



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

“ANÁLISIS ESPACIAL DE LA FAMILIA CORIXIDAE  
(HEMIPTERA) EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOSOMOC,  
AZCAPOTZALCO, MÉXICO, D. F.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

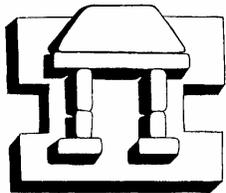
B I O L O G A

P R E S E N T A :

**GABRIELA CAMARILLO DE LA ROSA**

DIRECTORA: DRA. NORMA A. NAVARRETE SALGADO

ASESOR: M. en C. GILBERTO CONTRERAS RIVERO



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA

2004



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.

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi mamá Eva de la Rosa Ocampo, porque gracias a ti estoy donde estoy, porque he realizado una de mis metas, por todo lo que me has dado, por ser como eres, te admiro y te respeto muchísimo, estoy orgullosa y agradecida con Dios porque quiso que yo fuera tu hija.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por lo que soy, por haberme dado a mi mamá, por mi maravillosa familia y únicos amigos, por permitir que conviviera con los ya no están conmigo.

¡Gracias mami! por todo el amor, tiempo, educación y demás que me has brindado durante toda mi vida, por enseñarme a ser feliz y a sonreír siempre, por hacer de mí una persona responsable y honesta, por quererme tanto y apoyarme en mis decisiones. Porque gracias a ti, soy lo que soy y me siento orgullosa de ti porque siempre estas en mis momentos tristes y felices, ahora es un gran momento. ¡Lo logramos! Te quiero muchísimo.

Gracias a ti, papá, por estar cuanto te he necesitado, por apoyarme, porque siempre estarás ahí para mí y para los que te necesiten, algo que aprendí de ti es que tú no te das por vencido, eres único. ¡Y claro! por haberme surtido de muchos libros durante mi carrera. Te quiero mucho.

A toda mi familia por estar pendiente de mí, aunque este lejos y porque han influido para que yo sea la persona que soy. A mi tía Mary ¡échale ganas! recuerda que eres muy luchona y todos te queremos mucho. A mi tía Aris porque eres muy especial y nos contagias tu alegría cuando estás cerca, te quiero mucho. A mis primas le agradezco mucho, por haber hecho feliz mi niñez y ahora porque son un ejemplo a seguir para mí, tengo que aprender tanto de ustedes, en especial a ti Claudia, por quererme tanto, por enseñarme que los sueños se pueden alcanzar pero se necesita mucho valor y amor, te admiro por eso y te quiero muchísimo. A Andre, porque pones el corazón y te entregas totalmente a lo que haces y ¡vaya que haces muchas cosas!. A Adri, porque eres una mujer muy fuerte, independiente y tienes un carácter único y espero que nunca lo pierdas. A Alex, por ayudarme cuando tenía dudas en la escuela y porque eres una profesional excelente. Y a Marun, por ser como “mi hermano mayor”, por cuidarme, enseñarme a conducir y a bailar.

A mis amigos de la FES: Ady, Chava, Luis, Marisol, Milo, Erick e Isaías, porque hemos vivido muchas cosas, por escucharme, por sus consejos, por su amistad y cariño, por ser parte importante en esta etapa de mi vida y ojalá que sigamos juntos, los quiero mucho. En especial a ti Ady, gracias por ser mi mejor amiga, por apoyarme y ayudarme cuando lo necesité, por compartir momentos especiales, por ser

mi cómplice en una que otra travesura, T.Q.M. y ¡Gracias por todo!. Y a Chava, por ser mi amigo desde primer semestre, por escucharme, porque he aprendido mucho de ti, te admiro mucho y gracias por los 5 minutos de dudas, por tenerme confianza y creer en mí ¡gracias Chavita! te quiero mucho. A todos mis compañeros del grupo 5 y 2, porque hicieron que me la pasara bien durante la carrera, en especial a Mago, Bety, Priscilla, Lupita, Alejandro (Abuelo) y a David.

A Sandra, otra de mis buenas amigas, gracias por todo tu apoyo y amistad incondicional y a mis cuates de la Prepa. A Alejandro, me gusta mucho estar contigo, me alegra que seas mi vecino pero más que seas mi amigo.

A todos mis profesores, porque de cada uno aprendí algo y no sólo del programa de clases, por ser buenos maestros y porque fueron buena onda conmigo. En especial al Dr. Saúl Flores Maya, porque lo conocí mejor en los tres últimos semestres que cuando me dio clases, gracias por recibirme siempre con una sonrisa y porque ha sido de las pocas personas que demuestran que las cosas se hacen con mucho cariño y con gusto, además de que contagia esa alegría. Al M. en C. Gilberto Contreras Rivero, no sólo porque fue mi asesor, sino por ayudarme tanto en la realización de LICyT I y II, en el servicio social y en la tesis, por tenerme confianza y porque me la pasaba bien platicando con usted. A la Biól. Marcela P. Ibarra por creer en mí y darme ánimos, se lo agradezco mucho.

A mis sinodales: Biól. Guillermo Elías y a la Biól. Margarita Rojas, por sus consejos y recomendaciones para mejorar este trabajo.

A la Dra. Norma A. Navarrete por permitirme realizar mi tesis en el Laboratorio de Producción de Peces e Invertebrados, por abrirme sus puertas y por estar al pendiente de mi trabajo. Y a los miembros del equipo de este laboratorio.

A la máxima casa de estudios, la UNAM, en especial a la FES Iztacala, por la oportunidad de hacer mi carrera, por sus instalaciones, maestros y por sus áreas verdes, las cuales disfrutaba mucho.

**INDICE**

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN .....	5
ANTECEDENTES .....	6
OBJETIVOS .....	12
GENERAL .....	12
PARTICULARES .....	12
ZONA DE ESTUDIO .....	15
MATERIAL Y MÉTODOS .....	17
RESULTADOS .....	18
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	18
PARÁMETROS BIOLÓGICOS .....	27
DISCUSIÓN .....	33
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	33
PARÁMETROS BIOLÓGICOS .....	37
CONCLUSIONES .....	43
ANEXO I .....	45
ANEXO II .....	47
ANEXO III .....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51

## RESUMEN

Los coríxidos son insectos acuáticos pertenecientes a la familia Corixidae y al orden Hemiptera. Son el grupo más importante de insectos adultos encontrados en el agua dulce, ya que son convertidores primarios de la materia vegetal y sirven como un primer eslabón en la cadena alimenticia animal. Los coríxidos son conocidos desde los pueblos aztecas como “Ahuautle” (a los huevecillos) y “Axayácatl” (a los adultos), actualmente se consumen en nuestro país, ya sea como alimento humano o como suplemento alimenticio para aves, peces de ornato y tortugas. Este trabajo tiene como objetivo determinar a las especies de la familia Corixidae presentes en el lago del Parque Tezozomoc que se localiza al noroeste de la delegación Azcapotzalco y su relación con los parámetros ambientales del agua, para analizar su variación espacial y temporal a lo largo de un ciclo anual. Para cumplir con los objetivos planteados se llevaron a cabo muestreos mensualmente durante un ciclo anual, a partir de julio del 2000 a junio del 2001, en tres estaciones a la orilla del lago; se obtuvieron los siguientes parámetros ambientales en cada una de ellas: temperatura, profundidad, transparencia, pH, conductividad, oxígeno, dureza y alcalinidad. Para la colecta de los organismos se realizó un arrastre de 2 m con una red de cuchara, los organismos colectados se preservaron en alcohol al 70% y se identificaron a nivel específico. Se efectuó un análisis de correlación producto-momento Pearson, se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y una prueba de “t” de Student. Se determinaron tres especies de la familia Corixidae, por orden de abundancia: *Graptocorixa abdominalis*, *Corisella edulis* y *Krizousacorixa femorata*. La mayor abundancia se presentó en la estación I y la menor en la III; la mayor densidad de coríxidos fue en el mes de marzo en las tres estaciones y la menor en la I y II en el mes de junio y en la III en octubre, durante el ciclo anual. El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener resultó ser mayor en la estación I y menor en la II. La correlación simple mostró que en la estación I, el pH se correlacionó negativamente con *G. abdominalis* y con *C. edulis*; en la estación III, la conductividad se correlacionó positivamente con *C. edulis* y en las tres estaciones *G. abdominalis* y *C. edulis* se correlacionaron de manera positiva. El agua del lago del Parque Tezozomoc es templada, rica en oxígeno disuelto, alcalina y dura.

