



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA DE LA PRESA
ATLANGATEPEC, TLAXCALA, MÉXICO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A
MARTHA PATRICIA FLORES MÁRQUEZ

DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. JOSÉ ROMÁN LATOURNERIÉ CERVERA



2005



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

m. 342460



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Martha Patricia Flores Márquez

FECHA: 31 de Marzo de 2005

FIRMA: [Firma]

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

“Caracterización Limnológica de la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, México”
realizado por Flores Márquez Martha Patricia
con número de cuenta 09653276-2 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M.en C. José Román Latournerié Cervera [Firma]

Propietario M.en C. José de Jesús Rogelio Rodríguez Maldonado [Firma]

Propietario M. en C. Rebeca María López Rivas [Firma]

Suplente Biol. David Salinas Torres [Firma]

Suplente Dr. José Luis Arredondo Figueroa [Firma]

Consejo Departamental de Biología

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

[Firma]
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A mi esposo y amigo, Alfonso García Jiménez, por su paciencia y apoyo. Gracias amor por seguir a mi lado y ver realizado este sueño. Te amo.

A mi hijo Julián que adoro con toda mi alma, por haber aguantado todo el proceso de mi tesis. *Gracias.*

A mis papas y grandes amigos Rubén y Magos; por su confianza depositada en mi, por creer que esto iba a ser posible y apoyarme en todo momento. *Gracias.*

Para ustedes *con todo mi amor*

AGRADECIMIENTOS:

A mi Director de tesis José Román Latournerié Cervera:

Por haberme apoyado académicamente y facilitado el material en la realización de mi tesis.

A mis sinodales:

Al M. en C. Rogelio Rodríguez Maldonado, por sus observaciones y comentarios a mi tesis.

A la M. en C. Rebeca María López Rivas, por su apoyo académico y moral.

Al Biol. David Salinas Torres, por su disposición y comentarios en el proceso de mi tesis.

Al Dr. José Luis Arredondo Figueroa, por su tiempo y disposición para realizar las observaciones pertinentes a la misma.

A Carolina Hinojosa:

Por su confianza y su gran apoyo académico durante mi estancia en el laboratorio.

Gracias.

Al M. en C. Ignacio Andrés Morales Salas (Personal del acuario de la facultad de Ciencias, UNAM):

Por su apoyo académico en la toma de muestras y fotos de plancton, así como en la parte fisicoquímica. *Gracias.*

A CONACYT-Tlaxcala (Fondo Mixto), por la beca otorgada. Muchas gracias.

Proyecto Tlax-2003-C01-4214, titulado "Evaluación del estado actual de los recursos naturales y su manejo del potencial productivo del sistema: Presa Atlangatepec, recurso en el estado de Tlaxcala".

A la Defensoría de los derechos Universitarios, por su apoyo para que esto se hiciera posible. Gracias.

A Mtra. Magdalena Aguilar y Cuevas, por brindarme una luz de esperanza.

A la Secretaria Académica (Facultad de Ciencias, UNAM)

Dra. Cristina Kramer, por su apoyo moral. *Gracias.*

Al Jefe de la División de Estudios Profesionales, el Actuario Mauricio Aguilar González, por su apoyo brindado. *Gracias.*

A Ubaldo Guzmán Villa, por su apoyo en la parte de Análisis Multivariado y por sus comentarios acertados a mi tesis.

A mi hijo Julián

Gracias por ser el motor y el empuje que necesite para realizar y terminar mi tesis.

A mi esposo Alfonso:

Gracias por haber participado como editor en mi tesis.

Y gracias por el apoyo incondicional y cuidar a nuestro hijo cuando más lo necesite.

Por que sin esta gran ayuda me hubiera sido muy difícil terminar mi tesis. Gracias por ser el esposo que esperaba. Te amo.

A mis papas:

Gracias por existir, porque sé, que siempre puedo contar con ustedes, en las buenas y en las malas, como buenos amigos que son. Y gracias por habernos dado acilo en su casa para que yo terminará mi tesis. Los Amo.

A mi hermana Alma:

Gracias por demostrarme que si se puede titular uno, aun cuando se tienen hijos, sabes estoy orgullosa de ti, te felicito por haber terminado la escuela y estar ya trabajando con una nueva plaza. Te quiero mucho.

A mi hermana Gpe. Angélica:

También estoy muy orgullosa de ti, porque has sabido hacer las cosas bien, y eres un buen ejemplo a seguir, sigue como hasta ahora. Te quiero mucho.

A mis suegros y cuñado:

Gracias por su apoyo, siempre lo recordaré. Los quiero mucho.

A los pescadores de Atlangatepec:

Gracias, por la facilitación de sus lanchas, para la realización de mi estudio.

Al personal administrativo de la Facultad de Ciencias

INDICE**PÁGINA****Capítulo I. INTRODUCCIÓN**

El agua	2
1.1 Importancia y problemática de la disponibilidad del agua.	
1.2 Bioindicadores.....	5
1.3 Formas de caracterización de una presa	
1.3.1 Estudios puntuales.	6
1.3.2 Estudios corto y a mediano plazo.....	6
1.3.3 Estudios a largo plazo.....	6

Capítulo II. Objetivos de este estudio

2.1 Objetivo General.....	8
2.1.2 Objetivos Particulares.....	8
2.2 Antecedentes.....	9
2.3 Planteamiento del problema.....	10
2.3.1 Justificación.....	12

Capítulo III. Área de estudio

3.1 Área de estudio.....	14
3.1.1 Suelo.....	15
3.1.2 Clima.	15
3.1.3 Vientos.....	16
3.1.4 Flora y fauna.	17
3.1.5 Regiones hidrológicas.....	19
3.2 Características de la presa Atlangatepec.....	19

Capítulo IV. Metodología

4.1 Metodología.....	22
4.1.1 Estaciones de muestreo.	



4.1.1.1	Ubicación de las estaciones.	22
4.1.1.2	Criterios de la selección de muestreo.....	22
4.1.2	Muestreo abiótico; Aspectos morfométricos y batimétricos	
4.1.2.1	Morfometría.	24
4.1.3	Batimetría.	24
4.1.4	Muestreo biótico	
4.1.4.1	Plancton.....	26
4.1.4.2	Bentos; Aspectos físicos (sedimentos).	27
4.1.4.3	Necton.	27
4.2	Análisis estadístico.....	29

Capítulo V. Resultados

5.1	Muestreo abiótico; Aspectos morfométricos y batimétricos	
5.1.1	Morfometría.	32
5.1.2	Batimetría.	32
5.2	Caracterización fisicoquímica.....	33
5.2.1	Temperatura.	34
5.2.2	Transparencia.	34
5.2.3	Sólidos Totales: suspendidos y disueltos.	35
5.2.4	Conductividad.	37
5.2.5	Resistencia.	37
5.2.6	Oxígeno disuelto.	38
5.2.7	pH.	38
5.2.8	Dureza total.	39
5.2.8.1	Calcio.	39
5.2.8.2	Magnesio.	39
5.2.9	Nutrientes.	
5.2.9.1	NO ₂	41
5.2.9.2	NO ₃	41
5.2.9.3	Ortofosfatos (P-PO ₄).	41
5.2.10	Sulfatos (SO ₄).	42
5.2.11	Silicatos (SiO ₂).	43



5.3	Perfil de oxígeno y temperatura.....	44
5.4	Análisis Multivariado (caracterización fisicoquímica)	
5.4.1	Por Variables.	46
5.4.2	Por meses.	47
5.5	Muestreo biótico	
5.5.1	Plancton.	48
5.5.2	Bentos; Aspectos físicos (sedimentos).	49
5.5.3	Necton.	51
5.5.3.1	Rendimiento pesquero.	51

Capítulo VI. Discusión

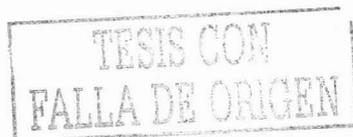
6.1	Muestreo abiótico; Aspectos morfométricos y batimétricos	
6.1.1	Morfometría.	53
6.1.2	Batimetría.	54
6.2	Caracterización fisicoquímica	
6.2.1	Temperatura.	55
6.2.2	Transparencia del agua (disco de Secchi).	55
6.2.3	Conductividad.	56
6.2.4	Resistencia.	56
6.2.5	Sólidos totales: suspendidos y disueltos.	56
6.2.6	Oxígeno disuelto.	59
6.2.7	pH.	60
6.2.8	Dureza total.	60
6.2.8.1	Calcio.....	60
6.2.8.2	Magnesio.....	61
6.2.9	Nutrientes.	
6.2.9.1	NO ₂	61
6.2.9.2	NO ₃	61
6.2.9.3	Ortofósforos (P-PO ₄).	62
6.2.10	SO ₄	63
6.2.11	SiO ₂	63
6.3	Perfil de oxígeno y temperatura.....	64



6.4	Análisis Multivariado	
6.4.1	Por variables.	64
6.4.2	Por meses.	65
6.5	Muestreo biótico	
6.5.1	Plancton.	66
6.5.2	Bentos; Aspectos físicos (sedimentos).	68
6.5.3	Necton.	69
6.5.3.1	Rendimiento pesquero.	70
 Capítulo VII. Conclusiones.....		75
 Capítulo VIII. Bibliografía citada.....		79

Anexos

1. Aspectos batimétricos (mapa 2a)
2. Tablas de caracterización fisicoquímica
- 2.1 Tabla de perfil de oxígeno y temperatura
- 2.2 Tabla y figuras de análisis Multivariado (Parámetros fisicoquímicos)
3. Tablas, gráficas y fotos de análisis biótico (Plancton)
4. Tabla de Bentos (aspectos físicos de sedimentos)
5. Fotos, diagnosis y tablas de análisis biótico de necton (pesquería)



Capitulo I.

El agua

INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia y disponibilidad del agua.

El agua es un elemento esencial para toda forma de vida, por lo que es considerado uno de los factores ambientales más importantes, ya que sirve como soporte para muchas especies terrestres y acuáticas, las que a su vez constituyen la base para los demás niveles tróficos. Un elemento fundamental a considerar, es la función que desempeña el agua en todo el planeta, esto es, como regulador del clima de cada región.

México cuenta tan sólo, con el 1.7% de agua de la población mundial y si a esto agregamos que la poca agua que se tiene, se desperdicia o se contamina, entonces el panorama es desolador (Schwartz, 2003).

De acuerdo a De la Lanza y García-Calderón (2002). En el 50% del territorio nacional hay problemas de disponibilidad de agua, debido a que ésta se encuentra concentrada en una sola porción del territorio, particularmente en la región sureste, aunado a esto, existen pocas fuentes de aguas interiores en nuestro país, lo que imposibilita el desarrollo de una adecuada agricultura o ganadería.

Cabe señalar que el estudio del agua, es más necesario en las regiones donde este recurso es limitado (Margalef, 1983), como en México donde el 70 % del territorio es árido o semiárido, lo que se ve reflejado en la disponibilidad que existe a nivel nacional anual por habitante. El promedio en el país es de 4,841 m³/hab, sin embargo en la zona norte, la disponibilidad es de menos de 2,000 m³/hab, mientras que en los estados del sur y sureste, los niveles son superiores a 8,000 m³/hab. Por otra parte, en el Distrito Federal y Valle de México, el volumen disponible es de tan solo 196 m³/hab/año, situación que es considerada

de escasez severa, ya que valores inferiores a 1,700 m³ /hab, se ubican en la definición internacional de escasez (Schwartz, 2003).

Por otra parte está la problemática de la contaminación de los cuerpos de agua en un 24% de las cuencas del país, las cuales no pueden ser utilizadas para uso agrícola ni industrial. Se conoce que el 78% del agua que se extrae, se utiliza para la agricultura y esta actividad sólo produce el 3% del PIB nacional, en tanto que la industria que genera casi el 30% del mismo, consume el 9% del agua y en el caso de los servicios, generan las dos terceras partes restantes y consumen el 13 % del agua.

La situación hídrica de México es difícil, ya que las lluvias se concentran principalmente en cuatro meses del año (70% tienen lugar durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre), estas se distribuyen de manera muy irregular, geográficamente se concentran principalmente en el centro y sureste del país.

En el territorio mexicano llueve cerca de 1 378 Km³ al año y el promedio anual de precipitación, es de 750 mm, lo que es equivalente a 1 500 billones de m³. No obstante, 72% se pierde debido a la evaporación y transpiración, el resto constituye la disponibilidad natural total de agua en México, la cuál se distribuye de la siguiente manera: 469, 000 millones de m³/año, se reparten entre las aguas subterráneas (75, 000 millones de m³) y las aguas superficiales (394, 000 millones de m³) (Cooperación técnica sector agua, 2004).

La mayor riqueza pluvial del país se localiza en la Vertiente del Golfo de México, con el 79.3%, debido a la abundancia y regularidad de las lluvias; en tanto que en la vertiente del O. Pacífico, sólo se ubica el 20.7%, porque la temporada de lluvias es más irregular y alterna con frecuentes sequías. Por ende, considerando este panorama de distribución de

los recursos hídricos, es que cobra particular relevancia la presencia y preservación de los lagos en nuestro país.

México, posee 320 cuencas hidrográficas, en las cuales se destacan 70 lagos, con tamaños de superficie que varían entre las 1, 000 y más de 10, 000 ha y que en conjunto cubren un área de 370, 891 ha, del total de 2×10^6 Km² de extensión territorial que abarca nuestro país, de la superficie nacional, 49, 512 km², corresponden al agua dulce que ocupa sólo un 0.7% del agua de la Tierra y se encuentra en condiciones naturales, en forma de lagos, ríos, riachuelos, acuíferos y barrancos. Además, se cuenta con 130 grandes presas, más de 1,200 presas de tamaño medio y 1,090 para recreación (Tortajada, 2002).

Debido a la problemática antes mencionada, se ha recurrido a la construcción de obras hidráulicas, que existen desde la época prehispánica y colonial, como la de Yuriria, Guanajuato, construida en 1550 y aunque no se tienen constancias documentales concluyentes, algunas evidencias permiten vislumbrar que existieron áreas de pesca y de piscicultura asociadas primordialmente a conventos. Así la gran mayoría de los embalses construidos, se han ubicado preferentemente en un territorio donde existe un déficit de agua, la cuál es empleada para diversos usos: suministro de agua potable, riego de campos agrícolas, generación de energía eléctrica, conservación, pesca y acuicultura entre otros. Sin embargo, la construcción de un gran número de embalses ha cambiado no sólo el paisaje, sino también las condiciones económicas y sociales de diversas regiones.

México ocupa el séptimo lugar mundial en términos de instalaciones para el uso y manejo del recurso hídrico, en los últimos 50 años, se han construido más de 12, 000 presas, las cuales almacenan alrededor de 100,000 millones de m³ e inundan 800,000 ha (Torres-Orozco y García-Calderón, 1995).

El estado de Tlaxcala a tenido la necesidad de almacenar el agua proveniente de ríos y lluvia, para su beneficio, para ello, cuentan con una infraestructura hidroagrícola conformada por 26 presas de almacenamiento y 410 pozos de riego. Las principales cuencas hidrográficas son las de Atoyac-Zahuapan y la Presa de San José Atlangatepec (Bermúdez et al. 2002).

1.2 Bioindicadores

El estudio de la calidad del agua es un factor importante a evaluar en cualquier hábitat acuático. Un enfoque que nos permite conocer si un habitat está contaminado o no, es el uso de bioindicadores. La presencia de algunos géneros de fitoplancton, *Chlorella sp* y *Euglena sp.* indican contaminación por materia orgánica. En el caso de *Closterium sp.* y *Cosmarium sp.* están presentes cuando el agua del sistema, es rica en calcio y por lo tanto se consideran alcalinas, así como en sistemas con bastantes cloruros (Margalef, 1983), elemento que es integrado al cuerpo de agua por medio de hipoclorito de sodio que se utiliza para lavar ropa.

Los rotíferos sirven como buenos indicadores de la calidad del agua y del estado trófico, ya que son muy susceptibles a sus cambios fisicoquímicos, debido a la talla y a la permeabilidad de su integumento. Los cladóceros pueden colonizar ambientes acuáticos con diferentes grados de contaminación (Vernberg & Vernberg, 1983), ya que muchas de sus especies soportan concentraciones de oxígeno muy bajas (Kring & O' Brien, 1976), por ello también pueden ser de utilidad para delimitar el estado de la calidad del agua.

Existen otros géneros indicadores de ambientes eutróficos, entre estos se encuentran:

Anabaena sp., *Microcystis sp.*, *Volvox sp.*, *Ceratium hirudinella* (Sánchez-Rodríguez y Vázquez, 1990), *Euglena viridis* (Moreno-Ruiz, 2000), *Scenedesmus sp.* y *Asterionella sp.* González de Infante (1988), menciona que los rotíferos se presentan en sistemas eutróficos en densidades alrededor de 10^4 org /l.

1.3 Caracterización de una presa

La caracterización de una presa o un cuerpo de agua lacustre, se centra en la necesidad de resolver un problema o en el de contribuir con el conocimiento científico, atendiendo a diversos parámetros físicos, químicos y biológicos, que pueden ser básicamente estudiados a tres niveles (Arredondo, 2003) según sea el objetivo de estudio del embalse:

1.3.1 Los estudios puntuales. Estas son investigaciones en las que se aborda la caracterización fisicoquímica general, se considera el registro de algunos parámetros tales como la temperatura del agua, la concentración del oxígeno disuelto, el pH, la alcalinidad total, la dureza total, la conductividad y las formas de nitrógeno y fósforo entre otras. Estos estudios se efectúan para tener un conocimiento general de la calidad del agua para propósitos de consumo, uso agrícola e industrial o bien para la acuicultura. En general estos estudios se realizan a lo largo de un ciclo anual.

1.3.2 Estudios a corto y mediano plazo. En ellos se cubren más disciplinas y temas de estudio como la geología, paleolimnología, batimetría y morfometría, parámetros fisicoquímicos, análisis del plancton, análisis del necton, ictiología, bacterias, bentos y pesquerías, entre otras. Estos estudios se llevan a cabo por lo menos durante un año y los muestreos se realizan cada dos meses; abarcando épocas de lluvias y secas.

1.3.3 Los estudios a largo plazo. Comprenden plazos de varios años, son investigaciones con un enfoque integral, ya que se analiza la parte física, química y biológica.

Capítulo II.

Objetivos

OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ❖ Caracterizar la presa Atlangatepec Tlaxcala, durante un ciclo anual de muestreo, para evaluar su dinámica y potencial del embalse, por medio de indicadores bióticos y abióticos del sistema.

2.1.2 Objetivos Particulares

- ❖ Caracterizar la morfometría y batimetría del embalse.
- ❖ Medir los parámetros físicos y químicos que tienen influencia directa en la dinámica hidrológica de la presa Atlangatepec.
- ❖ Evaluar los componentes bióticos del sistema acuático de la presa:
 - Plancton.
 - Bentos (aspectos físicos del sedimento)
 - Necton.
- ❖ Integrar la información previa en un diagnóstico del cuerpo de agua que sirva de base para elaborar a futuro una propuesta del manejo del mismo.

2.2 Antecedentes

Se han realizado trabajos de investigación relacionados con la presa de Atlangatepec, en los cuales han participado grupos de investigadores de instituciones locales y foráneas, como la Universidad Autónoma de Tlaxcala, UAM-Iztapalapa y UAM-Xochimilco.

Entre estos se encuentran los de Pérez-Rodríguez (1995) en el que se realizaron las caracterizaciones de los moluscos bénticos y epífitos del embalse. Con respecto a los aspectos pesqueros de éste Ritter-Ortiz *et al* (1989), realizaron un trabajo sobre el crecimiento de las carpas *Cyprinus carpio*, determinando aspectos poblacionales relativos al crecimiento individual, mortalidad, sobrevivencia y aporte de biomasa poblacional.

Sánchez-Santillán y De la Lanza (2001), efectuaron un análisis sobre el cambio climático bajo la clasificación de climas de Köppen modificado en la presa de Atlangatepec, dentro de la cuenca central de México, la cuál analiza el comportamiento de la precipitación pluvial y de la temperatura atmosférica en la Cuenca Central de México, durante el periodo 1944-1999. También se realizó un trabajo relacionado con las principales pesquerías y su relación con la limnología, biología pesquera y la tecnología de capturas, así como de los aspectos socio-económicos del lugar, durante los meses de mayo a octubre de 2001 (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002). Recientemente Sánchez-Santillán (2004), investigó la influencia de la temperatura del aire, sobre el ecosistema de la presa Atlangatepec, Tlaxcala, en el que se evidencia que los cambios en la actividad solar y el Niño, son un factor determinante en la variabilidad climática, expresada como la amplitud de la oscilación de la temperatura del aire en la presa Atlangatepec.

2.3 Planteamiento del problema

En el estado de Tlaxcala, la basura es un problema, ya que se generan hasta 800 toneladas diarias. Los servicios de limpieza y recolección captan alrededor de 600 toneladas que son depositadas en los cinco rellenos sanitarios que existen en la entidad; el resto es arrojado a tiraderos clandestinos, barrancas, ríos o en las orillas de las carreteras.

Por otra parte, en la entidad existen alrededor de 500 empresas productoras de residuos peligrosos, de las cuales 32 son consideradas de alto riesgo dentro de la petroquímica y la rama metal-mecánica básica e industria eléctrica.

Seis de los siete ríos del estado de Tlaxcala, presentan altos índices de contaminación, causados por elevadas descargas de desechos sólidos y líquidos degradados de usos domésticos, agrícolas e industriales. El principal río contaminado por tales circunstancias es el Zahuapan y en menor proporción, los ríos Atenco, Atotonilco (Tlaxco), el Atlixtac (San Benito Yauquemehcan) y el río los Negros, entre otros.

El río Zahuapan es uno de los cauces que ha preocupado en mayor medida a la comunidad y autoridades del estado, principalmente por los altos índices de contaminación, ya que sus afluentes traen tanto agua limpia proveniente de manantiales, como aguas negras no tratadas por usos municipales, industriales, diversos comercios, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso, así como la combinación de todos ellos.

La contaminación de los cuerpos de agua en el estado se debe, principalmente, a las aguas residuales urbanas que se vierten en los diferentes cauces y ríos que atraviesan la entidad. La mayor emisión de residuos no obedece a las descargas de los ayuntamientos más

desarrollados, como es el caso de aquellos de la ciudad de Apizaco y Huamantla. En la entidad existen instalados seis sistemas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el problema son los pequeños asentamientos humanos que vierten sus aguas residuales sin ningún proceso de tratamiento.

El origen de los principales contaminantes que presenta el agua, se genera en los desechos domésticos: detergentes, jabones y basuras; desechos industriales: colorantes y pigmentos, disolventes, ácidos grasos, sales, metales y diversas sustancias químicas que suelen ser tóxicas para la salud del hombre, la flora y fauna; así como los agropecuarios: insecticidas, plaguicidas, sales inorgánicas, minerales, desechos animales y fertilizantes entre otros, lo cuál es una fuente de contaminación para la presa y por lo tanto, un factor de riesgo para los organismos que viven en el embalse, así como para la actividad pesquera.

El efecto de esta carga de contaminantes, aun no ha sido valorado, pero podría dañar a los organismos presentes, incluyendo a los peces, los que a su vez son empleados para autoconsumo y vendidos a la comunidad y al turismo, por lo que podría en última instancia tener un efecto en la salud del humano que los consuma, por ello es necesario implementar medidas para controlar las fuentes de contaminación en la presa.

Se conoce que el estado de Tlaxcala tenía una superficie de 350,000 ha de bosques, los registros para el año de 1949, indicaban una cobertura boscosa de sólo 108,000 ha. En la actualidad se reportan 59,000 ha deforestadas (Espejel y Carrasco, 2004), la creciente deforestación perturba también al embalse, ya que al no haber suficientes áreas con vegetación, la tierra de cultivo, las heces del ganado, la vegetación suelta y demás

materiales que queden en el paso hacia la presa son arrastrados por la lluvia y por el viento hacia ésta.

El problema de la deforestación de la microcuenca, donde se ubica el embalse, tiene incidencia en su dinámica y productividad.

Hasta el momento no hay estudios que profundicen esta situación, ya que el lavado continuo de la cuenca aporta grandes cantidades de sólidos hacia el embalse, este proceso también se ve influido por el arrastre de nutrientes, que al no ser retenidos por la vegetación, se depositan en la presa aumentando los niveles de sólidos disueltos y suspendidos y que como consecuencia inciden en una disminución en los procesos de fotosíntesis realizados por el fitoplancton.

2.3.1 Justificación

Este proyecto pretende realizar un diagnóstico limnológico del estado actual de la presa Atlangatepec, Tlaxcala, con la finalidad de contribuir a sentar las bases para: la elaboración de una propuesta de manejo del embalse y las posibles alternativas que reditúen en una mayor producción pesquera.

Capítulo III

Área de estudio

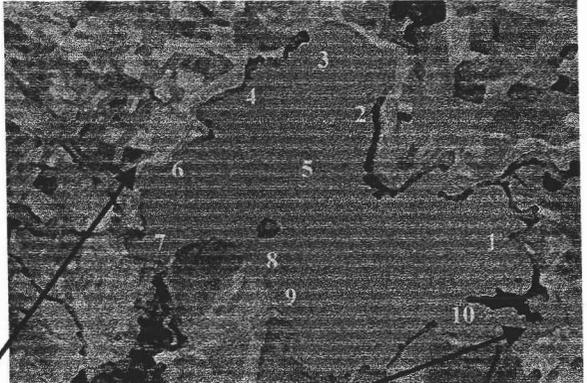
3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Atlangatepec se localiza en el estado de Tlaxcala (mapa No.1), en el altiplano central mexicano a 2500 m sobre el nivel del mar, se sitúa entre los 19° 32' latitud norte y 98° 12' longitud oeste.

Se ubica al norte del estado y colinda en esta dirección con el municipio de Tlaxco y al Sur con el municipio Muñoz de Domingo Arenas y Tetla de la Solidaridad. Al Oriente se establece el lindero con el municipio Tetla de la Solidaridad y al poniente con el municipio Muñoz de Domingo Arenas y Hueyotlipan.

ESTACIONES DE MUESTREO

- E-1 Río Zahuapan
- E-2 San Luis
- E-3 Santa Clara Ozumba
- E-4 Barranca Huichotetel
- E-5 Área Central



- E-6 Fuerte Apache
- E-7 Cortina
- E-8 Entre isla y loma San José
- E-9 Frente laguna Jalnene
- E-10 Cooperativa

Mapa No. 1. Ubicación Geográfica de la presa Atlangatepec.

De acuerdo con INEGI (Coordinación General de Informática, 2004), el municipio de Atlangatepec comprende una superficie de 124. 067 km², lo que representa el 3.05 % del total del territorio estatal, el cual equivale a 4 060. 923 km².

