-Ugarte, O. Flores-Maldonado y J. L. Guzmán-Santiago (2007). Presa Emiliano Zapata, Morelos: 447-464. En: De la Lanza E. G. Las aguas interiores de México. Conceptos y casos. AGT Editor, S.A. México.

Gómez-Márquez J.L., B. Peña-Mendoza, R. A. Ramírez-Razo, M. P. Rosas-Hernández, J. L. Guzmán-Santiago, A. Ortiz-Rivera y A Zavala-Montero. (2008). Composición y abundancia del Zooplancton en el lago "El Rodeo", Morelos de febrero 2001 a febrero 2002. Capítulo 8: 86-100. En: Sánchez, J.A., M. G. M. Hidalgo, S. L. W. Arriaga y W. M. S. Contreras (Compiladores). Perspectivas en Zoología Mexicana. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (ISBN: 978-968-9024-42-2).

González de Infante A. (1988). El plancton de las aguas continentales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, 87 p.

González Ernesto J, Ortaz Mario y Matos María Leny. (2007). Zooplancton de dos embalses neotropicales con distintos estados tróficos. INCI, oct. 2002, vol.27, no.10, 551-558. Revisado en Mayo de 2007. Disponible en

www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S037818442002001000007&lng=es&nrm=iso

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

Granados, R.J.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, R. J. G. y C. Álvarez-Del Ángel (2003). Rotíferos de embalses: SubCuenca del Río Cuautla, Morelos, México. Revista Scientiae Naturae. Volumen 6, número 1, Julio-Diciembre: 33-44.

Gutiérrez M. E., E. M. Suárez, M. A. A. Gutiérrez, M. B. Silva, J. G. R. Granados y T. E. Garfias (2008). Cladóceras y Copépodos de las aguas continentales de México. Guía ilustrada. FES Iztacala, UNAM. CONABIO, ECOSUR, CONACYT y SEMARNAT. 323 p.

Harper, D. (1992). Eutrophication of Freshwaters. Principles, problems and restoration. Chapman y Hall. Great Britain. 327 p.

Hebert, P.D.N. (1998). The *Daphnia* of North America –An Illustrated Fauna-. Dept. Of Zoology University of Guelph, Ontario Canada. Versión 1. CD ROM.

Hernández-Avilés, J. S., J. L. García-Calderón, M. C. Galindo-Santiago y J. Loera-Pérez (2002). Microembalses: una alternativa de la limnicultura: 597-620. En: de la Lanza E. G. y C. J. L. García (Editores). Las Lagunas Interiores de México: conceptos y casos. AGT Editor, S. A. México.

Hernández-Avilés, J. S., M. C. Galindo-Santiago y J. Loera Pérez (2002). Bordos o macroembalses. 599-619. En: De la Lanza E. G. Y J. L. García Calderón. Lagos y presas de México. AGT Editor S.A. México.

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

Hoz-Zavala M. E. y G. E. De la Lanza (2001). Los jagüeyes, reservorios de agua del noreste de México. Surtidores de biodiversidad: cenotes y jagüeyes, presas y lagunas. Revista Ecológica. 30 de Julio. México, D. F. Revisado en Abril de 2007. Disponible en www.jornada.unam.mx/2001/07/30/eco-c.html

INEGI (2000). Anuario Estadístico del Estado de Morelos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 461 p.

ITIS (2008). The Integrated Taxonomic Information System. Disponible en <http://www.itis.gov/> Revisado en octubre y noviembre 2008

John, D.M., Whitton B. A. y Brook A. J. (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press and the Natural History Museum, Cambridge. 702 p.

Koste W. (1978). Rotatoria–Die Rädertiere Mitteleuropas. I. Textband. Verlag Gebr. Borntraeger Berlin, Stuttgart. 251 p.

- Korovochinsky, N. y N. Smirnov, (1998). Introduction to the "Cladocera" (Ctenopoda, Anomopoda, Onychopoda and Haplopoda). Supplemented for America. A. N. Severtsov Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology of the Russian Academy of Sciences, 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. En: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. USA. 596 p.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot (1991a). Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. USA. 576 p.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. En: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. USA. 437 p.
- Lang-Bertalot H. (2004). Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 13. A. R. G. Gantner Verlag K. G. Königstein, Germany. 480 p.
- Lewis Jr. W. M. (1983). A revised classification of lakes based on mixing. Canada. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 1779-1787.
- Lichtinger, W. V. y A. J. Cárdenas (2002). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Capítulo 6. SEMARNAT. México: 179-181
- Lind, O. T. (1979). Handbook of common methods in limnology. Second edition. Kendall/Hunt Publishing Company. London 199 p.
- López C., C. M. Villalobos y E. J. González. (2001). Estudio sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela: Estado actual y recomendaciones para futuras investigaciones. Ciencia 9: 217-234.
- López- López, E. y J. A. Serna-Hernández (1999). Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. Revista Biología Tropical 47(4): 643-657.
- López-López, E y E. Soto-Galera (1993). Diagnóstico de eutrofización del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México. Anales del Instituto del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, 20 (1): 33-42.
- Loreto C, N. Rosales, J. Bermúdez y E. Morales (2003). Producción de Pigmentos Y Proteínas de la Cianobacteria *Anabaena* PCC 7120 en Relación a la Concentración de Nitrógeno e Irradiancia. Gayana Bot. 60(2): 83-89
- Loreto, C., R. Mora, E. Marco y E. Morales (2004). Influencia del nitrato sobre la producción de biomasa, pigmentos y proteínas de la cianobacteria *Anabaena* sp. PCC 7120. Ciencia. Vol. 12 Núm. 2: 137-146. Zulia, Facultad de Ciencias. Maracaibo, Venezuela. Revisado en <http://www.ciens.luz.ve/fec/publicaciones/ciencia/ciencia.htm>. Revisado en Mayo de 2007

Magallón-Barajas S., J. Paulo-Maya y E. Díaz-Pardo (1992). Avances en el conocimiento de la presa "Los Carros". Morelos, un embalse de reciente formación. Universidad: Ciencia y Tecnología. 2 (2):. 121-129

Maizels P., E. Etchepare, E.Chornomaz, J.Bustingorry, R. Escaray y V. Conzonno (2003). Parámetros abióticos y biomasa planctónica en la Laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Período de inundación 2002. Revista Biología Acuática, No. 20: 6-11.