## INTRODUCCIÓN

Los insectos viven en la Tierra desde hace cerca de 300 millones de años. Comprenden la clase más amplia de todo el reino animal; el número de especies descritas sobrepasan el de todas las demás especies de animales conocidas, constituyen el 85% de las especies que integran este reino (Vázquez y Villalobos, 1987).

La división de su cuerpo es en tres regiones bien definidas: la cabeza, el tórax y el abdomen. La cabeza parece como una cápsula en el adulto, tiene un par de ojos compuestos y en ocasiones también ojos simples u ocelos; llevan sólo cuatro apéndices: los apéndices cefálicos son un par de antenas, los siguientes son 3 pares de piezas bucales: las primeras y segundas maxilas. El tórax siempre consta de tres segmentos, llevando cada uno un par de apéndices locomotores; los insectos voladores llevan las alas en el segundo y tercer segmento torácico. El abdomen tiene once segmentos y no tiene apéndices; el ano se abre en el extremo posterior e inmediatamente anterior al mismo se encuentran las aberturas genitales que se abren ventralmente (Vázquez y Villalobos, *op cit.*).

Los insectos respiran por difusión directa de gases a través de las tráqueas, que son tubos ramificados constituidos por profundas invaginaciones de la pared del cuerpo. Excretan por los tubos de Malpighi. La complejidad de esta clase es el hecho de que durante su desarrollo sufren una metamorfosis (Marshall y Williams, 1980).

Los insectos son un grupo de artrópodos de gran importancia biológica, ya que representan la culminación del desarrollo evolutivo de las formas terrestres, como causas principales del enorme desarrollo evolutivo que presentan se conocen varias del orden morfológico, fisiológico y mecánico como es el presentar un exoesqueleto que les proporciona una gran área de inserción de músculos internos, la posibilidad de controlar la evaporación y da protección casi total a los órganos internos contra el medio exterior. Entre las causas morfológicas y fisiológicas está el tamaño pequeño, la metamorfosis, la gran fecundidad de que son capaces las hembras, la presencia de alas que les permite distribuirse en extensas superficies para buscar alimento e huir de sus enemigos y la gran adaptación de las estructuras de su cuerpo (Vázquez y Villalobos, 1987).

Por lo que los insectos han invadido casi todos los medios terrestres habitables; algunos viven en el agua dulce normalmente durante la etapa larvaria y otros viven en aguas salobres durante toda su vida o al menos en las primeras etapas. Alrededor del 3% del total de especies de insectos son acuáticas,

aproximadamente 25,000 a 30,000 alrededor del mundo. Sin embargo, todos los órdenes de Plecoptera, Ephemeroptera y Odonata tienen etapas acuáticas, pero son relativamente pequeños y de poco significado numérico comparado con los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera, en los cuales un pequeño porcentaje de las especies son totalmente acuáticas (Pennak, 1989).

El orden Hemiptera (del griego *hemi*, mitad; *pteron*, ala) conocido como chinches verdaderas, es el quinto orden más grande al contar con aproximadamente 55,000 especies (Daly, *et al.*, 1998); está representado esencialmente por insectos terrestres, algunas especies son semiacuáticas y un número reducido de ellas están adaptadas completamente a vivir bajo el agua (Wetzel, 1981). Los hemípteros son de pequeño a gran tamaño, van de 1 a 65 mm.

La cabeza carece de tentorio, puede ser de forma variable y en ella se reconocen sólo dos partes: el epicranio y el clipeo. Además de tener ojos compuestos, generalmente se encuentra dos ocelos y en otros han desaparecido; las antenas tienen de cuatro a cinco segmentos, algunos de ellos pueden ser muy grandes. Las partes bucales están transformadas en órganos punzantes o picadores y están adaptadas para picar y succionar, tanto las mandíbulas como las maxilas están modificadas en forma de estiletes, los cuales en estado de reposo quedan guardados dentro del labio, que tiene de tres a cuatro segmentos. El labio es una estructura fuerte, llamado rostro o pico y sale de la región frontal de la cabeza. Los palpos maxilares son vestigiales o no existen (Vázquez y Villalobos, 1987).

El tórax presenta un pronoto siempre grande y formando la mayor parte del tórax cuando se les ve desde el dorso, tiene formas muy variadas, a veces es sencillo o con expansiones laterales o espinas; el mesonoto presenta casi siempre cinco divisiones, de las cuales la mayor y mejor desarrollada es el escutelo; el metanoto es muy variable, puede estar bien desarrollado o no. Los apéndices en general son de tipo ambulatorio, en algunas especies, los anteriores están modificados para funciones raptatorias y las posteriores saltatorias o natatorias. Los tarsos llevan generalmente tres segmentos con una arolija entre las uñas curvadas. Los dos pares de alas son diferentes entre sí, las anteriores son del tipo hemiélitro que exhiben una gran variedad de formas, estos tienen la parte basal endurecida constituida de dos porciones: el clavo, una región angosta que al estar en reposo las alas quedan cercanas al escutelo y el corion que es una región más ancha; y la parte distal es membranosa; las alas posteriores son siempre membranosas y durante el reposo se encuentran dobladas debajo de los hemiélitros. Entre los adultos existen formas ápteras, braquípteras o con alas rudimentarias y desde luego formas que tengan las alas bien desarrolladas (Vázquez y Villalobos, *op cit.*).

El abdomen presenta una reducción en el número de sus segmentos, en general se pueden reconocer diez segmentos, los primeros tres o el primero están atrofiados o reducidos. En pocas familias la hembra presenta un ovipositor bien desarrollado. Es frecuente encontrar órganos de estridulación en diferentes partes del cuerpo de los hemípteros, los hay proesternales o en áreas ventrales del cuarto o quinto segmento abdominal, o en la parte interna de las tibias, en los tarsos anteriores o en las coxas, y en algunas especies en la parte dorsal del abdomen muy cercano al metatórax. Tienen diez pares de estigmas: tres en el tórax sobre las membranas intersegmentales, quedando el último par torácico entre el tercer segmento del tórax y el primer abdominal, dorsalmente o cubierto por las alas y siete pares abdominales en la parte ventral de los pliegues pleurales de los siguientes segmentos abdominales. Entre las familias de vida acuática existen modificaciones sobre todo entre las ninfas y sus adultos (Vázquez y Villalobos, *op cit.*).

Son de metamorfosis incompleta; las ninfas de todas las especies se asemejan al adulto, aunque difieren entre otras cosas en que tienen las glándulas odoríferas dorsalmente en el abdomen. Los huevecillos exhiben una gran cantidad de formas y coloridos, generalmente son puestos aislados o en grupos adheridos a tallos y hojas. Algunas especies los depositan dentro de los tallos de las plantas o muy rara vez en la arena húmeda (Vázquez y Villalobos, *op cit.*).

