





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*  
*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA*

*DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL EMBALSE MACUA,  
SOYANIQUILPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE  
MÉXICO.*

---

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA:

VÍCTOR ALONSO FIGUEROA ABUNDIZ

Directora de Tesis: Dra. Norma Angélica Navarrete Salgado

Octubre del 2011

“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano”.

Isaac Newton

## **Agradecimientos**

Deseo manifestar mi gratitud a todas las y cada una de las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo, Gracias.

Quiero agradecer a mi familia por todo su apoyo incondicional que me ha dado a mi mama Juana y mi papa Miguel Ángel. Y por supuesto a mi hermano Miguel.

También quiero agradecer a mis sinodales destacando a mi directora de tesis la Dra. Norma Angélica Navarrete Salgado y mi sinodal la Dra. Leonor Ana María Abundiz Bonilla.

Gracias.

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
JUSTIFICACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVOS PARTICULARES .....	13
FISIOGRAFÍA .....	14
TOPOGRAFÍA .....	14
GEOLOGÍA.....	14
CLIMA.....	14
SUELO .....	15
USO POTENCIAL DEL SUELO.....	15
HIDROLOGÍA .....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Descripción del medio abiótico.....	20
Descripción del medio biótico .....	25
Medio Socio-Económico.....	33
Matriz de Leopold.....	36
Análisis Presión-Estado-Respuesta (PER) .....	37
CONCLUSIÓN.....	38
Anexos .....	47

## RESUMEN

Las actividades que realizan las comunidades ocasionan perturbaciones al ambiente si no se tiene un uso adecuado de los recursos naturales, por ello se realizan estudios de impacto ambiental y diagnósticos ambientales, por este motivo es que se realiza el presente trabajo: Diagnóstico ambiental del embalse Macua, ubicado en la localidad de San Juan Daxthí, Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

El presente estudio fue realizado con cartas de la localidad, información bibliográfica y de campo existente, con el fin de enriquecer el trabajo que se realizó en campo. Esto sirvió para reconocer las actividades que realizan los pobladores, determinar el medio socio-económico, el medio biótico y abiótico; para finalmente incorporar esta información a la Matriz de Leopold y posteriormente realizar el análisis PER (Presión-Estado-Respuesta).

Con los resultados obtenidos de los posteriores análisis se identificaron la interacción y la relación entre las acciones y el medio a ser impactado. Las acciones con mayores repercusiones fueron la agricultura por el uso de pesticidas, la introducción de especies para desarrollar la pesquería y la ganadería por ser las que generan mayor número de impactos negativos.

Ya que se identificaron las problemáticas que se llevaban a cabo en la zona de estudio, se propusieron algunas alternativas para evitar que el medio se siguiera deteriorando y aprovechar de una mejor forma los recursos. Con esto se beneficiaría la comunidad y el ambiente se podría recuperar en un futuro próximo.

## INTRODUCCIÓN

En el Estado de México los embalses, inicialmente fueron creados para generar energía eléctrica o como almacén de agua para riego, mismos que se emplean también para cultivar organismos acuáticos, siendo los peces los más utilizados (Lino, *et al.*, 2007).

Actualmente en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez el 53.81% del suelo lo ocupa la agricultura y utiliza a los embalses para almacenar agua, con el fin de utilizarla para el riego de los cultivos (INEGI, 2009).

En este tipo de embalses los grupos bentónicos más importantes son los quironómidos, seguidos por los oligoquetos, notonéctidos, caobóridos, coríxidos entre otros. En los estanques viven peces nativos de la zona, que llegan con el agua que alimentan a los estanques; es el caso de los goodeídos como el mexclapique y las sardinitas, y diferentes especies de charal como *Menidia jordani* y *Menidia humboldtianum* (Navarrete *et al.*, 2004).

Un elemento muy importante en los ecosistemas acuáticos son los peces, los cuales se encargan de transformar la energía contenida de los niveles tróficos inferiores en energía capaz de ser aprovechada por el ser humano (Navarrete *et al.*, 2004).

De los aspectos más interesantes en la ecología es el de tratar de entender las complejas relaciones que existen entre los factores físico-químicos y los organismos vegetales y animales que forman el componente biótico de un ecosistema acuático (Navarrete *et al.*, 2004).

Como se sabe la actividad industrial y comercial, aunada a una creciente demanda de servicios de vivienda, vías de comunicación, agua potable, recreación y consumo de combustible a expensas de los recursos naturales sin prever los costos ambientales ha ocasionado, en la mayoría de los casos, el desequilibrio de

los ecosistemas naturales y urbanos, la contaminación de los elementos naturales y las afectaciones a la salud (Gobierno del Estado de México, 2007).

Es aquí donde interviene el diagnóstico ambiental, el cual consiste en un documento técnico mediante el cual se pueden identificar los principales agentes que deterioran los recursos naturales, la cantidad y la calidad que éstos guardan (Gobierno del Estado de México, 2007), y con ello fundamentar las medidas de acción que se tomaran para atender la problemática ambiental.

El diagnóstico ambiental parte de la recopilación, sistematización y análisis de datos de las variables ambientales tales como la generación de aguas residuales, emisión de contaminantes a la atmósfera, generación de residuos sólidos urbanos, erosión, incendios forestales, reforestación y áreas naturales protegidas, así como de las variables socioeconómicas referentes a la población, actividades económicas y uso de suelo (Gobierno del Estado de México, 2007).

## **JUSTIFICACIÓN**

En el embalse Macua ubicado en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México, no se ha realizado un diagnóstico ambiental, por lo que se necesitan conocer sus recursos con la finalidad de identificar las problemáticas ambientales actuales y predecir las futuras, con el propósito de proponer medidas de mitigación para solventar los problemas ambientales y que se obtenga un buen aprovechamiento de los recursos, para que se beneficie la comunidad sin afectar al ambiente. Ya que en esta área se practica la agricultura, la ganadería y la pesca lo que causa alteraciones en el medio; pero si se ponen en práctica algunas medidas de mitigación, se podrían minimizar las alteraciones al medio y obtener mayores ganancias en las actividades que se realizan en este lugar.

## ANTECEDENTES

En el embalse Macua se han realizado estudios para conocer a la fauna acuática que se encuentra ahí, uno de estos trabajos es el de Hernández (1993). El realizó un estudio con el fin de contribuir al conocimiento de los aspectos alimenticios y reproductivos del Charal *Menidia jordani*. Los resultados mostraron los siguientes hábitos alimenticios de dicha especie: es preferentemente zooplactófago, ocasionalmente zoobentófago y ocasionalmente fitoplantófago (plactófaga). La dieta se caracterizó por la mayor presencia de *Daphnia*, *Diaphanosoma* y *Cyclops* en primavera-verano y por *Diaptomus* en otoño-invierno.

En este mismo embalse también se ha estudiado el impacto de negativo que causa *Bothriocephalus acheilognathi*. Gonzales (1993) determinó las variaciones de los parámetros de infección (prevalencia, intensidad promedio, intervalo de intensidad y abundancia) que causa el cestodo *Bothriocephalus acheilognathi* en *Menidia jordan*; corroboró que hay una baja especificidad hospedadora de *Bothriocephalus acheilognathi* y en este trabajo se registró por primera vez su presencia como parásito intestinal en el Charal *Menidia jordani*. Posteriormente Torres (2005) reportó que el 21.15% de la población de *Carassius auratus* estaban infectados por el cestodo *Bothriocephalus acheilognathi*.

Otro estudio realizado en un embalse cercano al embalse Macua denominado “la Goleta” Contreras (2008) realizó un estudio sobre el parásito *Bothriocephalus acheilognathi* en *Carassius auratus* y *Cyprinus carpio*. El 47.27% de la población de *Carassius auratus* resultó parasitado y el 48% de la población de *Cyprinus carpio*. Estos trabajos denotan que el parásito estudiado causa un fuerte impacto en la comunidad de peces, ya que *Menidia jordani*, *Carassius auratus* y *Cyprinus carpio* son afectados por *Bothriocephalus acheilognathi*.

Es importante conocer a los demás organismos que integran el ecosistema del zona de estudio el trabajo de Contreras *et al.* (2001) da una idea de cómo están conformados estos embalses, ellos estudiaron los aspectos ecológicos de los

corixidos en el estanque piscícola GL de Soyaniquilpan de Juárez, reportaron las especies: *Trichocorixella mexicana*, *Graptocorixa sp*, *Krizousacorixa femorata* y *Corisella edulis*; señalaron que los parámetros con mayor influencia sobre la densidad de las especies encontradas son la dureza, la alcalinidad y el pH.

También hay otras contribuciones para el conocimiento de la fauna como el trabajo de Rodríguez *et al.* (2007) donde realizaron una contribución al estudio avifaunístico del área de estanques rurales en Soyaniquilpan de Juárez. Registraron 22 especies de aves pertenecientes a quince familias y seis ordenes.

El gobierno del Estado de México (2007) realizó un diagnóstico ambiental dividido en tres regiones hidrológicas, donde se puede ver claramente que los recursos del Estado de México reciben una fuerte presión en cuanto a su uso y su aprovechamiento por los asentamientos humanos como parte de su desarrollo económico y urbano, sin embargo este estudio es general y no se puede ver claramente la situación ambiental en la que se encuentra el embalse Macua y sus alrededores.

García (2001) realizó un diagnóstico ambiental en la comunidad de San José Deguedo, en busca de alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales; donde concluye que los cuerpos de agua que se encuentran en la zona son muy importantes ya que se utilizan para el abrevadero del ganado y producción de peces para complemento alimenticio de los pobladores, sin embargo menciona que estos son dependientes del aporte estacional de las lluvias y además se ha visto disminuido su capacidad de retención por problemas de asolvamiento. Jacobo (2011) también realizó un diagnóstico ambiental pero en el embalse la Goleta, ella concluyó que el deterioro que se ejerce sobre el ecosistema en términos de pérdida de cobertura vegetal natural, pérdida de la biodiversidad, degradación de suelos, contaminación de agua, etc. son el resultado total de acciones derivadas de actividades como ganadería, agricultura, pesca, servicios y zonas recreativas. Estos diagnósticos fueron realizados en zonas cercanas al área de estudio y dan una ligera idea de lo que pasa en el embalse Macua.

## OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diagnóstico ambiental del embalse Macua, ubicado en la localidad San Juan Daxthí, en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinación del medio biótico y abiótico de la zona de estudio y sus alrededores.
- Determinación de la situación socio-económica de la zona de estudio.
- Identificar las actividades generadoras de los impactos ambientales.
- Evaluar la situación ambiental actual en la que se encuentra el embalse.
- Proponer algunas medidas de mitigación.

## ÁREA DE ESTUDIO

El embalse Macua se encuentra localizado, a una altura de 2320 msnm, entre los 20° 06' 58.32" latitud norte y los 99° 31' 12.04" longitud oeste en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México (Hernández, 1993) (Fig.1).