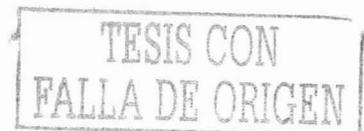
3.1.1 Suelo

De acuerdo con Werner (Coordinación General de Informática, 2004), en el territorio del estado de Tlaxcala, existen suelos tipo cambisoles, litosoles, andosoles, regosoles, gleysoles, fluvisoles, vertisoles, solenchakes, ranker, rendzinas, serosoles e histosoles. En base a ese estudio, se determinó que el municipio de Atlangatepec cuenta con suelos del tipo andosoles, que son de barro semejante al vertisol, con sedimentos de toba de color blanco gris, a menudo recubierto de la capa coluvial arenosa; también cuenta con suelos de tipo cambisoles con horizontes duripan que son el tepetate, gris claro y café amarillento.

En la actualidad el uso de suelo en Atlangatepec, se distribuye de la siguiente forma: en producción rural, ocupa una superficie de 5 959 ha, que representan el 2.5 % de la superficie total del estado. De esta extensión, 4 554 ha, representan el 76.4% de la superficie total de labor. Una superficie de 1 113 ha, está dedicada a la ganadería, por pastos naturales. Los bosques tienen una superficie máxima de 2 ha y existen 290 ha sin vegetación.

3.1.2 Clima

Existen 27 estaciones meteorológicas en el estado de Tlaxcala. En cada una de ellas se realizan registros, tanto de las variaciones del clima como del régimen pluviométrico, durante todos los días del año. La información de referencia es de gran utilidad para apoyar



las actividades económicas regionales, en especial las relacionadas con la agricultura y la ganadería. Para el caso de este estudio, la estación meteorológica de interés es la ubicada en San José Atlangatepec, Atlangatepec; ésta se caracteriza por tener un clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media C(w1), la temperatura promedio máxima anual registrada es de 20.7°C. Durante el año se observan variaciones en la temperatura que van desde los 0.7°C, como mínima, hasta los 23.6°C como máxima. La precipitación pluvial anual promedio es de 670.5 mm con una tasa de evaporación anual de 1,992.6 mm (INEGI, 1999), citado por Bermúdez-Rodríguez et al. (2002).

Cuadro 1. Recopilación de información Climatológica (1961-1990) Estación San José Atlangatepec, Tlaxcala (2498 msnm).

Temp.°C	MESES												Anual
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	
Normal Std Max	19	20	23	24	24	21	20	21	20	20	20	19	21
Mensual Max	22	24	26	27	27	24	22	23	22	23	22	22	27
Mensual Min.	16	18	20	21	21	19	18	19	17	17	16	17	16
Normal Std.Media	9.9	11	13	15	16	15	14	14	14	13	11	10	13
Precip. Total													
Normal Std.	6.3	9.3	15	36	70	116	127	128	95	39	13	5.4	659
Mensual Max.	41	33	50	112	129	201	219	215	187	111	87	22	219
Evaporación Total													
Normal provisional	4.3	5.4	6.8	6.9	6.3	5.2	4.4	4.4	4.3	4.6	4.2	3.8	5
Temp.°C													
Normal Std.Media	9.9	11	13	15	16	15	14	14	14	13	11	10	13

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

3.1.3 Vientos

En el estado de Tlaxcala el viento llega en dos direcciones; por el norte y el noroeste influyen los vientos del Golfo de México que en su camino, pierden calor y humedad.

Aquellos que llegan por el sur, viniendo del Océano Pacífico, son más cálidos y están cargados de humedad. Estos soplan en el valle de Tlaxcala-Puebla y en la ladera sur de la Malintzin y determinan la intensidad de las lluvias. En Atlangatepec, los vientos dominantes proceden del Norte en dirección Sur durante gran parte del año (Pérez-Rodríguez, 1995).

3.1.4 Flora y Fauna

Por su ubicación geográfica y clima, corresponde al municipio una vegetación terrestre principalmente de bosque de junípero, el cual en la mayoría de los casos se encuentra fuertemente perturbado o bien ha sido desplazado por la agricultura.

La especie dominante es el sabino (*Juniperus deppena*) y cuando la densidad del arbolado es baja, se asocian otras especies de árboles, arbustos y hierbas como por ejemplo: el pirul (*Schinus molle*), el tepozán (*Buddleia cordata*), la uña de gato (*Mimosa biuncifera*), el chicalote blanco (*Argemone platyceras*), la lengua de vaca (*Reseda luteola L.*), el maguey pulquero (*Agave salmiana*), varias especies de nopales (*Opuntia spp.*), la gobernadora (*Brickelia veronicifolia*), el abrojo (*Adolphia infesta*) y el capulín (*Prunus serotina*), así como el zacate lobero (*Lycurus pleoides*). Es muy común encontrar este bosque, asociado a elementos propios del matorral xerófito y bosque de encino. Es importante mencionar que gran parte de esta vegetación constituye un subsidio importante de materia orgánica de tipo alóctono, que llega a la cuenca de captación de la Presa de Atlangatepec.

La especie acuática más abundante y distribuida, corresponde al tule de la especie *Scirpus lacustris linnaeus*, lo cuál coincide con los ambientes sedimentarios del tipo pantanoso.

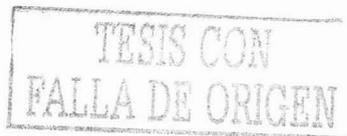
Otros vegetales acuáticos son el helecho acuático *Marsilea mexicana* y fanerógamas como *Lemna gibba*, *L. minor*, *Nymphaea sp*, entre otras.



En el municipio todavía es común encontrar fauna silvestre como el conejo (*Sylvilagus floridanus*), liebre (*Lepus californicus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), tuza, diversos roedores, así como algunas variedades de aves tales como el pato (*Anas spp.*), aura (*Caracara cheriway*) y codorniz (*Cyrtonix montezumae*).

La fauna acuática está formada por una serie de especies de invertebrados pertenecientes a los grupos de platelmintos (*planaria*); crustáceos, entre ellos, los isópodos, ostrácodos, anfípodos y decápodos, como el acocil *Cambarellus montezumae*; moluscos (gastropoda y bivalvos); así como también larvas de insectos, ácaros acuáticos y anélidos hirudíneos (sanguijuelas).

Existen diferentes especies de vertebrados como son, la carpa común (*Cyprinus carpio comunis*), carpa espejo o de Israel (*Cyprinus carpio specularis*), carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*), la carpa dorada (*Carassius auratus*), la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), el charal (*Chirostoma sp*) y el bagre (*Ictalurus balsanus*) (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002).



3.1.5 Regiones Hidrológicas

El territorio del estado forma parte de cuatro regiones hidrológicas: Río Balsas (RH-18) que cubre 77% del estado, Tuxpan-Nautla (RH-27) cubriendo sólo 4 %, y alto Pánuco (RH-26) que abarca 19% del territorio tlaxcalteca. El estado se localiza dentro de la subregión alto Atoyac, en las que se identifica las cuencas de los ríos Zahuapan, Atoyac y la cuenca cerrada Libres-Oriental; administrativamente se ubica dentro de las regiones IV (Balsas) comprende 56 municipios, XIII Valle de México (Benito Juárez, Cualpulalpan, Arizta , San Lunctorum de Lazaro Cardenas). Entre los manantiales de mayor importancia están los de Atzompan, El Molinito y Apizaquito.

La Hidrología subterránea, conforma las principales fuentes de abastecimiento para los usos público, urbano, industrial y servicios.

La Hidrología superficial, por la ubicación del estado, nace en tres regiones hidrológicas, que tienen limitaciones para su uso utilizadas en actividades agrícolas.

En apoyo a la agricultura, esta entidad cuenta con una infraestructura hidro-agrícola conformada por 26 presas de almacenamiento y 410 pozos de riego. Dentro de los principales recursos hidrográficos se encuentran, la cuenca de Atoyac-Zahuapan y la presa de San José Atlangatepec (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002).

3.2 Características de la presa

La construcción de la Presa Atlangatepec, se realizó entre los años 1957 y 1961 y fue inaugurada en 1963. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua de la entidad, su principal uso se canaliza a actividades de riego para agricultura, lo cuál es posible gracias a

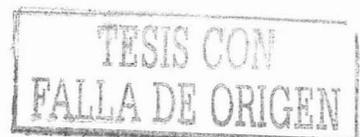


su capacidad de retención debido al tipo de suelo blando y arcilloso, con pH alcalinos que no son lixiviados con facilidad. El área que abarca la presa en la actualidad, estuvo ocupada por bosques de vegetación relativamente escasa, de los que aún se pueden apreciar troncos de árboles parcialmente emergidos, especialmente cuando baja el nivel del agua. Su capacidad volumétrica de almacenamiento es de 54.5 Mm^3 y ocupa una superficie equivalente de 1150 a 1200 ha, a una altitud de 2486.4 msnm.

Durante los meses de abril a agosto, el nivel del embalse tiene un descenso gradual en su capacidad de almacenamiento, esto obedece, en buena parte, al consumo obligado para los fines agrícolas de la región. Estos meses corresponden a la época en que el embalse presenta sus menores porcentajes de llenado; el volumen del embalse se vuelve a recuperar hacia finales de los meses de lluvias del verano (septiembre-octubre).

En ocasiones su nivel ha ascendido de tal forma, que los terrenos de cultivo aledaños han quedado inundados. Cabe destacar que el 10 de octubre de 1999 registró el máximo llenado de almacenamiento histórico con 59.65 Mm^3 . Por otro lado, su almacenamiento mínimo histórico fue de 22.53 Mm^3 y su nivel de almacenamiento normal, es de 40.49 Mm^3 (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002).

La presa de Atlangatepec, está alimentada por escurrimientos de los ríos que descienden de la Sierra Norte del estado; el mayor de ellos, es el río Zahuapan, el cual a su vez tiene tributarios menores como el Espejo, Totoltepec y el Potrero.



Capítulo IV

Metodología

4.1 Metodología

4.1.1 Estaciones de muestreo

4.1.1.1 Ubicación de las estaciones

Se consideraron diez estaciones para los muestreos realizados en: marzo, julio y octubre del 2003 y enero, febrero, mayo y junio del 2004.

En orden consecutivo, la primera estación, esta denominada como E-1.Río Zahuapan, E-2.San Luis, E-3. Santa Clara Ozumba, E-4.Barranca Huichotetel, E-5. Área Central, E-6. Fuerte Apache, E-7. Cortina, E-8. Entre Isla y Loma San José, E-9. Frente a Laguna Jalnene y E-10. Cooperativa, indicando como E, la abreviatura de estación y el número, corresponde al número de estación del muestreo.

La ubicación de las estaciones de muestreo, está referida, en el mapa 1, del área de estudio, todas ellas fueron georeferenciadas, empleando un GPS Garmín modelo III Plus ($\pm 15m$) de precisión.

4.1.2 Criterios para la selección de las estaciones de muestreo

Río Zahuapan (E-1).-Es el afluente principal hacia la presa Atlangatepec y además cruza el municipio de norte a sur; y tiene un recorrido aproximado de 7 Km. Es un cuerpo de agua considerado como "contaminado" ya que hay descargas de aguas negras del poblado de Tlaxco.

San Luis (E-2).- Tiene comunidades aledañas a la presa por lo que puede tener impacto sobre el embalse al igual que la siguiente estación de muestreo.

Santa Clara Ozumba (E-3).- Presenta comunidades a su alrededor.

Barranca Huichotetel (E-4).- Se consideró por las posibles descargas de la barranca sobre el sistema.

Área central (E-5). Se incluyó porque es la zona de mayor profundidad del embalse.

Fuerte Apache (E-6).- Es un centro recreativo, con actividad turística, sobre todo los fines de semana, por lo que puede tener influencia en el embalse.

Cortina (E-7). Es de las zonas más profundas de la presa y el sitio de descarga. El agua del embalse es ocupada para fines de riego de los campos agrícolas.

Entre isla y loma San José (E-8). La materia orgánica de la isla así como los sedimentos, pueden ser acarreados con las lluvias y el viento y puede tener impacto en el sistema acuático, además de presentar una barrera a la influencia de los vientos y en consecuencia a la dinámica de la masa de agua.

Frente a Jalnene (E-9). La laguna de Jalnene está comunicada, por el manto freático con la presa Atlangatepec y podrían variar las condiciones físicas y químicas del agua de la localidad.

Cooperativa (E-10). Es la zona donde desembarcan los pescadores, por lo que es un lugar de gran movimiento y zona en la que se desechan los subproductos de la pesquería y hay posibles descargas de gasolina y aceites empleados por las embarcaciones.

4.1.2 Muestreo abiótico. Aspectos morfométricos y batimétricos

4.1.2.1 Morfometría

Se tomaron las medidas convencionales para la morfometría: Longitud máxima, ancho máximo, profundidad máxima, profundidad media, profundidad relativa, relación profundidad promedio/profundidad máxima, longitud litoral, desarrollo litoral, área, volumen y desarrollo del volumen.

La estimación de estos parámetros morfométricos se hizo conforme a (Torres-Orozco y García-Calderón, 1995). Empleando una foto aérea de la presa Atlangatepec (escala 1:75 000) y los datos de batimetría señalados más adelante.

4.1.2.2 Batimetría

Las mediciones de profundidad en la presa se realizaron mediante un medidor de profundidad portátil Speed Tech, Inst. con una frecuencia de 400 khz y precisión de (± 0.3 m) durante el mes de febrero de 2004, para lo cuál, se efectuaron diversos transectos a través del embalse. La profundidad se midió cada 250m, registrándose un total de 100 mediciones con sus coordenadas correspondientes. Los datos obtenidos en campo se introdujeron a una base de datos del programa Surfer, versión (8.0) para obtener finalmente el mapa batimétrico.

4.1.3 Caracterización fisicoquímica

Como parte de la caracterización física, en cada estación de muestreo, se estimó la transparencia del agua (visibilidad del disco de Secchi), con dimensiones de 20 cm de diámetro.

Se realizó la colecta de agua en cada estación, para análisis "in situ" de diversos parámetros, como son, la temperatura, pH, conductividad y resistencia, obtenidos con el medidor de calidad de agua (Cole Palmer) Water test. El oxígeno disuelto se midió empleando un oxímetro YSI 51B \pm 0.05 mg O₂/ l, dichos parámetros se evaluaron en dos estratos, superficie y fondo y únicamente para este último estrato se midieron los nutrientes (NO₂, NO₃, P-PO₄), con el equipo Hach DR/870 colorímetro. Para la técnica de NO₂, el rango de sensibilidad es de 0-0.350 mg/l NO₂-N, para la técnica de nitrato, el rango de medición es de: 0-30 mg/l y para la técnica de fósforo reactivo, el rango es de 0-2.50 mg/ P-PO₄.

Los silicatos y sulfatos se midieron con métodos espectrofotométricos, referidos en (APHA et al. 1992). Por otra parte la dureza total, calcio y magnesio se midieron siguiendo los procedimientos de (APHA et al. 1992).

Con las muestras de superficie, se determinó la cantidad de sólidos suspendidos, estos se analizaron por medio del método gravimétrico, (APHA et al. 1992).

Los sólidos disueltos se obtuvieron al secar la muestra de agua en un evaporador a 90°C, durante 24hrs, de acuerdo al método de (APHA et al. 1992).

Como parte de la caracterización fisicoquímica se realizaron perfiles de oxígeno y temperatura, en las estaciones con mayor profundidad (Área Central y Cortina), tomando los registros a cada metro de profundidad.

4.1.4 MUESTREO BIÓTICO

4.1.4.1 PLANCTON

Para la colecta de fito y zooplancton, se utilizó una red Wisconsin de 133 μ de abertura de malla, se realizaron arrastres horizontales de 25-30 m de longitud en las estaciones río Zahuapan, área central, cortina y cooperativa, para los meses de Mayo y Junio.

Para su identificación se utilizaron las claves de Moreno-Ruíz (1985) y Lieder (1991).

La cuantificación del plancton se hizo, con el conteo del número de organismos, observados en el microscopio, siguiendo un recorrido en zig-zag, medidos en 6 campos, para ello se colocó 0.05ml (equivalente a 1 gota) de la muestra de plancton, en el portaobjetos y su respectivo cubreobjetos. Se observó al microscopio, recorriendo todo el portaobjetos con la muestra, registrando el número de géneros encontradas en ese recorrido. Para obtener el número de géneros nuevos, se hicieron réplicas para determinar si aparecía otra especie nueva, hasta registrar cero de especies nuevas.

Las categorías taxonómicas de los grupos de fitoplancton encontrados, se ubicaron filogenéticamente de acuerdo a la clasificación, referida en Prescott, (1970).

Las fotos tomadas, de los géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax, se realizaron con un microscopio de contraste de fase, marca Zeiss, con cámara integrada de 35mm.

El muestreo de tipo cualitativo se realizó para los meses de enero, febrero y octubre, determinando el % de abundancia relativa. El muestreo de tipo cuantitativo consideró los meses de mayo y junio, calculando el volumen de agua filtrado a través de la red, mediante la siguiente fórmula:

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



Donde:

V= Volumen filtrado a través de la red/l

π = Pi (3.1416)

r= Es el radio de la red (6cm)

d= Es la distancia recorrida por la red (25m en mayo y 30m en junio)

F= Factor de eficiencia de la red (1). (APHA et al. 1992).

4.1.4.2 Bentos (sedimentos)

Aspectos Físicos

La colecta de sedimentos, se realizó con una draga tipo Ekman, el volumen fue variable dependiendo del tipo de suelo y localidad de muestreo, el rango varió de 50g hasta un volumen de 3kg, de acuerdo al método de (APHA et al. 1992). El análisis de textura se efectuó utilizando el método hidrométrico, como refiere (Tan, 1996), para obtener el porcentaje de arenas, limos y arcillas, así como el tipo textural, se utilizó el triángulo de texturas (Tan, 1996), para cada estación de muestreo.

4.1.4.3 Necton

La pesca comercial se realiza en ocho zonas del embalse bien definidas, siendo las más importantes, la Concordia, Jericó y Loma Bonita.

En la presa se utiliza el chinchorro como arte de pesca, que consiste en una red con longitudes en la relinga superior e inferior de 30 a 100 m.

El chinchorro de arrastre armado fluctúa de los 26 a 52 m de relinga superior, dependiendo de las características de la zona de operación y de la experiencia práctica de cada pescador.

La altura de trabajo de estos equipos depende del tamaño de malla y de las zonas de pesca, normalmente esta altura fluctúa de 2.60 a 3.30 m, utilizado para la pesca del charal. El chinchorro de arrastre (charalero) es construido de material de paño industrial (multifilamento poliamida). Los tamaños de malla estirada de los paños fluctúan de 0.8 a 1 cm. En la parte superior se instalan 33 a 63 flotadores industriales de plástico tipo corcho y en la parte inferior, instalan de 23 a 58 plomos de diferente peso.

Las embarcaciones empleadas en la pesca son de tipo artesanal denominados cayucos, de madera, reforzados, en su parte inferior, por tramos de madera propulsados por remos o varas (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002).

Los datos de la pesquería son los referidos por SAGARPA y el Instituto Nacional de la Pesca citado por Bermúdez-Rodríguez et al. (2002).

Se aplicó un modelo para la predicción del potencial productivo de la presa Atlangatepec, el cuál sirve como un indicador para estimar el potencial pesquero del embalse. Para determinar el Rendimiento pesquero, se determinó primero el índice morfoedáfico.

$$\text{IME} = \text{Conductividad } \mu\text{S} / \text{Profundidad media (m)}.$$

El modelo de rendimiento aplicado es el propuesto por Wijeyaratne y Costa (1981), para embalses del orden de miles de hectáreas de superficie, según Torres-Orozco y García Calderón, (1995).

$$Y=19.0677 (IME) 0.7950$$

Donde Y= Rendimiento pesquero 19.0677 y 0.7959, son constantes

IME= Índice Morfoedáfico

4.2 Análisis Estadístico

El análisis estadístico, de las variables fisicoquímicas, se realizó con una matriz reducida, la cuál consiste de 5 estaciones de muestreo (río Zahuapan, Santa Clara Ozumba, área central, cortina y cooperativa), incluyendo los 7 meses de muestreo (enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio y octubre). Con la finalidad de ver la variación espacio-temporal.

Se midieron 17 variables: temperatura, transparencia, conductividad, resistencia, sólidos totales: suspendidos y disueltos, oxígeno disuelto, pH, dureza total, calcio, magnesio, los nutrientes; nitritos (NO_2), nitratos (NO_3), ortofosfatos (P-PO_4), sulfatos (SO_4) y silicatos (SiO_2). Debido a que sólo había datos completos para un estrato (fondo), en el análisis las replicas fueron las localidades, por lo tanto, los meses se analizaron con ANOVA de 1 factor, calculándose la prueba de "F" de significancia y a continuación el contraste. Se realizó un análisis exploratorio de datos para definir tendencias por medio del diagrama de cajas en paralelo para los diferentes meses de muestreo.

El análisis Multivariado, se efectuó empleando un análisis de similitud para las diferentes variables, posteriormente los datos se analizaron con el método de cluster, obteniéndose el dendograma de las variables evaluadas, por medio del coeficiente de similitud (distancia euclidiana).

Este análisis tomó en cuenta los 7 meses de muestreo (enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio y octubre y cada uno de los meses con 5 estaciones (río Zahuapan, Santa Clara Ozumba, área central, cortina y cooperativa. Se analizaron 14 parámetros físico-químicos, transparencia, conductividad, resistencia, oxígeno disuelto, pH, dureza total, calcio, magnesio, los nutrientes, NO_2 , NO_3 , P-PO_4 , SO_4 y SiO_2 (Tabla 11). El software empleado fue, N-Tesis y XLSTAT.



Capítulo V

Resultados

5.1 Muestreo abiótico; Aspectos morfométricos y batimétricos

5.1.1 Morfometría

Los resultados calculados para la presa Atlangatepec (Tabla 1), indican que el área del embalse es de 827.7 ha, con un volumen de 21,361,830 m³

Tabla 1. Morfometría de la Presa Atlangatepec, Tlaxcala

Magnitudes morfométricas	Resultados
Longitud máxima (l)	3.83 Km
Ancho máximo (b)	3.64 Km
Profundidad máxima (Zm)	8 m
Profundidad media (z)	2.6 m
Prof. prom./Prof. máx (z/zm)	0.33
Línea de costa (L)	23.55 Km
Desarrollo litoral (D _L)	0.196
Área (A _o)	827.7 ha
Volumen (V)	21,361,830 m ³
Desarrollo del volumen (D _v)	0.98

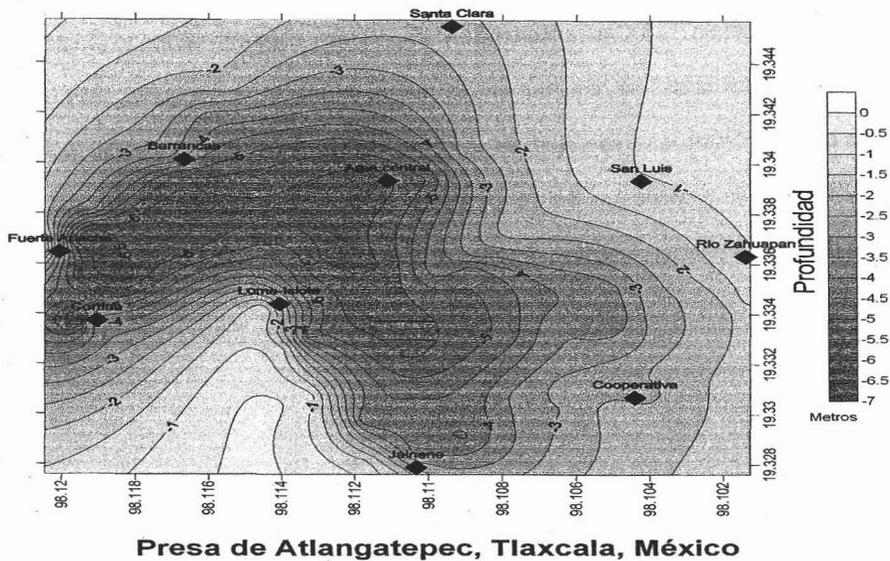
5.1.2 Batimetría

El trabajo de campo para la realización del estudio batimétrico se efectuó en febrero de 2004.

Con las diferentes profundidades obtenidas de los transectos, se introdujeron a una base de datos del programa Surfer, versión 8.0 para obtener finalmente el mapa batimétrico (mapa 2) y el 2a (ver anexo 1).



MAPA 2. BATIMETRICO



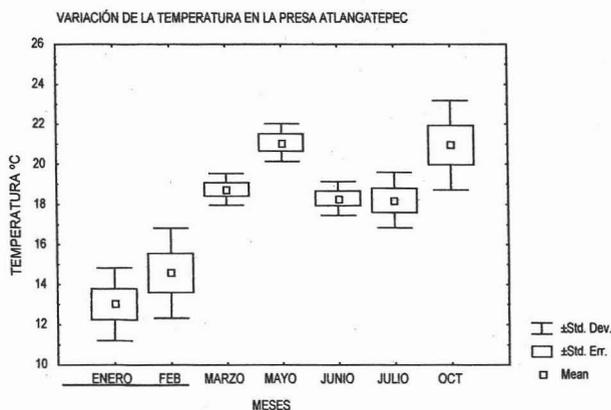
5.2 Caracterización Físicoquímica

Los resultados físicoquímicos se realizaron en las 10 estaciones de muestreo, los cuales están señalados en las tablas 2-8, correspondientes a los meses de marzo, julio y octubre de 2003 y enero, febrero, mayo y junio de 2004.

Las tendencias de los diversos factores evaluados por medio del diagrama de cajas, se señalan en las gráficas 1 a 17; debajo de cada una de éstas se indican mediante una línea continua, los valores medios de los meses que no presentan diferencias significativas y en base a esto se analizan los resultados obtenidos por este método estadístico.

5.2.1 Temperatura

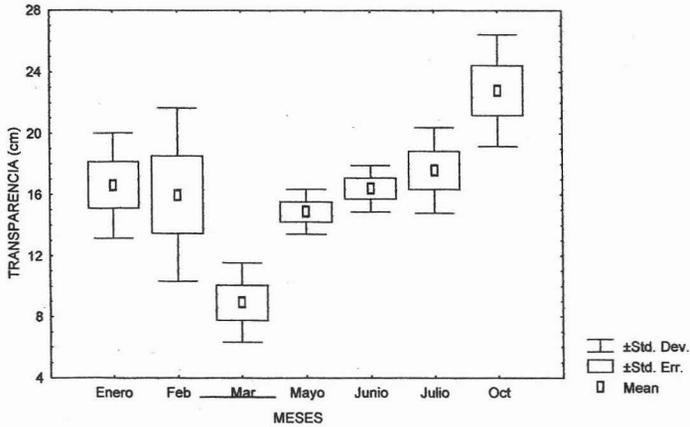
La temperatura de superficie para todos los casos fué mayor que la temperatura de fondo, con un promedio anual de 21.3°C para superficie y 19.3°C para el estrato de fondo (Tabla 9). Las diferencias por meses se registran en los meses de marzo, mayo, junio, julio y octubre, ya que para éstos la temperatura se ubicó por arriba de los 17°C, mientras que en enero y febrero se presentaron las temperaturas más bajas, correspondiendo esta tendencia a definir dos épocas climáticas distintas de la presa (fría y cálida) (Gráfica 1).