Cerca de 3,200 especies de 16 familias viven dentro, sobre o cerca del agua; son notables por sus formas reflejando adaptaciones a su gran variedad de nichos (Wetzel, 1981). Ellos ocupan muchos hábitats variados, incluyendo estanques salinos, lagos de altas montañas, manantiales de agua caliente y grandes ríos (Polhemus, 1984). Pocos hemípteros son verdaderamente acuáticos con respiración cutánea; la mayoría dependen del oxígeno atmosférico para su respiración (Wetzel, 1981). Aunque pasan la mayor parte del tiempo cerca del agua o fuera de ella, tienen ciertas adaptaciones que les permite respirar del aire superficial obtenido a través de túbulos (Nepidae), con la punta del abdomen (Naucoridae y Notonectidae) o el pronoto (Corixidae). Los corixidos, notonéctidos, naucóridos y belostomátidos obtienen una gran parte de su oxígeno por difusión hacia adentro de la burbuja o por los pelos hidrófobos en su superficie ventral (Usinger, 1956).

La mayoría de los hemípteros acuáticos pasan el invierno en estado adulto en los sedimentos mojados o entre la vegetación, ovipositan en la primavera, se desarrollan durante el verano y repiten anualmente este ciclo. Ponen sus huevecillos en sustratos semiacuáticos o en macrofitos acuáticos, desarrollándose rápidamente en periodos de una a cuatro semanas; las ninfas también se desarrollan

rápidamente, con un periodo de una a dos meses, sufriendo cinco estadios de muda y generalmente tienen un ciclo vital de un año de duración (Wetzel, 1981).

La familia Corixidae tiene un gran número de especies, aproximadamente 200 especies (Richards y Davies, 1984), más que cualquier otra familia de hemípteros acuáticos. Probablemente son el grupo más importante de insectos adultos encontrados en agua dulce ya que son convertidores primarios de la materia vegetal y sirven como un primer eslabón en la cadena alimenticia animal por recoger y comer pequeños organismos bentónicos (Usinger, 1956).

Su tamaño va de 2 mm hasta 15 mm, son de color oscuro grisáceo, habitualmente moteado o marcado con amarillo, café o negro. Son cosmopolitas, ya que se encuentran viviendo a altitudes que oscilan desde bajo el nivel del mar hasta 5,000 msnm. Parecen igualmente adaptados a las aguas tropicales, se les encuentran en estanques, charcas y lagos, donde pasan generalmente la mayoría del tiempo posados en el fondo. Algunas especies se encuentran en corrientes muy lentas y muy pocas en corrientes más rápidas; mientras que la mayoría viven en aguas dulces, otras viven en aguas salinas y salobres, algunas especies prefieren aguas con vegetación acuática y otras prefieren áreas más abiertas (Hutchinson, 1993).

La cabeza es corta y ancha, con un margen anterior convexo y poseen ojos muy grandes. El pico o rostro es muy característico, siendo una estructura triangular y corta, a diferencia de otros hemípteros los estiletes son usados para raspar y hacer agujeros, más que para succionar; presentan canales salivales, que son propios del orden. Los apéndices anteriores se usan para la alimentación, en los machos también tienen la función de asir a la hembra en el apareamiento, además los usan para la estridulación, fenómeno en el cual los machos frotan el fémur con el margen lateral cefálico para producir sonido. Los apéndices intermedios son largos y delgados, terminan en garras para sujetarse al sustrato. Los apéndices posteriores son como un par de remos para nadar, son alargados y cubiertos de pelos, además sirven para la limpieza de la superficie del organismo y para la circulación de gas en los compartimientos aéreos (Hutchinson, *op cit.*).

La respiración la realizan rompiendo la superficie del agua con la cabeza y el pronoto; mediante el plastrón que es una superficie revestida de pelos hidrófobos, se forma una burbuja, que permite a los corixidos permanecer debajo de la superficie por un periodo largo de tiempo, usando el oxígeno proveniente del agua, el cual se difunde dentro de la burbuja (Usinger, 1956).

Los coríxidos pasan el invierno en estado adulto; el apareamiento se lleva a cabo en el agua, el macho se sube a la hembra y la rodea con sus patas delanteras, su cara generalmente aplanada queda presionada contra el dorso de la hembra; si su abdomen es dextral se dobla hacia el lado izquierdo de la hembra, si es sinistral hacia el lado derecho. Las clavijas y el estrigil ayudan al macho para sostenerse de la hembra durante la copulación. Después los huevos son puestos en primavera y son pegados a tallos u hojas de varias plantas acuáticas. El tiempo de incubación dura de una a tres semanas, las cinco etapas ninfales requieren cerca de una semana, excepto en el último estadio, el cual se lleva un poco más de tiempo (Hutchinson, 1993).

Son principalmente herbívoros, buscan el alimento en el fondo atrapando cantidades de fango orgánico mezclado con organismos animales y vegetales, durante este proceso de alimentación pueden ingerir désmidos, euglenas, algas unicelulares y células de grandes filamentos de algas, de las cuales absorben su clorofila. Pueden alimentarse también de delgadas larvas de mosquitos, se cree que el alimento de origen animal es necesario para la hembra durante la oviposición (Hutchinson, *op cit.*).

Los coríxidos eran consumidos por los pueblos aztecas, en forma de huevecillos conocidos como “Ahuautle” o “Ahuautli” y a los adultos como “Axayácatl” o “Axaxayácatl” (Margalef, 1983). Actualmente se consumen en el país, se pueden encontrar en mercados del D.F. (Salgado, 1995) con el nombre de “mosco”, ya sea para consumo humano o como un complemento en la alimentación de aves y peces de ornato y tortugas, principalmente (Ancona, 1933).

Los coríxidos juegan un papel importante en las comunidades acuáticas, debido a que son parte del primer eslabón de las cadenas alimenticias que se generan en los cuerpos de agua. Sin embargo, los estudios realizados en nuestro país con estos insectos son poco numerosos, a pesar de que son conocidos desde la época prehispánica en el lago de Texcoco, principalmente. Con el paso de los años, estos insectos se han dispersado hacia otros sitios como consecuencia de la modificación de su hábitat y se han adaptado a las condiciones de otros sistemas, como son los lagos urbanos con características específicas. En el lago Viejo de Chapultepec, Alcocer, *et al.* en 1986 (a y b) reportan la presencia de algunas especies de la familia Corixidae que son típicas del complejo lacustre de la Cuenca del Valle de México, entre otros. Otro lago en el cual los coríxidos han llegado, es el lago del Parque Tezozomoc, donde Macedo en el 2002, determinó tres especies de esta familia que no habían sido reportadas para este lago, durante un periodo de seis meses. Con este antecedente, este trabajo se realizó en el mismo lago, con el fin de conocer y darle seguimiento al comportamiento de estos organismos con respecto a las características ambientales del agua de la zona litoral del lago, contemplando un ciclo anual; ya que el agua que abastece al lago proviene de una planta de tratamiento por lo que sus características físico-químicas son particulares y han permitido que los coríxidos se desarrollen de manera favorable, siendo parte de las cadenas alimenticias y siendo un refugio a una familia con una larga historia en nuestro país.