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

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

Marshall, D. W. (1991). Biología de las Algas. Enfoque fisiológico. Limusa. México. 236 p.

Matsumura-Tundisi, T., N.S. Leitão, y J. Miyahara (1990). "Eutrofização da Represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotífero", Rev. Braz. Biol., 50: 923-35.

Meffe, G. K. y F. F. Snelson. (1989). An Ecological overview of Poeciliid Fishes: 13-31 *En*: Meffe, G. K. y F. F. Snelson, Jr. (eds.) Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

Mejía-Mojica H. (1992). Nuevo registro de *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) (Pisces; Poeciliidae), Para la cuenca del río Balsas. Universidad: Ciencia y Tecnología Vol. 2 Número 2: 131-135.

Miller, R. R. (1974). Mexican species of the genus *Heterandria*, subgenus *Pseudoxiphophorus* (Pisces: Poeciliidae). Transactions of the San Diego Society of Natural History. Vol. 17, No. 17: 235-250.

Miller, R.R. (1983). Checklist and Key to the Mollies of Mexico (Pisces: Poeciliidae: *Poecilia*, Subgenus *Mollienesia*). American Society of Ichthyologist and Herpetologists. Copeia 817-822.

Miller, R.R., W. L. Minckley y S. M. Norris (2005). Freshwater Fishes of Mexico. The University of Chicago Press. Chicago. 490 p.

Mora, N.M.R, G.A. Vázquez y R.Y.L. Vargas (2004). Ordenación de comunidades de fitoplancton en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán, México. Revista Hidrobiológica, 14(2): 91-103.

Moreno H. A., M. E. Velásquez y G. Z. Díaz (1993). En Avances en el manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en América Latina y el Caribe. Ricardo Juárez Palacios y Enrico Farsi Editores. Capitulo 5. FAO. Revisado en mayo de 2007. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB488S/AB488S07.htm#ch5>

Needham G. J. y P. R. Needham (1972). Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Editorial Reverté S. A. Barcelona, 131 p.

Nelson, S.J. (1994). Fishes of the world. 3^{er} Edition. John Wiley & Sons Inc. 600 p.

Ortega, M.M. (1984). Catálogo de algas continentales recientes de México. UNAM, México 565 p.

Ortega-Mayagoitia, E. y C. Rojo (2000). Fitoplancton del Parque Nacional Las Tablas de Daimiel. II. Las cianofíceas, los dinoflagelados, las criptofíceas, las crisofíceas y las xantofíceas. *Anales Jard Bot. Madrid* 57(2): 251-266.

Ortiz, R. A. (2006). "Estudio de los sistemas acuáticos (lénticos) del estado de Morelos". Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México, 152 p.

Parra-Flores, A. M., E. P. Santibáñez y J. G. Granados (2006). Productividad del zooplancton de dos embalses del alto Amacuzac, Morelos, México. *Revista Scientiae Naturae*. 8(2):5-15

Pla L. E. (1986). Análisis multivariado: Método de componentes principales. Serie de matemática. Monografía No. 27. Secretaría General de los Estados Americanos. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 94 p.

Ponce-Palafox J. T. y J. L. Arredondo-Figueroa (1986). Aporte al conocimiento limnológico de un embalse temporal tropical, por medio de la aplicación de modelos multivariados. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, México, 13(2): 47-66.

Ponce, P. J. T. (1983). Estudio del comportamiento físico-químico y de productividad primaria en un embalse temporal, utilizado para la piscicultura extensiva en el estado de Morelos, México. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM, 30 p.

Porras, D.D., O.L. Castrejón, y O.D. Hernández (1991). Recursos acuáticos del Estado de Morelos (Embalses). *Universidad: Ciencia y Tecnología*. 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, UAEM*, 2(2):137-141

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 la acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México. *Revista electrónica de veterinaria REDVET*. VII (11): 25 p.

Quiroz, C.H., I. A. Molina, J. R. García y M. V. Díaz (2007). Los lagos de Zempoala y Tonatiahua del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Morelos: 142-167. En: De la Lanza E. G. *Las aguas interiores de México. Conceptos y casos*. AGT Editor, S.A. México.

Ramírez, R. R. (2008). Análisis del Recurso Acuático (sistemas lénticos) de Morelos en la parte Norte-Oriente. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México, 174 p.

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

Robledo, D. (1997). Las Algas y la Biodiversidad. *Biodiversitas* 13: 2-4.

Rocha O. y A. Güntzel (1999). Crustáceos Branchiópodos: 109-120. En: Joly, C. A. y C. E. M. Bicudo (orgs.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX*, 4: Invertebrados de água doce. São Paulo: FAPESP.

Rodríguez, C.N. (1999). Estudio del plancton en la Presa Villa Victoria, Estado de México. (Tesis de Licenciatura), FES ZARAGOZA, UNAM. México, UNAM, 73 p.

Rosen, D. E. y M R. Bailey (1963). *The Poeciliid Fishes (Cyprinodontiformes), their structure,*

Zoogeography and Systematics. Bulletin of the American Museum of Natural History, Volume 126: Article 1. 176 p.

Rumrich, U., H. Lange-Bertalot y M. Rumrich (2000). Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. A. R. G. Gantner Verlag K. G. 239 p.

Sainz S. J. y P. M. Becerra (2003). Los conflictos por el agua en México. Gaceta Ecológica, abril-junio, número 067. Instituto Nacional de Ecología. México D. F. 61 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.

SARH (1982). Manual de técnicas de análisis fisicoquímicos para aguas. 5ª edición. 319 p.
Schmid-Araya, J. M. (1991) Distributional aspects of Rotifera in central and south Chile. Polskie Archiwum Hydrobiologii, 120 (4); 481-493

Schwoerbel J. (1975). Métodos de hidrobiología. Editorial H. Blume Ediciones, Madrid, España, 262 p.