Gráfica 1. Variación de temperatura en un ciclo anual de muestreo en la presa Atlangatepec.

5.2.2 Transparencia

La transparencia en todos los meses fué menor a 30 cm (Tabla 9). El mes de marzo, presentó una transparencia de 8cm y difirió significativamente de los demás meses, el valor máximo de transparencia se alcanzaron en octubre con 20 cm. (Gráfica 2). Esta variable se relaciona con los sólidos presentes en el embalse, ya que a mayor transparencia menor cantidad de sólidos.



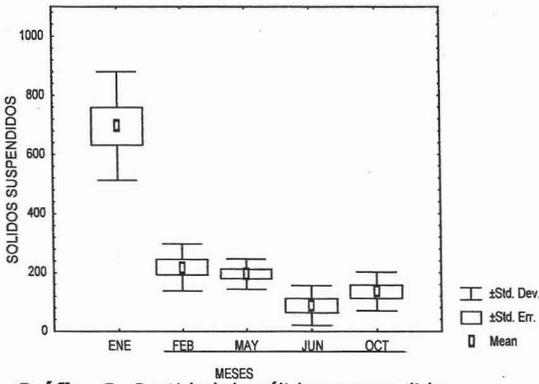
Gráfica 2. Transparencia (visibilidad del disco de Secchi).

5.2.3 Sólidos totales: suspendidos y disueltos

En la tabla resumen de fisicoquímicos (Tabla 9), los sólidos muestran una mayor proporción en la cantidad de sólidos disueltos (mg/l) que en los sólidos suspendidos (mg/l), a través de los diversos muestreos realizados. Las diferencias para los sólidos suspendidos (Gráfica 3), se encontraron en el mes de enero, ya que los sólidos están en el rango de 500 a 900 mg/l de sólidos suspendidos, mientras que los demás meses se ubicaron por debajo de 300 mg/l. Los sólidos disueltos (Gráfica 4), mostraron diferencias en el mes de junio que fué el mes con mayor variación, mientras que los demás meses se mantuvieron homogéneos.

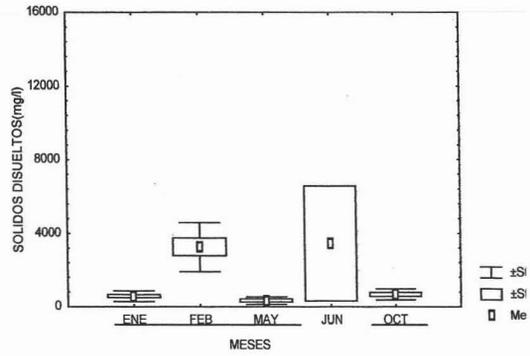
En la Gráfica 5 se presenta la tendencia global de los sólidos totales.

CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS DE LA PRESA ATLANGATEPEC



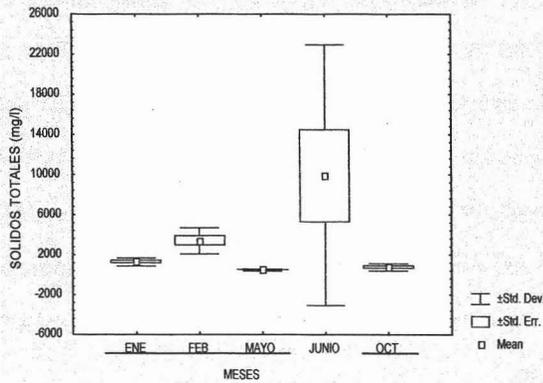
Gráfica 3. Cantidad de sólidos suspendidos, presentes en la presa Atlangatepec.

CANTIDAD DE SÓLIDOS DISUELTOS EN LA PRESA ATLANGATEPEC



Gráfica 4. Sólidos disueltos

PRESENCIA DE SÓLIDOS TOTALES EN LA PRESA ATLANGATEPEC



Gráfica 5. Sólidos Totales

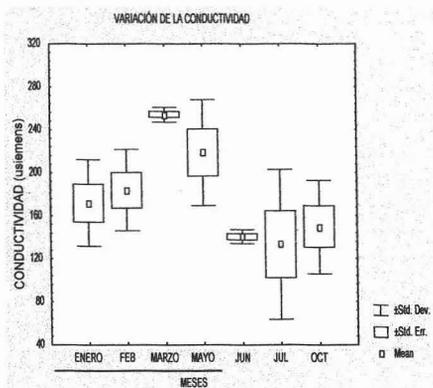


5.2.4 Conductividad

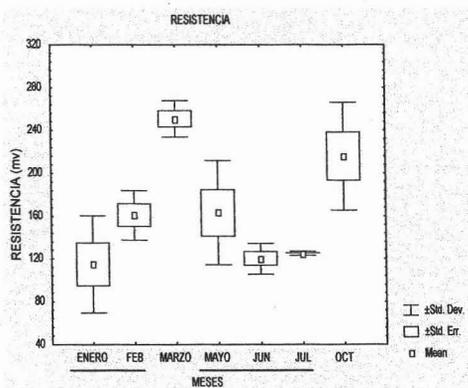
Los resultados de conductividad, denotaron diferencias en los meses de junio, julio y octubre, la Gráfica 6 muestra valores promedio que fueron superiores a los 120 μ siemens, mientras que los demás meses presentaron valores máximos, con niveles por arriba de 160 μ siemens.

5.2.5 Resistencia

Las diferencias por meses, para el factor resistencia se registraron en marzo y octubre, ya que muestran un valor de resistencia más alto que los demás meses (Gráfica 7).



Gráfica 6. Variación de la conductividad



Gráfica 7. Resistencia

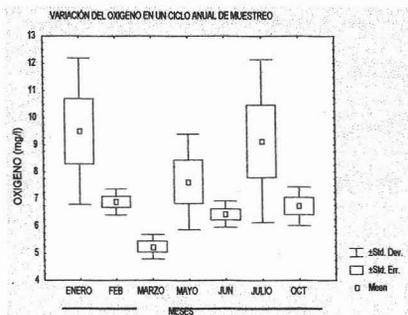
5.2.6 Oxígeno disuelto

El mes de marzo, mostró diferencias significativas, ya que los valores para este parámetro estuvieron por debajo de 5.7 mg/l de O₂ y los demás meses se ubicaron por arriba de este valor. (Gráfica 8). El valor promedio anual, de O₂, en superficie fué de 7.5 mg/l de O₂, y para el estrato de fondo presenta un valor de 5.45mg/l de O₂.

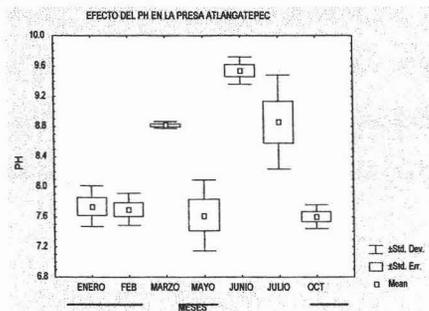
5.2.7 pH

Los valores de pH entre superficie y fondo no variaron mucho, en los muestreos realizados, ya que presentaron un promedio anual de 7.6, para superficie y para el fondo el pH promedio fué de 7.1 (Tabla 9).

Las diferencias por meses se observaron en marzo, junio y julio, respecto de los demás muestreos, ya que estos meses tuvieron valores de pH superiores a 8.4, mientras que enero, febrero, mayo y octubre estuvieron por debajo de 8 (Gráfica 9).



Gráfica 8. Variación del oxígeno en un ciclo anual de muestreo en la presa Atlangatepec.



Gráfica 9. Efecto del pH en la presa Atlangatepec.

5.2.8 Dureza total

Los valores de dureza indicaron que el agua de la presa Atlangatepec, es un agua dura, por tener un valor promedio anual de 183.1 mg CaCO₃/l (Tabla9).

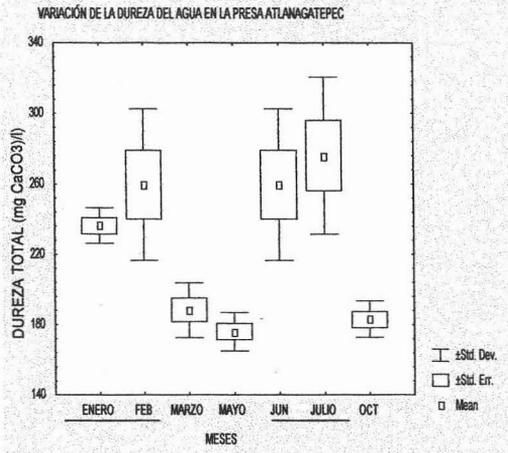
Las diferencias en los meses se encontraron en marzo, mayo y octubre respecto de los demás (enero, febrero, junio y julio), ya que la dureza total, para el primer grupo tuvo un promedio inferior al 190 mg/l y los demás meses alcanzaron niveles por arriba de 230 mg/l (Gráfica 10).

5.2.8.1 Calcio

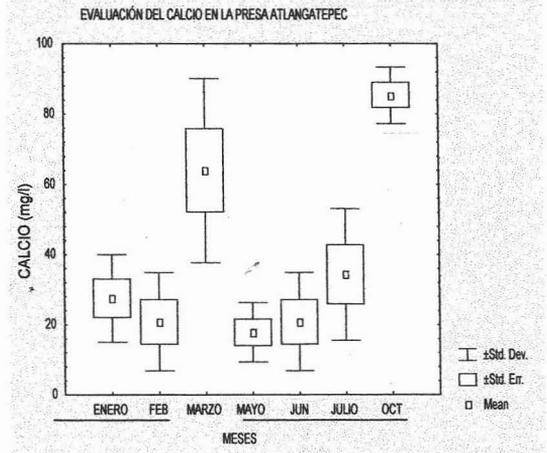
El valor promedio anual para calcio fue de 51.2 mg/l (Tabla 9). Las diferencias por mes estuvieron en marzo y octubre, ya que la media de los valores fue superior a 60 mg/l de Ca, notándose un incremento mayor en octubre (90mg/l). Sin embargo, en los demás meses las medias estuvieron por debajo de 35 mg/l de Ca (Gráfica 11).

5.2.8.2 Magnesio

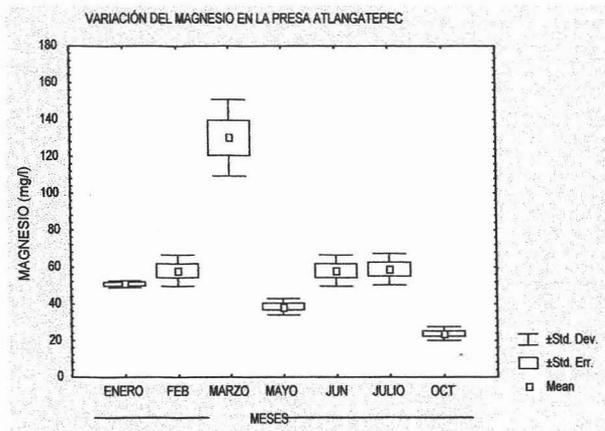
El valor promedio anual para magnesio fué de 32.4 mg/l. Las diferencias por mes se registraron en marzo y octubre, con valores máximos de 120 mg Mg/l y 20 mg Mg/l respectivamente. El registro para los demás meses de muestreo, presentaron un valor de medias intermedio entre marzo y octubre (40-60 mg/l de Mg) (Gráfica12).



Gráfica 10. Variación de la dureza en el agua de la presa Atlangatepec



Gráfica 11. Niveles de calcio, presente en los diferentes meses de muestreo.



Gráfica 12. Niveles de magnesio, presente en los diferentes meses de muestreo.

5.2.9 Nutrientes

5.2.9.1 Nitritos (NO₂)

El valor promedio anual alcanzado para NO₂ fué de 0.02 (mg/l). Las diferencias por meses estuvieron, en marzo y mayo, ya que los promedios superaron los 0.015 mg/l de NO₂ notándose una alta variabilidad en marzo y en los demás meses el NO₂, se mantuvo homogéneo alrededor de 0.010 mg/l de NO₂ (Gráfica 13).

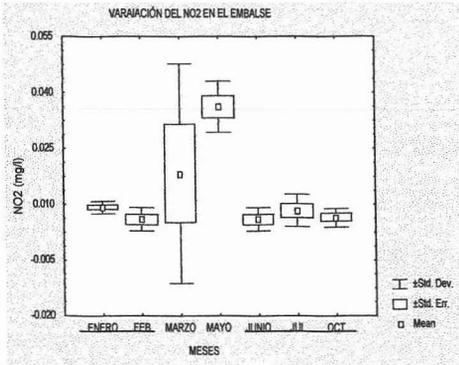
5.2.9.2 Nitratos (NO₃)

El valor promedio anual registrado para la presa fué de 5.1 (mg/l). Los meses de mayo y octubre, presentaron valores por arriba de 4 mg/l de NO₃ y los demás meses se mantuvieron con valores inferiores a 2 mg/l de NO₃ (Gráfica 14).

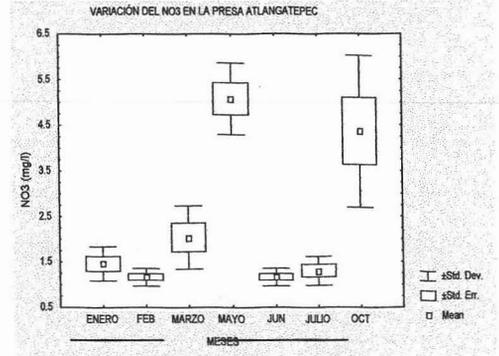
5.2.9.3 Ortofosfatos (P-PO₄)

El valor promedio anual para la presa fué de 0.72 (mg/l). No se detectaron diferencias significativas en los siete meses de muestreo, sin embargo se manifestó una alta variabilidad en los meses de mayo y julio (Gráfica 15).

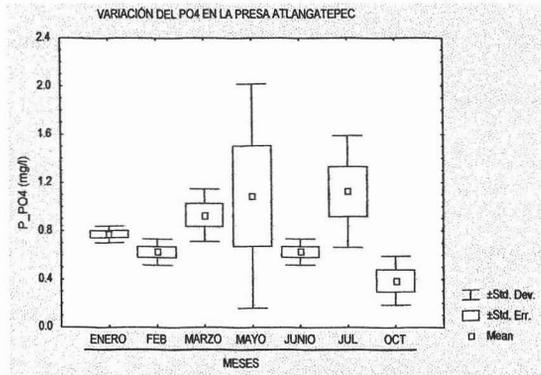




Gráfica 13. Variación del NO₂, en la presa.



Gráfica 14. Variación del NO₃, en los meses de muestreo, realizados en la presa.



Gráfica 15. Variación del PO₄, en la presa.

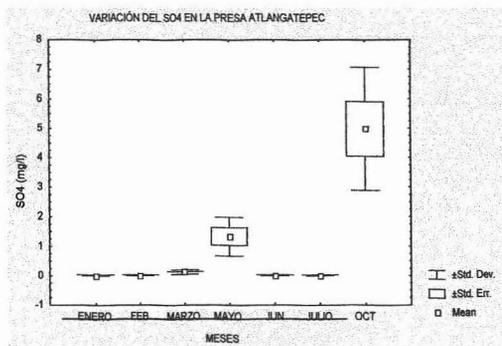
5.2.10 Sulfatos (SO₄)

Este factor registró un promedio anual para la presa de 3.7 (mg/l). El mes de octubre, presentó diferencias significativas de los demás meses de muestreo (Gráfica 16).

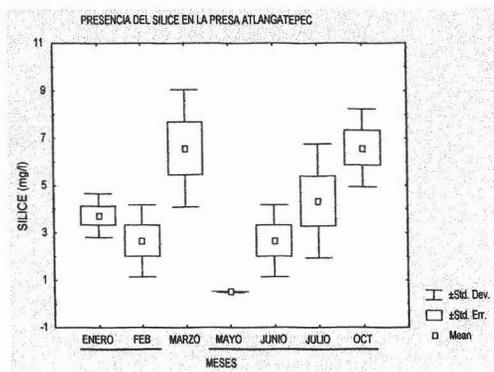


5.2.11 Silicatos (SiO_2)

El valor promedio anual para la presa fué de 3.58 (mg/l). Las diferencias se observaron en marzo, ya que este mes presentó el valor más alto, de todos los muestreos con un rango de 4.5 a 9 mg/l de SiO_2 (Gráfica 17).



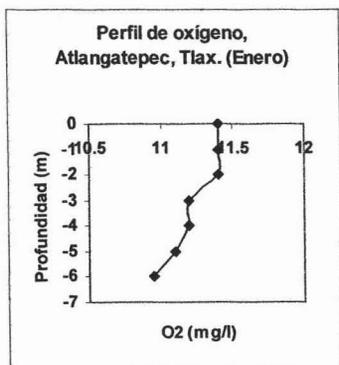
Gráfica 16. Variación del SO_4 , en la presa.



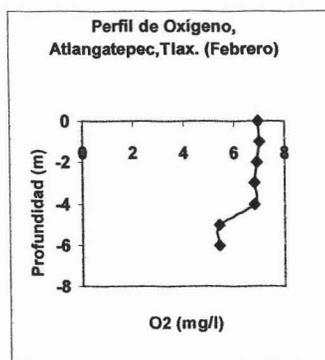
Gráfica 17. Variación del Sílice, en la presa Atlangatepec.

5.3 Perfil de Oxígeno y temperatura (caracterización fisicoquímica)

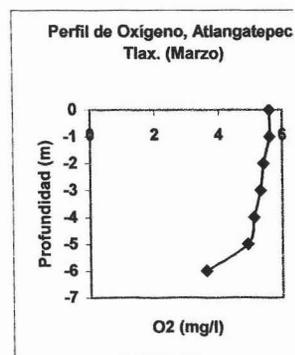
Los perfiles mensuales para el factor O_2 en Atlangatepec se presentaron en las (Gráficas 18-22) el comportamiento fue similar en todos los meses, excepto para el perfil de O_2 , en el mes de mayo, el cuál indicó que hay una tendencia a la formación de oxiclina una en la columna del agua (Gráfica 21), ya que los valores de superficie registrados (Tabla 10 D), son de 8.7 mg/l de O_2 , en superficie y descienden hacia el metro 6 a 3.7 mg/l de O_2 , registrándose una diferencia de 5 mg/l entre la superficie Y el fondo de la columna de agua, este comportamiento es parecido al de una curva de tipo clinógrado.



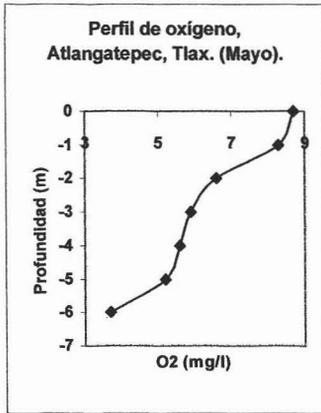
Gráfica 18. Perfil de O₂ (ENERO)



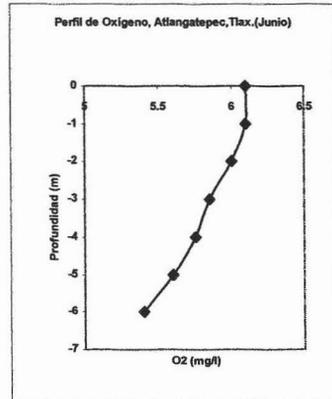
Gráfica 19. Perfil de O₂ (FEBRERO)



Gráfica 20. Perfil de O₂ (MARZO)

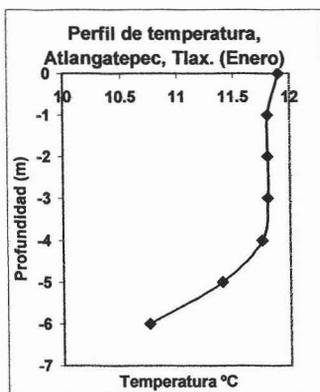


Gráfica 21. Perfil de O2 (MAYO)

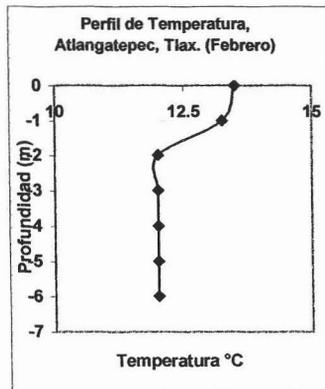


Gráfica 22. Perfil de O2 (JUNIO)

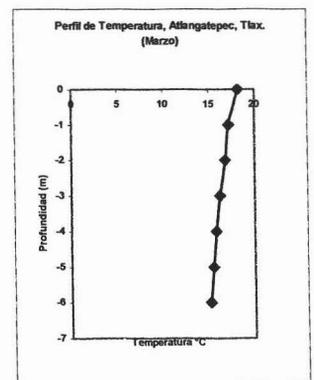
En relación al perfil de temperatura, el comportamiento del factor mostró que los meses de enero, febrero, marzo y junio, no presentan una estratificación en la columna de agua, por lo que la curva es de tipo ortógrado como se indica en las siguientes gráficas (23 a 27).



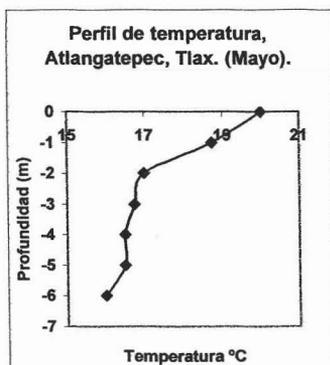
Gráfica 23. Perfil de Temp°C (ENERO)



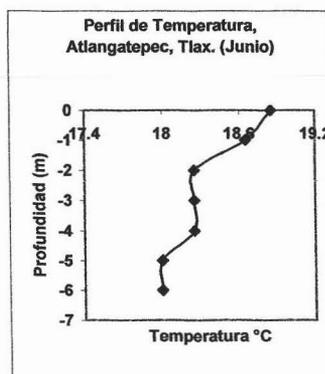
Gráfica 24. Perfil de Temp. °C (FEBRERO)



Gráfica 25. Perfil de Temp°C (MARZO)



Gráfica 26. Perfil de Temp^aC (MAYO)



Gráfica 27. Perfil de Temp^aC (JUNIO)

5.4 Análisis Multivariado

Este tipo de análisis resume la caracterización fisicoquímica ya que relaciona todos los factores medidos para el embalse. Se hizo por variables físicas y químicas y por meses de muestreo.

5.4.1 Variables

El análisis de la Fig. 28, agrupa la relación entre las variables evaluadas en la presa Atlangatepec, formando cuatro grupos, las cuales describen las relaciones específicas que guardan entre ellas.

El grupo A, relaciona la temperatura con la transparencia ver (Fig. 28). Estos son dos de los factores que determinan los procesos de fotosíntesis en los productores primarios.

En el grupo B, se agrupan las variables oxígeno disuelto y pH. Dado que para el O_2 , sus productos de equilibrio son, H_2CO_3 , HCO_3^- y CO_3^{2-} como refiere De la Lanza y Arredondo (1990).

En el grupo C, están agrupados los nutrientes (NO_2^- , NO_3^- y $P-PO_4$), sulfatos y silicatos.

Los nutrientes, tienen relación con la productividad biológica de la presa, dado que las distintas formas del N_2 , y los fosfatos enriquecen la producción.

El grupo D, asocia variables relacionadas con la mineralización de la columna de agua, como es el caso de la dureza, calcio, magnesio y conductividad, como los mayores componentes en la mineralización (Anexo 2.2, Fig.28)

5.4.2 Por meses

La asociación por mes es de tipo estacional (Fig 29). Este análisis divide en dos grandes grupos y subgrupos, la asociación entre meses, el grupo A y B. En el grupo A se asocia a los meses correspondientes a la época fría de secas (enero, febrero y octubre) y en el grupo B, se asocian los meses correspondientes a la época cálida de lluvias (marzo, mayo, junio y julio).

Dentro del grupo A, está el subgrupo A1, el cuál asocia los meses correspondientes a invierno, estos son: enero y febrero y el mes de octubre.

En el grupo B, está el subgrupo B1, en este se encuentran están asociados los meses de marzo y mayo correspondientes a primavera-verano.

En el subgrupo B2, se asocian los meses junio y julio correspondientes al inicio de la época de lluvias verano (Anexo 2.2, Fig.29).

5.5 Muestreo biótico

5.5.1 Plancton

Se identificaron 12 géneros de plancton presentes en el embalse, dentro del grupo de las Chlorophytas se registró el género *Volvox sp.* y dentro del grupo de las Cyanophytas el género *Anabaena sp.*, también se identificaron miembros de la familia cladocera como *Bosmina sp* y *Daphnia sp.* además de *Keratella sp.*, *K. cuadrata*, copépodos como *Cyclops sp.*, *Macrocyclus sp.*, *Canthocamptus sp.*, *Eurytomora hirundoides* y nauplios. Los cuales están enlistados en la tabla general. El análisis se realizó para los meses del muestreo cualitativo (Tabla 12), enero, febrero y octubre, para determinar el porcentaje de abundancia relativa y se presenta otra tabla sólo para los meses del muestreo cuantitativo (Tabla 12 a) mayo y junio, para determinar la densidad, refiriéndolo el número de organismos por unidad de volumen.

En las tablas 13 y 13 a, se enlistan por separado los géneros identificados de fitoplancton en orden filogenético, como refiere Prescott (1970).

En las tablas 14 y 14 a, se presenta la lista sólo para géneros del zooplancton.

Los resultados del porcentaje de abundancia relativa indicaron lo siguiente:

El mayor porcentaje de abundancia relativa fue el género *Zygnema sp.*, con un 94.1%, seguido por el género, *Anabaena sp.* (4.1%), *Volvox sp.* (0.4%), *Bosmina sp.* (0.03%), *Daphnia sp.* (0.3%), Nauplios (0.2%), *Macrocyclus sp.* (0.3%), *Eurytomora hirundoides* (0.2%), *Canthocamptus sp.* (0.1%), *Cyclops sp.* (0.1%), *Keratella cochlearis* (0.03%), *K. Cuadrata* (0.03%) y *Bosmina sp.*(0.03%). Ver tabla 15 (Anexo 3).