## ANTECEDENTES

Los trabajos realizados con los coríxidos en nuestro país por autores mexicanos son relativamente numerosos; algunos han señalado la presencia de los Corixidae en el Valle de México como Orozco y Berra en 1864 y Peñafiel en 1884. Asimismo, los enfocados con aspectos taxonómicos son los de De la Llave en 1832, que señala la importancia del ahuate y Olivares en 1964 hace una reconsideración a la nomenclatura de las especies de coríxidos que constituyen el ahuate. Con relación a los estudios bromatológicos se encuentra el de Fernández que en 1989 evaluó el contenido de los coríxidos y noctonéctidos como un recurso comestible de lagos alcalinos; Ramos Elorduy en 1991 propone a los insectos, incluyendo al ahuate y al axayácatl como un fuente de proteínas que no han sido explotada y Salgado en 1995 elaboró y evaluó tres dietas conteniendo “mosco” para la tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Los que son de tipo ecológico efectuados en lagos naturales son los de Ancona que en 1933 en el lago de Texcoco estudió la biología de los coríxidos y la forma de cultivarlos y Olivares en 1965 observó la relación de los coríxidos con los parámetros físico-químicos del lago de Texcoco. Los llevados a cabo en embalses son los de López y Kato que en 1985 estudiaron la variación estacional de estos organismos en la presa “La Goleta”, Estado de México; Martínez, *et al.* en 1986 analizaron el bentos de la presa Danxhó, Estado de México, concluyendo que la presencia de huevos y adultos de coríxidos era dominante; Rodríguez y Kato en 1988 trabajaron con la variación temporal de *Trichocorixella mexicana* en el embalse “La Goleta”, Estado de México y Contreras, *et al.* en 1997 relacionaron la abundancia de los coríxidos con los parámetros presentes en el embalse San Miguel Arco, Estado de México. Los estudios en estanques piscícolas son el de Miranda que en 1992 se enfocó en la dinámica de la familia Corixidae en un estanque de Soyaniquilpan, Estado de México; Contreras, *et al.* en 1993 consideraron la composición y abundancia de esta familia en un estanque piscícola del Estado de México; Contreras, *et al.* en 1999 observaron el comportamiento de los coríxidos y su relación con algunos parámetros ambientales de un estanque del Estado de México; Contreras, *et al.* en el 2001 consideraron los aspectos ecológicos de los coríxidos en el estanque “GL” de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México y Contreras, *et al.* en el 2003 estudian la presencia de esta familia en el estanque “JC” de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

Los trabajos que se han elaborado en lagos urbanos son el de Alcocer, *et al.* en 1986 (a y b) realizaron un estudio en el Lago Viejo de Chapultepec, en el cual encontraron algunas especies de esta familia, que es típica de la Cuenca del Valle de México; Macedo en el 2002 estudió los aspectos ecológicos de los coríxidos en el lago Tezozomoc reportando tres especies: *Graptocorixa abdominalis*, *Corisella edulis* y *Krizousacorixa femorata* y Camarillo en el 2003 elaboró un análisis espacial con la familia Corixidae en el lago Tezozomoc durante un periodo anual.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la variación espacial y temporal de las especies de la familia Corixidae y su relación con los parámetros ambientales del lago del Parque Tezozomoc, en un ciclo anual a partir de julio del 2000 a junio del 2001.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Analizar la variación espacial y temporal de las especies de la familia Corixidae a partir de julio del 2000 a junio del 2001, en tres estaciones en el litoral del lago del Parque Tezozomoc.
- Determinar las especies de la familia Corixidae a partir de julio del 2000 a junio del 2001, en tres estaciones en el litoral del lago del Parque Tezozomoc.
- Determinar las abundancias y las densidades de las especies de la familia Corixidae a partir de julio del 2000 a junio del 2001, en tres estaciones en el litoral del lago del Parque Tezozomoc.
- Determinar la relación de las especies de la familia Corixidae con algunos parámetros ambientales del agua a partir de julio del 2000 a junio del 2001, en tres estaciones en el litoral del lago del Parque Tezozomoc.

## ZONA DE ESTUDIO

El Parque Tezozomoc se encuentra al noroeste de la delegación Azcapotzalco, colindando al norte y noroeste con el municipio de Tlalnepantla y al oeste con el municipio de Naucalpan. Se localiza a 19° 29' 05" latitud Norte y 99° 12' 38" longitud Oeste. A un altitud de 2250 msnm. Cuenta con una extensión de 27,000 m<sup>2</sup> (Anónimo, 2000). La temperatura media anual es entre 12 ° y 16 °C y la precipitación pluvial es de 500 a 800 mm al año. El clima es de tipo C (Wc), es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1988).

El lago se ubica en el centro del parque; cuenta con una superficie de 17,000 m<sup>2</sup>, tiene una profundidad mínima de 50 cm y una máxima de 2.10 m, con una capacidad de 33,000 m<sup>3</sup>. El agua que abastece al lago proviene de la planta de tratamiento "El Rosario", operada por la Dirección General de Operación Hidráulica; el abastecimiento es diario a razón de 6 lt/seg (Villafranco, 2000).

La superficie del parque está cubierta en su gran mayoría por áreas verdes, constituidas por tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El primero representado únicamente por pasto; en el segundo predomina el piracanto (*Pyracantha coccinea*), el bambú (*Plejobastus simonni*), rosa laurel (*Nerium oleander*) y el papiro (*Cyperus papyrus*) una especie acuática que se encuentra dentro del lago; el tercer estrato está constituido por el ciprés (*Cupressus lindleyi*), el fresno (*Fraxinus udbei*), el pino radiata (*Pinus patula*), entre otros (Anónimo, 2000) (Fig. 1).