El municipio colinda al norte y oeste con el municipio de Jilotepec; al este se encuentra Tula de Allende, estado de Hidalgo; al sur colinda con Tepeji del Río de Ocampo estado de Hidalgo y con el municipio de Jilotepec (INEGI<sup>a</sup>, 2005). Este embalse se encuentra en la localidad de San Juan Daxthí.

## FISIOGRAFÍA

El municipio de Soyaniquilpan de Juárez se encuentra dentro de la provincia denominada Eje neovolcánico transversal. Dentro de la localidad San Juan Daxthí se encuentra la subprovincia denominada Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003).

## TOPOGRAFÍA

Cerca de la zona de estudio se encuentra Cerro Grande que tiene una altitud de 2630 m de altura ubicado en las coordenadas 20° 06' 00.17" latitud norte y 99° 33' 02" longitud oeste; también se encuentra Cerro Pelón que posee una altura de 2500 m ubicado en las coordenadas 20° 04' 50.88" latitud norte y 99° 32' 50.89" longitud oeste (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003). El relieve de la localidad San Juan Daxthi en su mayoría es lomerío (INEGI, 2009).

## GEOLOGÍA

Las rocas que predominan en la región son andesitas que forman el basamento cubierto por riolita, tobas y basaltos (SARH, 1969).

La roca basal es andesítica, la cual fue cubierta por toba de matriz arcillosa. Cubiertas por un derrame basáltico y finalizando con depósitos de arcilla de color negro que forman el fondo del vaso (SARH, 1969).

## CLIMA

En la zona de estudio predomina el clima C(w1) que significa: templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (33.75%) (INEGI, 2009).

Presenta un intervalo de precipitación que va de los 600 a los 1000 mm. La temperatura va de los doce a los dieciocho grados Celsius (INEGI, 2009).

## **SUELO**

Dominan principalmente dos tipos de suelos que están cerca del embalse Macua, estos son el Vertisol Pélico y Feozem Háplico, en el norte y en el este del embalse predomina el Vertisol Pélico presentando una textura fina, también se encuentra el Feozem Háplico pero está en menor proporción; en las zonas del este y sur el predominante es el Feozem Háplico que presenta una textura media, también hay Vertisol Pélico en menor proporción; en el sur oeste hay Feozem Háplico con una textura media; y en el noroeste predomina más el Feozem Háplico con textura media, también hay litosol y Vertisol Pélico. En zonas aledañas hay Cambisol eutrítico y Luvisol crómico (INEGI<sub>b</sub>, 1996).

## **USO POTENCIAL DEL SUELO**

En la zona de estudio se utiliza el suelo en la parte norte y en un sector del oeste para el desarrollo de praderas cultivadas destinadas para el uso pecuario; el embalse Macua y el embalse Julián Villagrán no son aptos para la actividad pecuaria; al sur y este del embalse Macua el suelo tiene un uso potencial para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003).

Al norte y oeste del embalse Macua el suelo se utiliza para la agricultura mecanizada continua; y al sur y oeste del embalse el suelo no es apto para la agricultura (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003).

## **HIDROLOGÍA**

El embalse Macua se encuentra en la cuenca del Panuco, en la subcuenca R. Tula que abarca 28.22 % de la superficie municipal (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003). La corriente de Los Charcos se conecta con el cuerpo de agua La Tinaja que a su vez se conecta con la corriente intermitente de Xichi, estos dos últimos se conectan de manera directa con el embalse Macua por la parte del noroeste; de la parte del oeste se conectan dos corrientes intermitentes que provienen de Cerro Grande; este embalse abastece a la embalse Julián Villagrán

que se encuentra al sureste por medio de la corriente de agua llamada La Vega, además de que se conecta por esa parte a un canal principal (INEGI<sub>a</sub>, 1996).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en dos etapas, la primera consistió en una investigación bibliográfica acerca de la zona de estudio y la segunda en un trabajo de verificación de campo. La consulta bibliográfica se realizó mediante la revisión de libros, artículos, tesis y cartas temáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); que fueron consultados en la biblioteca de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) y en internet.

### **CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MEDIO ACUÁTICO**

Para la caracterización fisicoquímica del embalse se utilizaron diferentes instrumentos para medir los parámetros a evaluar, la temperatura se midió con un termómetro digital Elite; el pH se determinó con un potenciómetro digital Cole Parmer; la conductividad fue medida con un conductivímetro Sprite 6000; la turbidez fue evaluada con el turbidímetro Lamotte 2020; la transparencia se registró mediante la visibilidad del disco de Secchi; la concentración de oxígeno se midió con un oxímetro Cole Parmer. La dureza y la alcalinidad se determinaron mediante métodos colorimétricos, según lo señalado en The American Public Health Association (APHA, 1998).

### **FLORA**

Para la elaboración del listado florístico se realizaron recorridos observacionales para identificar a los especímenes que tienen mayor incidencia sobre el embalse, los ejemplares colectados fueron prensados y desecados para su identificación en la FESI con ayuda de las claves taxonómicas de Rzedowski (2005) y el listado se complemento con literatura de la zona de estudio.

## **PLANCTON**

El fitoplancton y el zooplancton se obtuvieron mediante el filtrado de 10 litros de agua con red de 60 y 125 micras de abertura de malla, respectivamente.

## **FAUNA**

Se utilizaron métodos directos para la obtención de los organismos acuáticos.

Los invertebrados acuáticos se capturaron con una red de cuchara de 30 por 50 cm de marco y 0.5 mm de abertura de malla. Se barrió un área de dos metros desde la orilla del embalse, los organismos se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas y se les agregó formalina al 4 % (Lino *et al.*, 2007). En el Laboratorio de Microscopía de la FESI, los organismos se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de formalina. Se contaron y se separaron primeramente por ninfas y adultos, posteriormente por sexo y finalmente por especie. La identificación de dichos organismos se realizó con ayuda de claves dicotómicas (Hungerford, 1948). Se realizó un anexo especial para corixidos.

Los peces se capturaron con un chinchorro, el paño de la red fue de un tercio de pulgada, de 30 m de largo y tres metros de caída. El chinchorro cubrió 500m<sup>2</sup> (Navarrete *et al.*, 2004).

Se utilizaron métodos indirectos para determinar la fauna silvestre, para esto se realizaron recorridos para observar a las especies de aves y animales terrestres, además se verificó con la literatura existente en la zona de estudio.

La identificación de aves se realizó con recorridos aleatorios de distancia variable alrededor del embalse (Fjeldsa, 1999) y la identificación de especies se hizo utilizando las guías ornitológicas de Peterson y Chalif (2000) y National Geographic Society (2008).

La determinación de anfibios y reptiles se realizó *in situ* con las guías de campo de Uribe-Peña *et al.* (1999) y posteriormente se elaboró el listado.

Los mamíferos se identificaron a partir de excretas y huellas mediante la utilización de la guías de Aranda (2000) y Chame (2003).

### **MEDIO SOCIO-ECONÓMICO**

El análisis del medio socio-económico se realizó con base a lo indicado en el cuaderno estadístico municipal de Soyaniquilpan de Juárez (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003), al Plan municipal de desarrollo urbano de Soyaniquilpan de Juárez (Gobierno del Estado de México, 2004) y a datos que posee la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL, 2011).

### **EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

Para la identificación de impactos se visualizaron las actividades humanas que producen algún efecto sobre el ambiente (SEMARNAT, 2000).

### **ANÁLISIS PER**

Se analizaron las presiones que hay en el sistema evaluado la situación actual en la que se encuentran, con el propósito de dar algunas medidas para solucionar las problemáticas y beneficiar a la comunidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción del medio abiótico

La zona de estudio ubicada en San Juan Daxthí presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con un intervalo de precipitación que va de los 600 a los 1000 mm (INEGI, 2009) y una temperatura media registrada de 26.7°C; Hernández en 1993 registró una temperatura de 27°C, esto concuerda correctamente, se puede decir que es apta para el crecimiento de las mesófitas y mesófitas xerofíticas (Wilsie, 1966), por lo que se explica el crecimiento de pastizal y las especies que se cultivan.

De la calidad atmosférica no se puede decir mucho, por el motivo de que no se ha monitoreado las emisiones en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, sin embargo, en el municipio más cercano que es el de Jilotepec el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) realizó monitoreos en 1998 (Cuadro 1); los resultados mostraron que la calidad atmosférica es de buena a satisfactoria (Gobierno del Estado de México, 2007).

En el embalse Macua y zonas aledañas se encuentran rocas de la era del cenozoico que pertenecen al periodo terciario; Andesita y Basalto, éstas son rocas ígneas extrusivas. El Basalto es muy predominante en la región (INEGI y Gobiernos del Estado de México, 2003). Como ya se había mencionado hay dos tipos de suelos que predominan en la región, el Vertisol Pélico y el Feozem Háplico, estos suelos son de origen volcánico. Estos resultados concuerdan con los de Coulombe *et al.* (2000), ellos mencionan que los materiales ígneos que dan origen a los Vertisoles son principalmente rocas ígneas, Dixon y Weed (1989), quienes señalan que estos suelos se pueden formar por intemperismo *in situ* del material o por procesos aluviales donde las arcillas se transportan a los planos de inundación donde se depositan y esto ocurre en el embalse Macua.

El Feozem Háplico que se encuentra alrededor del embalse Macua, posee pastizal natural y en la parte sur del embalse hay una pequeña parte con matorral espinoso. Algunas partes se utilizan para cultivar nopaleras y lo demás se utiliza

para la actividad pecuaria (INEGI<sub>b</sub>, 1996) debido a que hay gran cantidad de alimento para el ganado; en la parte del oeste hay agricultura temporal permanente y anual (INEGI<sub>b</sub>, 1996); este suelo se utiliza para estas actividades debido a su alto contenido de materia orgánica y elementos nutritivos; por sus características fisicoquímicas es utilizado para practicar la agricultura con cultivos de riego y cultivos de secano (Pérez, 2006), es decir, cultivos en los que se utiliza únicamente el agua de lluvia. Sin embargo esto tiene serias repercusiones con el pastizal que crecía de forma natural en ese lugar.

El Vertisol Pélico de la zona de estudio tiene un uso agropecuario, se practica la agricultura temporal permanente y anual (INEGI<sub>b</sub>, 1996); donde se cultiva maíz, frijol y haba (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003). En la parte del oeste hay escorrentías intermitentes que son aprovechadas en la agricultura, se aprovecha el relieve ya que el agua viene de la parte más alta hacia la más baja, además de aprovechar el agua que se encuentra almacenada en el embalse Macua. Este suelo se utiliza por ser arcilloso de coloración negra y grisácea, con clase textural fina. Cuando este tipo de suelo de suelo se encuentra seco es duro y se agrieta fácilmente; en presencia de humedad es muy pegajoso y poco susceptible a los procesos erosivos de origen hídrico, eólico y antropogénico; sin embargo existen ciertos grados de erosión. Estos suelos son fértiles y tienen la capacidad agrológica para usarse en el manejo de una alta diversidad de cultivos (Pérez, 2006). Sin embargo el arado es difícil, su textura fina origina problemas de drenaje, escasa aireación y mala fertilización (Guerrero, 1993).