En la Gráfica 30 se observa que 2 son los géneros más abundantes de acuerdo a la curva de orden de importancia estos son, *Zygnema sp.* y *Anabaena sp.* los géneros restantes

tienen una abundancia relativa menor de 0.3%, mientras que los más abundantes presentaron una abundancia del 94.4% y 4.1% respectivamente.

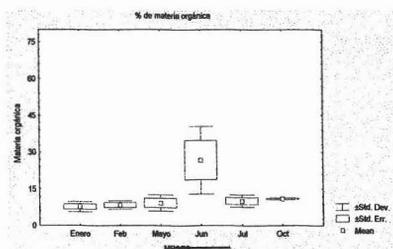
Las densidades obtenidas por unidad de volumen fueron las siguientes:

Dentro del mes de mayo, el género de *Zygnema sp.* fué el más abundante, ya que alcanzó 1.53×10^6 org/ m³, después se ubicó el género *Anabaena sp.* con una abundancia de 17, 856.8 org/ m³, *Volvox sp.* con 2, 907.9, *Daphnia sp.* y *Macrocylops sp.* con una abundancia de 3, 826 org/m³ y Nauplios con 2, 550.7 org/m³.

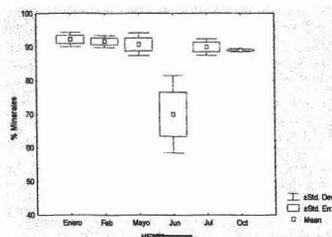
Para el mes de Junio el género *Zygnema sp.* tuvo 2×10^6 org/ m³, seguido por *Anabaena sp.* con 7, 785 org/m³, *Volvox sp.* 6, 055, *Cyclops sp.* con 4, 325 org/m³, *Daphnia sp.* y *Macrocylops sp.* con 3, 460 org/m³ (Tabla 12 a).

5.5.2 Bentos; Aspectos físicos (sedimentos)

El análisis de materia orgánica (M.O) medida en los sedimentos, indica que hay diferencias en el promedio del mes de junio, ya que se registró un porcentaje mayor de M.O superior al 20 % para junio y para los demás meses es menor al 15% (Gráfica 31). Por otra parte el análisis de minerales indica que el mes de junio presentó un valor promedio inferior al 75% y los demás meses presentan valores superiores al 85% (Gráfica 32).



Gráfica 31. % de materia orgánica

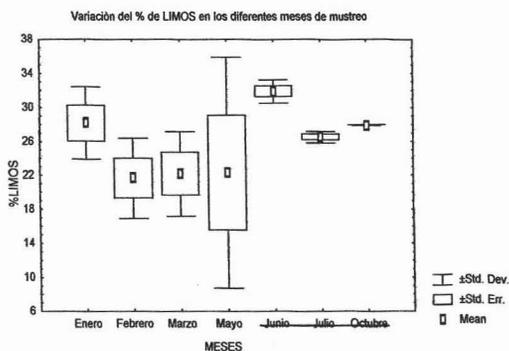


Gráfica 32. % de minerales

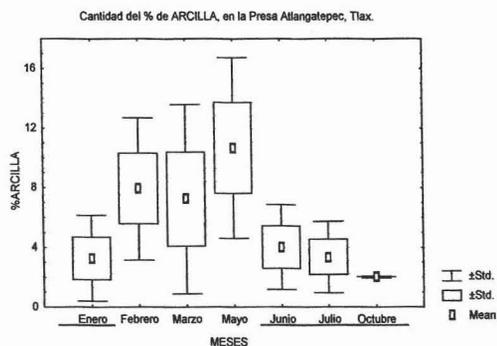


El volumen colectado de sedimento, varió de acuerdo al tipo de suelo y localidad de muestreo. En relación con el análisis de sedimentos, la cantidad de arenas (%), fué mayor que limos, sin embargo las arcillas ocuparon el menor % como se muestra en la tabla 9.

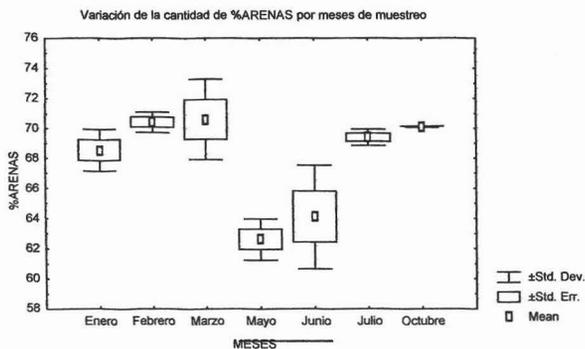
Para arenas tiene un promedio anual fue de 69.69% y para limos alcanzó 16.1% y arcillas 14.21% respectivamente, lo cuál ubica el sedimento de la presa dentro del tipo textural de migajon arenoso (Gráficas 32-35).



Gráfica 33. % de limos



Gráfica 34. % de arcillas



Gráfica 35. % de arenas

5.5.3 Necton

En Atlangatepec la pesca comercial se realiza en ocho zonas del embalse bien definidas, siendo las más importantes, La Concordia, Jericó y Loma Bonita.

Los datos de la pesquería están señalados en las tablas 16,17, 17a, b, c y d, los cuales se obtuvieron de SAGARPA y del Instituto Nacional de Pesca de Bermúdez-Rodríguez et al. (2002).

5.5.3.1 Rendimiento pesquero

Por otra parte, se realizó un análisis para determinar el rendimiento pesquero, mediante la aplicación de un modelo propuesto por Wijeyaratne y Costa (1981), citado por Torres-Orozco y García- Calderón (1995).

Los resultados, son los siguientes: *El Índice Morfoedáfico (IME)*, para la época fría es de 60.7 y para la época cálida es de 76.7 y los resultados del rendimiento pesquero son indicados en la siguiente tabla:

Tabla 18 a. Modelo Rendimiento pesquero (Y)

Época	Y Kg/ha
Fría	920.14
Cálida	1,162.68
Promedio anual	1, 081.33



Capítulo VI

Discusión

6.1 Muestreo abiótico; Aspectos Morfométricos y Batimétricos

6.1.1 Morfometría

Los resultados de morfometría de la presa Atlangatepec (tabla 1), muestran que la profundidad máxima fue de 8 m y la profundidad media de 2.6m, lo cuál señalaría que el embalse es poco profundo por lo que hay un mayor contacto de la masa de agua con el sedimento y por consiguiente indicaría que el embalse es potencialmente productivo.

La forma de la cubeta del embalse es de un cono invertido, dado que la relación profundidad promedio/ profundidad máxima es de 0.33 y su perfil es convexo, debido a que el desarrollo del volumen es menor de 1 (0.98). El área que ocupa el embalse fue de 827.7 ha con un volumen de 21,361,830 m³, estos datos pueden haber cambiado dado que se obtuvieron de una foto aérea del año 1985 (anexo 1), además falta determinar todas las profundidades que rodean al embalse y así poder determinar en un futuro el área y volumen lo más cercano al real, como se menciona en la batimetría.

En el estudio de Bermúdez et al. (2002), se reporta la morfometría de la presa, como un sistema somero, con una profundidad promedio de 3.5 m aproximadamente y profundidad máxima de 12.0 m en el centro de la presa. En temporadas de extrema sequía registra una profundidad máxima de nueve metros.

Se tiene otro registro de la variación anual de la superficie de la presa Atlangatepec, Tlaxcala durante el período 1959-2000, realizados por la Comisión Nacional del Agua en el año 2000, (citado por Bermúdez et al. 2002), en el cuál se describe la variación anual promedio de la superficie en hectáreas de la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, durante los años de 1959 a 2000,

donde su mínima correspondió al año de 1959, con 718 ha; su máxima, en 1984, con 1,179 ha y un valor promedio para todos estos años de 950 ha. Estos datos indican que la superficie del embalse fluctúa entre los 700 a casi 1,200 ha.

6.1.2 Batimetría

El mapa batimétrico de este estudio, es el primero que se realiza para el embalse y nos da a conocer la forma real de la presa; esto último no era conocido y de ahí su importancia ya que con ello se puede saber en que áreas colocar las redes conociendo las zonas someras como es el caso del río Zahuapan, San Luis y Santa Clara Ozumba, Barranca Huichotetel, Fuerte Apache, entre isla y loma San José y cooperativa donde sus profundidades máximas no rebasaron los 3 m en todos el ciclo anual, excepto en ésta última estación donde se registró en junio una profundidad de 5.6 m. Sin embargo esta variación se debe básicamente al régimen de secas y de lluvias y por ende las zonas someras son debido en general a la forma de la cubeta, excepto en la desembocadura del río Zahuapan donde existe un área de depositación activa de sedimentos.

Las zonas de mayor profundidad de la presa fueron área central y cortina con una profundidad máxima de 8 m y 7.2 respectivamente. Sin embargo en todos los meses se refleja el descenso gradual en su capacidad de almacenamiento, ya que en los meses de mayo, junio y julio, se abre la compuerta de la presa, para los fines agrícolas de la región y en el mes de octubre el volumen del embalse se vuelve a recuperar (Tablas 2 a 8) (Bermúdez et al. 2002).

Los datos obtenidos para la realización del mapa batimétrico deberán afinarse, ya que faltó geoposicionar varios puntos del contorno de la presa (área litoral), estos se realizarán posteriormente para tener una mejor definición de la forma de la presa y saber con mayor aproximación el área y volumen de este embalse así también como para actualizar el mapa batimétrico presentado en este estudio.

6.2 Caracterización Físicoquímica

Los resultados de la caracterización físicoquímica se realizaron para el periodo de marzo de 2003 a junio de 2004 (Anexo 2).

6.2.1 Temperatura

La temperatura para el mes de octubre presentó una amplia variabilidad debido al corto periodo de la época de lluvias, observado también en otros países como Kenya (Mwaura, 2003), esto no es una situación rara de encontrar, que en el mes de octubre las temperaturas sean altas y con amplia variación, aunque varía de un embalse a otro. Sin embargo la temperatura, influye en los procesos de mezcla de la columna de agua, así como en los patrones de distribución y reproducción de los organismos, ya que estos tienen rangos de temperatura que son favorables para su desarrollo (fotos 11-18). La posible estratificación de temperatura en la presa se abordará más adelante (6.3).

6.2.2 Transparencia

La transparencia en todos los meses no fué mayor a 20cm (Tabla 9). El rango de variación promedio se ubicó entre en entre 9.7 a 19.6cm, esta baja transparencia se atribuye a la gran cantidad de sólidos, presentes en el embalse, los cuales provienen de la cuenca deforestada, además de que en época cálida se suma el efecto de una gran contribución de los

organismos vivos debido a los florecimientos algales; esta problemática también se ha demostrado en otros estudios (Mwaura, 2003), lo cuál puede constituir un factor limitante para el desarrollo de los mismos, ya que la disminución de la transparencia y la penetración de la luz coinciden con las lluvias de verano, lo cuál introduce material alóctono de la cuenca (Nogueira et al. 1999) y tal proceso influye de manera negativa en la productividad biológica del embalse.

6.2.3 Conductividad

La conductividad en los meses de marzo y mayo fué mayor, ya que existe un descenso gradual en el embalse, obligado para fines de riego, lo cuál que ocasiona una concentración de los sólidos y como consecuencia un incremento en los valores obtenidos para éste factor y aunado a esto hay un incremento en la temperatura debido a la época de secas. Sin embargo en la época de lluvias (junio, julio y octubre) sus valores son menores debido a que la precipitación incrementa el volumen de la presa y por lo tanto diluye la cantidad de sólidos.

6.2.4 Resistencia

Los datos de este factor no reflejan un ambiente reductor, aun a pesar del valor registrado en la zona de la cortina donde el oxígeno alcanza un valor de 1.6 mg/l de O₂, esto es debido a que la acción del viento sobre el embalse no permite que haya ambientes reductores en el sistema.

6.2.5 Sólidos totales: suspendidos y disueltos

En la tabla resumen de fisicoquímicos (9), los sólidos suspendidos tienen un valor promedio anual de 135.9 mg/l y los sólidos disueltos de 6, 007.2 mg/l.

Las diferencias observadas por meses para los sólidos suspendidos (Gráfica 2), están en enero, ya que los sólidos tienen una media por arriba de los 700 mg/l, mientras que los demás meses presentan una media menor a los 300 mg/l, esto se debe a que en enero la acción del viento, impide la sedimentación inmediata de sólidos, ya que de acuerdo con Hakanson (2004), la velocidad de una partícula, depende de la densidad, tamaño y forma así como de la hidrodinámica del flujo de agua y de esto dependerá también que tan rápido se deposite, lo cuál influye en la productividad del sistema, dado que la luz incidente sobre la columna de agua, determina los procesos de fotosíntesis y es influenciada por la temperatura y nubosidad que afectan dicha productividad, además el viento coadyuva al transporte de los sólidos, sobre todo en las zonas desprotegidas de vegetales y estos se depositan en la presa. La gran deforestación que existe en la cuenca cuyas áreas son ocupadas para zonas de cultivo de maíz y cebada que destacan como los principales productos de la producción agrícola seguidos por el frijol, haba, papa, trigo, alfalfa y otros cultivos cíclicos, incrementan el transporte de materiales.

Por otra parte el análisis de los sólidos disueltos, señalan una amplia variación de 333.77 a 11732 mg/l (tabla 9), datos que sobrepasan el límite superior de sólidos suspendidos, para organismos de agua dulce, de 3 a 10, 000 mg/l de STD (sólidos totales disueltos), como se indica en la gráfica 3, el mes de junio es el que varía más significativamente, respecto de los demás, debido al aporte de sólidos que incorpora el río Zahuapan y a la temporada de lluvias, estas condiciones determinan el incremento de sólidos disueltos y suspendidos en la columna de agua, lo que reduce la transparencia, aunque también la turbiedad está influida por el plancton presente en la superficie del cuerpo de agua, la interacción de estos factores provoca una disminución en la penetración de la luz, así como una reducción en la

productividad primaria, lo que puede ser perjudicial principalmente para los peces, que son el principal recurso, para los pescadores de Atlangatepec, ocasionando la muerte de los huevecillos por asfixia, debido a la incorporación de partículas finas, además de provocar la obstrucción física de sus órganos (Bermúdez et al. 2002) al respecto este autor menciona que en la piscifactoria local de Atlangatepec, se les informó que carpa poder efectuar la incubación de los huevos de la carpa, se tiene que precipitar todo el material suspendido del agua, debido a que el huevecillo de las carpas es de tipo adherente y se les incorporan fácilmente las partículas finas porque de lo contrario los sólidos les podrían causar la muerte por asfixia.

Mwaura (2003), propone que para mantener una buena calidad del agua, es necesario crear zonas buffer a lo largo del río y alrededor del reservorio, lo que tiene incidencia en la mejora del agua almacenada, así como en su calidad, estas zonas buffer reducen el movimiento de partículas del suelo de la superficie de la tierra al cuerpo de agua, por lo que puede también reducir la entrada de nutrientes al embalse.

Ante la panorámica anterior es posible que se tengan alternativas para mejorar la calidad del agua de la presa Atlangatepec, Tlaxcala, para disminuir el aporte de sólidos alóctonos, formando una barrera mecánica consistente en una hilera triple de árboles del género *Pinus sp*, ya que estos son aptos por la altitud de la cuenca de Atlangatepec (2800 m), los cuales deberán ponerse a unos 10 m de la orilla, intercalados con una talla de 1 a 1.5 m, ya que esto garantiza que los árboles tengan probabilidad de supervivencia, al no ser plántulas, sino árboles jóvenes y ya desde este momento sirven como barrera contra el viento, materia orgánica aloctona, a disminuir la entrada de vegetación arrastrada por la lluvia y disminuir finalmente la incorporación de sólidos, ocasionada por la deforestación de la cuenca. Ya que pensar en reforestar toda esta implicaría un mayor tiempo y un

esfuerzo continuo por parte de la comunidad y autoridades, lo cuál en estos momentos es poco viable por las razones mencionadas.

Sin embargo en el año 1992, se logró la plantación de 2 millones 400 mil árboles y se considera el año con menor superficie forestal siniestrada. Para alimentar el programa de reforestación en este periodo llegaron a funcionar 19 viveros, 5 federales y 114 municipales, los que en conjunto produjeron más de 3 millones de plantas.

No obstante la plantación de árboles mencionada, es una alternativa que podría ser apoyada y coordinada por la comunidad e instituciones, como SEDENA (Secretaria de Desarrollo Nacional), PROBOSQUE, SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social), que donarían los árboles para llevar acabo esta propuesta, la mano de obra bien la puede poner la comunidad llevando a cabo jornadas de empleo temporal, ya que SEDESOL y otras instancias tienen funcionando en otros estados dichos programas, aunado a esto el mayor beneficio a mediano y largo plazo, será para las cooperativas pesquera, ya que de esta forma se subsana un importante problema para la vida de la presa.

6.2.6. Oxígeno disuelto

Los valores obtenidos de oxígeno en la presa, muestran que no hay condiciones anóxicas, aún en las zonas más profundas del embalse, ya que el valor promedio anual de O_2 , en superficie es de 7.5 mg/l de O_2 y para el estrato de fondo presenta un valor de 5.45 mg/l de O_2 , esto se debe a los fuertes vientos que se presentan en la presa y que van de norte a sur gran parte del año (Pérez-Rodríguez, 1995) y que al impactarse en el embalse, originan que toda la masa de agua incorpore oxígeno en ala columna, razón por la cuál en este mes no hay valores promedio inferiores de 6 mg/l de O_2 en el sistema. Además el oleaje influye en los valores obtenidos en todas las mediciones, tales condiciones son propicias para el desarrollo y reproducción de la carpa (Boyd, 1979), efecto que también

es favorable para los otros organismos presentes en el embalse, la acción del viento, propicia oleaje con crestas y valles de hasta 80 cm de altura o profundidad respectivamente (Pérez-Rodríguez, 1995) (Gráfica 9).

6.2.7. pH

Los valores de pH entre superficie y fondo no varían mucho, en el promedio anual de muestreo, ya que presenta un valor anual de 7.6 para superficie y para fondo el pH es de 7.1 (Tabla 9). Las diferencias por mes, se observan en marzo, junio y julio, esto se debe a las mayores temperaturas que se registran en primavera (marzo) y verano (junio y julio) y que aceleran la productividad del embalse, debido a que los valores de pH obtenidos para la presa al ser mayor de 7, existe una mayor utilización del ión HCO_3^- , para fijación de carbono, lo que ocasiona que el pH se desplace hacia el rango alcalino, este proceso se correlaciona con la utilización del fósforo que es el que desencadena la proliferación de plancton.

6.2.8 Dureza total

Según Sawyer y McCarty (1967) clasifican las aguas con base en su contenido de carbonatos más sulfatos de calcio y magnesio, para aguas duras de 150-300 mg/l, los valores obtenidos en este estudio de dureza, muestran que el agua de la presa Atlangatepec, tiene un valor promedio anual de 183.1 mg CaCO_3 (Tabla 9), por lo que se clasifica como dura, este valor está dentro del intervalo (20 a 300 mg/l), óptimo para un crecimiento favorable de los peces de la presa, Boyd y Lichtkoppler (1979).

6.2.8.1 Calcio

El valor promedio anual para calcio fue de 51.2 mg/l (Tabla 9). No obstante para los meses de marzo y octubre, se observan diferencias con una media por arriba de 60 mg/l de Ca, alcanzándose un incremento mayor en octubre. Sin embargo para los demás meses

El promedio es cercano a 30 mg/l de Ca (Gráfica 11), lo cuál es importante ya que el calcio lo utilizan algunos organismos para formar sus exoesqueletos como es el caso del acocil *Cambarellus montezumae*, el cuál constituye un recurso potencial para los pescadores.

6.2.8.2 Magnesio

El valor promedio anual para magnesio fue de 32.4 mg/l, lo anterior se debe a las propiedades químicas y geológicas del embalse, descritas más adelante, las cuales influyen en los niveles de esta variable.

6.2.9 Nutrientes

6.2.9.1 Nitritos (NO₂)

El valor promedio anual para NO₂ fue de 0.02 (mg/l). Los meses de marzo y mayo presentan los más altos valores de NO₂, dado que las bacterias nitrificantes prefieren temperaturas más cálidas que frías, razón por la cuál el nitrito se produce más en primavera y puede afectar de manera negativa a los peces, ya que los nitritos se introducen a la sangre a través de las branquias y entonces interfieren con la capacidad de transporte del oxígeno a las células del pez. No obstante, los valores encontrados en el embalse durante este estudio, no involucran un problema potencial para los organismos acuáticos, dados los bajos niveles detectados.

6.2.9.2 Nitratos (NO₃)

El valor promedio anual para la presa fue de 5.1 (mg/l). Las concentraciones obtenidas son altamente dependientes de los terrenos sembrados (Nakasone y Kuroda, 1999). En la cuenca, además está asociado con la presencia del plancton en el embalse, ya que el nitrógeno es empleado por el fitoplancton para su desarrollo y reproducción y al asociarse con la concentración adecuada de fósforo, puede ocasionar un incremento considerable de

la productividad planctónica, ya que se ha demostrado (Lewis Jr, 2000) que la adición de nutrientes causa una respuesta de crecimiento, lo cuál puede llevar al embalse a ambientes eutróficos, proceso que está aconteciendo en la presa debido a los fertilizantes empleados para la agricultura en Atlangatepec y que son fuente potencial de nitratos.

6.2.9.3 Fósforo-Ortofósatos (P-PO₄)

La variación de fósforo en el mes de mayo se debe a la baja concentración de oxígeno presente en el fondo del embalse, registrado para E-4 y E-7 (B. Huichotetel y Cortina), dado que la presencia de ortofosfatos esta directamente relacionada con la cantidad de oxígeno ya que a menor cantidad de oxígeno, hay un incremento en los valores de P-PO₄, esto es atribuido por Mortimer (citado por Hutchinson, 1957) a la precipitación del complejo silicato férrico. Sin embargo en la tabla 5, se ve que río Zahuapan (E-1) tiene un fuerte pulso de PO₄ (2.5 mg/l). Además la presencia del fósforo se debe también a la intemperización de la roca y lixiviación de los suelos, así como por los elementos empleados en la actividad agropecuaria de Atlangatepec, como insecticidas, plaguicidas, sales inorgánicas, minerales y fertilizantes, que son arrastrados por la lluvia y depositados en el embalse ocasionando la eutrofización del mismo. Este efecto es incrementado por la adición de los desechos domésticos, como detergentes y jabones, ya que el fósforo es el componente principal en la elaboración de jabones y detergentes.

Sin embargo el fósforo en forma de ortofosfatos, es importante ya que es la forma predominante de asimilación de los productores primarios, siendo el fósforo el catalizador de los florecimientos fitoplanctónicos y es considerado como un elemento controlador de la eutrofización en muchos lagos (Vincon-Leite et al. 2002). Además hay factores que están relacionados con el control del fósforo en el agua, como son, la temperatura, el oxígeno disuelto, pH, nitratos y la concentración de sulfatos (Kleeberg et al. 2000). Por

otra parte (Kleeberg & Nixdorf, 1997), que proponen la inactivación del fósforo a través de la adición de FeCl_3 y $\text{Al}(\text{OH})_3$, para evitar o disminuir una posible eutrofización en cuerpos de agua naturales o artificiales, ya que de acuerdo con Lewis Jr, (2000), el control de la eutrofización requiere de un manejo del fósforo, así como del nitrógeno, mediante la adición de agentes químicos como el aluminio, el cuál reduce las concentraciones excedentes de 1mg/l a 0.02 mg/l en efluentes tratados con aluminio, debido a que este compuesto hace que se precipite el fósforo, en el fondo del embalse y se reduzca en la columna del agua, para evitar dicho proceso de enriquecimiento de nutrientes.

6.2.10 Sulfatos (SO_4)

Los valores obtenidos para la presa es de 3.73 (mg/l), como promedio anual para la presa las diferencias por mes se observa en octubre, mientras que los demás meses se mantienen homogéneos, con valores de la media por debajo de 2.0 mg/l de SO_4 (Gráfica 16), esto se debe al deslavado de terrenos, que se acarrear por acción de la lluvia y el viento.

6.2. 11 Silicatos (SiO_2)

La cantidad del sílice varía en función de las estaciones del año, debido a que la utilización del silicio por el fitoplancton es diferencial. El análisis de este parámetro, muestra que en los meses de enero y febrero, no hay diferencias significativas a excepción del mes de marzo, que presenta mayor concentración de sílice con una media por arriba de los 6 mg/l de SiO_2 . En Junio el valor promedio es de 6.7mg/l, ocasionado después de un "bloom" de plancton, ya que este muere y al descomponerse puede liberar sílice y aumentar su concentración en la columna de agua. En octubre hay otra diferencia significativa en los datos (gráfica 17), debido a que se incrementa el volumen de almacenamiento de la presa, y que si es por aporte fluvial, trae consigo la intemperización de las rocas con

minerales silicatados. El valor promedio anual de sílice para la presa fué de 3.58 (mg/l), lo cuál esta dentro del intervalo para cuerpos de agua continentales, ya que él promedio mundial es de 13mg/l.

6. 3 Perfil de oxígeno y temperatura

La estratificación del embalse dado por las diferencias de profundidad, fué observado en las zonas más profundas de la presa, área central (E-5) y cortina (E-7). El registro del perfil de oxígeno y temperatura es de relevancia para la presa y sobre todo este último factor que es el que va a regular la dinámica de la pera y distribución de los organismos. Además de que temperaturas altas ocasionan evaporación del embalse y como consecuencia la concentración de diversas sales disueltas, así como la alteración de la dinámica de los parámetros físicos y químicos; este efecto de la temperatura sobre la columna de agua fué observado en mayo, que es cuando la masa de agua registró una tendencia hacia la formación de oxidlina y termoclina, sin embargo estas tendencias no afectan en general la vida acuática de los organismos en el embalse, debido a que los valores de oxígeno y temperatura están dentro del rango aceptable para los peces y demás organismos presentes en la presa.

6.4 Análisis Multivariado

6.4.1 Variables

Este análisis corrobora y resume, las asociaciones existentes entre las variables medidas en el análisis fisicoquímico, en el cuál se muestra las agrupaciones formadas por dicha asociación.

El grupo A, relaciona la temperatura con la transparencia ver (Fig. 28), esto es debido a la influencia de la temperatura y la incidencia de la luz, relacionado con la productividad

primaria (Lewis Jr, 2000) y cada una de ellas está asociada indirectamente con la cantidad de sólidos presentes en la columna de agua.