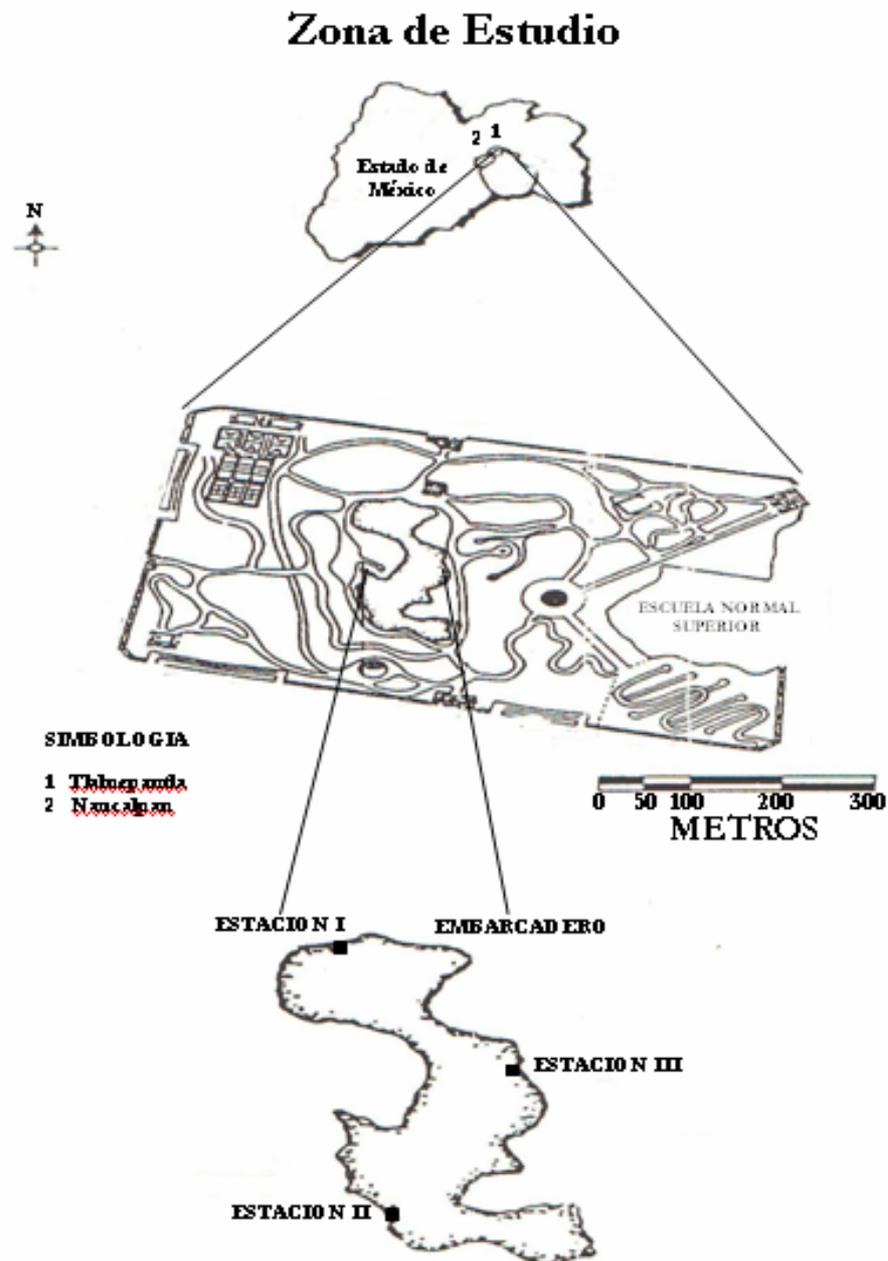


Fig. 1. Localización del lago del Parque Tezozomoc y las estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron mensualmente, a partir de julio del 2000 a junio del 2001, se establecieron 3 estaciones de muestreo a la orilla del lago (Anexo I: Fig. 13, 14 y 15), Margalef (1983) menciona que los hemípteros son abundantes en el litoral de los lagos. En cada una de las estaciones se obtuvieron los siguientes parámetros ambientales: la temperatura del agua con un termómetro digital Elite, la profundidad utilizando una sondaleza, la transparencia con el disco de Secchi, el pH con un potenciómetro de campo Cole Parmer; la conductividad con un conductímetro Sprite 6000, el oxígeno con el Método de Winkler modificado, la dureza y la alcalinidad se estimaron por técnicas de titulación estándar (APHA, AWWA y WPCF, 1992).

Para obtener las muestras de tipo biológico, se realizó un arrastre de 2 m de longitud en cada estación, con ayuda de una red de cuchara de forma rectangular de 50 cm de largo y 30 cm de ancho, con 300 aberturas por cm<sup>2</sup>; los organismos colectados se colocaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas. La muestra ya en la bolsa se preservó con formalina al 4% (Gaviño, *et al*, 1987). En el laboratorio, los coríxidos se separaron de otros animales con ayuda de un microscopio estereoscópico y se preservaron en frascos viales con alcohol al 70%.

Se identificaron a nivel específico por medio de las claves de Hungerford (1948 y 1977) y Polhemus (1984). Las densidades de las especies se estandarizaron a 10 m<sup>2</sup> y el manejo de los datos ambientales se elaboró obteniendo los valores de cada una de las tres estaciones de muestreo por mes para establecer la relación entre los coríxidos y los parámetros físico-químicos del agua, con la finalidad de realizar el análisis espacial de las especies presentes en el lago, se efectuó un análisis de correlación del producto-momento de Pearson y una prueba de “t” para el coeficiente de correlación con n -2 grados de libertad y un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (Daniel, 1993).

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Donde:

t = t calculada

r = factor de correlación

n = número de muestras

Asimismo se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Weiner, diversidad máxima y equitatividad (Krebs, 1985). Y también una prueba de “t” de Student para observar si existían

diferencias significativas entre las estaciones con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad y un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (Daniel, *op cit.*).

$$tc = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{sp^2 (1/n_1 + 1/n_2)}}$$

Donde:

$tc = t$  calculada

$n_1 =$  número de datos de la población 1

$x_1 =$  media de la población 1

$n_2 =$  número de datos de la población 2

$x_2 =$  media de la población 2

$sp^2 =$  varianza poblacional

$$sp^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

$n_1 =$  número de datos de la población 1

$s_1^2 =$  varianza de la población 1

$n_2 =$  número de datos de la población 2

$s_2^2 =$  varianza de la población 2

## RESULTADOS

### Parámetros físico-químicos.

En la estación I y II, la profundidad presentó el valor más alto en el mes de marzo con 0.71 m y 0.54 m, respectivamente y en la estación III se presentó en el mes de diciembre con un valor de 0.44 m. La menor profundidad en la estación I y III fue en el mes de julio con valores de 0.2 m y de 0.11 m, respectivamente y en la estación II la menor se registró en agosto, noviembre y mayo con 0.23 m (Fig. 2).

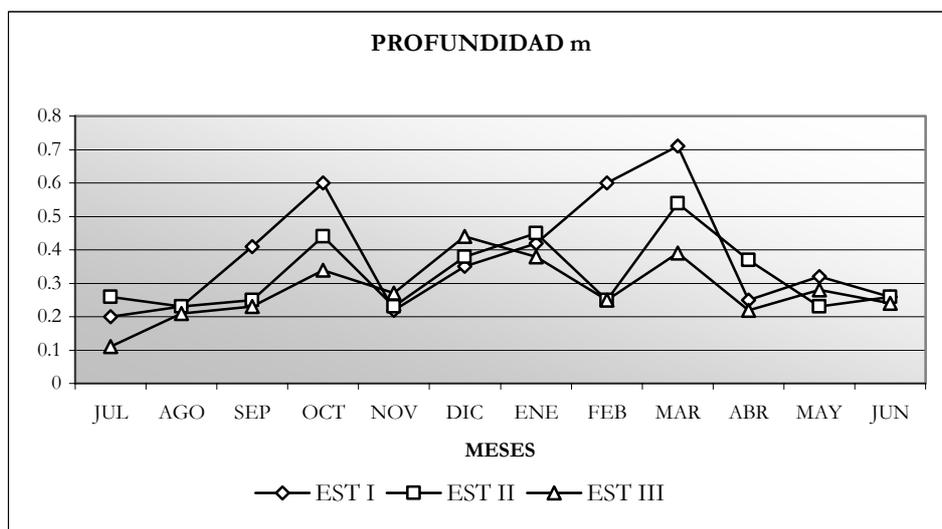


Fig. 2. Profundidad registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La transparencia en la estación I fue mayor en el mes de abril con 0.39 m, en la estación II en el mes de octubre con 0.32 m y en la III en el mes de octubre y marzo con 0.27 m. El menor registro para la estación I fue en noviembre y febrero con 0.15 m, en la estación II con 0.13 m en el mes de noviembre y en la estación III en agosto con 0.11 m (Fig. 3).

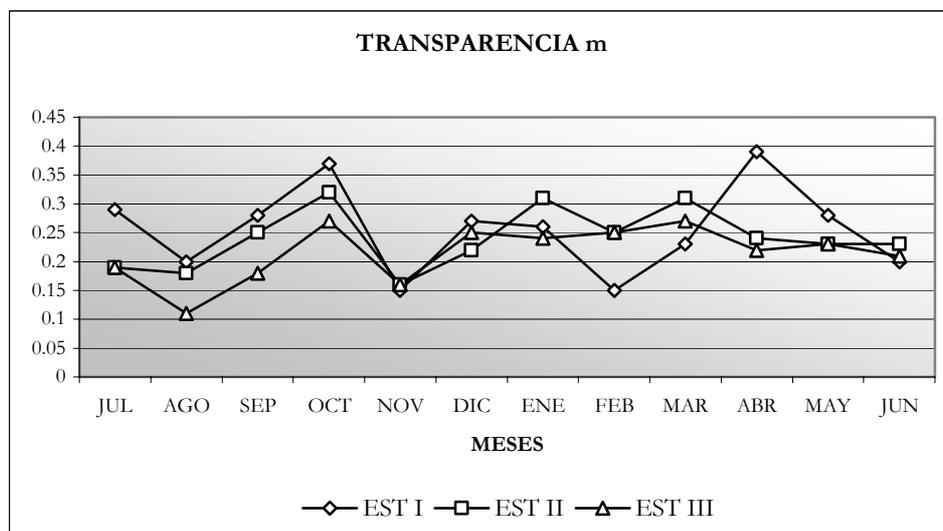


Fig. 3. Transparencia registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La temperatura en las tres estaciones tuvo un comportamiento semejante; en la estación I y III alcanzó en el mes de septiembre el mayor valor de 25.3 °C y de 23 °C, respectivamente y en la estación II en el mes de julio con 23.9 °C. Las tres estaciones tuvieron los valores más bajos de temperatura en diciembre con 19.4 °C, 18.2 °C y 18.2 °C, para cada estación (Fig. 4).