El embalse Macua está localizado en una de las partes que presentan menor altitud dentro de la zona de estudio, estando a una altitud de 2320 msnm, por lo que varias escorrentías que provienen del noroeste y oeste abastecen de agua al embalse por efecto de gravedad. Por los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos hechos a este cuerpo de agua se considera al agua como suave (Romero, 1999) con respecto a su dureza; su alcalinidad indica que es un agua blanda; es dulce; es ligeramente turbia; es cálida; posee un contenido regular de oxígeno y el agua es ácida (Navarrete *et al.*, 2004) (Cuadro 2).

Las propiedades químicas del agua se ven afectadas por diversos impactos que se dan en este embalse; uno de ellos es la introducción de heces fecales al agua que aumentan los niveles de amonio; la contaminación por pesticidas contamina al agua. Los detergentes aumentan los niveles de fósforo, al haber un exceso esto puede provocar que el agua comience a eutrofizarse (Echarri, 1998), esto en gran medida se puede deber a que el solo 33.59 % de las viviendas de la localidad San Juan Daxthí cuenta con servicio de drenaje (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003).

En el embalse Macua se detectó la presencia de espuma que puede serle atribuida a los detergentes vertidos al embalse, principalmente por el lavado de ropa que se efectúa en la parte sureste del embalse; los detergentes añaden espumas y fosfatos al agua. De ser así es muy probable que disminuya el poder autodepurador del embalse al dificultar la actividad bacteriana, esto altera las propiedades físicas del agua. Los materiales en suspensión como basura, sedimentos u otros, aunque no lleguen a estar disueltos son arrastrados por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas) (Echarri, 1998).

Las propiedades biológicas del agua son alteradas por la introducción de desechos fecales y restos orgánicos provocando la proliferación de bacterias fecales y virus. La introducción de agua eutrofizada altera a la biota del embalse (Echarri, 1998).

En la zona de estudio se practica la agricultura y utilizan pesticidas para tener una mejor producción, sin embargo, no se ha tomado en cuenta la afectación ecológica que estos pueden ocasionar, ya sea afectando los ciclos geoquímicos, contaminando al agua subterránea y superficiales, incrementando los riesgos de intoxicaciones químicas y aumentando los niveles de óxido nitroso ( $N_2O$ ) atmosférico; el cual es un potente gas de efecto invernadero. Se ha calculado que el 50% de los fertilizantes es absorbido por las plantas, el otro 50% es almacenado

en el suelo para la nutrición de los nutrientes subsiguientes; pero una gran parte de este es transformado en nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) mediante procesos de desnitrificación de los microorganismos y otra gran parte es lixiviado a capas inferiores donde contaminan aguas subterráneas y el manto freático en forma de nitratos ( $NO_3$ ) (Torres *et al.*, 2003).

El INEGI realizó un estimado donde brinda una idea sobre la cantidad de fertilizante que se utiliza en la cuenca del Pánuco a partir de la superficie utilizada del año 2004 al 2005. Donde se utilizaron 64842.2 toneladas de fertilizantes (INEGI<sub>b</sub>, 2005), lo que nos indica que se utiliza demasiado y es necesario cambiar la cultura de la población.

Esto es una problemática muy seria, debido a que los efectos que puede causar en la zona son: variación de la reacción del suelo; inmovilización de metales pesados; eutrofización del cuerpo de agua; incremento de la actividad biológica del suelo con importantes efectos indirectos sobre la dinámica global de nutrientes; daños por salinidad y contaminación de acuíferos, causados por una dosificación alta; daños causados por impurezas y productos de descomposición; efecto de herbicida y fungicida; y aportación de elementos tales como azufre, calcio, magnesio, manganeso, sodio y sílice (Anónimo, 2003).

Además de los efectos ya mencionados también ocasionan problemas sobre la biota, hay un efecto directo sobre las aves ya que se intoxican y llegan a morir cuando comen algunos insectos que minutos antes fueron fumigados, también causa adelgazamiento del cascarón del huevo, inducción de enzimas hepáticas, aumento en el metabolismo de los esteroides, bioconcentración de tóxicos en los tejidos, disminución de la capacidad reproductiva y movilización (Anónimo, 2011). Los mamíferos que consumen follaje fumigado llegan a intoxicarse y consecuentemente mueren (Gobierno del Estado de México, 2007); los anfibios son muy susceptibles ya que sus huevos no tienen cascará y su piel es un órgano altamente permeable (Natale y Ronco, 2003), esto hace que no puedan tolerar orgánofosfatos (Mohammad, 2006); y con respecto a peces algunos insecticidas han demostrado tener efectos inmunosupresivos (Mohammad, 2006).

En los recorridos hechos en las cercanías del embalse se encontraron envases de pesticidas vacíos que son un verdadero problema, ya que afectan al ecosistema y a la salud de los productores. Lo anterior debido a que estos se consideran como residuos peligrosos y como tales deben recibir un manejo especial (Gobierno del Estado de México, 2007).

Hay una gran cantidad de impactos en la zona como son las actividades agrícolas, ganaderas, la pesca, el uso de una zona recreativa y las casas aledañas; que generan erosión del suelo, basura; introducción de heces fecales, detergentes y pesticidas al sistema acuático.

## Descripción del medio biótico

### Biota acuática

#### Fitoplancton

En el embalse Macua se reportaron 29 géneros de algas, donde las más representativas fueron *Chlorella*, *Navicula*, *Ulothrix*, *Melosira* y *Oscillatoria*; este último es muy importante en la dieta de *Oreochromis aureus* y *Cyprinus carpio* (Cuadro 4). *Oscillatoria* pertenece a las Cianofitas, la presencia de este género se puede deber a que se encuentra en condiciones muy favorables, al estar en aguas someras, cálidas y ricas en nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo (Scagel *et al.*, 1977), existe la posibilidad que el embalse tenga cierto grado de toxicidad debido a la presencia del género *Microcystis* (Ortega, 1984).

#### Zooplancton

Se registraron cuatro clases de microinvertebrados, que contienen a cinco órdenes; diez familias y catorce géneros (Cuadro 5). Los principales géneros fueron *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Moina*, *Mastigodiatomus* y *Bosmina*; este último es muy abundante en el contenido estomacal de *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio* y *Menidia jordani*.

*Moina* resulto ser uno de los géneros más representativos, esto se puede explicar debido a que las especies del género proliferan en aguas estancadas y muy ricas en materia orgánica o incluso contaminadas (Edmonson, 1959; Tech, 1982). Además de ser competidores débiles que aprovechan las condiciones de mayor disponibilidad de alimento y la disminución en la densidad de otras especies de cladóceros para producir poblaciones sumamente numerosas (Crosetti y Margaritora., 1987).

## Bentos

Hablando acerca de los macroinvertebrados, se registraron a las familias Hymenolepididae y Corixidae; también se encontró presente la clase Hydrocarine (Cuadro 6).

La familia Corixidae presentó mayor número de especies las cuales son: *Trichocorixella mexicana*, *Graptocorixa abdominalis*, *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixa parvula* (Fig.4).

La especie de coríxidos más abundante fue *Trichocorixella mexicana*, debido a que la dureza y la alcalinidad se encuentran en menor concentración, esto favorece a esta especie, ya que la cantidad de iones carbonatados disueltos en el agua es menor (especie calcífuga) (Pophman, 1943); esta es una especie holártica, es decir que a bajas temperaturas se favorece su presencia y es una especie herbívora-picadora (Hungerford, 1948).

*Graptocorixa abdominalis* es la segunda especie más abundante, es depredadora-picadora (Polhemus, 1984), es una especie calcífuga (Pophman, 1943) y holártica (Hungerford, 1948).

*Krizousacorixa femorata* es la tercera especie más abundante, es una especie holártica, herbívora-picadora (Hungenford, 1948) y también es una especie calcífuga (Phoman, 1943). Su baja población puede ser debido a que esta especie no puede volar (Hungerford, 1948) y si cambia el medio no se puede desplazar rápidamente para encontrar condiciones más favorables. Hay una coexistencia de esta especie y *Trichocorixella mexicana* a pesar de ser herbívoras; esto es porque sus huevecillos eclosionan a los siete días (Peters y Spurgeon, 1971) y los huevecillos de *Trichocorixella mexicana* eclosionan a los nueve días (Peters y Ulbrich, 1973), por este motivo no hay una competencia fuerte por la búsqueda de comida.

*Trichocorixa parvula* es la especie menos abundante en el embalse, puede ser debido a que normalmente se encuentra en lugares ricos en vegetación acuática

(Jaczewski, 1931); ya que la abundancia de coríxidos es beneficiada por la presencia de vegetación o de rocas en el estanque, hace disminuir el proceso de depredación sobre estos organismos al ser el ambiente más heterogéneo (Pajunen y Pajunen, 1992), también está en función de las variaciones de los parámetros fisicoquímicos (Lino *et al.*, 2007); estas condiciones no se presentaron en el embalse Macua.

## Peces

Se reportaron seis especies de peces las cuales fueron: *Oreochromis aureus*, *Menidia jordani*, *Cyprinus carpio*, *Goodea atripinnis*, *Carassius auratus* y *Girardinichthys multiradiatus* (Fig.5), de los cuales tres son introducidos que son: *Oreochromis aureus*, *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*.

*Oreochromis aureus* fue el más abundante, porque este es un pez originario de África, capaz de adaptarse a aguas templadas y alturas mayores de los 2000 msnm, también soporta bajas temperaturas y altitudes elevadas (Navarrete *et al.*, 2004), al ser una especie que se adapta bien existe el riesgo de que desplace especies nativas al no estar en presencia de sus depredadores naturales. Cuando una especie exótica ocupa el mismo nicho ecológico que una especie nativa, una de las dos puede llegar a interferir con la otra, no existen registros de neutralidad en tal sentido (Leibold y Mcpeek, 2006). Normalmente, estas interferencias entre especies son causadas por competencia por alimento u otros recursos, depredación directa o transferencia de patógenos; el resultado puede ser el desplazamiento de una de las especies por la otra, lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad (Vilá *et al.*, 2008).

*Menidia jordani* fue muy abundante; es una especie nativa de la zona que llega con el agua que alimenta a los embalses (Navarrete *et al.*, 2004), su hábitat natural es en aguas templadas y bien oxigenadas (Gonzalez, 1993).