En el grupo B, se agrupan las variables de oxígeno disuelto y pH. Dado que para el O_2 , sus productos de equilibrio son, H_2CO_3 , HCO_3^{-1} y CO_3^{-2} como refiere De la Lanza y Arredondo (1990), los cuales están relacionados con el pH, ya que los compuestos de equilibrio, son precisamente los que tienden a elevar el pH.

En el grupo C, están agrupados los nutrientes (NO_2 , NO_3 y $P-PO_4$), sulfatos y silicatos.

Los nutrientes, tienen relación con la productividad biológica de la presa, dado que las distintas formas del N_2 , y los fosfatos enriquecen la producción. Sin embargo, la concentración de estos se verá aumentada por el aporte de desechos urbanos, industriales y agrícolas, lo cuál puede conducir de manera temporal o permanente al crecimiento excesivo de especies no adecuadas para la presa. Los sulfatos, tienen importancia, ya que proceden del lavado de terrenos circundantes y guardan relación igualmente con los fosfatos.

El grupo D, asocia a la dureza, calcio, magnesio y conductividad, dado que son variables que están relacionadas con la mineralización de la columna de agua y están relacionados con los cambios de superficie y otros factores morfométricos asociados, como lo describe, Arredondo *et al* (1982).

b) Por meses

La asociación por mes, divide el componente principal en dos grandes grupos y subgrupos, la asociación entre meses, el grupo A y B. En el grupo A se asocia a los meses correspondientes a la época de secas (enero, febrero y octubre) y en el grupo B, se asocia los meses correspondientes a la época de lluvias.

Dentro del grupo A, esta el subgrupo A1, el cuál asocia los meses correspondientes a invierno, estos son: enero y febrero y el mes de octubre, esto se debe a que octubre pertenece a la época de otoño y por lo tanto, los valores de temperatura son bajos.

En el subgrupo B1, se encuentran asociados los meses de marzo y mayo, correspondientes a primavera y en B2, asocia los meses de junio y julio correspondiente a verano, con influencia de lluvias, lo cuál influye en los parámetros físicos, químicos y biológicos de la presa, debido a la marcada estacionalidad (Fig. 29).

6.5 Muestreo biótico

6.5.1 Plancton

Al analizar las densidades del plancton, se observó que éstas varían de acuerdo al mes, dentro del embalse, ya que se relacionan con las condiciones físicas y químicas, las que a su vez se reflejan en los resultados obtenidos. Así las densidades obtenidas en mayo para *Zygnema sp.* (1, 537, 584 org/ m³), *Anabaena sp.* (17, 856.8 org/ m³), son indicadoras de un ambiente contaminado, ya que el Departamento de Pesca (2004), tiene reportado que en ambientes fuertemente contaminados las densidades son de 10 000 org/m³ a 15 000 org/m³, estos valores se deben a los florecimientos correspondientes a la época de otoño, dichas densidades se alcanzan generalmente en la estación de secas (Ansa-Asare y Ansong, 1998) y se disminuyen en la época de lluvias y se desencadenan debido a la influencia de la temperatura, luz, precipitación, evaporación, disponibilidad de nutrientes (NO₂, NO₃ y fósforo), cantidad de sílice presente en el agua, así como también influye la presencia de factores externos como detergentes, compuestos agroquímicos, insecticidas, que son empleados en la agricultura, lo que determina que diferentes grupos de plancton, varíen conforme a la época del año, a causa de las condiciones meteorológicas, tal

comportamiento tiene un mayor efecto con la producción algal en invierno (Vincon-Leite et al. 2002).

Por otra parte, el florecimiento de *Anabaena* es más abundante en periodos de invierno como reporta Geraldés y Boavida (2004) y la presencia de estas y otras especies, pueden emplearse como indicadores de la calidad del agua, tal es el caso de *Volvox sp*, *Keratella cochlearis* y *Daphnia sp*, que están presentes en ambientes contaminados y eutróficos, lo que en el caso de la presa podría deberse al efecto de las descargas del río Zahuapan, que influye significativamente sobre la masa de agua de la Presa Atlangatepec (Anexo 3). Tal hecho se refleja en la poca diversidad del plancton, ya que son sólo dos especies las predominantes (*Zygnema sp.* y *Anabaena sp.*) y los demás son poco abundantes (0.3 %) (*Volvox sp*, *Daphnia sp*, *Nauplio*, *Eurytomora hirundoides sp*, *Macrocylops sp*, *Keratella cochlearis*, *K. cuadrata*, *Cyclops sp*, *Canthocamptus sp*, y *Bosmina sp.*), esto es debido a que la presa es eutrófica y el plancton lo manifiesta en la poca diversidad y mucha abundancia de sólo dos géneros.

En cuanto al aspecto biológico, el plancton constituye un alimento importante para muchos de los organismos que habitan el embalse, ya que para los peces como la carpa común (menor a 1cm), se alimenta de los cladóceros, como *Bosmina sp.* y otros organismos zooplanctónicos como los copépodos del género *Cyclops sp* y las larvas nauplio, presentes en la presa Atlangatepec, cuando las carpas miden de 2-10 cm, se siguen alimentando de rotíferos y copépodos como *Cyclops.sp.* Aunque también estos organismos son consumidos ya en estado adulto (Flores, 1991), es decir que el zooplancton en la presa contribuye de forma apropiada a la biomasa de las carpas en este cuerpo de agua.

6.5.2 Bentos; Aspectos físicos (sedimentos)

En el análisis de M.O se observó que hay diferencias en el mes de junio (>20%M.O), debido a la acumulación, sobre todo en las zonas más profundas de la presa aunado a el periodo de cortas lluvias que arrastra materiales y los deposita sobre el embalse aumentando los niveles de M.O.

Además se observó que a partir del análisis de sedimentos se ubicaron a estos dentro del tipo textural de migajon arenoso, clasificados como regosol asociados con litosol y xerosol haplico, ya que de acuerdo con Werner (Coordinación General de Informática, 2004), se presentan estos tipos de suelo en el territorio del estado de Tlaxcala. Estos suelos son pobres en nutrientes, muy permeables y descansan sobre roca, tienen una clasificación textural de tipo migajon arenoso, al cuál le corresponde un pH de 8.3, con un porcentaje de materia orgánica de 0.6, tales suelos ocupan el 40% del área de la microcuenca (Velásquez, 2004), estos sedimentos son transportados por la lluvia y arrastrados por efecto del viento y finalmente son depositados en la presa (Anexo 4). Thomas (1972), señala que los sedimentos tienen una alta capacidad para unirse a contaminantes, lo que puede afectar a los organismos que vivan en ellos, dado que prevalecen generalmente en sedimentos bien oxigenados y son importantes, agentes en el proceso de bioturbación (Hakanson, 2004).

Geología

En cuanto a geología cabe señalar que la microcuenca en su mayor parte está compuesta por roca ígnea, incluyendo además, lentes delgadas de ceniza volcánica, así como horizontes de diatomita y caliche (Ledesma-Guerrero, 1986). Estos componentes determinan en gran medida las características químicas presentes en el embalse, cuya influencia se manifiesta en toda la cuenca de captación como parte de los procesos de intemperización y el arrastre de

los sedimentos, así como materiales alóctonos que llegan al cuerpo de agua y a estos se adicionan los materiales que son producidos *in situ*, los que en conjunto al estar en suspensión tienen efecto sobre la penetración de la luz. No obstante existen modelos matemáticos con los que se puede tener un gran valor en la interpretación de alteraciones ambientales, mediante la información sedimentológica (Hoz y De la Lanza, 2000), que puede reforzar mejor el comportamiento ecológico dentro del embalse.

6.5.3 Necton

Los datos de la pesquería señalados en las tablas 16,17, 17a, b, c y d, se obtuvieron de SAGARPA y del Instituto Nacional de Pesca (Bermúdez et al. 2002), debido a las limitaciones que se tuvieron para acceder a las bases de datos de SAGARPA.

La captura comercial se obtiene de la pesca que realizan los pescadores de las diferentes cooperativas, San José Atlangatepec, Santa Clara Ozumba, Zacapexco y La trasquila (Tabla 17 b). Estos operan colocando sus redes en zonas cercanas a la vegetación, ya que los pescadores han visto una mayor abundancia de los peces en estas áreas. Esto es corroborado por Laíz (1999), el cuál menciona que la zona litoral, es el área más productiva para la pesquería, además la distribución vertical está gobernada por diversos factores como, la estratificación termal, reducción de oxígeno, concentración de alimento y penetración de la luz.

La pesca comercial se realiza en ocho zonas del embalse bien definidas, siendo las más importantes, La Concordia, Jericó y Loma Bonita.

La proporción de especies que comprendieron la pesquería comercial durante el periodo de abril a octubre 2001, fué la siguiente: carpa israel (23%), para la carpa carasio alcanzó el 1%, carpa común (0%) y para la carpa barrigona (75%) (Bermúdez et al. 2002), lo cuál denota que esta última es la más abundante y comercial (Anexo 5). Sin embargo estos datos



varian dependiendo del tipo de red o trampa utilizada para la captura de los peces, ya que de acuerdo con Jackson y Harvey (1997), las trampas de pecesillos o las trampas de plástico, tienen una mayor probabilidad de detectar a las especies, además en el caso del uso de estas trampas se alcanza un 50% de probabilidad de captura, hecho que puede incrementarse hasta el 100% si se colocan 4 o más de ellas, aunque la explotación de la pesquería depende no sólo del volumen capturado, sino que también hay que considerar la estabilidad de los peces existentes (MacLennan y Sheherard, 1998).

6.5.3.1 Rendimiento pesquero

En el modelo aplicado para determinar el rendimiento pesquero, se observan diferencias para dos épocas distintas, ya que para la época fría (noviembre a febrero) (Y) es de 920.14 kg/ha, lo cuál es factible para los 4 meses señalados y para la época cálida (marzo a octubre) el rendimiento promedio sería de 1, 162.68 kg/ha (Tabla 18 a, Anexo 5) para 8 meses y el promedio anual considerando las dos épocas sería de 1, 081.33 kg/ha. Sin embargo al compara estos datos teóricos con los reportados por (Bermúdez-Rodríguez et al. 2002), la producción total /anual para el año 2001, reporta una producción total de 206.5 Tons /año y el valor calculado considerando el modelo indica una producción de 89.6 Tons /año. Tal disparidad puede deberse a que el modelo aplicado basado en sólidos no sea el mejor estimador para obtener un rendimiento pesquero que considere la potencialidad real de la producción pesquera en la presa, ya que el valor reportado den las capturas es 4.3 veces inferior al valor obtenido mediante el modelo, aunado a lo anterior existe la posibilidad que el dato reportado por los pescadores y cooperativistas que por usos y costumbres declaran cuotas inferiores a las reales. Además es sabido que el manejo del recurso pesquero es un proceso complejo que requiere la integración de la biología de las especies a comercializar, la



ecología de la zona y los factores socio-económicos, culturales y la interacción con las instituciones, que permitan la optimización de la pesquería.

Sin embargo es importante conservar éste recurso en el embalse, ya que hay generación de empleo, fuente de proteína barata y fuente alterna de recursos para la comunidad de Atlangatepec. No obstante comparten con otros embalses, factores de subexplotación de un considerable número de especies y sobreexplotación de las especies mejor cotizadas en el mercado, utilización de redes de pesca poco tecnificadas y elevados niveles de esfuerzo con bajos rendimientos económicos.

Por otra parte, en el embalse existen indicadores de sobreexplotación, como la declinación de las capturas por unidad de esfuerzo y captura total, reducción significativa de la talla máxima de captura y del peso promedio así como un incremento continuo del esfuerzo pesquero. Sin embargo una posible orientación para el manejo de la pesquería, es la regulación de las artes de pesca con anzuelo, con relación a su tamaño, dado que se obtendrían capturas de organismos de tallas grandes y de gran cantidad de especies, distribuyendo la presión de pesca a la población total de peces en el embalse. Por ello se recomienda realizar un estudio piloto, aplicando la selectividad de artes de pesca con anzuelo, con fines de establecer criterios de manejo de la pesca de tal manera que se vaya haciendo más eficiente el método de captura y el manejo en sí de toda la pesquería.

Existe una propuesta es la realizada por Mendo (1989), donde menciona hacer una elección y determinación del stock pesquero, así como obtención de parámetros de crecimiento, realización de un estudio biológico pesquero, además de realizar un análisis de datos merísticos y morfológicos. Sin embargo, no hay una propuesta única que integre todos estos aspectos, sin embargo la aplicación conjunta de esto pudiera beneficiar el manejo de la



presa, por lo que en base a los análisis realizados en este estudio se hizo una propuesta del manejo pesquero, explicado a continuación.

La base para el éxito de este o cualquier otro plan de manejo, está principalmente en le ámbito cultural y social; dentro de este último aspecto está la problemática dentro de los mismos pescadores, ya que se dedican a la captura desmedida de peces y como consecuencia el no poder incrementar el tamaño del stock, lo que genera a su vez una reducción en su tasa de captura, esto puede solucionarse de manera temporal, acordando con los restantes participantes de restringir proporcionalmente el esfuerzo pesquero, para ayudar a que se regenere la población de peces; mediante una campaña intensiva de concientización en la que se les haga ver estas situaciones de emergencia, en donde el recurso pesquero, se puede agotar en el corto plazo y que reactivarlo será muy costoso y tardado, para ello, será necesario la formación de comités de vigilancia y el compromiso firme de parte de todos los pescadores de que nadie romperá estos acuerdos, esto es un tanto difícil por cuestiones de índole cultural, ya que hay una cultura muy arraigada para la realización de esta actividad y una pesca sin restricción, ni reglamentación alguna, lo cuál aumenta la probabilidad del fracaso y lleva finalmente a su sobreexplotación y como consecuencia la disipación de los beneficios económicos derivados de la actividad.

También es importante que el comité de vigilancia se encargue de tener un sistema de captación de información, en donde los pescadores tienen la obligación de reportar sus capturas antes de ser comercializadas, para verificar el estado de salud de los peces así como el tamaño permitido en la captura de los mismos, en conjunto con otras instancias, académicas que puedan utilizar estos datos para iniciar o completar proyectos de investigación que beneficien al embalse, delimitando zonas destinadas a la reproducción



natural y crianza de los peces, con la finalidad de dar oportunidad a que estas crezcan y se reproduzcan aumentando así, el stock de la presa.

La normatividad y la creación de reglamentos específicos así como la aplicación de sanciones a los infractores, es un factor de relevancia, la cuál debe ser generada por la comunidad en base a sus usos y costumbres, para no crear conflictos con autoridades externas, apoyados en los reglamentos ya existentes para estas actividades, los cuales han sido emitidos por instancias gubernamentales a nivel estatal y gubernamental, ya que de acuerdo con Bermúdez et al (2002), la presa Atlangatepec carece de normas oficiales que regulen las actividades pesqueras en el embalse. Sin embargo, la autoridad pesquera (SAGARPA) aplica algunas medidas administrativas locales, como son la implementación de una veda parcial para el recurso charal; una veda permanente para la captura del ajolote, con base en la NOM-ECOL-059 (citado por Bermúdez et al. 2002).

De acuerdo con lo señalado anteriormente, el manejo óptimo de la pesquería comunitaria, se debe aplicar en la presa Atlangatepec, la cuál implicará la participación de los usuarios del recurso en las diferentes fases del manejo de la pesquería, evaluación, elaboración de los criterios de manejo y participación en las labores de inspección, vigilancia además es importante mejorar el nivel técnico para la realización de esta actividad, a través de la capacitación y entrenamiento de los pescadores, con información actualizada y factible para la realidad del lugar.



Capítulo VII

Conclusiones

CONCLUSIONES

- ❖ Se considera a la presa Atlangatepec, como un sistema somero, con una profundidad máxima de 8 y una profundidad media de 2.6m, por lo que el agua y el sedimento, tienen un mayor contacto y esto definiría un embalse potencialmente productivo, con un área de 827.7 ha y un volumen de 21, 361, 830 m³.
- ❖ La Presa Atlangatepec, Tlaxcala, esta contenida en una cubeta cuya forma, es de cono invertido, con perfil convexo.
- ❖ Los resultados de temperatura muestran una correlación con la estacionalidad del año. De acuerdo con los resultados del perfil de temperatura, sólo en el mes de Mayo se observa una tendencia hacia la estratificación, por ello, la presa Atlangatepec, se clasifica como de tipo polimíctico caliente.
- ❖ La transparencia del agua de la presa, presenta valores de 9.7 a 19.6 (cm), por lo que es considerado como un cuerpo de agua turbio.
- ❖ La cantidad de sólidos suspendidos, resultado de la deforestación de la cuenca, representa una desventaja de sobrevivencia, ya que se sobrepasa el límite máximo permisible (11, 732 mg/l) para organismos de agua dulce.
- ❖ Para mejorar la calidad del agua de la presa Atlangatepec, sería recomendable formar una barrera mecánica consistente en, una hilera triple de árboles del género *Pinus* sp, para disminuir el aporte de sólidos alóctonos y de esta manera no sólo se beneficia el embalse, sino que también se beneficiaría a sectores marginados cercanos al mismo.

- ❖ El valor promedio obtenido para el *oxígeno* es de 6 mg/l de O₂ en el sistema.
- ❖ Los análisis de *dureza*, muestran un promedio anual de 183.1, clasificando el tipo de agua como dura.
- ❖ El valor promedio para *silicatos* es de 3.58 mg/l valor que se ubica dentro del intervalo reportado para cuerpos de agua continentales.
- ❖ De acuerdo con los indicadores abióticos (NO₂, NO₃ y Fósforo), y bióticos (plancton), señalan al embalse como de tipo eutrófico, expresado en baja diversidad y mucha abundancia de sólo dos especies (*Zygnema sp* y *Anabaena sp.*) indicadoras de este tipo de ambiente.

Necton

- ❖ Los parámetros fisicoquímicos están dentro del rango biológico aceptable para un óptimo desarrollo y sobrevivencia para las especies reportadas para la pesquería.

El tipo de sedimento se relaciona con el tipo de peces presentes en el embalse. *Cyprinis carpio carpio*, prefiere los de tipo limoso y su distribución también depende de las características físicas y químicas del embalse.

La especie más abundante es *Cyprinus carpio rubrofruscus*, ya que tiene un 75% de abundancia y las demás especies tienen un menor proporción respecto de esta especie.

- ❖ Sería recomendable que para el manejo óptimo de la pesquería de la presa Atlangatepec, ésta sea de tipo comunitaria, la cuál implicará la participación de los

usuarios del recurso en las diferentes fases del manejo de la pesquería, evaluación, elaboración de los criterios de manejo y participación en las labores de inspección, vigilancia además es importante mejorar el nivel técnico para la realización de esta actividad, a través de la capacitación y entrenamiento de los pescadores, con información actualizada y factible para la realidad del lugar.

Bentos; Aspectos físicos (sedimentos)

- ❖ El tipo textural que predominó en el embalse fue de tipo migajon arenoso, ya que, el % de arenas, tuvo un promedio anual de 69.69% y para limos es de 16.06% y arcillas, 14.21%, debido al tipo de suelo pobre en nutrientes, muy permeables, con un pH de 8.3, y ocupan el 40% del área de la microcuenca.

Capítulo VIII
Bibliografía citada

BIBLIOGRAFIA

APHA-AWWA, WPCF. 1992. **MÉTODOS NORMALIZADOS**. Para el análisis de aguas potables y residuales. 17ª ed. Ed. Díaz de Santos. Madrid. American Public Health Association. 10-219 pp.

Arredondo, F.J.L.2003. UAM-Iztapalapa. **CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA**. En: BASES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS DEL MANEJO LIMNOLÓGICO DE LAS PRESAS MEXICANAS. HACIA UN MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA. Diplomado Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Del 1ro.de Octubre al 15 de Diciembre de 2003. Planta experimental de producción acuícola (PEXPA).

Arredondo, F.J.L. Y Flores, N.A. 1992. Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y su manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica*, 3(4): 1-10.

Arredondo, F.J.L. Y Juárez, P.J.R. 1986. **CIPRINICULTURA**. Manual para el cultivo de carpas. Secretaria de Pesca. 121 pp.

Ansa-Asare and Ansong, A. K. 1998. A comparative study of nutrient status of two reservoirs in southeast Ghana. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*.3: 205-217.

Barreiro, G.M.T. Y Signoret, P.M. 1999. **PRODUCTIVIDAD PRIMARIA DEL FITOPLANCTON**, Cap.2: 11-34. En: Productividad primaria en sistemas acuáticos costeros. Métodos de evaluación. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. 81 pp.

Bermúdez-Rodríguez, E.A; E. Cabrera-Mancilla; P.A. Pérez-Velázquez y R.M. Gutiérrez Zavala. 2002. **PESQUERÍAS EN TRES CUERPOS DE AGUAS CONTINENTALES DE MÉXICO**, Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA.
http://inp.semarnat.gob.mx/Publicaciones/Publicaciones_especiales/libros/pesquerias.pdf

Biblioteca de Protección civil. 2004. Fascículo No.6, secretaria de gobernación. 1998. **PANORAMA GENERAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO**.
<http://www.prodigyweb.net.mx/pccapulco/Riesgos/quimicos/residuos%20peligrosos.htm>

Boyd, C.E. 1979. **WATER QUALITY IN WARM FISH PONDS**. Auburn University, Agricultural Experiment station, U.S.A. 359 pp.

Boyd, C.E. & Lichtkoppler, F. 1979. Water quality management in pond fish culture. *Res. Develop. Sci.* (22): 4-29.

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bronmark, C.L. Hansson. 2000. **THE BIOLOGY OF LAKES AND PONDS.** Oxford University Press. 216 pp.

Chalar, De León, L., Brugnoli, E., Clemente, J. Y Paradiso, M. 2002. **ANTECEDENTES Y NUEVOS APORTES AL CONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL EMBALSE SALTO GRANDE.** El agua en Sudamérica: de la limnología de la gestión en Sudamérica. Fernández-Cirell, A. & Chalar, G. (Eds). CYTED Aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos. 123-142 p, Bs.As.
http://limno.fcien.edu.uy/pdf/Cyted_saltogrande.pdf

Cooperación técnica Sector agua. 2004. Embajada de Francia en México.
<http://www.francia.org.mx/coopcyt/CoopeAgua/AguaMexPanoDispo.htm>

Coordinación General de Informática. 2004. **ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO, ESTADO DE TLAXCALA, MUÑOS DE DOMINGO ARENAS.**
<http://www.e.local.mx/work/templates/enciclo/Tlaxcala/opios/29011a.htm>

De la Lanza, E. G. y Arredondo, F.J.L. 1990. **LA ACUICULTURA EN MÉXICO: DE LOS CONCEPTOS A LA PRODUCCIÓN.** México. Instituto Nacional de Biología de la UNAM. 315 pp.

De la Lanza, E. G. & Cáceres, M. C. 1994. **LAGUNAS COSTERAS Y EL LITORAL MEXICANO. MÉXICO.** Ed. AGT. 525 pp.

De la Lanza, E. G. 1998. **ASPECTOS FISICOQUÍMICOS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AGUA.** In: Martínez-Cordova, L.R. Ecología de los sistemas acuícolas, AGT editor, S.A. México. 227 pp.

De la Lanza, E. G. Hernández, P.S y Carvajal, P.J.L. 2000. **ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LA CONTAMINACIÓN (BIOINDICADORES),** Semarnap. 633 pp.

De la Lanza, E. G. Y García-Calderón, J.L. (Compiladores). 2002. **LAGOS Y PRESAS DE MÉXICO,** AGT. Editor, México. 320 pp.

Departamento de Pesca. 2004. **LA PRODUCCIÓN PRIMARIA EN LOS RÍOS.** Cap.3.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?urlfile=/DOCREP/003/T0537S/T0537S04.htm



Enciclopedia de los municipios de México. 2004. **ESTADO DE TLAXCALA. ATLANGATEPEC.**

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tlaxcala/mpios/29003a.htm>

Espejel R, A. y Carrasco, R.G. 2004. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/277/espejel.html?id.pub=277>

Flores, R. A. 1991. **IMPORTANCIA DE LOS GRUPOS ZOOPLANCTÓNICOS Y SU PAPEL TRÓFICO EN LA PRESA ATLANGATEPEC, TLAXCALA, México.** Informe de Servicio Social. UAM-Xochimilco.

Geraldes, A.M. and Boavida, M.J.L. 2004. Limnological variations of a reservoir during two successive years: One wet, another dry. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 9: 143-152.

Gobierno del Estado de Tlaxcala. 2004. <http://www.banderas.com.mx/tlaxcala.htm>

Gobierno del Estado de Tlaxcala. 2004. <http://www.Tlaxcala.gob.mx/porta/app/?Mival=/main.html>

González-Becerril, A. 1997. **CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PESCA DE LA PESQUERÍA ARTESANAL RIBEREÑA EN MANZANILLO, COL., MÉXICO. BASES PARA SU MANEJO.** Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM.

González de Infante, A. 1988. **EL PLANCTON DE LAS AGUAS CONTINENTALES.** Serie Biología. Monografía No.33. OEA. Washington, E.U.A. 130 pp.

Gutiérrez-Aguirre, M.A. & Suárez Harper, D. 1992. **EUTROPHICATION OF FRESHWATER: PRINCIPLES, PROBLEMS AND RESTORATION,** London, Chapman and Hall. 327 pp.

Hakanson, L. 2004. Internal loading: A new solution to a problem in aquatic sciences. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 9: 3-23.

Hoz, Z. E. y De la lanza, E.G. 2000. Limnology and pollution of a small, shallow tropical water-body (jagüey) in North-East México. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 5: 249-260.

Hutchinson, G.E. 1957. **A TREATISE ON LIMNOLOGY.** Geography, physics and chemistry. John Wiley and Sons, New York. 1015 pp.

Jackson, D.A. and Harvey, H.H. 1997. Qualitative and quantitative sampling of lakes fish communities. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 54: 2807-2813.



Jackson, D.A., Peres-Neto, P. And Olden, J.D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities- the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Can. J.Fish. Aquat. Sci.* 58: 157-170.

Kleeberg, A; Nixdorf, B. And Mathes, J. 2000. Lake Jabel restoration project: Phosphorus status and possibilities and limitations of diversion of its nutrient-rich main inflow. *Lakes & Reservoirs: Research and Management.* 5: 23-33.

Kleeberg, A; Nixdorf, B. 1997. Limnologischer Istzustand and Phosphorbelastung des Jabeler Sees (Mecklenburg/ Vorpommern). Ministry for Building, State Development and Environment of Mecklenburg/ Vorpommern, Schwerin.

Kring, R. & O'Brien, J.W. 1976. Effect of varying oxygen concentrations on the filtering rate of *Daphnia pulex*. *Ecology.* 57: 807-814.

Landau, M. 1992. **INTRODUCTION TO AQUACULTURE**, John Wiley & Sons, inc, Singapore. 29-30 pp.