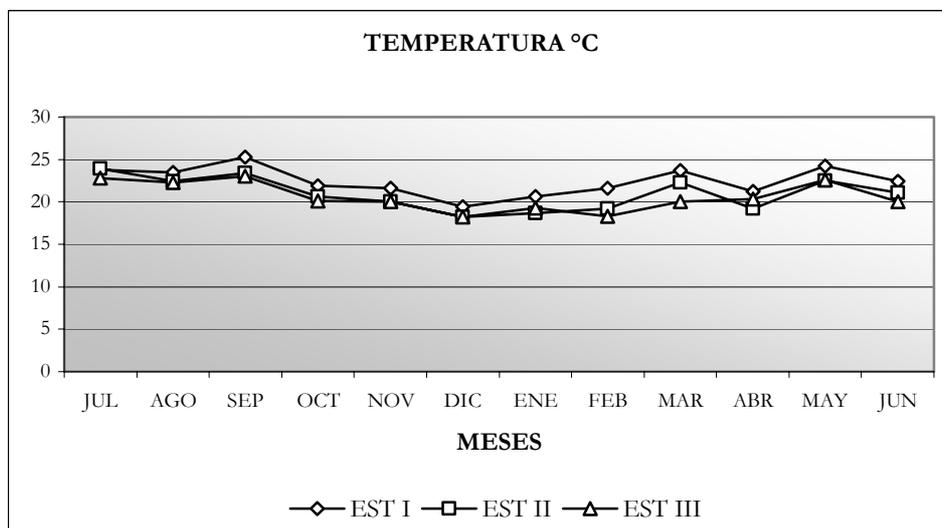


Fig. 4. Temperatura registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

El oxígeno disuelto tuvo fluctuaciones a lo largo del periodo de muestreo entre las estaciones; en la I y en la II registró el valor más alto de 28.66 mg/l y de 35.96 mg/l en el mes de marzo y en la estación III fue mayor en el mes de febrero con 31.24 mg/l. El menor registro en la estación I se obtuvo en enero con 4.49 mg/l, en la estación II con 6.09 mg/l en mayo y en la III en noviembre con 7.41 mg/l (Fig. 5).

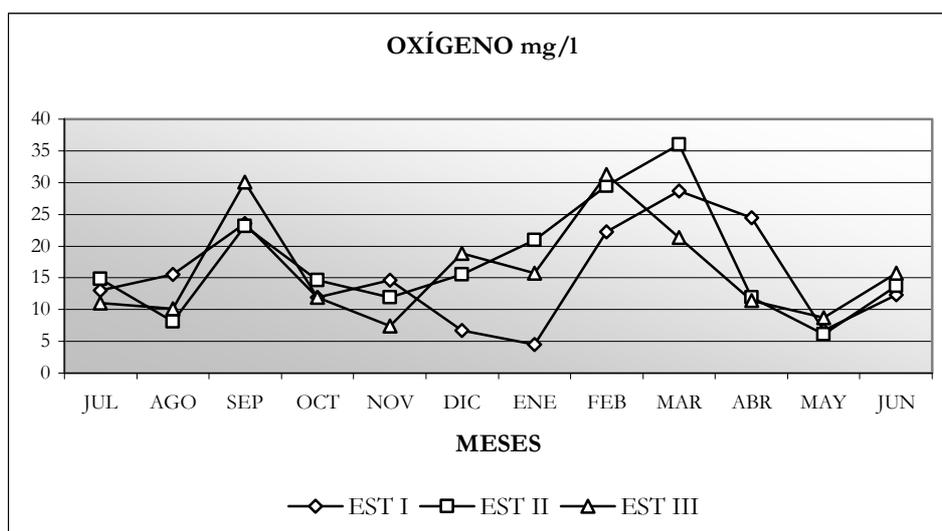


Fig. 5. Oxígeno disuelto registrado en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

El pH tuvo un comportamiento casi igual en las tres estaciones muestreadas; en la estación I, II y III, obtuvieron el mayor valor en el mes de agosto con 10, 10.1 y 10.1, respectivamente. El menor pH en la estación I fue en diciembre con 7, en la estación II fue en junio con 7.3 y en la estación III en diciembre, abril y junio con 8.2 (Fig. 6).

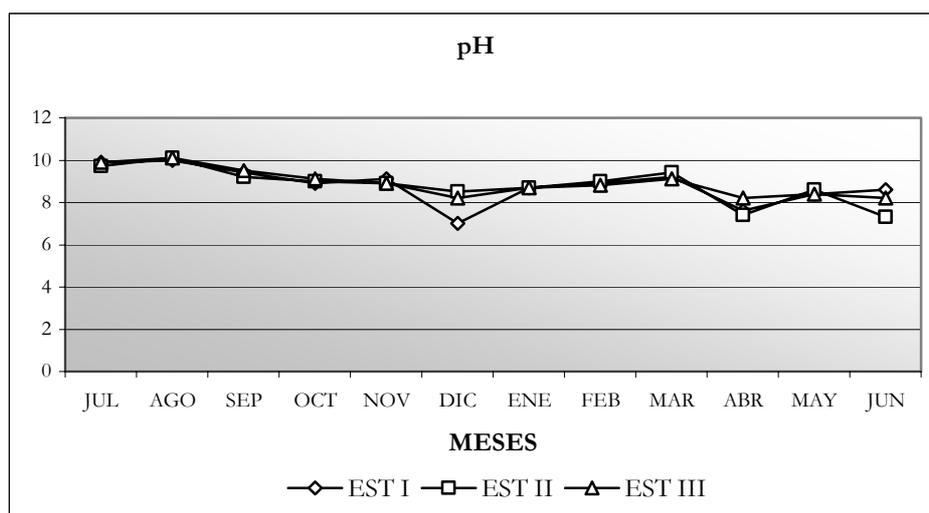


Fig. 6. pH registrado en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

En las tres estaciones la conductividad tuvo un comportamiento muy semejante; en la estación I, en la II y en la III, este parámetro obtuvo el valor más alto en el mes de abril con  $1548 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$ ,  $1571 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$  y  $1475 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$ , respectivamente. El valor más bajo en la estación I y III se registró en agosto con  $817 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$  y  $818 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$ , respectivamente y en la estación II en septiembre con  $832 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$  (Fig. 7).