*Cyprinus carpio* causa muchos impactos ecológicos, puede llegar afectar significativamente la abundancia y diversidad de los macrófitos por la reducción de

la luz, aumento de la tasa de sedimentación, la ingestión de la materia vegetal y el desarraigo durante la actividad de alimentación; también afecta a algunos macroinvertebrados (Parkos *et al.*, 2003). La pérdida de los macrófitos está relacionada a la actividad de la carpa y conduce a la disminución de la diversidad biológica, afectando peces endémicos, anfibios y reptiles que habitan en México (Zambrano *et al.*, 1999). También hay pruebas de que este pez se aprovecha de los huevos de otras especies de peces lo que afecta a especies nativas. Al reducir la vegetación acuática puede hacer poco atractivo al cuerpo de agua y provocar que el agua no sea apta para nadar o para que beba el ganado (NIWA, 2003).

La alimentación de *Carassius auratus* pueden contribuir a la proliferación de algas por la resuspensión de nutrientes, y quedan disponibles para las algas; también perturba a los huevos, larvas y adultos de peces nativos, así como aumenta la turbidez del agua y el agotamiento de la vegetación acuática (ISSG, 2010).

*Goodea atripinnis* es una especie nativa de México, parece que su población se encuentra estable (Snoeks *et al.*, 2011) en México, aunque parte de su población está amenazada por la degradación del hábitat (Soto *et al.*, 1998).

*Girardinichthys multiradiatus* es la menos abundante, es una especie endémica que se encuentra dentro de la lista roja en la categoría de vulnerable (Froese y Pauly, 1999).

## Parásitos

Se encontró un parásito perteneciente al grupo de los céstodos, este es el parásito asiático *Bothriocephalus acheilognathi*, es el causante etiológico de la enfermedad llamada Botriocefalosis de los peces. Este ha parasitado a *Menidia jordanii* (González, 1993) y *Carassius auratus* (Torres, 2005) en el embalse Macua.

El hábitat específico para *Bothriocephalus acheilognathi* es la región anterior del tubo digestivo, causa adelgazamiento de la pared intestinal. La alcalinidad del agua tiene una relación inversa con la incidencia de la infección; este parásito madura y se reproduce durante todo el año (González, 1993; Torres, 2005),

además infecta principalmente a peces de pesos y tallas pequeñas (Contreras, 2008). Es importante destacar a este parásito ya que causa un fuerte impacto sobre los peces.

### **Biota terrestre**

#### Vegetación

En la zona de estudio se realizó un listado florístico que consta de 31 familias, 59 géneros y 75 especies de plantas. De las cuales la familia que presenta mayor número de géneros es la Compositae presentando 12, esto se puede deber a que es una familia muy vasta y su distribución es cosmopolita (Rzedowski *et al.*, 2005). La segunda familia con mayor número de géneros es la Poaceae (gramíneas), presentando 9; se puede explicar debido a que en la zona predomina el pastizal. En zonas de clima subhúmedo la vegetación clímax por lo general no corresponde al zacatal, pero el hombre ha buscado la manera de engendrarlo ahí en muchas partes y de mantenerlo indefinidamente con el fin de lograr su aprovechamiento para la ganadería. Los pastizales con frecuencia corresponden a una fase de la sucesión de comunidades, cuya marcha es detenida. Otras veces la dominancia de gramíneas se produce en forma artificial mediante el pisoteo de los animales y el fuego, y ésta se conserva a la larga con la acción continua de los mismos factores de disturbio (Rzedowski, 2006).

Dentro de las especies de gramíneas más importantes se encuentran *Bromus carinatus* que puede ser utilizada para restauración de vegetación y el control de erosión, y es alimento para animales domésticos (Tollefson, 2006.); *Bouteloua gracilis* que es una importante especie forrajera nativa, tanto para animales domésticos como silvestres, por su cantidad y por su calidad, aún seca sigue siendo atractiva para los mamíferos y mantiene un nivel nutricional aceptable (Anderson, 2003); *Sporobolus indicus* que es una maleza en aguacate y maíz (Villaseñor y Espinosa<sub>a</sub>, 1998); y *Setaria geniculata*, esta especie es una maleza en aguacate, café, caña, estropajo, frijol, frutales, maíz, mango, okra, soya, tomate y viveros (Villaseñor y Espinosa<sub>b</sub>, 1998).

Las gramíneas reciben muchos impactos negativos por distintas actividades como son la agricultura intensiva y extensiva, que afectan su cobertura y su hábitat, merman paulatinamente su banco de semillas y destruyen las partes subterráneas que comúnmente se mantienen vivas aun en épocas desfavorables. En el caso de la ganadería también hay afectaciones. Aunque muchas de las gramíneas se consideran como buenas forrajeras por su contenido de nutrientes, palatabilidad y su alta capacidad de regeneración vía meristemas intercalares, en los sitios con mal manejo ganadero estas plantas no cuentan con el tiempo para reproducirse vegetativamente y en muchos casos matan o destruyen sus semillas y órganos subterráneos, por lo que el impacto es muy significativo (Romeu, 1999). En la zona de estudio en particular no hay evidencia clara de esto, pero si se ven repercusiones sobre el pastizal, principalmente en la cobertura.

La zona recreativa se localiza al sur del embalse Macua en las coordenadas 20°06'41.24" latitud N y 99°31'04.98" longitud norte, sobre pastizal natural y se encuentra a una altura de 2335 msnm. En esta zona fueron introducidas varias especies entre las que destaca *Eucalyptus globulus*, esta causa impactos negativos a la vegetación aledaña por liberar al medio sustancias que poseen un alto potencial alelopático y que llega a inhibir la germinación y crecimiento de los granos de otras plantas (Souto *et al*, 1993). Otra especie introducida que se localiza en la zona recreativa es *Casuarina equisetifolia*, se utiliza ampliamente como barreras contra el viento y para el control de la erosión, es una especie valiosa para la rehabilitación de tierras degradadas o naturalmente estériles debido a su capacidad para la fijación de nitrógeno y a sus altas tasas de producción de hojarasca (Geigel, 1977), esto se contrapone con lo que describe Palacios (2009), él indica que tiene efectos alelopáticos que reducen o eliminan las hierbas y otros arbustos a su alrededor.

En la zona recreativa se realizan fogatas, estos incendios ligeros complementan la acción bacteriana al descomponer los cuerpos de las plantas y permitir que los nutrientes minerales queden más accesibles para el nuevo desarrollo de plantas (Odum, 2006). Sin embargo existe un gran peligro que ocurran incendios severos

de copa en la época de secas debido a la gran cantidad de biomasa que generan los pastizales.

### Anfibios

Se reporto un orden de anfibios, el cual contiene dos familias, dos géneros y tres especies, las cuales fueron: *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* y *Rana sp.* (Cuadro 9); ninguno se encuentra dentro de la NOM 059 y en la lista roja se presentan en la categoría de preocupación menor.

### Reptiles

En la zona de estudio se reportaron diez especies de reptiles pertenecientes a siete géneros, seis familias y dos órdenes (Cuadro 10). *Sceloporus grammicus* y *Kinosternon hirtipes* están en la categoría de protegidas; *Crotalus aquilus* está en la categoría de protegida además de ser endémica; *Pituophis deppei* se encuentra en la categoría de amenazada, además de ser endémica. Todos los reptiles de la zona están en la categoría de preocupación menor en la lista roja.

### Aves

Se reportaron 8 órdenes; y dentro de estos están 17 familias, 21 géneros y 21 especies de aves (Cuadro 7). El orden con mayor número de especies en la zona de estudio es el Passeriformes, al tener 11 especies; esto se explica porque este orden cuenta con alrededor de 5400 especies de aves.

*Accipiter cooperii* se encuentra dentro de la norma 059 en la categoría de protegida; mientras que en la lista roja se encuentra en la categoría de preocupación menor debido a que tiene un rango de distribución muy grande, y por lo tanto no se acerca a los umbrales de Vulnerable; además de que la tendencia de la población parece estar en aumento (IUCN, 2011); sin embargo presento una baja abundancia.

*Passer domesticus* fue la especie más abundante, es un ave originaria del oriente, distribuida naturalmente en Europa y Asia, es una especie introducida en parte de África, Oceanía, Norteamérica y Sudamérica (Long, 1981), en México se encuentra en todo el país excepto en Yucatán (Howell *et al.*, 1995).

La segunda ave más abundante fue *Ardea alba*, se distribuye de Estados Unidos a través de Centroamérica y las Indias Occidentales hasta Argentina; en México se encuentra en casi todas partes, principalmente en las tierras bajas (Peterson y Chalif, 2000; Dunn y Aldotfer, 2008) asociadas a cuerpos de agua.

### Mamíferos

En la zona se realizó un listado de mamíferos, el cual está compuesto por 5 órdenes, 8 familias, 13 géneros, y 16 especies (Cuadro 8). Ninguno se encuentra dentro de la NOM-059 y en la lista roja se presentan en la categoría de preocupación menor.

Con respecto a *Mephitis macroura macroura* y *Sylvilagus cunicularius cunicularius* son especies que se ven afectadas por la comunidad, debido a la caza lo que ocasiona un impacto a la población de dichas especies. Sin embargo no son fuertemente perseguidos y solo los capturan para el auto consumo.

En la zona de estudio no hay Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), la más cercana es la que se encuentra en la Sierra Chincua albergando 179 especies, con una superficie de 256204 ha y presenta una vegetación de coníferas. De la misma forma hay Áreas Naturales Protegidas (ANP) cerca del área de estudio (CONABIO, 2011).

### **Medio Socio-Económico**

El municipio de Soyaniquilpan de Juárez cuenta con una población de 11798 personas, 6020 son mujeres y 5778 son hombres (INEGI, 2010). En la localidad San Juan Daxthí se encuentra aproximadamente el 10.02 % de la población del municipio. Hay 2999 hogares en el municipio y la localidad de San Juan Daxthí posee el 11.79 % de viviendas (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003).

- **Educación:** Los pobladores de esta comunidad solo tienen acceso a la educación básica. Por lo que el resto del equipamiento educativo se encuentra distribuido en las localidades que integran al municipio, en este solo hay una biblioteca con 6805 libros (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003). En la localidad solo hay un jardín de niños, una primaria y una secundaria (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Economía:** En el municipio el 67.25 % de la población tiene una actividad económica y las mayores actividades realizadas son la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal, la pesca y caza (INEGI y Gobierno del Estado de México, 2003). La localidad San Juan Daxthí es una zona con marginación media donde la actividad es rural y actualmente sigue activa (SEDESOL, 2011).