Laíz, A.O.R. 1999. Fish yields in Cuban reservoirs and relationship with some morphometric and edaphic parameters. *Lakes & Reservoirs: Research and Management.* 4: 75-83.

Ledesma-Guerrero, O. 1986. **HOJA CALPULALPAN**, Estados de México, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo, Carta geológica de Calpulapan 14 Q-h (3), escala 1: 100,000.

Lewis, W.M. Jr. 1983. A revised Classification of lakes Based on Mixing. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 40: 1779-1787.

Lewis, W.M. Jr. 2000. Basis for protection and management of tropical lakes. *Lakes & Reservoirs: Research and Management.* 5: 35-48.

Lieder, U. 1991. The *Bosmina kessleri* like muskoka, Ontario Canada, las putative interespecific hybrids. *Hidrobiología.* 225:71-80.

MacLennan, D.N. and Shepherd, J.G. 1998. Fishing effort, mortality and the variation of catches. *ICES CM 1998/G:* 63.

Margalef, R. 1983. **LIMNOLOGÍA**. Editorial Omega, S.A. Barcelona. 1010 pp.

Mendo, J. 1989. Análisis poblacional de la *Cahemia (Cynoscion analis)* de la costa Peruana: un ejemplo de cómo enfocar una investigación pesquera. *FISH BYTE.* Vol.7(1): 6-7.

Moreno-Ruiz, J.L., 1985. **CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO BÁSICO (ANÁLISIS INICIAL DE LA DIVERSIDAD ALIMENTICIA) DE ICTIOBUS MERIDIONALIS GÜNTHER**



(CYPRINIFORMES: CATASTOMIDAE), En algunas localidades de la cuenca baja del río Papaloapan. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. p: 27.

Moreno-Ruíz, J.L. 2000. **FITOPLANCTON**. En: De la Lanza, E.G, Hernández, P.S y Carvajal, P.J.L (Compiladores). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdéz, Ed. p:43-108

Mwaura, F. 2003. The spatio-temporal characteristics of water transparency and temperature in shallow reservoirs in Kenya. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 8: 259-268.

Nakasone, H & Kuroda,, H. 1999. Relationship between water quality in irrigation reservoirs and land use of the watershed. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 4: 135-141.

Nogueira, M.G; Henry, R. and Maricatto, F.E. 1999. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, Sao Paulo, Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 4: 107-120.

Pérez-Rodríguez, R. 1995. **ESTUDIO DE LOS MOLUSCOS BENTÓNICOS Y EFIFÍTICOS DE LA PRESA ATLANGATEPEC**, Tlaxcala, UAM-Xochimilco, Cuaderno CBS No. 36. 69 pp.

Prescott, G.W. 1970. **HOW TO KNOW THE FRESHWATER ALGAE**, Wm. C. Brown Company Publishers, U.S.A. 293 pp.

Ritter-Ortiz, W. Suárez-Sánchez, J. Y Rodríguez-Maldonado, R. 1992. **CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LA CARPA (*Cyprinus carpio*) EN LA PRESA DE ATLANGATEPEC, TLAXCALA**. Anales del Instituto de Ciencias del Mar.

Ryther, J.A & C.S. Yentsch. 1957. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. *Limnol. Ocean*, 3: 381-386.

Sánchez-Rodríguez, M.E y Vázquez, M.E. 1990. **ESTUDIO BIOECOLÓGICO DE LA LAGUNA AZTECA, HIDALGO, PUE**. Análisis de la comunidad fitoplanctónica. *An. Esc.Cien.Biol.* (IPN), 33: 9-19.

Sánchez-Santillán, N. y De la Lanza, E.G. 2001. Análisis sobre el cambio climático bajo la clasificación de climas de Köppen modificado en la Presa Atlangatepec dentro de la cuenca central de México. *Geofísica*. 55: 5-31.

Sánchez-Santillán, N. 2004. La influencia de la temperatura del aire sobre el ecosistema de la presa Atlangatepec, Tlaxcala, México. *Hidrobiológica*. 14(1): 75-84

Sawyer, C.N. & McCarty, P.C. 1967. **CHEMISTRY FOR SANITARY ENGINEERS**, McGrawHill, New York.

Schwartz, R. 2003. **HASTA LA ÚLTIMA GOTA**. <http://www.mexico.com/lapalabra/index.php?method=una&idarticulo=13452>

Seijo, J.C. 1993. Individual transferable grounds in a community managed artisanal fishery. *Mar. Res. Econ.* 8: 78-81.

Smirnov, N.N. 1992. **THE MACROTHICIDAE OF THE WORLD**, Academic Publishing. 143 pp.

Szyper, H. and Goldyn, R. 2002. Role of catchment area in the transport of nutrients to lakes in the Wielkopolska National in Poland. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 7: 25-33.

Tan, K.H. 1996. **DETERMINATION OF SOIL TEXTURE**, Chp.6. p: 73-85. In: Soil sampling preparation, and análisis. Marcel Dekker, Inc, USA.

Tietze, O. 1987. **TRAINING REQUIEREMENTS FOR EXTENSIÓN WORK WITH ARTESANAL MARINE**. Fisher folk procedings of international seminar on training and education, for marine fisheries management and development. Institute of fisheries nautical and engine. P: 118-124.

Torres-Orozco, B.R. & J.L. García-Calderón. 1995. **INTRODUCCIÓN AL MANEJO DE DATOS LIMNOLÓGICOS**. UAM-Iztapalapa. México. 130 pp.

Tortajada, C. 2002. **ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESMENT OF WATER**. Projects in México. Third World for water management. 15 pp.

Velasco, P.A. 1982. **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN ALGUNOS ASPECTOS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA DEL LAGO PÁTZCUARO, MICH.** México, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 84 pp.

Velásquez, M.M. 2004. **PLAN NACIONAL DE REHABILITACIÓN DE MICROCUENCAS** <http://www.ensenada.gob.mx/microcuencas/EITentuche.pdf>, Convenio de Coordinación entre el fideicomiso de riesgo compartido (FIRCO-SAGARPA) y el XVII, Ayuntamiento de Ensenada, Baja California.

Vernberg, F. & Vernberg, W. 1983. **FRESHWATER ADAPTATIONS**. In: Bliss, D. The Biology of Crustacea. Vol.III. Academic Press, New York, U.S.A.

Ville, A.C & et al. 1992. **BIOLOGÍA**, Ed. Mc.Graw-Hill, México. 1404 pp.

Vincon-Leite, B. 2002. Phytoplankton variability in Lake Bourget: Phytoplankton dynamics and meteorology. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 7: 93-102.

Werner, G. 1978. **TIPOS DE SUELOS**. Atlangatepec, Tlaxcala. <http://www.e.local.gob.mx/work/templates/enciclo/Tlaxcala/mpios/29011a.htm>

Wetzel, R.G. 1975. **LIMNOLOGY**. Saunders, Philadelphia. 743 pp.

Wetzel, R.G & Likens, G.E. 1979. **BENTHIC FAUNA OF LAKES**. Exercise 12: 174-189. In: LIMNOLOGICAL ANALYSES. W.B. Saunders. Co. Philadelphia. USA. 743 pp.

Wetzel, R.G & Likens, G.E.1979. **COMPOSITION AND BIOMASS OF PHYTOPLANKTON**. In: LIMNOLOGICAL ANALYSES. W.B. Saunders. Co. Philadelphia. U.S.A. 743 pp.

Wetzel, R.G & Likens, G.E.1979. **COLLECTION, ENUMERATION, AND BIOMASS OF ZOOPLANKTON**, 161-173. In: LIMNOLOGICAL ANALYSES. W.B. Saunders, Philadelphia. U.S.A. 743 pp.

Wetzel, R.G & Likens, G.E. 1979. **LAKE BASIN CHARACTERISTICS AND MORPHOMETRY**. In: LIMNOLOGICAL ANALYSES. W.B. Saunders, Philadelphia. USA. 743 pp.



ANEXO (RESULTADOS)

-Fotos

-Tablas

-Gráficas

-Figuras

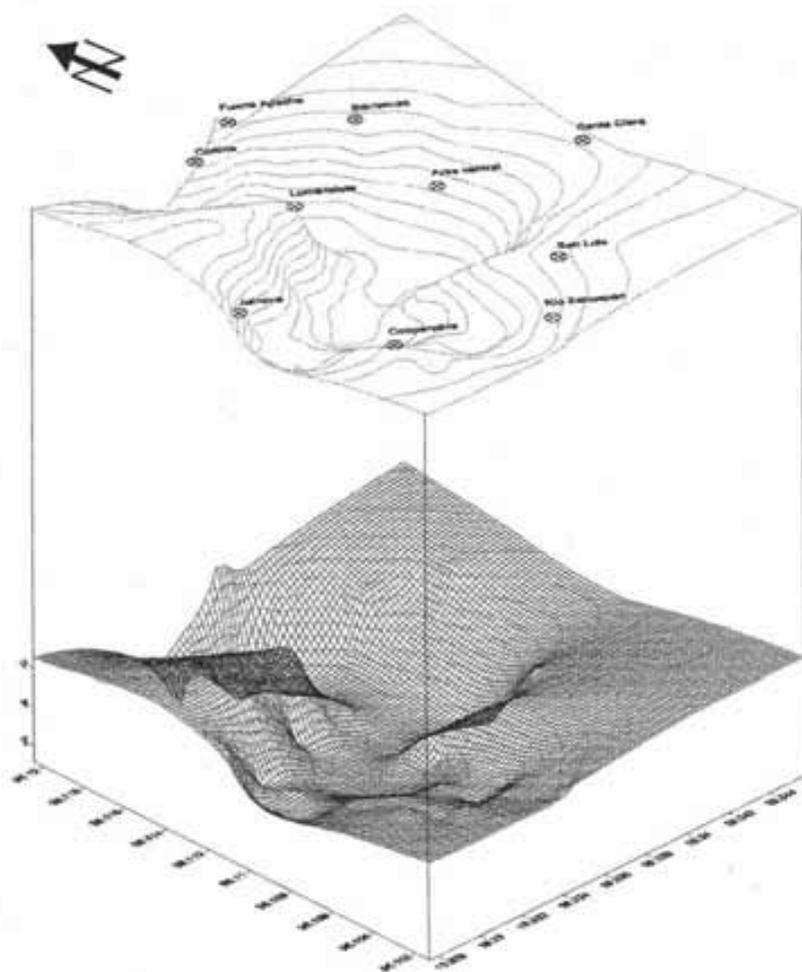
-Mapas

ANEXO 1

RESULTADOS

5.1 Aspectos Batimétricos

Mapa



FORMA DE LA PRESA ATLANGATEPEC, TLAX

Mapa 2a. Forma de la Presa Atlangatepec, Tlaxcala. De acuerdo con Torres-Orozco y García Calderón, 1995. El desarrollo del volumen, de la presa Atlangatepec, Tlax. al ser menor que 1(0.98), su perfil es convexo, entonces, el volumen esta contenido en una cubeta cuya forma, es de cono invertido.

ANEXO 2

R E S U L T A D O S

5.2 Caracterización Fisicoquímica

Tablas

TABLAS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

Tabla 2. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 16/01/04)

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°33.934' N 98°10.481' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°34.030' N 98°11.708' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.654' N 98°12.045' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.435' N 98°11.456' W	19°32.759' N 98°11.093' W	19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	08:46	09:26	10:03	10:55	11:05	11:17	11:45	12:00	12:22	12:31
Prof. (m)	1.5	1.83	2.14	1.92	6.2	3.33	4.67	1.48	1.31	1.95
Transparencia (cm)	14	16.5	14.3	15.1	14.5	15	14.2	15.5	14.5	17.5
Sólidos susp. (mg/l)	558.8	733.3	900	476.9	766.7	995	591.6	552.3	500	493.6
Sólidos disueltos (mg/l)	365.9	755.9	830.1	800.3	204.6	947.7	394.8	346.7	285.8	284.5
Sólidos totales (mg/l)	924.8	1489.3	1730.1	1277.1	971.4	1942.5	986.4	899	785.9	778
Sedimentos										
Arenas %	58.78	58.78	74.34	No hay muestra	98.98	85.56	99.1	98.26	90.38	94.56
Limos %	30.28	30.28	19.94	No hay muestra	0	7	10.74	0.08	2.9	3.08
Arcillas %	11.44	11.44	5.72	No hay muestra	1.02	7.44	1.64	1.82	8.72	2.36
Tipo textural	migajón limoso	migajón	migajón arenoso	No hay muestra	arenoso	migajón arenoso	arenoso	arenoso	arenoso	arenoso
M.Org. %	9.9	3	11.5		10.7	6.6	7.6	2.9	2.3	5.6
Minerales %	90.1	97	88.5		89.3	93.4	92.4	97.1	97.7	94.4
Temp. oC										
sup.	12	11.5	11.6	12.4	11.6	13.1	14.4	14.2	14	15.5
fondo.	10.9	11	10	11	10	11	11.5	10	10	12
Oxígeno (mg/l)										
sup.	7	6.7	8.2	14	8.6	14.8	14	15	15	9.7
fondo.	6.5	7.2	7.8	12.4	0.6	12.9	12.5	13.2	14.4	7.4
pH										
sup.	8.1	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7	7.5	7.9	7.7	7.6
Conductividad (µsiemens)										
sup.	101	85	183	184	186	194	189	198	193	201
Potencial redox (mv)										
sup.	186	185	70	105	82	100	113	109	112	124
Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	250	252	224	258	230	242	236	242	242	242
Ca (mg/l)	37.7	23.2	16.8	24.8	21.6	48.1	17.6	50.5	16.8	44.1
Mg (mg/l)	212.3	228.8	207.2	233.2	208.4	193.9	218.4	191.5	225.2	197.9
NO ₂ (mg/l)	0.01	0.007	0.011	0.014	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.01
NO ₃ (mg/l)	1.1	0.9	2.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.4
P-PO ₄ (mg/l)	0.85	0.61	0.72	1.16	0.79	0.59	0.81	0.61	0.7	0.68
SO ₄ (mg/l)	0.001	0.004	0.003	0.004	0.003	0.002	0.004	0.002	0.001	0.009
Silicatos (mg/l)	3.52	5.37	3.36	2.44	3.29	3.42	3.13	2.53	3.16	5.37

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortini E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 3. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 19/02/04).

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N	19°33.934' N	19°34.569' N	19°34.030' N	19°33.939' N	19°33.654' N	19°33.371' N	19°33.435' N	19°32.759' N	19°33.043' N
	98°10.202' W	98°10.481' W	98°10.392' W	98°11.708' W	98°11.160' W	98°12.045' W	98°11.948' W	98°11.456' W	98°11.093' W	98°10.505' W
Hora	09:05	09:30	09:56	10:55	10:40	11:10	11:20	11:40	12:03	12:15
Prof. (m)	1.29	1.01	2.29	3.3	6.1	1.5	7.2	1.5	1.8	2.3
Transparencia (cm)	16	16	15	15	15	15	18	17	18	18
Sólidos susp. (mg/l)	228.6	242.9	185.7	142.9	71.8	314.3	271.5	285.7	257.2	271.4
Sólidos disueltos (mg/l)	4563.2	4508.3	1898.6	1465.6	4806.7	2123.3	3120.9	2752.9	4324.2	3833.2
Sólidos totales (mg/l)	4791.8	4751.2	2084.3	1608.4	4878.2	2437.6	3392.3	3038.7	4581.4	4104.6
Sedimentos										
Arenas %	63.78	95.1	61.96	No hay muestra	69.56	51.56	59.28	72.38	73.92	87.64
Limos %	26.75	1.46	23.32	No hay muestra	27	29	21.28	4.18	21.36	5.64
Arcillas %	9.44	13.44	14.72	No hay muestra	3.44	19.44	19.44	23.44	4.72	6.72
Tipo textural	migajon arenoso	arenoso	migajon arenoso	No hay muestra	migajon arenoso	migajon	migajon arcillo-arenoso	migajon arcillo-arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso
M.Org. %	10.4	5.2	12.5	9.6		5.8	7.6	10.3	4.6	7
Minerales %	89.6	94.8	87.5	90.4		94.2	92.4	89.7	95.4	93
Temp. oC										
sup.	12	12.7	12.7	16.6	14.6	15.5	16.4	16.7	17.1	17.2
fondo.	11.3	12.4	12.3	14	13.5	13.3	14.5	14.2	14.7	14.7
Oxígeno (mg/l)										
sup.	6.1	5	6.9	7.6	7.1	7.2	7	7.3	7.3	7.4
fondo.	5.2	4.9	6.6	6.9	4	5.6	6.8	6.8	7	5
pH										
sup.	8	7.7	7.8	7.6	7.7	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5
fondo.	7.9	7.8	7.8	7.6	7.6	7.4	7.5	7.5	7.5	7.4
Conductividad (µsiemens)										
sup.	141	145	145	210	201	206	214	214	219	218
fondo.	136	143	145	197	193	196	205	198	202	203
Potencial redox (mv)										
sup.	186	189	184	150	148	156	153	133	120	133
fondo.	186	186	186	154	153	157	147	147	129	147
Dureza total (mg CaCO₃/l)	248	210	204	182	242	290	290	280	250	314
Ca (mg/l)	2.4	10.4	16	24.9	20	24.1	24.9	33.7	32.1	40.9
Mg (mg/l)	245.6	199.6	188	157.1	222	265.9	265.1	246.3	217.9	273.1
NO₂ (mg/l)	0.011	0.005	0.003	0.005	0.004	0.007	0.007	0.004	0.005	0.005
NO₃ (mg/l)	1.3	0.7	0.9	1.2	1.1	1.3	1.4	1.3	1.1	1.1
P-PO₄ (mg/l)	0.64	0.54	0.49	0.62	0.57	0.65	0.78	1.08	0.71	0.65
SO₄ (mg/l)	0.003	0.004	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.007	0.005	0.006
Silicatos (mg/l)	1.32	1.58	1.32	1.94	2.07	4.67	4.28	4.15	2.76	4.31

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichototel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortina), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 4. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 26/03/03).

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°33.934' N 98°10.481' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°34.030' N 98°11.708' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.654' N 98°12.045' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.435' N 98°11.456' W	19°32.759' N 98°11.093' W	19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	13:50	10:30	11:10	11:45	11:55	12:15	12:30	12:55	13:15	13:30
Prof. (m)	1.18	1.7	1.64	2.6	8	4.8	5.2	1.27	2.75	1.75
Transparencia (cm)	20	20	15	18	12	10	20	22	20	16
Sedimentos										
Arenas %	27.38	65.56	65.06	46.32	86.1	58.38	68.1	89.64	81.78	81.78
Limos %	52.18	5.28	3.5	41.32	7.5	16.9	20.18	0	7.86	7.5
Arcillas %	25.44	29.16	31.44	12.36	6.4	24.72	11.72	10.36	10.36	10.72
Tipo textural	migajón limoso	migajón arcillo-arenoso	migajón arcillo-arenoso	migajón arcillo-arenoso	arenoso	migajón arcillo-arenoso	migajón arenoso	migajón arenoso	migajón arenoso	migajón arenoso
Temp. °C										
sup.	19.8	18.5	18.9	18.7	17.8	17.3	19.1	18.2	18.8	18.2
fondo.	19.9	15.9	17	17.1	17.3	14.4	15.9	16.6	16.1	15.7
Oxígeno (mg/l)										
sup.	6	5.6	4.6	3.8	5.8	5.8	5.4	5.2	5.4	5.4
fondo.	4.2	5.4	4.8	3.4	5.6	5.8	1.6	5	5	5.2
pH										
sup.	8	8.3	8.8	8.9	8.8	8.9	8.8	9	8.9	8.9
fondo.	8.9	8.5	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	8.8	8.7	8
Conductividad (µsiemens)										
sup.	249	276	261	254	252	246	261	244	260	246
fondo.	248	249	242	239	247	295	234	232	223	225
Potencial redox (mv)										
sup.	247	403	295	206	265	267	267	257	252	249
fondo.	243	364	297	240	263	269	299	257	261	250
Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	192	237	205	278	173	198	200	204	170	171
Ca (mg/l)	67.9	41.3	82.2	38.9	22.4	47.7	89.4	36.1	32.5	57.7
Mg (mg/l)	153.9	195.7	122.9	239.1	150.6	152.5	110.6	167.9	137.5	112.6
NO ₂ (mg/l)	0.005	0.007	0.005	0.005	0.004	0.007	0.071	0.005	0.005	0.006
NO ₃ (mg/l)	1.9	2.1	2.1	1.5	1.6	2.2	3.19	1.8	1.4	1.4
P-PO ₄ (mg/l)	1.03	0.97	1.19	0.97	0.9	0.96	0.6	0.9	0.91	0.93
SO ₄ (mg/l)	0.05	0.179	0.194	0.002	0.036	0.073	0.181	0.132	0.184	0.177
Silicatos (mg/l)	9.35	5.73	3.75	5.79	6.85	4.34	4.34	5.99	8.49	8.56

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortina), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 5. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 19/05/04)

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°33.934' N 98°10.481' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°34.030' N 98°11.708' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.654' N 98°12.045' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.435' N 98°11.456' W	19°32.759' N 98°11.093' W	19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	10:45-11:00	11:33-11:45	11:50-12:05	12:13-12:30	12:10-12:15	12:35-12:50	12:50-13:10	13:15-13:25	13:27-13:38	13:45-14:10
Prof. (m)	0.97	1.37	1.1	2.26	1.43	1.89	4.18	2.5	1.37	2.38
Transparencia (cm)	13	13	17	19	19	19	20	19	19	
Sólidos susp. (mg/l)	270.2	163	190.7	168	166.8	118.6	237	248.2	127.8	147.6
Sólidos disueltos (mg/l)	337.5	370	221.3	253.8	142.5	253.8	341.3	257.5	355	805
Sólidos totales (mg/l)	607.7	533	412	421.8	309.3	372.4	578.3	505.7	482.8	952.6
Sedimentos										
Arenas %	49.34	91.84	No hay muestra	67.84	30.55	48.12	39.12	67.3	56.12	42.62
Limos %	29.9	5.6	No hay muestra	16	21.29	25.72	24.72	10.54	15.72	17.22
Arcillas %	19.44	2.56	No hay muestra	16.16	48.16	26.16	36.16	22.016	28.16	40.16
Tipo textural	migajon arenoso	arenoso	No hay muestra	migajon arenoso	arcilloso	migajon arcillo-arenoso	migajon arcilloso	migajon arcillo-arenoso	migajon arcillo-arenoso	arcilloso
M.Org. %	6.3	1.6		12	9.9	11.7	8.4	18.4	9.2	12.9
Minerales %	93.7	98.4		88	90.1	88.3	91.6	81.6	90.8	87.1
Temp. oC										
sup.	20.9	22.1	20	21.7	20.9	21.2	21	21.1	21.7	22.6
fondo.	18.9	20	18.4	18.8	18.3	18.5	16.5	18.5	21	20.2
amb	21	22	18	22	23	21	23	21	19	20
Oxígeno (mg/l)										
sup.	5.2	6.4	7.9	7.4	6.9	9.8	10	8.7	9	8.2
fondo.	4	3.9	4.5	3.6	5.7	5.9	3.8	6.7	8.1	4.8
pH										
sup.	7.8	7.5	7.8	7.6	6.8	8.2	8	7.7	7.2	7.7
fondo.	7.4	7	7.6	7.5	7.6	7.8	7.6	7.7	7.9	7.1
Conductividad (µsiemens)										
sup.	243	252	245	238	239	238	236	141	182	131
fondo.	225	234	222	219	220	219	217	135	85	164
Potencial redox (mv)										
sup.	175	148	137	118	136	95	124	233	239	243
fondo.	165	157	136	122	170	107	134	219	230	226
Dureza total (mg CaCO3/l)	194	180	178	174	166	170	170	156	160	172
Ca (mg/l)	8.8	4	9.6	17.2	20.8	26.5	28.9	28.1	22.4	20.8
Mg (mg/l)	185.2	176	168.4	156.8	145.2	143.5	141.1	127.9	137.6	151.2
NO2 (mg/l)	0.043	0.023	0.031	0.029	0.041	0.027	0.039	0.031	0.024	0.027
NO3 (mg/l)	6.4	5.5	4.4	5.2	4.6	5.3	4.9	8.2	5	5.1
P-PO4 (mg/l)	2.75	0.61	0.65	0.67	0.62	1.05	0.72	0.84	0.8	0.7
SO4 (mg/l)	1.07	1.7	2.18	2.53	0.55	2.28	1.8	1	0.9	1.04
Silicatos (mg/l)	0.52	0.51	0.53	0.41	0.5	0.42	0.49	0.5	0.66	0.48

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huilchotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortina), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jainene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 6. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 23/06/04)

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°33.934' N 98°10.481' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°34.030' N 98°11.708' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.654' N 98°12.045' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.435' N 98°11.456' W		19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	11:30	12:04	12:25	13:22	12:40	13:31	13:42	13:52		14:13
Prof. (m)	0.94	0.94	4.45	3.2	5.7	2.37	5.85	1.92		5.57
Transparencia (cm)	18	15	22	16.5	22	18	24	21		28
Sólidos susp. (mg/l)	59.7	129.8	170.2	11.7	70.9	49.5	192.9	22.2		85
Sólidos disueltos (mg/l)	750	325	325	325	325	25 750	25 625	25250		26 125
Sólidos totales (mg/l)	809.7	454.8	495.2	336.7	395.9	25799.5	25817.9	25272.2		26210
Sedimentos										
Arenas %	82.42	47.94	48.12	44.48	92.6	43.02	75.28	95.64		99.1
Limos %	9.78	22.62	31.16	34.08	6.68	30.46	18	1.64		3.82
Arcillas %	7.8	29.44	20.72	21.44	0.72	26.52	6.72	2.72		4.72
Tipo textural	migajon arenoso	migajon arcillo-arenoso	migajon	migajon	arenoso	migajon arcilloso	migajon arenoso	arenoso		arenoso
M.Org. %	20	12.5	27.5	17.5	19	75	42.5	42.5		17.5
Minerales %	80	87.5	72.5	82.5	81	25	57.5	57.5		72.5
Temp. oC										
sup.	23.7	23.8	22.7	24	20.7	20.2	18.4	19.8		19.3
fondo.	21.4	23.5	19	18.7	18.4	18.9	18.2	18.3		20
Oxígeno (mg/l)										
sup.	7.5	7.8	7.4	8.2	5.8	6.4	6.4	7.4		6.6
fondo.	5.5	8.2	5.8	4.9	5.9	4	5.4	6.4		6.6
pH										
sup.	7.8	7.8	7.4	8.2	7.6	7.6	7.5	7.4		7.7
fondo.	7.3	7.5	7.7	7.4	7.4	7.4	6.9	6.8		7.5
Conductividad (µsiemens)										
sup.	186	148	139	75	146	159	172	220		204
fondo.	137	149	138	132	161	218	209	204		205
Potencial redox (mv)										
sup.	254	258	251	242	230	226	212	165		131
fondo.	239	239	219	205	183	126	171	156		120
Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	200	188	180	224	172	220	180	200		184
Ca (mg/l)	83.4	80.2	91.4	94.6	91.4	67.3	88.2	80.9		72.1
Mg (mg/l)	116.6	107.8	88.6	129.4	80.6	152.7	91.8	119.1		111.9
NO ₂ (mg/l)	0.009	0.005	0.009	0.009	0.006	0.037	0.004	0.007		0.004
NO ₃ (mg/l)	1.5	4.7	4.3	4.9	5.5	5.7	5.2	5.3		5.3
P-PO ₄ (mg/l)	0.054	1.37	0.54	0.44	0.48	0.3	0.34	0.37		0.53
SO ₄ (mg/l)	5.34	6.22	6.62	5.14	5.88	6.55	6.35	5.61		5.88
Silicatos (mg/l)	7.1	10.98	8.21	4.51	4.06	4.78	7.63	6.68		5.94

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortina), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jainene), E-10 (Cooperativa la triple 5).