Sevrin-Reyssac J. y M. Pletikosic (1990). Cyanobacteria in fish ponds. Aquaculture. 88, 1-20

Shiklomanov I. A. (1998). A new appraisal and assessment for the 21st century. Summary of the monograph World Water Resources. UNESCO. 40 p.

Sierra, R. (2000). Problemas del Estado de Morelos. Conferencia impartida en el Curso de Educación ambiental organizado por el Grupo de Educación para el Medio Ambiente, GEMA.

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

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

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 Mexico. The Southwester Naturalist. 43(2): 256-265.

Toledo, A. y L. Bozada 2002. El delta del río Balsas. Medio ambiente, pesquerías y sociedad. Instituto Nacional de Ecología, El Colegio de Michoacán A.C., México. 294 pp.

Torres-Orozco R. E. (2005). Batometría y morfometría: 3-19. En: Arredondo Figueroa, J. L., G. Díaz-Zavaleta y J. T. Ponce-Palafox. Limnología de presas mexicanas: Aspectos teóricos y prácticos. AGT Editor, S.A. y UAM, México.

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. p 99.

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

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

Vollenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Inst. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.

Welch, S. P. (1948). Limnological methods. Mc-Graw Hill Company, Inc. New York. 381 p.

Wetzel, R. G. (1975). Limnology. W. B. Saunders Company. Philadelphia, 742 p.

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

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

Yoshinaga, P. S. y Albuquerque, R. G. (2000). II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Capítulo 9. Recursos Hídricos. UNESCO. Brasil: 138-140.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. **Ubicación del área de estudio en el Estado de Morelos**
- Figura 2. **Distribución porcentual de los sistemas acuáticos por municipio**
- Figura 3. **Distribución de los sistemas acuáticos en la zona de estudio**
- Figura 4. **Porcentaje de sistemas por categoría de área**
- Figura 5. **Número de cuerpos acuáticos y área que cubren en función de la categoría propuesta**
- Figura 6. **Área que abarcan los municipios y los sistemas**
- Figura 7. **Ubicación de los sistemas acuáticos en función de su área**
- Figura 8. **Porcentaje de los sistemas por categoría de volumen**
- Figura 9. **Cuerpos acuáticos y volumen que cubren en función de la categoría propuesta**
- Figura 10. **Área que abarcan los municipios y volumen que cubren los sistemas dentro de ellos**
- Figura 11. **Distribución porcentual del volumen por municipio.**
- Figura 12. **Representación de los sistemas acuáticos en función del volumen**
- Figura 13. **Porcentaje de los tipos de sistemas acuáticos**
- Figura 14. **Clasificación de los sistemas acuáticos en función de su temporalidad por municipio**
- Figura 15. **Ubicación de los sistemas acuáticos en función del tiempo de permanencia**
- Figura 16. **Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Axochiapan**
- Figura 17. **Presa Cayehuacan, Marzo 2007**
- Figura 18. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Cayehuacan”**
- Figura 19. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 20. **Bordo Cayehuacan I, Marzo 2007**
- Figura 21. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Cayehuacan 1”**
- Figura 22. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 23. **Bordo Cayehuacan II, Marzo 2007**
- Figura 24. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Cayehuacan II”**
- Figura 25. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 26. **Bordo el Cacahuatal, Abril 2007**
- Figura 27. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El Cacahuatal”**
- Figura 28. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 29. **Bordo La Laguna (Axochiapan), Octubre 2007**
- Figura 30. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en Axochiapan**
- Figura 31. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 32. **Bordo Amatzinac, Abril 2007**
- Figura 33. **Ubicación de los sistemas presentes en el municipio de Ayala**
- Figura 34. **Bordo Amate Amarillo, Octubre 2008**
- Figura 35. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Amate amarillo”**
- Figura 36. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
-

- Figura 37. **Bordo Cerro el Mirador, Mayo 2005**
- Figura 38. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El Mirador”**
- Figura 39. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 40. **Bordo El Salitre, Mayo 2007**
- Figura 41. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El Salitre”**
- Figura 42. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 43. **Presa Francisco Leyva, Mayo 2007**
- Figura 44. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Francisco Leyva”**
- Figura 45. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 46. **Bordo La Palapa, Agosto 2007**
- Figura 47. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “La palapa”**
- Figura 48. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 49. **Bordo Las tazas, Octubre 2007**
- Figura 50. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Las tazas”**
- Figura 51. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 52. **Ubicación de los sistemas de estudio en el municipio de Jantetelco**
- Figura 53. **Bordo Ayotzin, Noviembre 2006**
- Figura 54. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Ayotzin”**
- Figura 55. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en los dos periodos de muestreo**
- Figura 56. **Presa El abrevadero, Abril 2007**
- Figura 57. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “El abrevadero”**
- Figura 58. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 59. **Bordo Iguanas, Mayo 2006**
- Figura 60. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Iguanas”**
- Figura 61. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 62. **Bordo Jantetelco, Noviembre 2006**
- Figura 63. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Jantetelco”**
- Figura 64. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 65. **Bordo La Esperanza, Noviembre 2006**
- Figura 66. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “La esperanza”**
- Figura 67. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 68. **Presa Los carros, Marzo 2007**
- Figura 69. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Los carros”**
- Figura 70. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 71. **Bordo Peñón de los baños, Abril 2007**
- Figura 72. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Peñón de los baños”**
- Figura 73. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 74. **Bordo San Francisco, Abril 2005**