- **Servicios de salud:** El municipio de Soyaniquilpan de Juárez cuenta con 5 unidades del ISEM (Instituto de Salud del Estado de México). Es importante señalar que las instituciones de salud únicamente brindan los servicios básicos a la comunidad (Consulta externa, planificación familiar, medicina preventiva y fomento a la salud), no obstante, por lo regular carecen de material para llevar a cabo sus actividades y sobre todo para cubrir los problemas complicados de salud o emergencias, por lo que en estos casos acuden al hospital regional y clínicas particulares del municipio de Tula Allende, Hidalgo o Jilotepec. En San Juan Daxthí hay un médico que atiende 250 consultas al mes (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Redes y transportes:** En la zona de estudio hay una vía ferroviaria, carreteras de dos carriles y de terracería. Una de las vías principales cercanas a la localidad es la carretera 13, que a su vez se conecta al norte con la carretera 21; ésta se conecta a la carretera Santa Ana al este y al oeste con la carretera federal 45 (Huichapan-San Juan del Río). Al sur del embalse en encuentra la vía Magoni que se dirige al sureste hacia Tula de Allende y al noreste conecta con la carretera Santa Ana. La cabecera municipal se conecta con la Autopista México – Querétaro a través de la vialidad Álvaro Obregón, ésta a su vez permite mantener comunicación de forma directa con San Juan Daxthí. Hay dos tipos de transportes de pasajeros que son los microbuses y taxis (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Servicios hidráulicos:** Hablando acerca de los servicios hidráulicos en el municipio solamente hay dos plantas privadas de tratamiento de aguas residual que suman una capacidad instalada de 3.84 l/seg; una planta es una fosa séptica y la otra utiliza tratamientos físico, químico y biológico. Las fuentes principales de abastecimiento de agua potable de la localidad son tres, un río y dos manantiales. El 92.57 % de viviendas ubicadas en la localidad cuentan con agua entubada; y solo el 33.59 % cuenta con servicio de drenaje (INEGI, 2003).

- **Servicio eléctrico:** En San Juan Daxthí hay una subestación eléctrica que abastece a esta y otras comunidades, sin embargo esta zona carece de servicio eléctrico parcialmente. Esta localidad posee 42 lámparas de vapor de sodio (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Espacios recreativos:** Soyaniquilpan de Juárez cuenta con un total de 49 espacios que impulsan el deporte y sirven de recreación para la población. 39 corresponden a canchas de fútbol y básquetbol, que en su conjunto representan el 79.59% del total, En tanto 12.24% corresponde a los Lienzos Charros que son seis, el 4.08% corresponde a los parques y otro 4.08% a las albercas. En San Juan Daxthí hay Lienzos Charros, tres canchas de basquetbol y una de futbol; además de poseer un jardín y dos kioscos (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Panteones:** En el municipio hay diez panteones, uno de ellos se encuentra en la localidad de San Juan Daxthí (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Seguridad pública:** El área de la seguridad pública de la localidad está a cargo del sector II de los elementos de seguridad que integran el municipio (Gobierno del Estado de México, 2004), es una zona poco delictiva.

- **Recolección de desechos:** El servicio recolección de residuos sólidos en el municipio se realiza con una unidad, cuenta con una cuadrilla de personal conformada por un chofer y dos trabajadores, el servicio de recolección se brinda diariamente. En San Juan Daxthí la recolección de residuos se lleva a cabo los días martes (Gobierno del Estado de México, 2004).

- **Rastro:** Prácticamente en todas las comunidades del municipio de Soyaniquilpan de Juárez se realiza la matanza sobre todo los fines de semana, se sacrifican cerdos, borregos, reses y aves para consumo local tanto en carne fresca como procesada, sin que haya para ello un sitio específico de sacrificio (Gobierno del Estado de México, 2004).

Por lo general las personas que comercian con la carne de esas especies tienen sus instalaciones muy rudimentarias y no cuenta con equipamiento adecuado ni se da el debido cumplimiento a las normas zoonosanitarias y ecológicas provocando así un impacto en el medio ambiente por la derrama a cielo abierto de los desechos orgánicos que resultan del sacrificio de los animales (Gobierno del Estado de México, 2004).

En la localidad hay cuatro establecimientos donde sacrifican y suspenden productos cárnicos, principalmente bovinos (Gobierno del Estado de México, 2004).

### **Matriz de Leopold**

Se registraron 431 interacciones entre los factores y las actividades. Hubo 25 impactos benéficos significativos, 40 impactos adversos significativos, 98 impactos benéficos poco significativos y 270 impactos adversos poco significativos.

Las actividades con mayores interacciones fueron la agricultura con 35, esta actividad también obtuvo la mayor cantidad de impactos adversos poco significativos teniendo 28, ya que afecta a las propiedades del agua, suelo, cambia microclimas, afecta a la vegetación natural, afecta a mamíferos, peces, anfibios y al paisaje; y el uso de pesticidas tuvo 31 interacciones, siendo la segunda actividad con 21 impactos adversos poco significativos y tuvo la mayor cantidad de impactos adversos significativos teniendo 9 los cuales afectan principalmente a las propiedades del suelo y del agua, a los animales. Esto concuerda con lo ya mencionado anteriormente en el apartado de pesticidas.

La actividad con mayor cantidad de impactos benéficos significativos es la elaboración del nuevo camino teniendo 4; esto es porque mejora las vías de comunicación, pone más accesible trasladarse a los servicios de educación y salud, también ayuda para la actividad agrícola y esto mejora la calidad de vida; y la actividad con mayor cantidad impactos benéficos poco significativos fue la generación de heces fecales teniendo 11, esto es porque sirve como abono para varias plantas.

### **Análisis Presión-Estado-Respuesta (PER)**

En el cuadro12 se muestra el análisis PER, de las inmediaciones del embalse Macua, San Juan Daxthí, Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

Dentro de la actividad agrícola se encontraron muchos impactos negativos principalmente por el uso de pesticidas los cuales fueron las alteraciones de las propiedades fisicoquímicas del embalse Macua, así como cambios en las propiedades del suelo y la alteración irreversible de la diversidad biológica; por ello se propusieron medidas para mitigar estos impactos los cuales fueron cambiar el uso de pesticidas por el uso de abonos, conservar los elementos típicos del paisaje y la rotación de cultivos.

Otra actividad donde se encontraron varios impactos negativos fue la pesquería, principalmente por la fauna introducida y los parásitos presentes, lo que causa la perturbación de la vegetación acuática, la disminución de la diversidad y abundancia de la fauna acuática, por lo que se propusieron las siguientes medidas: eliminar a *Carassius auratus* del embalse porque es un pez que no sirve para la pesca por su pequeño tamaño y prohibir la introducción de otras especies introducidas, monitorear las enfermedades y parásitos existentes en las poblaciones y eliminar organismos infectados, y elaborar una zona de protección natural para las especies con en alguna categoría de protección como el caso de *Girardinichthys multiradiatus*.

## CONCLUSIÓN

El mayor impacto negativo es el uso de pesticidas en la agricultura, alterando las propiedades del agua y del suelo; también causa un gran daño a los organismos como plantas, insectos, mamíferos, reptiles, anfibios y aves.

Otro impacto negativo de mayor importancia es la ganadería ya que disminuye la cobertura vegetal, compacta el suelo, genera residuos fecales y la demanda de esta actividad conduce a la necesidad de que se induzca el pastizal alterando al medio.

Un problema que se tiene que resolver lo más pronto posible es la carencia de drenaje, la falta de éste causa contaminación al agua ya que los desechos terminan en los embalses de la zona.

El embalse Macua está teniendo un envejecimiento prematuro por la falta de drenaje; y por la introducción de detergentes, heces fecales y pesticidas, lo que provoca que el agua reciba una gran cantidad de nutrientes y materia orgánica.

La introducción de especies es un problema grave, ya que como se ve claramente que *Oreochromis aureus*, *Carassius auratus* y *Cyprinus carpio* causan muchos impactos al medio y a otras especies, como es el caso de *Girardinichthys multiradiatus* que está siendo desplazada. Otro caso es el de *Eucalyptus globulus* que afecta a las plantas que se encuentran a su alrededor, sin embargo con el caso de *Casuarina equisetifolia* ayuda a mejorar el suelo.

Es importante tener cuidado con las especies que aparecen dentro de la NOM-059-ECOL-2010 que son *Accipiter cooperii*, *Sceloporus Grammicus* y *Kinosternon hirtipes* que se encuentran en la categoría de protección especial; *Crotalus aquilus* también se encuentra bajo protección especial y es endémica; y el caso de *Pituophis deppei* que se encuentra amenazada y es endémica. También hay que tener mucho cuidado con *Girardinichthys multiradiatus*, ya que la red list considera que esta vulnerable y es una especie endémica.

El ecosistema se está deteriorando y esto está causando distintas problemáticas. Dentro de las más importantes son el deterioro del suelo, la contaminación acuática, la pérdida de la biodiversidad la disminución de la cobertura vegetal. Esto es producto de las actividades económicas que se realizan en la zona, como son la ganadería y la agricultura, sumadas a la introducción de especies exóticas y a la perturbación que causa la comunidad sobre el medio.

## BIBLIOGRAFÍA

Anderson M. D. 2003. *Bouteloua gracilis*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Tomado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/bouteloua-gracilis/fichas/ficha.htm#6>. Impacto e importancia, [fecha de consulta 22 de Noviembre del 2011].

Anónimo. 2003. Agrosustentable: tema fertilizantes. Tomado de: <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=687> [Consultado el 18 de junio del 2011].

Anónimo. 2011. Causas de disminución de número de aves. Uruguay. <http://www.avesdeuruguay.com/disminucion.htm> [fecha de consulta: 18 de septiembre del 2011].

APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Waste-water. Washington, D.C. 20<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, USA. 849 p.

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología, A.C. México. 138pp

Chame M. 2003. Terrestrial Mammal Feces: a Morphometric Summary and Description. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 98(Suppl. I): pp71-94

Coulombe, C. E., L. P. Wilding, and J. B. Dixon. 2000. Vertisols. In: M. E. Sumner pp. E269-E286.

CONABIO. 2011. AICAS de México. Tomado de: [http://avesmx.conabio.gob.mx/lista\\_region](http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region). [Fecha de consulta: 31 de agosto del 2011].

Contreras R. G., Navarrete S. N. A., Elías F. G., Rojas B. M. L. 2001. Aspectos ecológicos de los corixidae (Hemiptera, Heteroptera) en el estanque piscícola "GL" de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. Hidrobiológica 11(1): 53-60.

Contreras S. M. 2008. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestodo) como parásito en *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus* en los embalses "La Goleta" y "Macua" en el Estado de México. Tesina de licenciatura. FESIztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México. 27pp.

Crosetti D. y Margaritora F. G. 1987. "Distribution and life cycles of cladocera in temporary pools from Central Italy". Freshwater Biol., 18; pp. 165-175.

Dixon, J. B. y S. B. Weed. 1989. Minerals in soil environments. 2nd ed. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.

Dunn L. J. y Aldorfer J. 2008. Field Guide to the Birds of Eastern North America. Edit. National Geographic: 431pp.

Echarri P. L. 1998. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Libro electrónico; 200pp. Tomado de:  
<http://www.tecun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>  
[fecha de consulta 31 de Agosto del 2011]

Edmonson T. W. 1959. Freshwater biology. John Wiley and Sons. 2a edición. New York; 1248pp.

Fjeldsa J. 1999. The impact of human forest disturbance on the endemic avifauna of Volzungwa Mountains, Tanzania. Bird. Conserv. Int. 9(i):47-62.