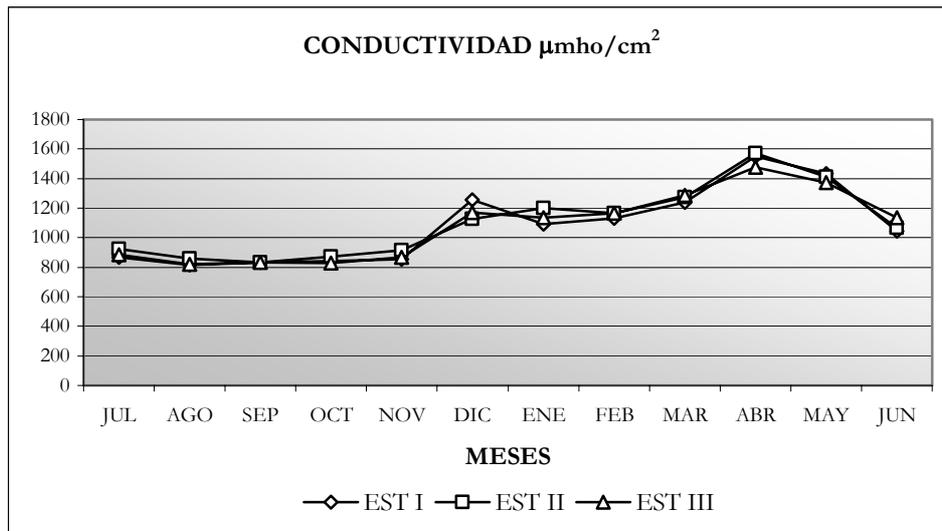


Fig. 7. Conductividad registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La dureza en las tres estaciones se comportó de manera muy semejante durante el periodo de muestreo; en la estación I, II y III, su registro fue mayor en el mes de abril con 294.294 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , 274.274 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y 276.276 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , para cada estación. El menor valor se presentó en noviembre para las tres estaciones con 140.140 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , 146.146 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y 150.150 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , respectivamente (Fig. 8).

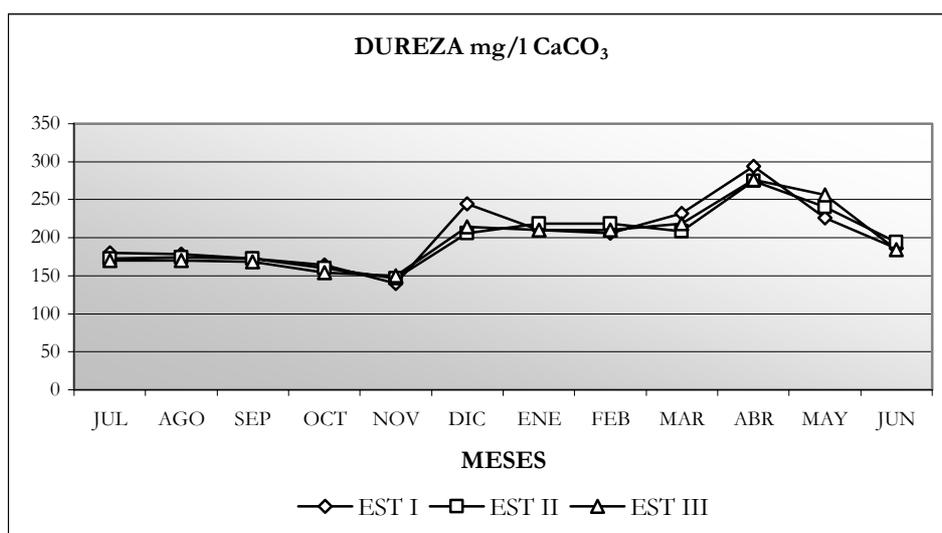


Fig. 8. Dureza registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La alcalinidad tuvo fluctuaciones semejantes en las tres estaciones; en la estación I, II y III, obtuvo el mayor valor en el mes de mayo con 424 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , 470 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y 494 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , respectivamente. El menor valor fue en junio en las tres estaciones con 165 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , 171 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y 177 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , respectivamente (Fig. 9).

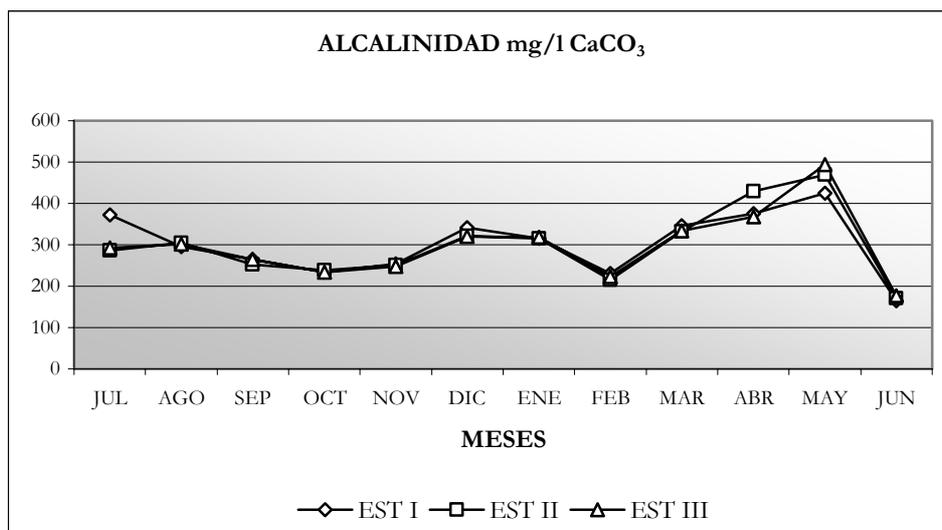


Fig. 9. Alcalinidad registrada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

## Parámetros biológicos.

Durante el periodo de muestreo se determinaron tres especies de la familia Corixidae que previamente ya habían sido reportadas para este lago. Por orden de abundancia: *Graptocorixa abdominalis*, *Corisella edulis* y *Križousacorixa femorata* (Tabla 1 y Anexo II: Fig. 16, 17 y 18).

<i>Graptocorixa abdominalis</i> (Say, 1832)	1287 organismos
<i>Corisella edulis</i> (Champion, 1901)	1109 organismos
<i>Križousacorixa femorata</i> (Guérin, 1857)	32 organismos
	Total 2428

Tabla 1. Abundancias de las especies determinadas de la familia Corixidae en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La estación I, presentó la mayor abundancia con 1103 organismos, seguida por la estación II con 706 organismos, y la III con 619 organismos, durante el periodo de muestreo (Fig. 10).

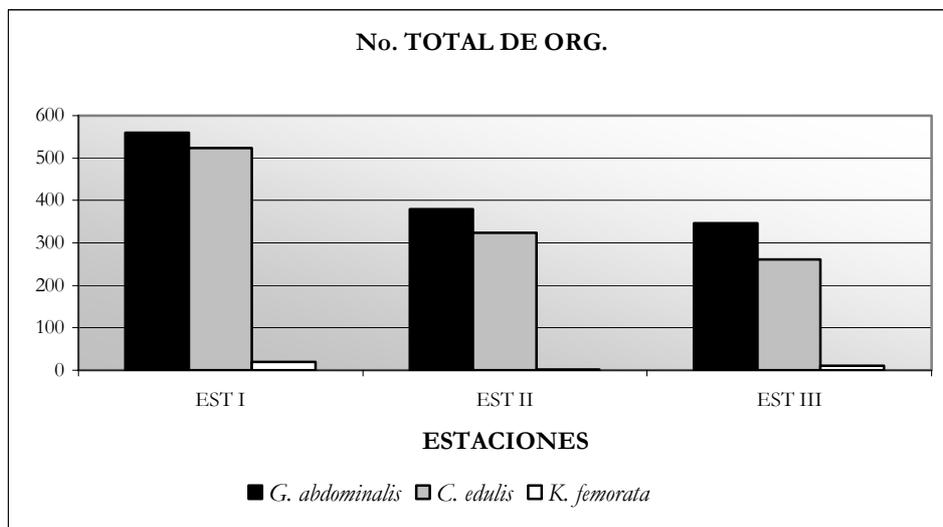


Fig. 10. Abundancias de corixidos registradas en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

La mayor densidad en la estación I, II y III se presentó en el mes de marzo con 6740 org/10 m<sup>2</sup>, 3480 org/10 m<sup>2</sup> y 2370 org/10 m<sup>2</sup>, respectivamente. La menor densidad en la estación I con 40 org/10 m<sup>2</sup> y en la II con 20 org/10 m<sup>2</sup> fue en el mes de junio y en la estación III en octubre con 10 org/10 m<sup>2</sup> (Fig. 11).