- Figura 75. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “San Francisco”**
- Figura 76. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 77. **Bordo Santo Niño, Septiembre 2006**
- Figura 78. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Santo Niño”**
- Figura 79. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 80. **Bordo Tenango, Septiembre 2006**
- Figura 81. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Tenango”**
- Figura 82. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 83. **Bordo Tenango 1, Septiembre 2006**
- Figura 84. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Tenango 1”**
- Figura 85. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 86. **Bordo Amayuca, Marzo 2005**
- Figura 87. **Ubicación de los sistemas de estudio en el municipio de Jonacatepec**
- Figura 88. **Bordo Coyotomate, Julio 2007**
- Figura 89. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Coyotomate”**
- Figura 90. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 91. **Bordo Palo prieto, Julio 2005**
- Figura 92. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Palo prieto”**
- Figura 93. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 94. **Bordo el Tecolote, Noviembre 2006**
- Figura 95. **Bordo Santa Clara de Montefalco, Junio 2005**
- Figura 96. **Bordo Santa Cruz, Noviembre 2006**
- Figura 97. **Ubicación de los sistemas en el municipio de Tepalcingo**
- Figura 98. **Bordo Atotonilco, Agosto 2007**
- Figura 99. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Atotonilco”**
- Figura 100. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 101. **Bordo Cerro prieto, Noviembre 2007**
- Figura 102. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Cerro prieto”**
- Figura 103. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 104. **Bordo Coleotapa, Octubre 2007**
- Figura 105. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Coleotapa”**
- Figura 106. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 107. **Bordo El almacén, Agosto 2007**
- Figura 108. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El almacén”**
- Figura 109. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 110. **Bordo El atascadero, Octubre 2007**
- Figura 111. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El atascadero”**
- Figura 112. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**

- Figura 113. **Bordo El limón, Noviembre 2007**
- Figura 114. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El limón”**
- Figura 115. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en el periodo de muestreo**
- Figura 116. **Bordo El limón 1, Noviembre 2007**
- Figura 117. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El limón 1”**
- Figura 118. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 119. **Bordo El marranero, Septiembre 2007**
- Figura 120. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El marranero”**
- Figura 121. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 122. **Bordo El zacate, Marzo 2006**
- Figura 123. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “El zacate”**
- Figura 124. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 125. **Bordo Huitchila, Marzo 2007**
- Figura 126. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Huitchila”**
- Figura 127. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 128. **Bordo La sábila, Septiembre 2007**
- Figura 129. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “La sábila”**
- Figura 130. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 131. **Bordo Las teclas, Marzo 2007**
- Figura 132. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Las teclas”**
- Figura 133. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 134. **Bordo Poza Honda, Abril 2005**
- Figura 135. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Poza honda”**
- Figura 136. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 137. **Bordo Tepehuaje, Octubre 2007**
- Figura 138. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Tepehuaje”**
- Figura 139. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 140. **Bordo Huitchila 1, Octubre 2007**
- Figura 141. **Ubicación de los cuerpos de agua en el municipio de Tlaltizapan**
- Figura 142. **Bordo Benito Juárez, Junio 2005**
- Figura 143. **Bordo La Cruz, Junio 2005**
- Figura 144. **Ubicación de los sistemas acuáticos en el municipio de Tlaquiltenango**
- Figura 145. **Bordo Ajuchitlán, Junio 2007**
- Figura 146. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Ajuchitlán”**
- Figura 147. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 148. **Bordo Ajuchitlán 1, Junio 2007**
- Figura 149. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “Ajuchitlán 1”**
- Figura 150. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de**

muestreo

- Figura 151. **Presa Lorenzo Vázquez, Junio 2007**
- Figura 152. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en la presa “Lorenzo Vázquez”**
- Figura 153. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 154. **Presa Mariano Matamoros, Noviembre 2007**
- Figura 155. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa “Mariano Matamoros”**
- Figura 156. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 157. **Presa Pablo Torres Burgos, Junio 2007**
- Figura 158. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa “Pablo Torres”**
- Figura 159. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 160. **Figura 160. Presa Quilamula, Enero 2006**
- Figura 161. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes la presa “Quilamula”**
- Figura 162. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 163. **Bordo San José de Palma, Octubre 2006**
- Figura 164. **Composición porcentual de las divisiones de fitoplancton presentes en el bordo “San José de Palma”**
- Figura 165. **Porcentaje de organismos de zooplancton presentes en el sistema en los dos periodos de muestreo**
- Figura 166. **Porcentaje de sistemas por Estado Tráfico.**
- Figura 167. **Distribución de los sistemas de acuerdo al IET (Carlson, 1977).**
- Figura 168. **Porcentaje registrado en función de las especies para las divisiones del fitoplancton**
- Figura 169. **Porcentaje que ocupa cada división en cuanto a la abundancia**
- Figura 170. **Porcentaje de especies por temporada**
- Figura 171. **Especies de fitoplancton (aumento a 800 x) encontradas en los sistemas de estudio**
- Figura 172. **Porcentaje que ocupa cada grupo de zooplancton**
- Figura 173. **Representación gráfica del número de veces que se presenta cada especie**
- Figura 174. **Riqueza de especies registrada por temporada**
- Figura 175. **Especies de zooplancton encontradas en los sistemas de estudio**
- Figura 176. **Número de sistemas en que encontramos a la ictiofauna**
- Figura 177. **Porcentaje de la Ictiofauna presente en los sistemas**
- Figura 178. **Especies de peces encontrados en los sistemas de estudio**
- Figura 179. **Componente uno contra componente dos (las dos épocas del año)**
- Figura 180. **Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (las dos épocas del año)**
- Figura 181. **Componente uno contra componente dos (época de secas)**
- Figura 182. **Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (época de secas)**
- Figura 183. **Componente uno contra componente dos (época de lluvias)**
- Figura 184. **Superposición de los sistemas dentro de los componentes uno y dos (época de lluvias)**

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|-----------|--|
| Tabla 1. | Métodos utilizados para determinar los parámetros químicos |
| Tabla 2. | Métodos utilizados para determinar nutrientes |
| Tabla 3. | Ubicación de los cuerpos acuáticos registrados |
| Tabla 4. | Distribución de los sistemas acuáticos en la zona de estudio |
| Tabla 5. | Morfometría y batimetría de los sistemas de estudio (ordenados en función del área) |
| Tabla 6. | Clasificación de los sistemas por volumen |
| Tabla 7. | Lista de los sistemas acuáticos clasificados en función de la temporalidad |
| Tabla 8. | Parámetros morfométricos para la presa Cayehuacan |
| Tabla 9. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a". |
| Tabla 10. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 11. | Parámetros morfométricos para el bordo Cayehuacan I |
| Tabla 12. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 13. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 14. | Parámetros morfométricos para el bordo Cayehuacan II |
| Tabla 15. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 16. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 17. | Parámetros morfométricos para el Bordo Cacahuatal |
| Tabla 18. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 19. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 20. | Parámetros morfométricos para la Laguna |
| Tabla 21. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 22. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 23. | Parámetros morfométricos para el bordo Amatzinac |
| Tabla 24. | Parámetros morfométricos para el bordo Amate Amarillo |
| Tabla 25. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 26. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 27. | Parámetros morfométricos para el bordo Cerro el Mirador |
| Tabla 28. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 29. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 30. | Parámetros morfométricos para el bordo El Salitre |
| Tabla 31. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 32. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 33. | Parámetros morfométricos para la presa Francisco Leyva |
| Tabla 34. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 35. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 36. | Parámetros morfométricos para el bordo La palapa |
| Tabla 37. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 38. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 39. | Parámetros morfométricos para el bordo Las Tazas |
| Tabla 40. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 41. | Tabla 41. Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |
| Tabla 42. | Parámetros morfométricos para el bordo Ayotzin |
| Tabla 43. | Parámetros físicos, químicos y clorofila "a" |
| Tabla 44. | Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977) |