La estación 9 presenta todas las celdas vacías, ya que por cuestiones de viento y precipitación en el momento de muestreo se dificultó el muestreo.

Tabla 7. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 26/07/03)

INDICE	E-1	E-3	E-5	E-7	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	09:20	09:45	10:25	10:10	10:40
Prof. (m)	1.2	1.5	8	3.8	1.7
Transparencia (cm)	20	20	8	20	12
Sólidos susp. (mg/l)	80.5	143.9	140.1	227.9	294.7
Sólidos disueltos (mg/l)		865.2	667.8	795.3	679.7
Sólidos totales (mg/l)		1009.1	807.9	1003.3	974.4
Sedimentos					
Arenas %	82.42	89.28	92.6	75.28	99.1
Limos %	9.78	9.44	6.68	18	3.82
Arcillas %	7.8	1.28	0.72	6.72	4.72
Tipo textural	migajon arenoso	arenoso	arenoso	migajon arenoso	arenoso
M.Org. %	8.2	10.3	12.9	9	12.9
Minerales %	91.8	89.7	87.1	91	87.1
Temp. oC					
fondo.	17	18	18.5	19	19
Oxígeno (mg/l)					
sup.	6.2	6.8	6.1	6	7.1
fondo.	5.2	6.6	5.6	5.8	5
pH					
sup	9.3	9.4	9.7	9.6	9.7
Conductividad (µsiemens)					
sup	138	147	146	131	141
Potencial redox (mv)					
sup	136	128	98	115	122
Dureza total (mg CaCO3/l)	160	170	218	210	226
Ca (mg/l)	98.6	107.4	72.1	76.2	74.6
Mg (mg/l)	61.4	62.6	145.9	133.8	151.4
NO2 (mg/l)	0.036	0.007	0.013	0.007	0.006
NO3 (mg/l)	1.6	1.5	1.6	1.8	1.4
P-PO4 (mg/l)	0.83	0.79	0.72	0.79	0.93
SO4 (mg/l)	0.06	0.046	0.028	0.031	0.033
Silicatos (mg/l)	3.79	5.13	3.62	3.72	1.65

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 8. Parámetros Físico-químicos de la presa Atlangatepec, Tlaxcala (Muestreo 10/10/03)

INDICE	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Coordenadas	19°33.622' N 98°10.202' W	19°33.934' N 98°10.481' W	19°34.569' N 98°10.392' W	19°34.030' N 98°11.708' W	19°33.939' N 98°11.160' W	19°33.654' N 98°12.045' W	19°33.371' N 98°11.948' W	19°33.435' N 98°11.456' W	19°32.759' N 98°11.093' W	19°33.043' N 98°10.505' W
Hora	08:20	08:55	09:25	09:50	10:15	10:35	10:45	11:15	11:40	11:55
Prof. (m)	1.65	1.65	4.6	2.46	5.65	2.69	7.1	2.57	2.35	2.4
Transparencia (cm)	6	6.5	11	11	11	11	6.2	10.5	13	10.5
Sólidos susp. (mg/l)	284.8	98	164.1	100.2	134.3	70	119.8	120.5		
Sólidos disueltos (mg/l)	618.4	907	1034.4	796.2	965.6	197		329.3	263.8	577.2
Sólidos totales (mg/l)	903.3	1005	1123.5	896.4	1081.3	277	180.8	528.1		
Sedimentos										
Arenas %	50.78	98.98	81.28	84.78	53.28	76.64	45.78	76.78	68.28	79.78
Limos %	3.25	0.1	6	8.02	38	17	42.5	2.5	7	9.86
Arcillas %	16.72	0.92	12.72	7.2	8.72	6.36	11.72	20.72	8.72	10.36
Tipo textural	migajon arenoso	arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon	migajon arcillo-arenoso	arcillo-arenoso	migajon arenoso
M.Org. %	89	95.5	86.5	86.3	90	86.6	89.5	90.8	91.5	88.7
Minerales %	11	4.5	13.5	13.7	10	13.4	10.5	9.2	8.5	11.3
Temp. °C										
sup.	16.5	16.5	17.2	18.4	19	19.3	19.1	20.2	18.5	19.9
fondo.	15.7	16.5	16.8	17.1	18.6	18.1	17.5	18.1	17.2	17.9
Oxígeno (mg/l)										
sup.	7.5	6.4	6.8	7.3	7.2	8.8	14.2	12.4	6.9	9.5
fondo.	5.8	4.5	3.3	4.2	5.2	6.5	4.8	6.5	6.3	5.1
pH										
sup.	9.3	9.1	8.9	8.7	8.7	9.4	9.5	9.9	9.1	7.9
fondo.	9.5	9	8.9	8.3	8.3	9.2	8.2	9.2	8.9	8.9
Conductividad (µsiemens)										
sup.	122	113	125	127	130	132	124	132	130	126
fondo.	93	106	119	122	132	125	123	125	122	121
Potencial redox (mv)										
sup.	166	149	131	164	141	103	127	49	118	191
fondo.	138	153	137	172	113	117	162	71	165	128
Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	242	226	272	250	234	252	286	350	330	346
Ca (mg/l)	8	10.4	23.3	7.2	37.7	48.1	50.5	52.1	52.1	52.1
Mg (mg/l)	56.9	52.4	60.5	59	47.7	49.5	57.6	72.4	67.6	71.4
NO ₂ (mg/l)	0.016	0.009	0.006	0.008	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.008
NO ₃ (mg/l)	1.8	1.1	1.1	1.4	1.2	1.6	1.4	1.3	1.3	1
P-PO ₄ (mg/l)	1.43	0.94	1.71	0.79	0.71	0.9	0.63	0.67	0.7	1.15
SO ₄ (mg/l)	0.007	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.013	0.004	0.005	0.006
Silicatos (mg/l)	7.6	4.15	5.23	4.51	0.92	2.7	3.98	2.5	3.79	4.02

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Cortina), E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

Tabla 9. Valores promedio de los parámetros Físico-químicos medidos en la presa Atlangatepec, Tlaxcala.

INDICE	M U E S T R E O S							Promedio anual
	26/03/2003	16/07/2003	10/10/2003	16/01/2004	19/02/2004	19/05/004	23/06/2004	
Prof. (m)	3.09 ± 2.23	3.24 ± 2.85	3.31 ± 1.84	2.6 ± 1.6	2.83 ± 2.1	1.94	3.43	2.69
Transparencia (cm)	17.3 ± 3.9	16 ± 5.7	9.7 ± 2.5	15.1 ± 1.1	16.3 ± 1.3	19.6	18.45	19.03
Sólidos susp. (mg/l)		177.4 ± 94	196.5 ± 66.0	656.8 ± 182.5	227.2 ± 73.8	183.79	67.98	135.89
Sólidos disueltos (mg/l)		752 ± 94.9	632.1 ± 315.3	521.6 ± 277.4	3339.7 ± 1233.2	333.77	11680.55	6007.16
Sólidos totales (mg/l)		948.7 ± 95.1	749.4 ± 369.6	1178.4 ± 412.5	3566.9 ± 1227.4	512.16	11732.43	6122.30
Sedimentos								
Arenas %	67.01	69.8	71.64	84.3	70.5	54.76	69.8	69.69
Limos %	16.22	17.5	13.42	11.58	17.7	18.52	17.5	16.06
Arcillas %	17.26	13.4	10.42	5.73	12.7	26.55	13.4	14.21
Tipo textural	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso	migajon arenoso
M.Org. %		10.7 ± 2.2	10.6 ± 2.8	6.7 ± 3.5	8.1 ± 2.7	9.04	30.44	19.74
Minerales %		89.3 ± 2.2	89.4 ± 2.8	93.3 ± 3.5	91.9 ± 2.7	89.95	68.44	79.20
Temp. oC								
sup.	18.5 ± 0.70		18.5 ± 1.3	13.0 ± 1.4	15.2 ± 2.01	21.32	21.37	21.35
fondo.	16.6 ± 1.4	18.3 ± 0.8	17.4 ± 0.9	10.7 ± 0.7	13.5 ± 1.2	18.91	19.6	19.26
Oxígeno (mg/l)								
sup.	5.3 ± 0.65	6.4 ± 0.5	8.7 ± 2.6	11.3 ± 3.5	6.9 ± 0.8	7.95	7.05	7.50
fondo.	4.6 ± 1.26	5.6 ± 0.6	5.2 ± 1.1	9.5 ± 4.3	5.9 ± 1.1	5.1	5.8	5.45
pH								
sup.	8.73 ± 0.32		9.05 ± 0.55	7.72 ± 0.17	7.64 ± 0.16	7.63	7.6	7.62
fondo.	8.63 ± 0.33	9.5 ± 0.2	8.84 ± 0.44		7.6 ± 0.2	6.8	7.32	7.06
Conductividad (µsiemens)								
sup.	254.9 ± 9.8		126.1 ± 5.72	171.4 ± 41.9	177.3 ± 67.2	214.5	216.5	215.50
fondo.	243.4 ± 20.3	140.6 ± 6.5	118.8 ± 11.2		181.8 ± 28.2	194	172.5	183.25
Potencial redox (mv)								
sup.	270.8 ± 51.5		133.9 ± 39.4	118.6 ± 38.6	155.2 ± 24.1	164.8	218.7	191.75
fondo.	274.3 ± 37.3	119.8 ± 14.4	135.6 ± 30.3		159.2 ± 20.0	151.5	184.2	167.85
Dureza total (mg CaCO3/l)	202.8 ± 33.3	196.8 ± 29.8	278.8 ± 47.1	241.8 ± 10.1	251 ± 42.9	172	194.2	183.10
Ca (mg/l)	51.61 ± 22.1	85.8 ± 16.1	94.1 ± 19.8	90.1 ± 13.5	22.9 ± 11.4	18.71	83.7	51.21
Mg (mg/l)	154.3 ± 39.5	29.9 ± 10.2	59.5 ± 8.7	51.4 ± 3.6	55.4 ± 9.3	37.25	27.48	32.37
NO2 (mg/l)	0.012 ± 0.02	0.014 ± 0.013	0.008 ± 0.003	0.009 ± 0.002	0.006 ± 0.002	0.038	0.01	0.02
NO3 (mg/l)	1.92 ± 0.54	1.6 ± 0.15	1.32 ± 0.24	1.4 ± 0.33	1.1 ± 0.21	5.46	4.71	5.09
P-PO4 (mg/l)	0.94 ± 0.15	0.81 ± 0.08	0.96 ± 0.36	0.75 ± 0.17	0.67 ± 0.07	0.94	0.49	0.72
SO4 (mg/l)	0.12 ± 0.07	0.04 ± 0.01	0.005 ± 0.003	0.003 ± 0.002	0.003 ± 0.002	1.5	5.95	3.73
Silicatos (mg/l)	6.32 ± 1.95	3.6 ± 1.2	3.94 ± 1.77	3.6 ± 1.02	2.84 ± 1.37	0.5	6.65	3.58

Estaciones de muestreo: E-1 (Río Zahuapan), E-2 (San Luis), E-3 (Santa Clara Ozumba), E-4 (Barranca Huichotetel), E-5 (Área central), E-6 (Fuerte apache), E-7 (Corti E-8 (Entre Isla y Loma San José), E-9 (Frente a Jalnene), E-10 (Cooperativa la triple S).

ANEXO 2.1

RESULTADOS

5.3 Perfil de Oxígeno Y Temperatura (Presa Atlangatepec)

TABLA

Tabla 10. Perfil de Oxígeno y Temperatura, Atlangatepec, Tlax.

A) O₂ y Temp. Atlangatepec, (Enero)			
O ₂ (mg/l)	Prof. (m)	°C	Prof. (m)
11.4	0	11.9	0
11.4	-1	11.8	-1
11.4	-2	11.8	-2
11.2	-3	11.8	-3
11.2	-4	11.75	-4
11.1	-5	11.4	-5
10.95	-6	10.75	-6

B) O₂ y Temp. Atlangatepec, (Febrero).			
O ₂ (mg/l)	Prof. (m)	°C	Prof. (m)
6.95	0	13.5	0
7	-1	13.25	-1
6.9	-2	12	-2
6.8	-3	12	-3
6.8	-4	12	-4
5.4	-5	12	-5
5.4	-6	12	-6

C) O₂ y Temp. Atlangatepec, (Marzo).			
O ₂ (mg/l)	Prof. (m)	°C	Prof. (m)
5.6	0	18.2	0
5.6	-1	17.2	-1
5.4	-2	16.85	-2
5.3	-3	16.25	-3
5.1	-4	15.8	-4
4.9	-5	15.5	-5
3.6	-6	15.15	-6

D) O₂ y Temp. Atlangatepec, (Mayo)			
O ₂ (mg/l)	Prof. (m)	°C	Prof. (m)
8.7	0	20	0
8.3	-1	18.75	-1
8.6	-2	17	-2
5.9	-3	16.75	-3
5.6	-4	16.5	-4
5.2	-5	16.5	-5
3.7	-6	16	-6

ANEXO 2.2

RESULTADOS

5.4 Análisis Multivariado (Parámetros Físico-Químicos)

Tabla y Figuras

Tabla 11. Matriz utilizada para la realización del análisis Multivariado de la Presa Atlangatepec, Tlax.

MESES	Estación	TEMP	OXÍGENO	PH	CONDUCT	RESIST	DUREZA T	CALCIO	MAGNESIO	NO2	NO3	P-PO4	SO4	SILICAT
Enero	Río zahuapan	12	7	8.1	101	188	250	37.7	212.3	0.01	1.1	0.85	0.001	3.52
Enero	Sta.clara Ozumba	11.6	8.2	7.7	183	70	224	16.8	207.2	0.011	2.1	0.72	0.003	3.36
Enero	Área central	11.6	8.6	7.4	186	82	230	21.6	208.4	0.008	1.3	0.79	0.003	3.29
Enero	Cortina	14.4	14	7.9	189	113	236	17.6	218.4	0.007	1.4	0.81	0.004	3.13
Enero	Cooperativa	15.5	9.7	7.6	201	124	242	44.1	197.9	0.01	1.4	0.68	0.009	5.37
Feb	Río zahuapan	17	6.2	9.3	138	136	248	2.4	245.6	0.011	1.3	0.64	0.003	1.32
Feb	Sta.clara Ozumba	18	6.8	9.4	147	126	204	16	188	0.003	0.9	0.49	0.001	1.32
Feb	Área central	18.5	6.1	9.7	146	98	242	20	222	0.004	1.1	0.57	0.001	2.07
Feb	Cortina	19	6	9.6	131	115	290	24.9	265.1	0.007	1.4	0.78	0.001	4.28
Feb	Cooperativa	19	7.1	9.7	141	122	314	40.9	273.1	0.005	1.1	0.65	0.006	4.31
Mar	Río zahuapan	19.8	5	8.8	249	247	192	67.9	153.9	0.005	1.9	1.03	0.05	9.35
Mar	Sta.clara Ozumba	18.9	4.6	8.8	261	225	205	82.2	122.9	0.005	2.1	1.19	0.194	3.75
Mar	Área central	17.8	5.8	8.8	252	265	173	22.4	150.6	0.004	1.6	0.9	0.036	6.85
Mar	Cortina	19.1	5.4	8.8	261	267	200	89.4	110.6	0.071	3.19	0.6	0.181	4.34
Mar	Cooperativa	18.2	5.4	8.9	246	249	171	57.7	112.6	0.006	1.4	0.93	0.177	8.56
Mayo	Río zahuapan	20.9	5.2	7.8	243	175	194	9	185.2	0.043	6.4	2.75	1.07	0.52
Mayo	Sta.clara Ozumba	20	7.9	7.8	245	137	178	9.6	168.4	0.031	4.4	0.65	2.18	0.53
Mayo	Área central	20.9	6.9	6.8	239	136	166	20.8	145.2	0.041	4.6	0.62	0.55	0.5
Mayo	Cortina	21	10	8	236	124	170	28.9	141.1	0.039	4.9	0.72	1.8	0.49
Mayo	Cooperativa	22.6	8.2	7.7	131	243	172	20.8	151.2	0.027	5.1	0.7	1.04	0.48
Junio	Río zahuapan	23.7	7.5	7.8	188	254	200	83.4	116.6	0.009	1.5	0.054	1.37	7.1
Junio	Sta.clara Ozumba	22.7	7.4	7.4	139	251	180	91.4	86.6	0.009	4.3	0.54	6.22	8.21
Junio	Área central	20.7	5.8	7.6	146	230	172	91.4	80.6	0.006	5.5	0.48	5.14	4.06
Junio	Cortina	18.4	6.4	7.5	172	212	180	88.2	91.8	0.004	5.2	0.34	6.55	7.63
Junio	Cooperativa	19.3	6.6	7.7	204	131	184	52.1	111.9	0.004	5.3	0.53	5.61	5.94
Julio	Río zahuapan	17	6.2	9.3	138	136	160	98.6	61.4	0.036	1.6	0.83	0.06	3.79
Julio	Sta.clara Ozumba	18	6.8	9.4	147	128	170	107.4	62.6	0.007	1.5	0.79	0.046	5.13
Julio	Área central	18.5	6.1	9.7	146	98	218	72.1	145.9	0.013	1.6	0.72	0.028	3.62
Julio	Cortina	19	6	9.6	131	115	210	76.2	133.8	0.007	1.8	0.79	0.031	3.72
Julio	Cooperativa	19	7.1	9.7	141	122	226	74.6	151.4	0.006	1.4	0.93	0.033	1.65
Oct	Río zahuapan	16.5	7.5	9.3	122	166	242	8	234	0.016	1.8	1.43	0.007	7.6
Oct	Sta.clara Ozumba	17.2	6.8	8.9	125	131	272	23.3	248.7	0.006	1.1	1.71	0.002	5.23
Oct	Área central	18.4	7.7	8.7	130	141	234	37.7	196.3	0.006	1.2	0.71	0.004	0.92
Oct	Cortina	19.1	14.2	9.5	124	127	286	50.5	235.5	0.006	1.4	0.63	0.013	3.98
Oct	Cooperativa	19.9	9.5	7.9	126	191	346	52.1	293.9	0.008	1	1.15	0.006	4.02

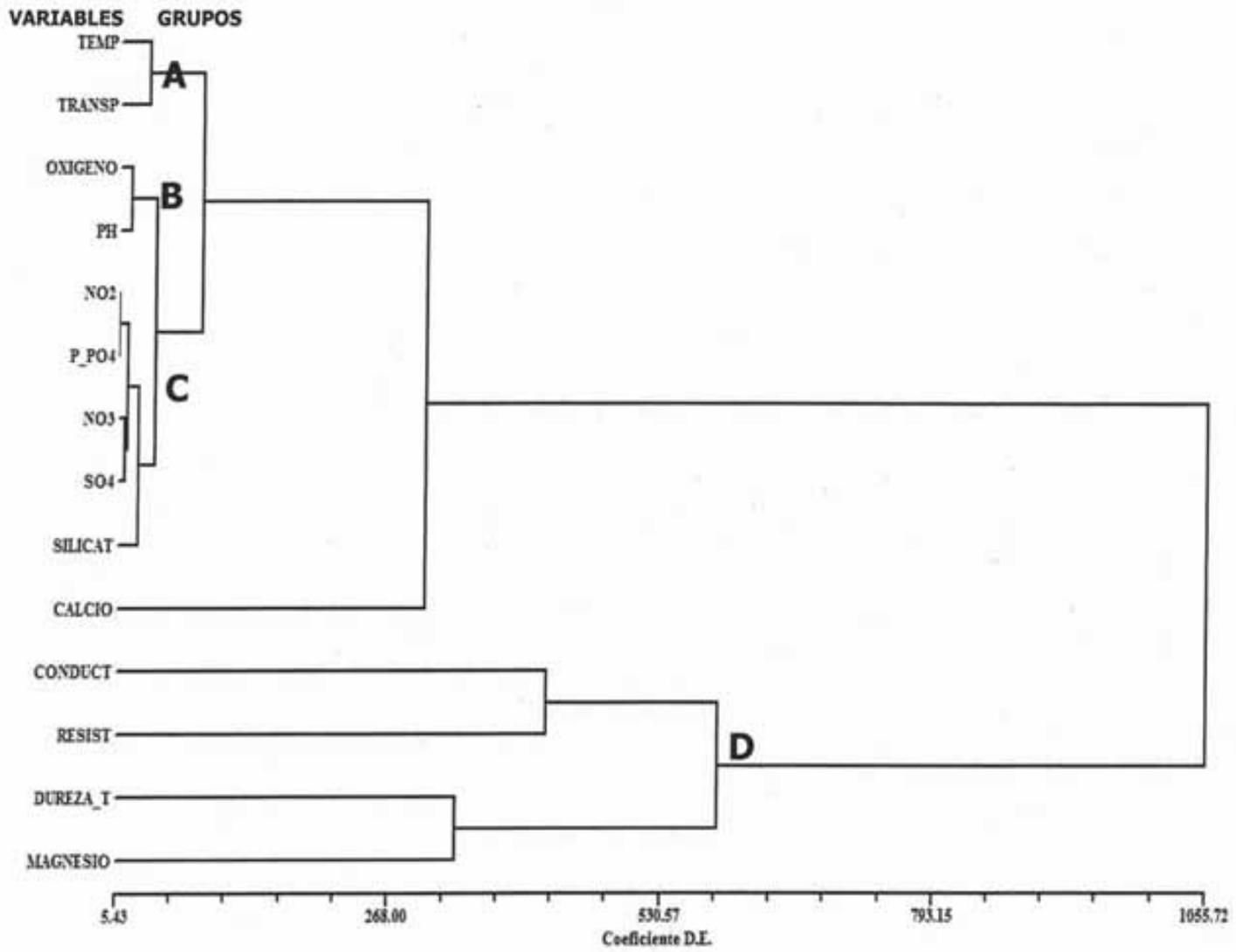


Fig 28. Asociación entre variables medidas en la presa Atlangatepec, Tlax.

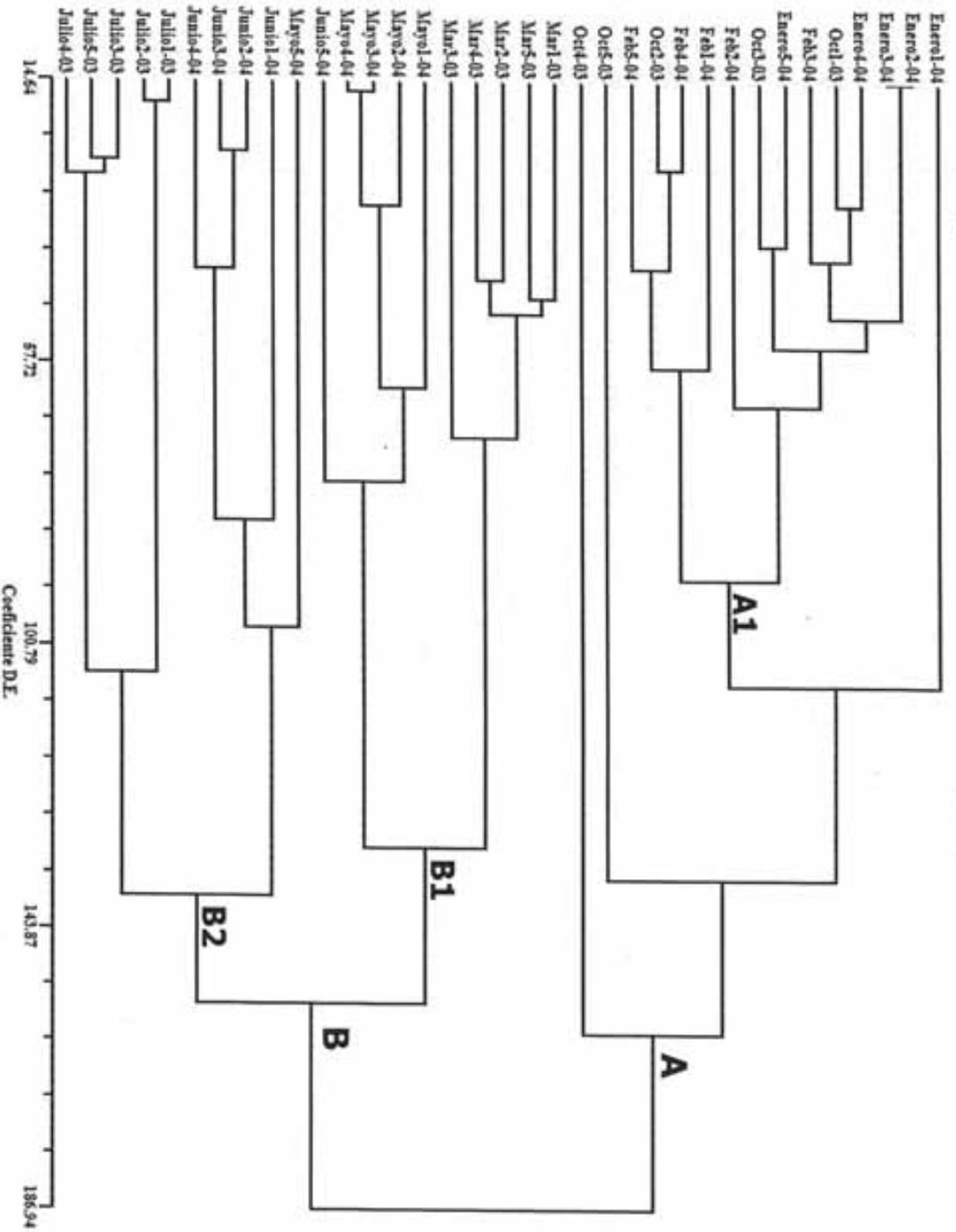


Fig 29. Asociación entre los meses de la presa Atlangatepec, Tlax.