Froese R. y D. Pauly (Eds.). 1999. "Fishbase99: conceptos, estructura y fuentes de datos". ICLARM. Filipinas. Tomado de:  
<http://ichtyonb1.mnhn.fr/Summary/SpeciesSummary.cfm?id=6238&lang=English>  
h [fecha de consulta: 18 de septiembre del 2011].

García J. S. M. 2001. Diagnostico Ambiental de la Comunidad de San José Deguedo, Estado de México, en busca de alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales. Tesis de licenciatura. FESIztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México.

Geigel, F.B. 1977. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa. 7(3/4): 15-38.

Gobierno del Estado de México. 2004. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Soyaniquilpan de Juárez. Gaceta del Gobierno No 125, 30 de junio del 2004: 207pp.

Gobierno del Estado de México. 2007. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007. Secretaría del Medio Ambiente. Tlalnepantla de Baz, Estado de México; 112pp.

González M. A. R. 1993. Contribución a la dinámica poblacional de *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) en el charal *Chrostoma jordani* del embalse "Macua" Estado de México. Tesis de licenciatura. FESIztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México. 57pp.

Guerrero G. M. A. 1993. Suelos agropecuarios del estado de Morelos: producción y rendimientos. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Cuernavaca; 386pp

Hernández O. F. 1993. Evaluación de algunos aspectos de Alimentación y Reproducción del Charal *Chirostoma jordani* (Woolman) en el Embalse "MACUA" Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 32pp

Howell, S.N.G. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.

Hungerford H. B. 1948. The Corixidae of the western hemisphere (Hemiptera). The University of Kansas Science Bulletin 32: 827pp

INEGI. 1996<sub>a</sub>. Carta Topográfica, 1:50000. Clave f14c88.

INEGI. 1996<sub>b</sub>. Carta de uso de suelo, 1:50000. Clave f14c88

INEGI y Gobierno del Estado de México. 2003. Cuaderno estadístico Municipal Soyaniquilpan de Juárez, México. Versión electrónica.

INEGI. 2005<sub>a</sub>. Marco Geoestadístico Municipal. [www.cuentame.inegi.org.mx](http://www.cuentame.inegi.org.mx).

INEGI. 2005<sub>b</sub>. Anuario estadístico del Estado de México. México.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Soyaniquilpan de Juárez, México. Clave geoestadística 15079: 9pp

INEGI. 2010. Censo de población y vivienda. Tomado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=15&mun=079&src=487> [Fecha de consulta: 19 de septiembre del 2011].

ISSG. 2010. Global invasive species database. Tomado de: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=368&fr=1&sts=sss> [Fecha de consulta: 31 de agosto del 2011].

IUCN. 2011. "The IUCN Red List of Threatened Species". Tomado de: <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/144427/0> [Fecha de consulta: 8 de septiembre del 2011].

Jacobo S. D. L. 2011. Diagnóstico ambiental del embalse La Goleta, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 51pp.

Jaczewski T. 1931. Studies on Mexican Corixidae. *Annales Musei Zoologici Polonici*. 9 (15): 187-235.

Leibold y Mcpeek. 2006. Coexistence of the niche and neutral perspectives in community ecology. *Ecological Society of America. Ecology*, 87(6), 1399–1410pp.

Lino G. J. F., Contreras R. G., Navarrete S. N. A., García H. V., Reyes T. V. Y., Guevara M. S. T., Pérez. H. A. 2007. Análisis ecológico de los corixidos (Hemiptera, Corixidae) en el embalse San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Estado de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 13(1): 53-57.

Long J. L. 1981. *Introduced birds of the world: the worldwide history, distribution and influence of birds introduced to new environments*. A.H. & A.W. Reed. Sydney, Australia.

Manjarrez R. P. de la C. 2003. *Inventario ornitológico y propuesta de turismo rural en la Comunidad de San José Deguedo, Estado de México*. Tesis de licenciatura. FESIztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México: 87pp.

Mohammad B. P.D; Garza A. V. y Landeros J. 2006. Efectos de los plaguicidas en la fauna silvestre. *UANL, UACJ, UAAAN*. Año 3, No 14 - 15; Mayo – Agosto; 23pp.

Natale G. S. y Ronco A. E. 2003. Impacto del uso de pesticidas asociado a la siembra directa sobre especies no – blanco. *Anuros Autóctonos*. Universidad Nacional de la Plata. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sustentable. La Plata, Argentina; 36 – 39 pp.

National Geographic Society. 2008. *Fiel guide to the birds of North America*. 4th. Ed. National Geographic Society. Washington, D.C. 448pp

Navarrete S. N., Hernández C. J., Elías F. G. 2004. *Piscicultura y ecología en estanques dulceacuícolas*. Edit. AGT, UNAM, D.F., México; pp: 180.

NIWA. 2003. *Goldfish*. Tomado de: <http://www.niwa.co.nz/about-niwa/annual-reports/2003>. [Fecha de consulta: 31 de agosto del 2011].

Odum P. E. y Warrett B. G. 2006. *Fundamentos de ecología*. Edit. THOMSON, 5ª. Ed. México; 598pp.

Ortega M. M., 1984. *Catálogo de las algas continentales recientes de México*. UNAM, México; 566pp

Palacios F.M., Quintana H., Tur A., Valdés M., Regadera R. y Rocamora E. 2009. Impacto ambiental de un vertedero para la disposición final de desechos petrolizados. REDISA. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab). La Habana, Cuba: 14pp.

Pajunen V. I. y I. Pajunen, 1992. Field evidence of intra and interspecific predation on rock-pool corixidos (Heteroptera, Corixidae). Entomologica Fennica 3; pp 15-19.

Parkos, J.J. III, V.J. Santucci, Jr. y D.H. Wahl 2003 Effects of adult common carp (*Cyprinus carpio*) on multiple trophic levels in shallow mesocosms. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60:182-192.

Pérez J. I. 2006. Manejo del ambiente y riesgos ambientales de la región fresera del Estado de México. Versión electrónica: 167pp

Peters W. y J. Spurgeon. 1971. Biology of water –boatman *Krizousacorixa femorata* (Heteroptera: Corixidae). American Midland Naturalist 86 (1): pp 197-207

Peters W. y Ulbrich R. 1973. The life history of water-boatman *Trichocorixella mexicana* (Heteroptera: Corixidae). The Canadian Entomologist 105; pp 277-282

Peterson R. T. y Chalif E. L. 2000. Aves de México: guía de campo: identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Editorial Diana. México:

Polhemus T. J. 1984. Acuatic and semiaquatic Hemiptera. In Merrit, R. W. y K. W. Cummins (eds.). 1984. An introduction to the aquatic insects of North America 2<sup>nd</sup> Ed. Kendal/Hunt, USA; pp 767

Popham E. J. 1943. Ecological studies of the commoner species of British Corixidae. Journal of Animal Ecology 12; pp 124-136

Rodríguez Bravo F. J., N. A. Navarrete Salgado, E. Trujillo Pérez, G. Contreras Rivero. 2007. Contribución al estudio avifaunístico del área de los estanques rurales de Soyaniquilpan de Juárez, Edo de México. Revista de Zoología, número 18. UNAM. Tlalnepantla, Edo de México; pp: 27-35.

Romero R. J. A. 1999. Calidad de agua. Alfaomega, México: 273pp.

Romeu E. 1999. El mundo de las gramíneas: algo más que hierbas o zacates. Biodiversitas. CONABIO. Año 5, Núm. 24: pp16

Rzedowski, G. C. de, Rzedowski J. y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Scagel R. F., Bandoni R. J., Rouse G. E., Schofield W. B., Stein J. R. y Taylor T. M. C. 1977. El reino vegetal. Los grupos de plantas y sus relaciones evolutivas. Omega. Barcelona; 659pp

SEDESOL. 2011. Unidad de microrregiones. Dirección general adjunta de planeación microrregional derechos reservados © 2008. Tomado de: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/default.aspx?tipo=clave&campo=loc&valor=15079&varent=15&varmun=079> [fecha de consulta: 18 de septiembre del 2011].

SEMARNAT. 2000. Sistema de indicadores ambientales y registro de emisiones y transferencias de contaminantes. Instituto Nacional de Ecología. México. 47pp

SEMARNAT. 2010. Normas oficiales vigentes (NOM-059-ECOL-2010). México. 78pp. Tomado de: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/normas/Pages/normaoficalmexicanasvigentes.aspx> [fecha de consulta 14 de julio del 2011].

SHAR. 1969. Presas de México. Tomo II. México, pp: 1103-1115.

Snoeks, J., Laleye, P. y MacBeath, T. 2009. *Goodea atripinnis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Tomado de: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), [fecha de consulta 18 de julio del 2011].

Soto G. E., Díaz P. E., López L. E., Lyons L., 1998. "Fish as indicators of environmental quality in the Rio Lerma Basin, Mexico", *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1, 267-276 pp.

Souto X.C., Gonzalez L. y Reigosa M. J. 1993. Estudio de los efectos alelopáticos producidos por partes aéreas de distintas especies arbóreas (*eucalyptus globulus*, *acacia melanoxylon*, *quercus robur*, *pinus radiata*) en descomposición en el suelo. Congreso forestal Español. Ponencias y comunicaciones, tomo I: pp189-195.

Tech E. 1982. Culture of zooplankton (*Brachionus* and *Moina*). South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila, Filipinas; pp. 36-58.

Tollefson, J. E. 2006. *Bromus carinatus*. En: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Tomado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/bromus-carinatus/fichas/ficha.htm#6.%20Impacto%20e%20importancia>, [fecha de consulta 22 de Noviembre del 2011].

Torres H. P. 2005. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* en *Carassius auratus* en el embalse “Macua”, Estado de México. Tesis de licenciatura. FESIztacala, UNAM. Tlalnepantla, Estado de México. 31pp.

Torres R., Soria E. M., Pérez C. y García J. 2003. Incrementos de la fijación biológica del nitrógeno. Tomado de: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpypZkykVIQGLUhfDt.php#im> [fecha de consulta 18 de junio del 2011].

Uribe-Peña Z., A. Ramírez-Bautista, G. Casas-Andreu 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México. Instituto de Biología, UNAM. 119pp.

Vilá M. et al. 2008. Invasiones biológicas. ISBN 978-84-00-08663 3, CSIC, Madrid, España; 215 pp.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G.<sub>a</sub>, 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. Tomado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/sporobolus-indicus/fichas/ficha.htm#6>. Impacto e importancia [fecha de consulta 22 de Noviembre del 2011]

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G.<sub>b</sub>, 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. Tomado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/setaria-parviflora/fichas/ficha.htm#6>. Impacto e importancia [fecha de consulta 22 de Noviembre del 2011]

Wilsie C. P. 1966. Cultivos: Aclimatación y distribución. Edit. ACRIBIA. Zaragoza, España; pp. 163 – 164.