- Tabla 45. **Parámetros morfométricos para la presa El Abrevadero**
- Tabla 46. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 47. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 48. **Parámetros morfométricos para el bordo Iguanas**
- Tabla 49. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 50. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 51. **Parámetros morfométricos para el bordo Jantetelco**
- Tabla 52. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 53. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 54. **Parámetros morfométricos para el bordo La Esperanza**
- Tabla 55. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 56. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 57. **Parámetros morfométricos para la presa Los carros**
- Tabla 58. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 59. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 60. **Parámetros morfométricos para el bordo Peñón de los baños**
- Tabla 61. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 62. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 63. **Parámetros morfométricos para el bordo San Francisco**
- Tabla 64. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 65. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 66. **Parámetros morfométricos para el bordo Santo Niño**
- Tabla 67. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 68. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 69. **Parámetros morfométricos para el bordo Tenango**
- Tabla 70. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 71. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 72. **Parámetros morfométricos para el bordo Tenango 1**
- Tabla 73. **Parámetros físicos, químicos y clorofila "a"**
- Tabla 74. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 75. **Parámetros morfométricos para Jagüey Amayuca**
- Tabla 76. **Parámetros morfométricos para el bordo Coyotomate**
- Tabla 77. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 78. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 79. **Parámetros morfométricos para el bordo Palo prieto**
- Tabla 80. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 81. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 82. **Parámetros morfométricos para el bordo El tecolote**
- Tabla 83. **Parámetros morfométricos para el bordo Santa Clara de Montefalco**
- Tabla 84. **Parámetros morfométricos para el bordo Santa Cruz**
- Tabla 85. **Parámetros morfométricos para el bordo Atotonilco**
- Tabla 86. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 87. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 88. **Parámetros morfométricos para el bordo Cerro prieto**
- Tabla 89. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 90. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**

- Tabla 91. **Parámetros morfométricos para el bordo Coleotapa**
- Tabla 92. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 93. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 94. **Parámetros morfométricos para el bordo El almacén**
- Tabla 95. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 96. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 97. **Parámetros morfométricos para el bordo El atascadero**
- Tabla 98. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 99. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 100. **Parámetros morfométricos para el bordo El limón**
- Tabla 101. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 102. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 103. **Parámetros morfométricos para el bordo El limón 1**
- Tabla 104. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 105. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 106. **Parámetros morfométricos para el bordo El marranero**
- Tabla 107. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 108. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 109. **Parámetros morfométricos para el bordo El zacate**
- Tabla 110. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 111. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 112. **Parámetros morfométricos para el bordo Huitchila**
- Tabla 113. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 114. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 115. **Parámetros morfométricos para el bordo La sábila**
- Tabla 116. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 117. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 118. **Parámetros morfométricos para el bordo Las teclas**
- Tabla 119. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 120. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 121. **Parámetros morfométricos para el bordo Poza Honda**
- Tabla 122. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 123. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 124. **Parámetros morfométricos para el bordo Tepehuaje**
- Tabla 125. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 126. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 127. **Parámetros morfométricos para el bordo Huitchila 1**
- Tabla 128. **Parámetros morfométricos para el bordo Benito Juárez**
- Tabla 129. **Parámetros morfométricos para el bordo La cruz**
- Tabla 130. **Parámetros morfométricos para el bordo Ajuchitlán**
- Tabla 131. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 132. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 133. **Parámetros morfométricos para el bordo Ajuchitlán 1**
- Tabla 134. **Parámetros físicos y químicos, clorofila "a"**
- Tabla 135. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 136. **Parámetros morfométricos para la presa Lorenzo Vázquez**

- Tabla 137. **Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”**
- Tabla 138. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 139. **Parámetros morfométricos para la presa Mariano Matamoros**
- Tabla 140. **Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”**
- Tabla 141. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 142. **Parámetros morfométricos para la presa Pablo Torres Burgos**
- Tabla 143. **Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”**
- Tabla 144. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 145. **Parámetros morfométricos para la presa Quilamula**
- Tabla 146. **Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”**
- Tabla 147. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 148. **Parámetros morfométricos para el bordo San José de Palma**
- Tabla 149. **Parámetros físicos y químicos, clorofila “a”**
- Tabla 150. **Clasificación de acuerdo al Índice del Estado Trófico (Carlson, 1977)**
- Tabla 151. **Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-127-SSA1-1994)**
- Tabla 152. **Límites permisibles de calidad y tratamientos (NOM-001-ECOL-1996)**
- Tabla 153. **Clasificación de los cuerpos acuáticos de acuerdo al IET**
- Tabla 154. **Listado de las especies de fitoplancton reportadas en el estudio**
- Tabla 155. **Número de cel/mL que registra cada división en las dos temporadas**
- Tabla 156. **Especies con más presencia en los sistemas**
- Tabla 157. **Número de especies que se cuantificaron en cada temporada por sistema**
- Tabla 158. **Especies de fitoplancton encontradas por sistema**
- Tabla 159. **Listado de las especies de zooplancton encontradas en el estudio**
- Tabla 160. **Número de especies que se encuentran en cada temporada por sistema**
- Tabla 161. **Especies de zooplancton encontradas por sistema**
- Tabla 162. **Nomenclatura taxonómica de la Ictiofauna**
- Tabla 163. **Taxonomía de la ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio**
- Tabla 164. **Ictiofauna encontradas en los sistemas de estudio**
- Tabla 165. **Porcentaje acumulado para cada componente en las dos épocas**
- Tabla 166. **Peso de las variables dentro de los componentes durante las dos épocas**
- Tabla 167. **Porcentaje acumulado para cada componente en la época de secas**
- Tabla 168. **Peso de las variables dentro de los componentes durante la época de secas**
- Tabla 169. **Porcentaje acumulado para cada componente en la época de lluvias**
- Tabla 170. **Peso de las variables dentro de los componentes durante la época de lluvias**