ANEXO 3

RESULTADOS

5.5 Análisis Biótico

5.5.1 Plancton

- Tablas**
- Gráficas**
- Fotos**

Tablas de análisis biótico (Plancton)

Tabla 12. Listado general de los géneros de fitoplancton y zooplancton, presentes en la Presa Atlangatepec, Tlax. por mes de muestreo
Muestreo cualitativo: % de Abundancia relativa

MESES		ENERO	FEBRERO	OCTUBRE	Promedio
LISTADO DE GENEROS DE FITOPLANCTON					
	Clasificación				
No.Organismos		2	6	0	2.67
% Abund.rel		0.9	0.1	0	0.33
División	<i>Chlorophyta</i>				
Familia	<i>Volvocaceae</i>				
Género	<i>Volvox sp.</i>				
No.Organismos		15	8	174	65.67
% Abund.rel		0.8	0.4	11.11	4.10
División	<i>Cyanophyta</i>				
Familia	<i>Nostocaceae</i>				
Género	<i>Anabaena sp.</i>				
No.Organismos		1839	1767	1385	1663.67
% Abund.rel		96.6	98.1	88.44	94.38
Género	<i>Zygnema sp.</i>				
LISTADO DE ZOOPLANCTON					
No.Organismos		4	0	0	1.33
% Abund.rel		0.2	0	0	0.07
Género	<i>Bosmina sp.</i>				
No.Organismos		0	0	7	2.33
% Abund.rel		0.5	0	0.45	0.32
Género	<i>Daphnia sp.</i>				
No.Organismos		1	0	0	0.33
% Abund.rel		0.1	0	0	0.03
Género	<i>Keratella cuadrata</i>				
No.Organismos		0	1	0	0.33
% Abund.rel		0.1	0.1	0	0.07
Especie	<i>Keratella cochlearis</i>				
No.Organismos		3	3	0	2.0
% Abund.rel		0.2	0.2	0	0.13
Género	<i>Cyclops sp.</i>				
No.Organismos		1	0	0	0.33
% Abund.rel		0.1	0	0	0.03
Género	<i>Canthocamptus sp.</i>				
No.Organismos		7	5	0	4.0
% Abund.rel		0.4	0.3	0	0.23
Especie	<i>Eurytomora hirundoides</i>				
No.Organismos		10	9	0	6.33
% Abund.rel		0.5	0.5	0	0.33
Género	<i>Nauplio</i>				
No.Organismos		6	3	0	3
% Abund.rel		0.3	0.2	0	0.17
Género	<i>Macrocyclus sp.</i>				

Tabla 12a. Listado general de los géneros presentes en la Presa Atlangatepec, Tlax., por mes de muestreo

Muestreo cuantitativo: Abundancia/No. de organismos

MESES	Clasificación	MAYO	JUNIO
Densidad(No.Org/m3)		2 907.9	6 055
División	<i>Chlorophyta</i>		
Familia	<i>Volvocaceae</i>		
Género	<i>Volvox sp.</i>		
Densidad(No.Org/m3)		17 856.8	7 785
División	<i>Cyanophyta</i>		
Familia	<i>Nostocaceae</i>		
Género	<i>Anabaena sp.</i>		
Densidad(No.Org/m3)		1 537 584.6	202 421.8
Familia			
Género	<i>Zygnema sp.</i>		
Densidad(No.Org/m3)		3 826	3 460
Género	<i>Daphnia sp.</i>		
Densidad(No.Org/m3)			
Género	<i>Cyclops sp.</i>	0	4 325
Densidad(No.Org/m3)		2 550.7	0
Género	<i>Nauplio</i>		
Densidad(No.Org/m3)		3 826	3 460
Género	<i>Macrocylops sp.</i>		

El volúmen filtrado através de la red de Plancton para el mes de Mayo, es de: 2 827. 44 y para el mes de Junio, es de: 3 392. 92

V= (¶ r2 d) F

Tabla 13. Diversidad de géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax (FITOPLANCTON), por localidad de muestreo

(muestreo cualitativo)

MESES	ESTACIONES DE MUESTREO										TOTAL	% Abundancia relativa
ENERO	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10		
No.de organismos												
<i>Zygnema sp.</i>	337	0	239	289	310	0	282	0	0	382	1839	96.6
<i>Anabaena</i>	5	2	0	0	3	2	2	0	0	1	15	0.8
<i>Volvox sp.</i>	3	1	2	2	3	1	3	0	0	2	17	0.9
FEBRERO												
No.de organismos												
<i>Zygnema sp.</i>	502	0	0	412	0	0	397	0	0	456	1767	98.1
<i>Anabaena</i>	1	0	0	0	3	0	1	0	0	3	8	0.4
<i>Volvox sp.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	6	0.3
OCTUBRE												
No.de organismos												
<i>Zygnema sp.</i>	441	0	0	464	0	480	0	0	0	0	1385	88.4
<i>Anabaena</i>	13	7	5	6	29	11	22	19	30	32	174	11.11

Tabla 13 a. Diversidad de géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax.(FITOPLANCTON), por localidad de muestreo

Muestreo cuantitativo (Abundancia/No.de organismos)

MESES	ESTACIONES DE MUESTREO										TOTAL	DENSIDAD
MAYO	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10		
	Densidad (No.Org/m3)											
<i>Zygnema sp.</i>	292 85	0	667 85	0	639 28	0	1 371 428	0	0	0	305 23	1 537 584.6
<i>Anabaena</i>	3 571	0	0	0	10 714	0	25 000	0	0	10 714	49 999	17 856.8
<i>Volvox sp.</i>	4 571	0	0	0	3 571	0	0	0	0	0	8 142	2 907.9
JUNIO												
Densidad(No.Org/m3)												
<i>Zygnema sp.</i>	0	0	0	0	155 882	0	311 764	0	220 588	0	688 234	202 421.8
<i>Anabaena</i>	0	2 941	0	0	11 764	0	14 705	0	0	0	26 469	7 785
<i>Volvox sp.</i>	5 882	0	0	8 823	0	0	5 882	0	0	0	20 587	6 055

El volumen filtrado a través de la red de Plancton para el mes de Mayo, es de: 2 827 l = 2.8 m³
y para el mes de Junio, es de: 3 392 l = 3.4 m³

Tabla 14. Diversidad de géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax.(ZOOPLANCTON) por localidad (muestreo cualitativo)

MESES	ESTACIONES DE MUESTREO										TOTAL	% ABUNDANCIA RELATIVA
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10		
ENERO												
No.de organismos												
<i>Macrocyclops sp.</i>	2	0	1	0	2	0	0	1	0	0	6	0.3
<i>Cyclops sp.</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0.2
<i>Bosmina sp.</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4	0.2
<i>Canthocamptus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.1
<i>Eurytomora hirundoides</i>	1	0	1	0	3	0	1	0	1	0	7	0.4
<i>Nauplio</i>	0	1	0	2	0	2	1	0	1	3	10	0.5
<i>Keratella cuadrata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
FEBRERO												
No.de organismos												
<i>Cyclops sp.</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0.2
<i>Eurytomora hirundoides</i>	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5	0.3
<i>Nauplio</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	4	1	9	0.5
<i>Macrocyclops sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0.2
<i>Keratella cochlearis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.1
OCTUBRE												
No.de organismos												
<i>Daphnia sp.</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	7	0.45

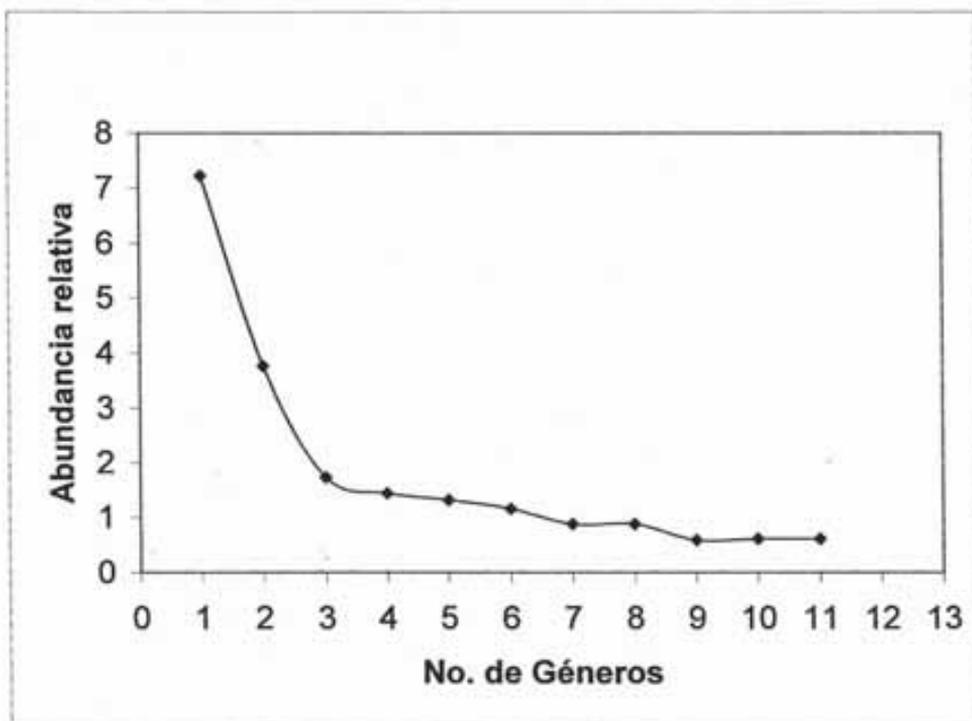
Tabla 14 a. Diversidad de géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax.(ZOOPLANCTON) por localidad (muestreo cuantitativo)

MESES	ESTACIONES DE MUESTREO										TOTAL	DENSIDAD
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10		
MAYO												
abund (No.org/m3)												
<i>Daphnia sp.</i>	0	0	0	0	7 142	0	3 571	0	0	0	10 713	3 826
<i>Macrocyclops sp.</i>	3 571	0	0	7 142	0	0	0	0	0	0	10 713	3 826
<i>Nauplio</i>	0	0	0	3 571	0	3 571	0	0	0	0	7 142	2 550.7
JUNIO												
abund(No.org/m3)												
<i>Daphnia sp.</i>	2 941	0	0	2 941	0	0	0	2 941	0	2 941	11 764	3 460
<i>Cyclops sp.</i>	0	0	2 941	2 941	2 941	0	0	2 941	0	2 941	14 705	4 325
<i>Macrocyclops sp.</i>	2 941	0	0	0	0	2 941	0	2 941	0	2 941	11 764	3 460

El volumen filtrado a través de la red de Placeton para el mes de Mayo, es de: 2 827 l = 2.8 m3
y para el mes de Junio, es de: 3 392 l = 3.4 m3

Tabla 15. DOMINANCIA-ABUNDANCIA DE GENEROS PRESENTES EN LA PRESA ATLANGATEPEC, TLAX.

No. de géneros	Prom.géneros	X %Abund.rel	Generos
1	1663.6	94.4	<i>Zygnema sp.</i>
2	65.6	4.1	<i>Anabaena sp.</i>
3	2.66	0.3	<i>Volvox sp.</i>
4	2.3	0.3	<i>Daphnia sp.</i>
5	6.3	0.3	<i>Nauplio</i>
6	4	0.2	<i>Eurytomora hirundoides</i>
7	3	0.2	<i>Macrocylops sp.</i>
8	0.3	0.1	<i>Keratella cochlearis</i>
9	2	0.1	<i>Cyclops sp.</i>
10	0.3	0.03	<i>Keratella cuadrata</i>
11	0.3	0.03	<i>Canthocamptus sp.</i>
12	1.3	0.01	<i>Bosmina sp.</i>
TOTAL=12	1750.06		



Gráfica 30. Curva orden de Importancia de los géneros presentes en la presa Atlangatepec, Tlax.

FOTOS DE LOS GENEROS DE ZOOPLANCTON, PRESENTES EN LA PRESA ATLANGATEPEC, TLAX.

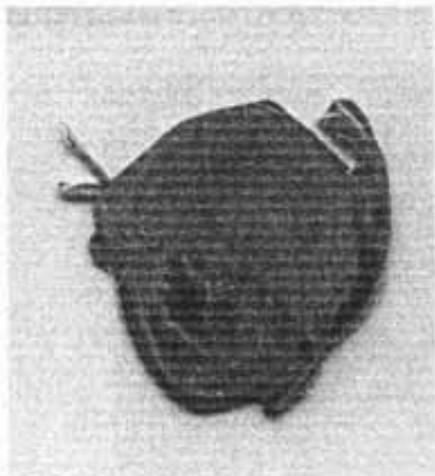


Foto 2. *Bosmina sp.*
10 x 1. Contraste de Fases

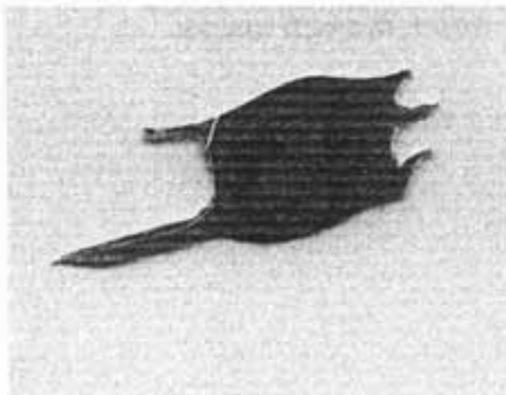


Foto 3. *Keratella cuadrata*
10 x 1. Contraste de Fases

**FOTOS DE LOS GENEROS DE ZOOPLANCTON, PRESENTES EN LA PRESA
ATLANGATEPEC, TLAX.**



Foto 4. *Keratella cocleris*



Foto 5. *Cyclops sp* (hembra)
10 x 1. Contraste de Fases



Foto 6. **Nauplio**
10 x 1. Contraste de Fases



Foto 6. *Eurytomora hirundoides*
10 x 1. Contraste de Fases

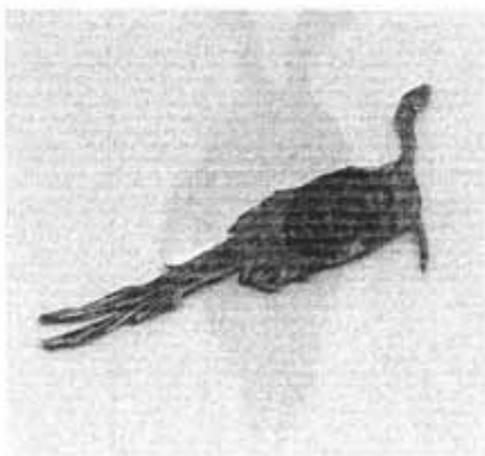


Foto 7. *Canthocamptus sp.*
10 x 1. Contraste de Fases

FOTOS DE LOS GENEROS DE FITOPLANCTON, PRESENTES EN LA PRESA
ATLANGATEPEC, TLAX.

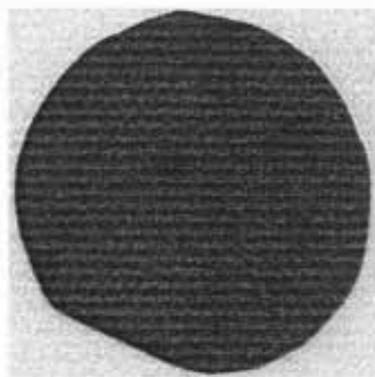


Foto 8. *Volvox sp.*
10 x 1. Contraste de Fases.



Foto 9. *Anabaena sp.*
40x. Contraste de fases

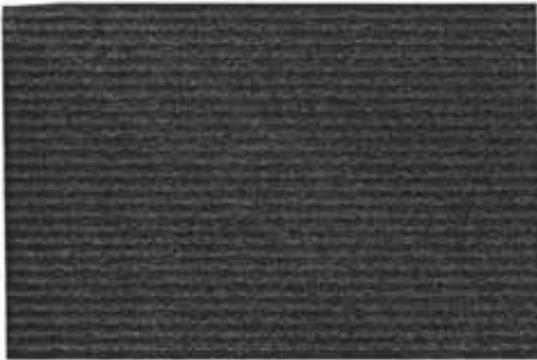


Foto 10. *Zygnema sp.*
40 x. Contraste de fases

ANEXO 4

RESULTADOS

5.5.2 Bentos (Aspectos Físicos sedimentos)

Tabla

Tabla 19. Cantidad de Arenas Limos y Arcillas, por localidad y mes, realizado en el ciclo anual de muestreo en la Presa Atlangatepec, Tlax.

Mes	Componente %	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
Enero	Arenas	37.56	58.78	74.34	No hay muestra	98.98	85.56	99.1	98.26	90.38	94.56
	Limos	49	30.28	19.94	No hay muestra	0	7	10.74	0.08	2.9	3.08
	Arcillas	13.44	11.44	5.72	No hay muestra	1.02	7.44	1.64	1.82	8.72	2.36
Febrero	Arenas	63.78	95.1	61.96	No hay muestra	69.56	51.56	59.28	72.38	73.92	87.64
	Limos	26.75	1.46	23.32	No hay muestra	27	29	21.28	4.18	21.36	5.64
	Arcillas	9.44	13.44	14.72	No hay muestra	3.44	19.44	19.44	23.44	4.72	6.72
Marzo	Arenas	27.38	65.56	65.06	46.32	86.1	58.38	68.1	89.64	81.78	81.78
	Limos	52.18	5.28	3.5	41.32	7.5	16.9	20.18	0	7.86	7.5
	Arcillas	25.44	29.16	31.44	12.36	6.4	24.72	11.72	10.36	10.36	10.72
Mayo	Arenas	49.34	91.84	No hay muestra	67.84	30.55	48.12	39.12	67.3	56.12	42.62
	Limos	29.9	5.6	No hay muestra	16	21.29	25.72	24.72	10.54	15.72	17.22
	Arcillas	19.44	2.56	No hay muestra	16.16	48.16	26.16	36.16	22.016	28.16	40.16
Junio	Arenas	82.42	47.94	48.12	44.48	92.6	43.02	75.28	95.64	No hay muestra	99.1
	Limos	9.78	22.62	31.16	34.08	6.68	30.46	18	1.64	No hay muestra	3.62
	Arcillas	7.8	29.44	20.72	21.44	0.72	26.52	6.72	2.72	No hay muestra	4.72
Julio	Arenas	82.42	No hay muestra	89.28	No hay muestra	92.6	No hay muestra	75.28	No hay muestra	No hay muestra	99.1
	Limos	9.78	No hay muestra	9.44	No hay muestra	6.68	No hay muestra	18	No hay muestra	No hay muestra	3.62
	Arcillas	7.8	No hay muestra	1.28	No hay muestra	0.72	No hay muestra	6.72	No hay muestra	No hay muestra	4.72
Octubre	Arenas	50.78	98.98	81.28	84.78	53.28	76.64	45.78	76.78	68.28	79.78
	Limos	3.25	0.1	6	8.02	38	17	42.5	2.5	7	9.86
	Arcillas	16.72	0.92	12.72	7.2	8.72	6.36	11.72	20.72	8.72	10.36

TIPO TEXTURAL. Está referido en las tablas 2-9, correspondientes a cada mes de muestreo.

El mes de Enero y Febrero, no hay muestra, de sedimento en la estación 4, debido a que el suelo estaba muy compacto, por ello, no se pudo coleccionar el sedimento. El mes de Julio sólo hay datos de 5 estaciones de muestreo, debido a que ese día del muestreo se presentaron problemas de disponibilidad de tiempo, del lancharo, entonces sólo se muestrearon las que se consideran las más representativas del estudio.

ANEXO 5

RESULTADOS

Análisis Biótico

5.5.3 Necton (Pesquería)

Tablas y Fotos

ESPECIES REGISTRADAS PARA LA PESQUERIA (PRESA ATLANGATEPEC)



Foto 11. *Cyprinus carpio carpio* (Linnaeus, 1758)

Es un pez originario de China

Consume poco oxígeno

pH rango: 7.0 - 7.5

Se aclimata a temperaturas variadas prefiriendo las templadas: 3 - 32°C

Se encuentra preferentemente en los sedimentos de tipo limoso.

Una hembra 47 centímetros en longitud produce cerca de 300.000 huevos.

El desove tiene lugar entre los meses de mayo y junio.

Es una especie bentófaga, que se alimenta de invertebrados y detritus del fondo de los acuarios, los alevines prefieren, copépodos, cladoceros y fitoplancton, los adultos son omnívoros. Su madurez sexual la alcanzan de 4-5 años. Esta especie ocupa la zona profunda del cuerpo de agua.

Diagnosis: Tamaño máximo de la carpa común: 120 centímetros, Son omnívoros
Espinass dorsales (total): 3-4; Rayos suaves dorsales (total): 17-23; Espinass dorsales anales: 2-3; Rayos suaves anales: 5-6; Vértebras: 36-37. Dientes 1, 1, 3:3, 1.1, robustos, muela-como con la corona aplanada o surcada algo. Escalas grandes y densamente. Muy variable en forma, proporciones.

La aleta caudal con 3 espinass dorsales y 17-19 irrasslia. Rayo anal simple pasado posterior y huesudo y serrado; 17-20 ramificaron los rayos dorsales; gris del cuerpo al bronce .



Foto 14. *Cyprinus carpio specularis*

Su cabeza es cónica, la boca es muy grande, presenta faringe robusta, su talla máxima es de 80cm, su talla promedio es de 60cm, su peso máximo es de 32 kg y su peso promedio es de 3 Kg, su época de captura es todo el año.



Foto 15. *Ctenopharyngodon idellus*

Conocida como carpa herbívora, presenta coloración negro-café, con abdomen blanco, es herbívora, prefiere las macrofitas, cambia progresivamente de alimentación, consume protozoarios, nauplios, Daphnias y copépodos.

El vientre es blanco, se adapta a temperaturas de 5 a 30° C.

Su madurez sexual la alcanza de 3-4 años. Y en el cuerpo de agua donde se cultiva prefiere la capa media y la superficial.

TABLAS DE LA PESQUERÍA

ESPECIES REPORTADAS PARA LA PESQUERIA (PRESA ATLANGATEPEC, TLAX.

Tabla 16. Especies que forman parte de la pesquería

Nombre común	Nombre Científico	% Abundancia(*)
Carpa común	<i>Cyprinus carpio comunis</i>	
Carpa espejo o de Israel	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	23
Carpa barrigona	<i>Cyprinus carpio rubruriscus</i>	75
Carpa carasiló	<i>Carassius auratus</i>	el porcentaje restante lo comparten
Carpa herbívora	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	las demás especies.
Charal	<i>Chirostoma sp</i>	
Bagre	<i>Ictalurus balsanus</i>	

(*) Captura comercial 2001.

Bagre: *Ictalurus balsanus* = *Istliarius balsanus*

Tabla 17. Registro histórico de siembras 1998 - 2001 en la presa Atlangatepec, Tlax. (SAGARPA - Tlaxcala, 2002)

AÑO	# crías	Especies introducidas
1989	372	Carpas espejo, barrigona y herbívora
1990	559,000	Carpas espejo, barrigona y herbívora
1991		Sin siembra
1992		Sin siembra
1993	70,000	Carpa barrigona
1994	852,000	Carpas barrigona y espejo
1995	910,000	Carpas barrigona y espejo
1996	1,100,000	Carpa barrigona
1997	1,000,000	Carpas espejo, barrigona y herbívora.
1998	1,115,000	Carpas espejo, barrigona y herbívora, tilapia
1999	1,500,000	
2000	264,000	Carpas barrigona y espejo
2001	1,464,000	Carpas espejo, barrigona, herbívora y tilapia

Tabla 17 a. En el municipio de Atlangatepec, durante el año del 2001, se logro una captura total de 206 443 Kg de pescado correspondiendo:

Especies de la Pesquería	Kg
Carpa barrigona	143 592
Carpa espejo	57 018
Carpa hervívora	4 175
Charal	1 571
Acumara	87

tabla 17b.COOPERATIVAS QUE OPERAN EN LA PRESA SAN JOSÉ ATLANGATEPEC, TLAXC

NOMBRE DE LA COOPERATIVA	No. DE SOCIOS	No. DE SOCIOS	No. DE PERSONAS
	REGISTRADOS	ENCUESTADOS	BENEFICIADAS
SSS PP San José	8	6	25
Atlangatepec			
SSS PP	10	11	70
Santa Clara Ozumba	12	10	54
SSS PP Zacapexco	10	6	38
SSS PP Trasquilla	40	33	187

Tabla 17c.CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) DEL MUESTREO

Zacapexco y Trasquilla	carpa	5 y 5.4 kg/día/pescador, respectivamente.
Ozumba y San José Atlangatepec	carpa	3 y 2.7 kg/día/pescador, respectivamente.

Tabla 17d. PROPORCIÓN DE LAS ESPECIES QUE CONSTITUYEN LA PESQUERÍA COMERCIAL EN LA PRESA SAN JOSÉ ATLANGATEPEC, TLAXCALA DURANTE LOS MUESTREOS (ABRIL-OCTUBRE 2001).

%
C. Israel 23
C. Herbívora 1
C. Carasio 1
C. Común 0
C. Barrigona 75

Variación de las longitudes totales promedio de las especies.

Allí durante el mes de septiembre destacan la carpa carasio y

la carpa herbívora con las mayores tallas promedio, 39.5 cm y 33.5 cm, respectivamente.

En apariencia, la carpa herbívora y la carasio son las especies que alcanzan mayores tallas con resp

Fuente: Bermudez, 2002



Foto 17. *Cambarellus montezumae*

El acocil es un crustáceo braquiuro, de 4 cm. de longitud en el estado adulto, que constituye un alimento rico en proteína, y es un modelo animal invaluable en estudios neurológicos. Es coprófago, presente en numerosos embalses de agua templada a fría (14-25°C), ideal para bicultivo con carpa bentónica y pelágica. Ambiente Adecuado: pH alcalino.

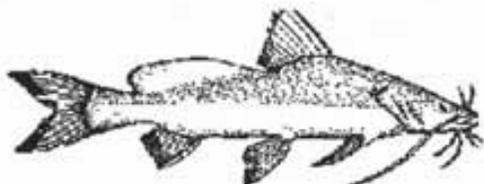


Foto 18. *Ictalurus balsanus* (*Istiarius balsanus*)

De color café en el dorso y abdomen blanquecino, cn barbillas, es un pez bentónico, tiene habitos nocturnos por la presencia de barbillas con terminaciones sensoriales, no hay dimorfismo sexual. Su reproducción es de febrero a julio y con mayor intensidad en mayo y abril.

Demersal, de agua dulce, clima: tropical, vive de 4.5 - 14 años, Distribución: America central, rio Ixtla en Morelos, Mexico.