Zambrano, L., Perrow, M. Aguirre–Hidalgo, V. y Macías–García, C. 1999. Impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds in central Mexico. *Journal of Aquatic Stress Ecosystems and Recovery* 6:281–288pp

# Anexos

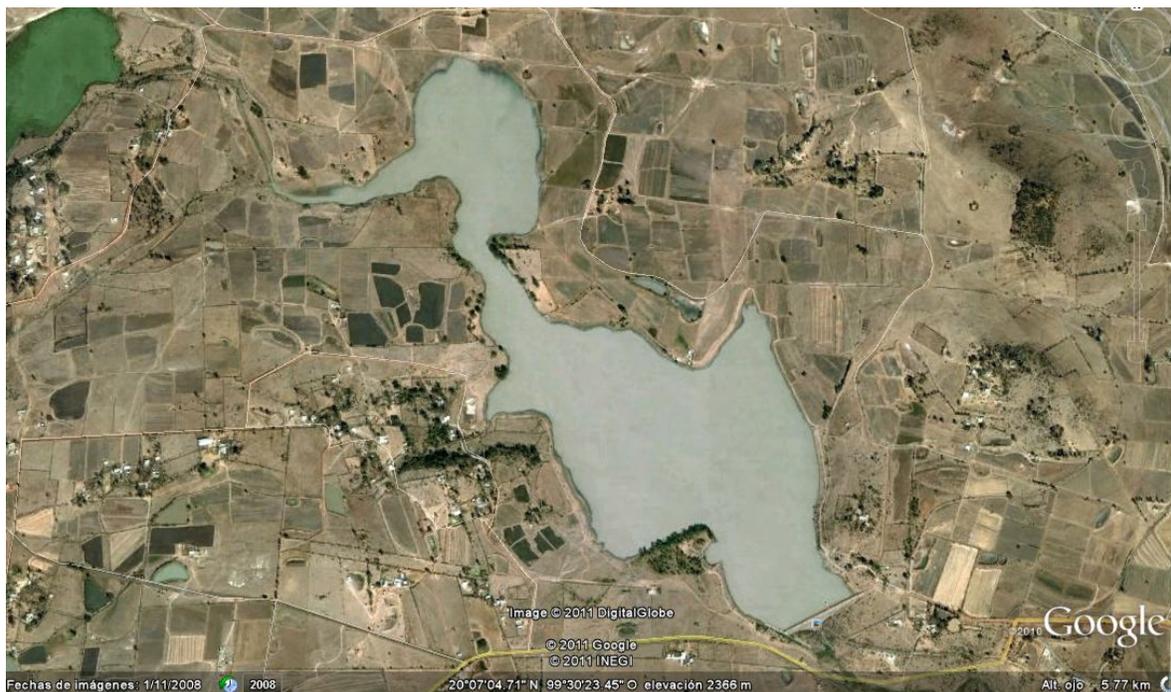


Fig. 1 Fotografía de vista satelital del embalse Macua (cortesía de Google).

Cuadro 1. Resultados de campañas de monitoreo de la calidad del aire. Valores IMECA máximos.

Región	Municipio	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Año
Pánuco	Amecameca	54	<b>102</b>	25	10	-	1997
	Ozumba	40	-	-	-	-	1997
	Temascalcingo	73	43	<b>215</b>	-	45	1997
	Acambay	<b>126</b>	93	93	13	24	1998
	Aculco	<b>316</b>	85	24	11	44	1998
	Jilotepec	52	80	25	24	-	1998
	Polotitlán	<b>156</b>	<b>103</b>	90	18	24	1998
	Timilpan	-	73	98	-	-	1998
	Jocotitlán	98	91	79	20	21	2002
	Valle de Chalco	<b>116</b>	<b>120</b>	34	55	27	2003
	Apaxco	94	<b>105</b>	-	30	17	2004
	Zumpango	71	81	17	20	21	2004
	Atizapán de Zaragoza	<b>118</b>	84	31	72	55	2005
	Atizapán de Zaragoza	<b>137</b>	87	41	38	60	2006
	Huehuetoca	67	79	-	31	-	2006
	Huixquilucan	<b>263</b>	<b>137</b>	48	18	43	2006
	Tultepec	<b>129</b>	97	22	40	39	2007

Cuadro 2. Parámetros físico-químicos del embalse Macua.

Parámetros	Promedio	VAR	S
Profundidad (m)	0.34	0.04	0.21
Transparencia (m)	0.31	0.3	0.17
T-ambiente (°C)	26.7	2.36	1.53
T-agua (°C)	24.31	0.84	0.92
pH	6.11	0.34	0.58
Conductividad (μhos)	100	5.32	2.3
Oxígeno (ppm)	6.75	0.52	0.72
Dureza (mg CaCO3/L)	48.53	3.06	1.74
Alcalinidad (mg CaCO3/L)	31.66	1.63	1.27
Turbiedad (NTU)	42.03	0.77	0.87

Cuadro 3 Listado florístico de San Juan Daxthí

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Cupresaceae	Cupressus	<i>lindleyi</i> Klotzsch ex Endl. **
Pinaceae	Pinus	<i>leiophyla</i> Sch. & Cham. *
		<i>montezumae</i> Lamb. *
Agavaceae	Agave	<i>atrovirens</i> Karw. ex <i>Salm-Dyck</i> **
Asclepiadaceae	Asclepias	<i>linaria</i> Cav. *
Brassicaceae	Brassica	<i>campestris</i> L. **
	Eruca	<i>sativa</i> Mill **
Bromeliaceae	Tillandsia	<i>erubescens</i> Schl. *
		<i>recurvata</i> (L.) L. *
		<i>usneoides</i> (L.) L. **
Buddlejaceae	Buddleja	<i>cordata</i> H.B.K. **
		<i>sp</i> *
Cactaceae	Opuntia	<i>sarca</i> Griff. *
		<i>megacantha</i> Salm-Dyck **
		<i>lindherimeri</i> Engelm. *
Casuarinaceae	Casuarina	<i>equisetifolia</i> L. *
Chenopodiaceae	Chenopodium	<i>ambrosioides</i> L. **
Compositae	Aster	<i>subulatus</i> Michx. *
	Baccharis	<i>conferta</i> HBK. *
		<i>heterophylla</i> HBK. *
	Bidens	<i>odorata</i> var. <i>calcicola</i> Cav. *
	Conyza	<i>bonariensis</i> (L.) Cronq. (C. <i>hispida</i> H.B.K.) *
	Gnaphalium	<i>arizonicum</i> Gray. *
	Senecio	<i>salingus</i> D.C. *
		<i>sp</i> *
	Taraxacum	<i>officinale</i> Weber. *
	Cosmos	<i>sp</i> **
	Hemeroteca	<i>sp</i> **
	Tagetes	<i>sp</i> **
Eupatorium	<i>sp</i> **	
Sonchus	<i>sp</i> **	
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>purpurea</i> (L.) Roth **
	Dichondra	<i>argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Wild. **
Ericaceae	Arbutus	<i>glandulosa</i> Mart. & Gal. **
		<i>xalapensis</i> H.B.K. **
Fabaceae	Acacia	<i>sp</i> *
	Dalea	<i>Dalea sp</i> Lucanus. *

	Mimosa	<i>acanthocarpa</i> (Wild.) Poir. **
	Cassia	<i>laevigata</i> Wild**
	Trifolium	<i>goniocarum</i> Lojac. *
	Prosopis	<i>sp</i> **
Fagaceae	Quercus	<i>casteana</i> Née*
		<i>crassifolia</i> H. & B.*
		<i>crassipes</i> Humb. & Bonpl.**
		<i>obtusata</i> Bonpl.*
		<i>rugosa</i> Née*
Geraniaceae	Geranium	<i>seemannii</i> Peyr.**
Loranthaceae	Phoradendron	<i>schumannii</i> Trel.**
Lythraceae	Cuphea	<i>aequipetala</i> Cav.**
Myrtaceae	Eucalyptus	<i>globulus</i> Labil *
Oleaceae	Fraxinus	<i>uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.**
Onagraceae	Oenothera	<i>rosea</i> L. Her. ex. Ait. *
		<i>tetraptera</i> Cav.*
Oronbanchaceae	Conopholis	<i>alpina</i> var. <i>mexicana</i> (A. Gray ex S. Wats.) Haynes.**
Papaverceae	Argemone	<i>ochroleuca</i> Sweet *
Phytolaccaceae	Phytolacca	<i>icosandra</i> L.*
Poaceae	Bouteloua	<i>gracilis</i> (H.B.K.) Lag. Ex Steud. *
	Bromus	<i>carinatus</i> Hook and Arn. *
	Setaria	<i>geniculata</i> (Lam.) Beauv. ( <i>S. gracilis</i> . H.B.K. Nov. Gen.)*
	Sporobolus	<i>indicus</i> (L.) R. Br.**
	Cynodon	<i>sp</i> **
	Eragrostis	<i>sp</i> **
	Eleusine	<i>sp</i> **
	Hilaria	<i>sp</i> **
	Muhlenbergia	<i>sp</i> *
Polygonaceae	Rumex	<i>sp</i> *
Rhamnaceae	Rhamnus	<i>serrata</i> Schultes*
Rosaceae	Crataegus	<i>pubescens</i> (HBK.) Steud.*
	Prunus	<i>serotina</i> Ehrh.*
Rubiaceae	Bouvardia	<i>ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.**
		<i>longiflora</i> (Kunth) Cav.**
Solanaceae	Nicotiana	<i>glauca</i> Graham**
	Solanum	<i>sp</i> *
Verbenaceae	Verbena	<i>bipinnatifida</i> Nutt. ( <i>V. ciliata</i> Benth)*

\*Visitas y muestreos

\*\* Reportadas por Manjarrez Ruiz P. de la C. en el 2003.