ANEXO 1

CUENCAS HIDROLÓGICAS

| ID | Sistema | Municipio | Tipo | Elevación | Región Hidrológica (RH18) R.H. Administrativa IV | Cuenca (CNA) 1998 | SubCuenca (CONABIO) 1998 |
|----|------------------|----------------|------|-----------|--|------------------------|--------------------------|
| 1 | Ajuchitlan | Tlaquiltenango | P | 1155 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 2 | Ajuchitlan 1 | Tlaquiltenango | T | 1162 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 3 | Amate amarillo | Ayala | P | 1192 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 4 | Amatzinac | Axochiapan | T | 1080 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 5 | Amayuca | Jantetelco | T | 1429 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 6 | Atotonilco | Tepalcingo | P | 1232 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 7 | Ayotzin | Jantetelco | P | 1350 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 8 | Benito Juárez | Tlaltizapan | T | 1016 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 9 | Cayehuacan | Axochiapan | P | 1109 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 10 | Cayehuacan 1 | Axochiapan | P | 1082 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 11 | Cayehuacan 2 | Axochiapan | P | 1081 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 12 | Cerro el mirador | Ayala | P | 1240 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 13 | Cerro prieto | Tepalcingo | P | 1229 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 14 | Coloteapa | Tepalcingo | P | 1140 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 15 | Coyotomate | Jonacatepec | P | 1205 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 16 | El abrevadero | Jantetelco | P | 1219 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 17 | El almacén | Tepalcingo | T | 1085 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 18 | El atascadero | Tepalcingo | P | 1260 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 19 | El cacahuatal | Axochiapan | P | 1118 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 20 | El limón | Tepalcingo | T | 1250 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 21 | El limón 1 | Tepalcingo | T | 1275 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 22 | El marranero | Tepalcingo | P | 1200 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 23 | El salitre | Ayala | P | 1127 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 24 | El tecolote | Jonacatepec | T | 1277 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 25 | El zacate | Tepalcingo | P | 1170 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 26 | Francisco Leyva | Ayala | P | 1128 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 27 | Huitchila | Tepalcingo | P | 1147 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 28 | Huitchila 1 | Tepalcingo | T | 1171 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 29 | Iguanas | Jantetelco | P | 1363 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 30 | Jantetelco | Jantetelco | P | 1404 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 31 | La cruz | Tlaltizapan | T | 1121 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 32 | La esperanza | Jantetelco | T | 1360 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 33 | La Laguna | Axochiapan | T | 1043 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Jolalpan |

Continuación Anexo 1

| ID | Sistema | Municipio | Tipo | Elevación | Región Hidrológica (RH18) R.H. Administrativa IV | Cuenca (CNA) 1998 | SubCuenca (CONABIO) 1998 |
|----|---------------------------|----------------|------|-----------|--|------------------------|--------------------------|
| 34 | La palapa | Ayala | P | 1240 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 35 | La sábila | Tepalcingo | T | 1102 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 36 | Las tazas | Ayala | T | 1063 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 37 | Las teclas | Tepalcingo | P | 1158 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 38 | Lorenzo Vázquez | Tlaquiltenango | P | 1007 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 39 | Los carros | Jantetelco | P | 1148 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 40 | Mariano Matamoros | Tlaquiltenango | P | 1175 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 41 | Pablo Torres | Tlaquiltenango | P | 1010 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 42 | Palo prieto | Jonacatepec | P | 1170 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 43 | Peñón de los baños | Jantetelco | T | 1163 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 44 | Poza Honda | Tepalcingo | T | 1105 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 45 | Quilamula | Tlaquiltenango | P | 1107 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 46 | San Francisco | Jantetelco | T | 1154 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 47 | San José de Palma | Tlaquiltenango | P | 1180 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |
| 48 | Santa Clara de Montefalco | Jonacatepec | T | 1364 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 49 | Santa cruz | Jonacatepec | T | 1284 | Río Balsas | Río Atoyac | Jolalpan |
| 50 | Santo niño | Jantetelco | T | 1169 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 51 | Tenango | Jantetelco | P | 1185 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 52 | Tenango 1 | Jantetelco | P | 1208 | Río Balsas | Río Atoyac | Tepexco |
| 53 | Tepehuaje | Tepalcingo | P | 1243 | Río Balsas | Río Grande de Amacuzac | Progreso-Huatla |

ANEXO 2

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON (1977)

El índice del Estado Trófico de Carlson (IET) es uno de los medios más comunes para caracterizar el estado trófico de un lago (condiciones globales) asociadas a la visibilidad al disco 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:

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

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

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

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



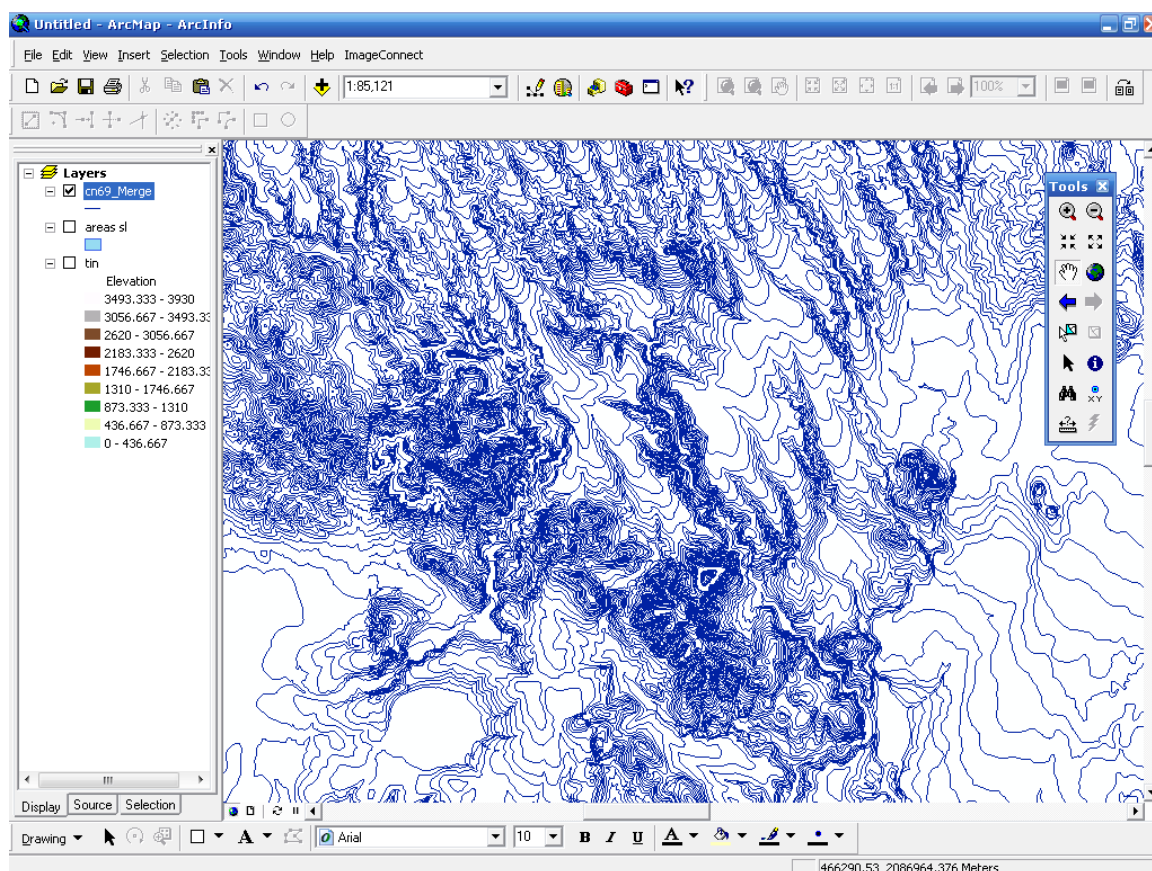
ANEXO 3

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

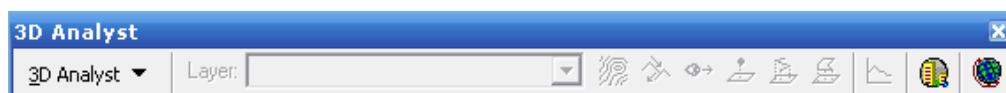
Para la generación del MDE se requiere del modulo 3D Analyst, la cual es una extensión para ArcGis (a partir de la versión 8.x), la cual permite visualizar y analizar datos en formato tridimensional (3D). Esta extensión agrega un visualizador especializado en 3D llamado ArcScene, así como también añade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

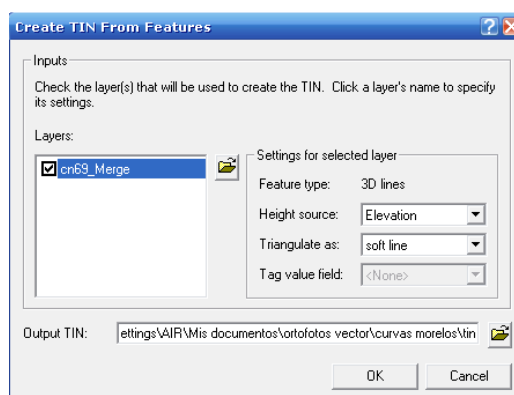


3.- Presionar sobre "3d analyst", en la barra pulsar sobre "Create/modfy TIN" y luego al lado sobre "create TIN from features"

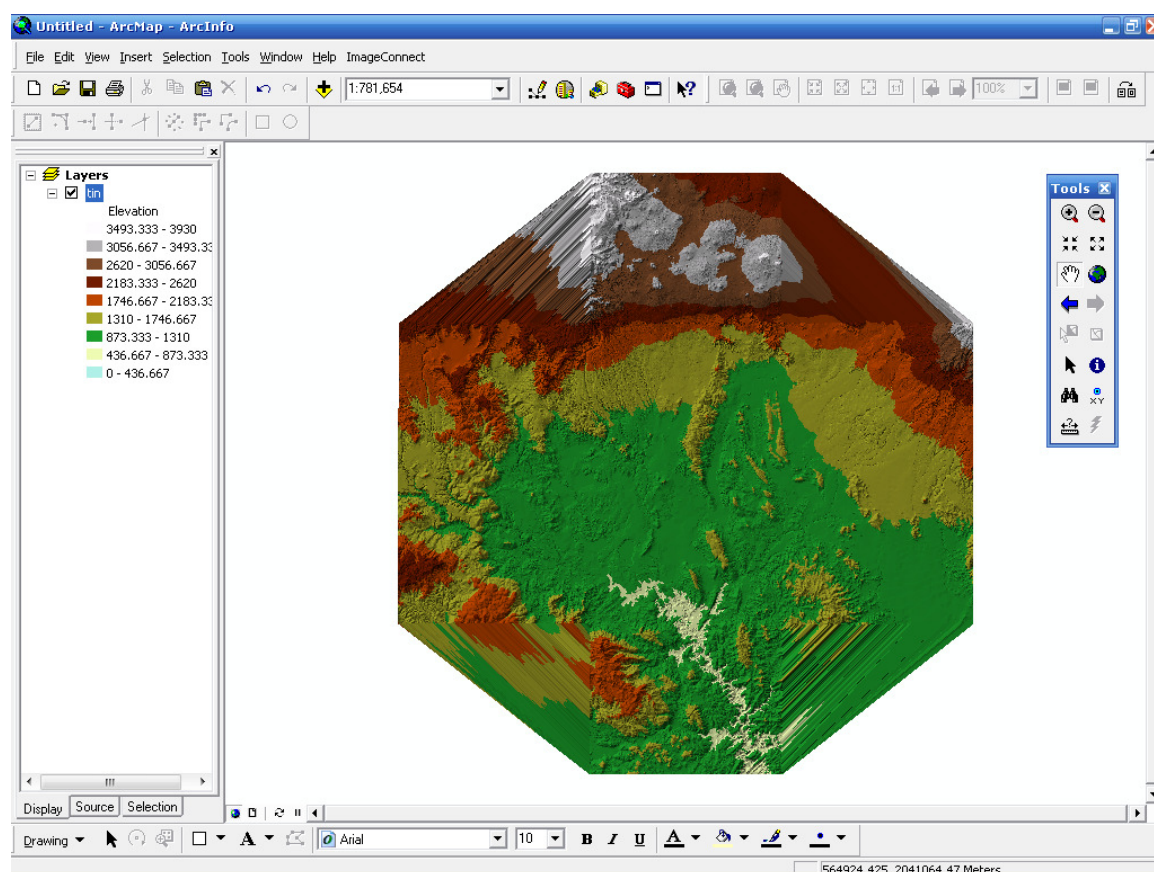
4.- Saldrá un menú con opciones. En el cuadro "layers" selecciona la entidad o de curvas.