Cuadro 4. Listado del fitoplancton del embalse Macua

FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Achnantheaceae	Cocconeis	
Chaetosphaeridaceae	Chaetosphaeridium	
Characeae	Chara	
Chroococcaceae	Merismopedia	
Closteriaceae	Closterium	
Colaciaceae	Colacium	
Coscinodiceae	Melosira	
	Stephanodiscus	
Diatomaceae	Fragilaria	
	Synedra	
Hydrodictyceae	Pediastrum	
Lemnaceae	Lemanea	
Microcystaceae	Microcystis	<i>M. aeruginosa</i>
Naviculaceae	Cymbella	
	Gomphonema	
	Navicula	<i>N. platalea</i>
Nitzchiaceae	Nitzschia	
Oedogoniaceae	Oedogonium	
Oocytaceae	Chlorella	
Oscillatoriaceae	Lyngbya	
	Oscillatoria	
	Spirulina	
Pinnulariaceae	Pinnularia	
Pleurochloridaceae	Pseudostaurastrum	
Pleurosigmataceae	Gyrosigma	
Surirellaceae	Cymatopleura	
	Surirella	
Ulotrichaceae	Ulothrix	
Euglenophyta		

Cuadro 5 Listado de zooplancton del embalse Macua

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Cladóceros	Cladocera	Bosminidae	Bosmina	
		Chydoridae	Camptocercus	
		Daphniidae	Ceriodaphnia	
			Mastigodiptomus	
			Daphnia	
			Simocephalus	
		Macrothricidae	Macrothrix	
		Moinidae	Moina	
Sididae	Diaphanosoma			
Cestodos	Pseudophyllidea	Bothriscephalidae	Bothriocephalus	<i>B. achellognathi</i>
Rotíferos	Ploima	Branchionidae	Keratella	
Copépodos	Calanoida	Diaptomidae	Laptodiptomus	
	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclops	
			Macrocyclops	

Cuadro 6 Listado de macroinvertebrados acuáticos del embalse Macua

Clase	Familia	Genero	Especie
Insecta	Chironomidae		
	Corixidae	Graptocorixa	<i>G. abdominalis</i>
		Krizousacorixa	<i>K. femorata</i>
		Trichocorixella	<i>T. mexicana</i>
		Trichocorixa	<i>T. parvula</i>
Hydrocarine			

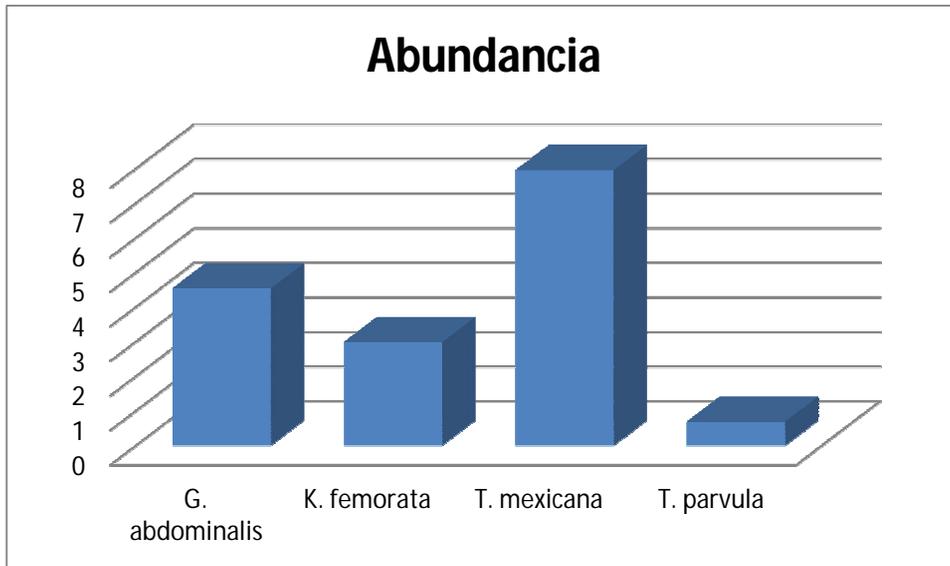


Fig. 4 Abundancia de los diferentes corixidos encontrados en el embalse Macua (se uso In [# org. (2)]).

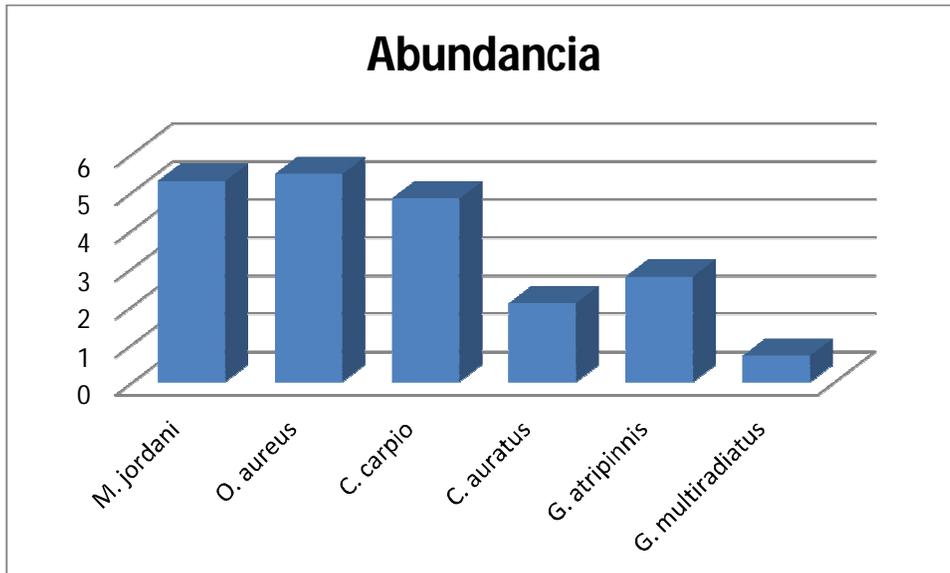


Fig. 5 Abundancia de los peces encontrados en el embalse Macua In [# org. (2)]

Cuadro 7 Especies de aves registradas en las cercanías del embalse Macua

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	AVES MACUA	CATEGORÍA
Apodiformes	Trochilidae	Calliphlox	<i>Calliphlox evelynae</i>	-
Ciconiiformes	Ardeidae	Ardea	<i>Ardea alba</i>	-
		Egretta	<i>Egretta thula</i>	-
		Nycticorax	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-
Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina inca</i>	-
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	<i>Charadrius vociferus</i>	-
Falconiformes	Accipitridae	Accipiter	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	-
		Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	-
Gruiformes	Rallidae	Fulica	<i>Fulica americana</i>	-
Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga rubra</i>	-
	Emberizidae	Spizella	<i>Spizella passerina</i>	-
	Frigillidae	Carpodacus	<i>Carpodacus mexicanus</i>	-
	Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica</i>	-
	Icteridae	Molothrus	<i>Molothrus aeneus</i>	-
		Quiscalus	<i>Quiscalus mexicanus</i>	-
	Laniidae	Lanius	<i>Lanius ludovicianus</i>	-
	Passeridae	Passer	<i>Passer domesticus</i>	-
	Tyrannidae	Pyrocephalus	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	-
		Tyrannus	<i>Tyrannus verticalis</i>	-
Vireonidae	Vireo	<i>Vireo huttoni</i>	-	
Piciformes	Picidae	Picoides	<i>Picoides scalaris</i>	-

Cuadro 8 Mamíferos reportados en la zona de estudio

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Carnivora	Canidae	Canis	<i>Canis latrans cagottis</i> ****
		Urocyon	<i>Urocyon cinereoargenteus nigrirostris</i> **
	Mephitidae	Mephitis	<i>Mephitis macroura macroura</i> *
		Spilogale	<i>Spilogale putorius angustifrons</i> *
	Procyonidae	Bassariscus	<i>Bassariscus astutus astutus</i> ****
Procyon		<i>Procyon lotor</i> *	
Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis	<i>Myotis yumanensis lutosus</i> ****
Didelphimorpha	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana californica</i> ***
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus cunicularius cunicularius</i> ****
Rodentia	Cricetidae	Baiomys	<i>Baiomys taylori</i> ****
		Peromyscus	<i>Peromyscus boylii levipes</i> ****
			<i>Peromyscus maniculatus</i> ****
			<i>Peromyscus melanophrys</i> ****
		Reithrodontomis	<i>Reithrodontomis sumichrastris</i> ****
	Sigmodon	<i>Sigmodon hispidus</i> ****	
Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus aureogaster nigrescens</i> ****	

\*Identificadas en campo

\*\*Identificadas con excretas

\*\*\*Identificadas con restos del animal

\*\*\*\*Reportadas por García Juárez S. M. en el 2001

Cuadro 9 Anfibios reportados en las inmediaciones del embalse Macua

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Anura	Hylidae	Hyla	<i>Hyla arenicolor</i> *
		Hyla	<i>Hyla eximia</i> *
	Ranidae	Rana	<i>Rana sp.</i> *

\*Observadas en campo

Cuadro 10 Reptiles registrados en la zona de estudio

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOM 059	
Squamata	Colubridae	Conopsis	<i>Conopsis nasus</i> **		
		Pituophis	<i>Pituophis deppei</i> **	A*	
	Dipsadidae	Diadophis	<i>Diadophis punctatus dugesi</i> **		
	Natricidae	Thamnophis	<i>Thamnophis eques</i> *		
	Phrynosomatidae	Sceloporus		<i>Sceloporus Grammicus</i> *	Pr
				<i>Sceloporus mucronatus mucronatus</i> *	
				<i>Sceloporus Scalaris</i> *	
			<i>Sceloporus torquatus</i> *		
Viperidae	Crotalus	<i>Crotalus aquilus</i> *	Pr*		
Testudines	Kinosternidae	Kinosternon	<i>Kinosternon hirtipes</i> *	Pr	

\*Observadas en campo

\*\*Reportadas por García J. S. M. en el 2001



Cuadro 12 Diagrama PER (Presión-Estado-Respuesta) de la zona de estudio

<b>PRESIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>RESPUESTA</b>
<b>Zona recreativa:</b> a) Erosión del suelo b) Generación de residuos c) Elaboración nuevo camino	-Pérdida de la fertilidad del suelo -Afectación al desarrollo de plantas -Afectación al paisaje	-Elaborar caminos para evitar la compactación del suelo - Colocar contenedores de basura -Sancionar a los infractores que extraigan o alteren al ecosistema -Reubicar a las plantas que estén en la ruta del nuevo camino
<b>Zona de uso pecuario:</b> a) Pastoreo b) Residuos fecales c) Inducción de pastizal	-Cambios en la cobertura y especies vegetales. -Riesgo de enfermedades -Disminución de la calidad del agua del embalse -Pérdida de la diversidad vegetal	-Planear una distribución y frecuencia en el pastoreo -Levantar los residuos fecales y utilizarlos como abono
<b>Zona de uso agrícola:</b> a) Uso de pesticidas	-Alteraciones de las propiedades fisicoquímicas del agua del embalse -Cambios negativos de las propiedades del suelo -Alteración irreversible de la diversidad biológica	-Utilizar abonos orgánicos -Conservar los elementos típicos del paisaje -Rotación de cultivos
<b>Pesquería:</b> a) Fauna introducida b) Parásitos	-Perturbación de la vegetación acuática -Disminución de la diversidad y abundancia de la fauna acuática	-Eliminar a <i>Carassius auratus</i> y prohibir la introducción de especies exóticas -Monitorear las enfermedades y parásitos existentes en las poblaciones -Eliminar organismos infectados -Elaborar una zona de protección natural para las especies en alguna categoría de protección
<b>Casas aledañas:</b> a) Generación de basura b) Fauna domestica c) Falta de drenaje	-Atraso en la conciencia civil -Disminución de la diversidad y abundancia de especies silvestres -Contaminación acuática	-Promocionar a la población con campañas de reciclaje de residuos -Eliminar a la fauna doméstica ó que esté debidamente controlada -Instalar obras de drenaje o utilizar los deshechos en biodigestores