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"

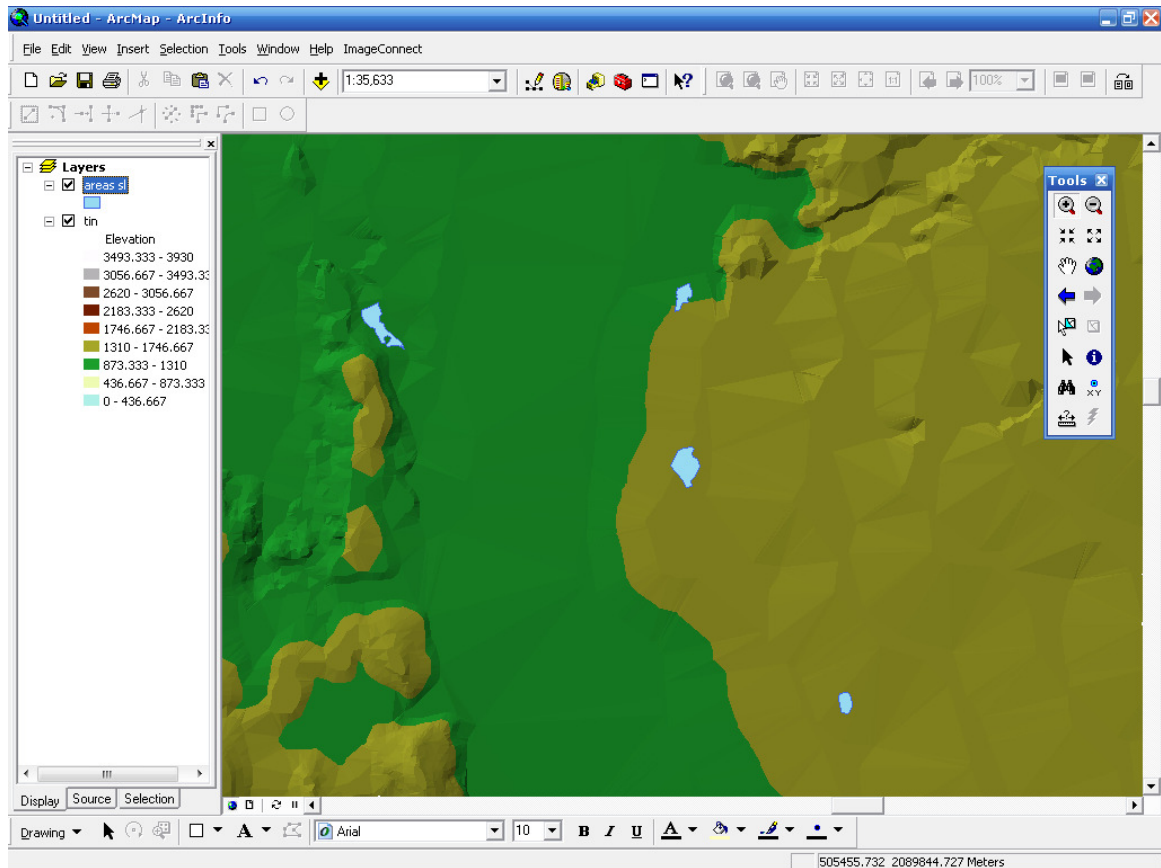


7.- Selecciona el directorio de salida y listo

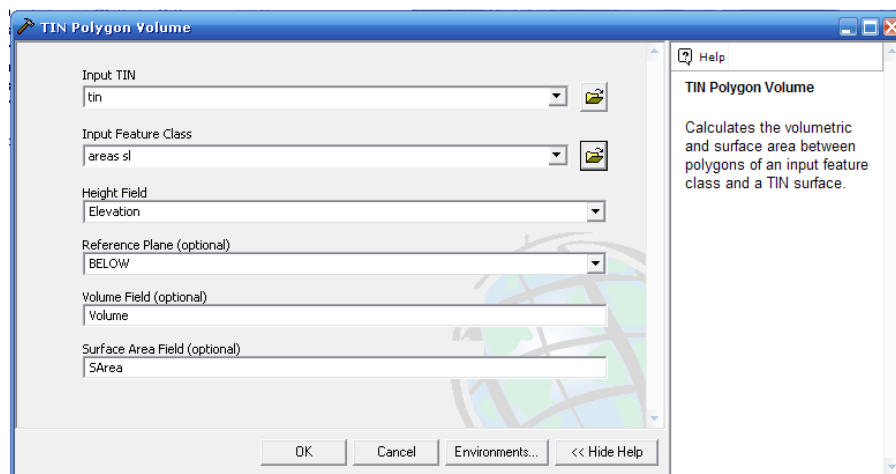


Para el cálculo del área y volumen de los sistemas acuáticos solo nos resta:

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. Incluso 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 |