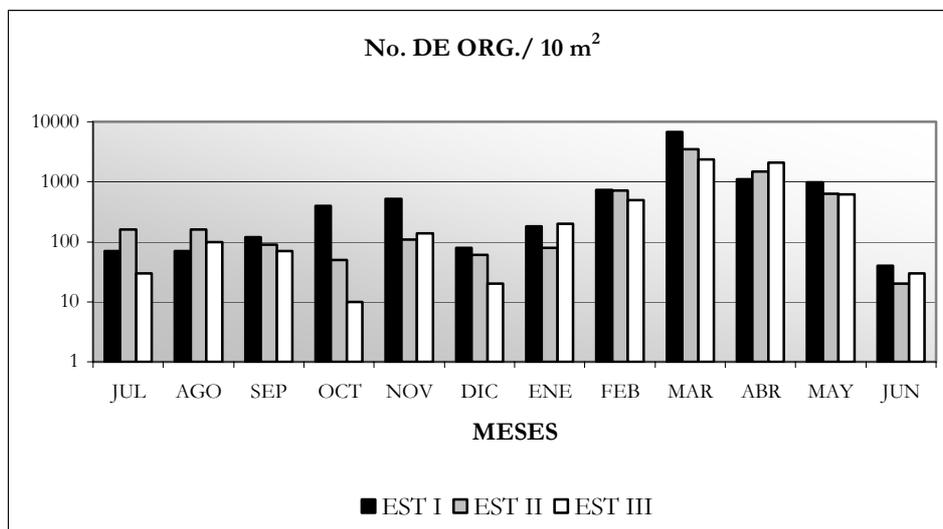


Fig. 11. Densidades registradas en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) y la equitatividad (E) en la estación I fueron los valores calculados más elevados con 1.108 bits/ind. (H) y 0.699 (E), en la estación III con 1.097 bits/ind. (H) y 0.684 (E) y para la estación II la H fue de 1.021 bits/ind. y la E de 0.644. En las tres estaciones se registró la misma Diversidad máxima (H') de 1.585 (Tabla 2).

ESTACIÓN	DIVERSIDAD (H)	DIVERSIDAD MÁX. (H')	EQUITATIVIDAD (E)
I	1.108	1.585	0.699
II	1.021	1.585	0.644
III	1.097	1.585	0.693
TOTAL	1.084	1.585	0.684

Tabla 2. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Diversidad máxima y Equitatividad calculada en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001 en el lago del Parque Tezozomoc.

En la estación I; la diversidad más alta con un valor de 1.46 bits/ind se presentó en el mes de febrero, en la II con un valor de 1.122 bits/ind en el mes de julio y en la III con un valor de 1.522 bits/ind. en el mes de enero. La menor diversidad en la estación I fue de 0.544 bits/ind en el mes de diciembre, en la estación II con 0 bits/ind en el mes de octubre y junio, en la estación III se presentó en el mes de octubre y diciembre con 0 bits/ind (Fig. 12).

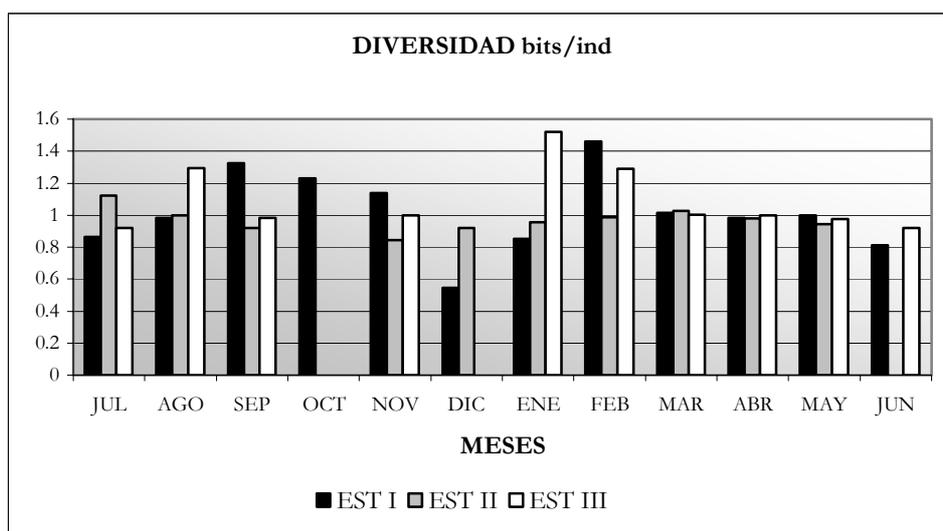


Fig. 12. Índice de Diversidad de Shannon-Weiner calculada por mes en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

Con respecto a la correlación simple; en la estación I, la conductividad y la dureza tuvieron una correlación positiva de 0.9212; el pH tuvo una correlación negativa de -0.9467 con *G. abdominalis* y de -0.9584 con *C. edulis*; *G. abdominalis* se correlacionó positivamente con un valor de 0.9945 con *C. edulis*. (Tabla 3). En la estación II, la profundidad tuvo una correlación positiva de 0.7954 con la transparencia; la conductividad tuvo una correlación positiva de 0.9503 con la dureza y de 0.7135 con la alcalinidad; *G. abdominalis* se correlacionó positivamente con *C. edulis* con 0.9819. (Tabla 4). En la estación III, el pH tuvo una correlación negativa de -0.7347 con la conductividad; la dureza tuvo una correlación positiva de 0.9055 con la alcalinidad; la conductividad tuvo una correlación positiva de 0.7236 con *C. edulis*; nuevamente *G. abdominalis* y *C. edulis* se correlacionaron positivamente con un valor de 0.9496 (Tabla 5).

	Prof.	Tran.	Temp.	Oxig.	pH	Cond.	Dure.	Alca.	G. <i>abdominalis</i>	C. <i>edulis</i>	K <i>feronata</i>
Prof.	1.000	-.0005	.0021	-.2750	-.5955	.0748	.0831	-.1578	.5824	.6146	.4236
Tran.	-.0005	1.000	-.0376	.0825	-.0050	.3215	.4539	.4326	-.0554	-.0494	-.5104
Temp.	.0021	-.0376	1.000	.1188	-.0122	-.2806	-.3167	.1132	.2224	.2216	-.1577
Oxig.	-.2750	.0825	.1188	1.000	.5501	-.1342	-.0510	-.2867	-.4489	-.4893	.3781
pH	-.5955	-.0050	-.0122	.5501	1.000	-.4358	-.4421	-.2528	<b>-.9467*</b>	<b>-.9584*</b>	.0925
Cond.	.0748	.3215	-.2806	-.1342	-.4358	1.000	<b>.9212*</b>	.5643	.3382	.3430	-.1018
Dure.	.0831	.4539	-.3167	-.0510	-.4421	<b>.9212*</b>	1.000	.5815	.3161	.3364	-.1983
Alca.	-.1578	.4326	.1132	-.2867	-.2528	.5643	.5815	1.000	.2695	.2715	-.4175
G. <i>abdominalis</i>	.5824	-.0554	.2224	-.4489	<b>-.9467*</b>	.3382	.3161	.2695	1.000	<b>.9945*</b>	-.0035
C. <i>edulis</i>	.6146	-.0494	.2216	-.4893	<b>-.9584*</b>	.3430	.3364	.2715	<b>.9945*</b>	1.000	-.0263
K <i>feronata</i>	.4236	-.5104	-.1577	.3781	.0925	-.1018	-.1983	-.4175	-.0035	-.0263	1.000

\* Valores significativos.  $P < 0.05$

Tabla 3. Correlación simple de parámetros ambientales y las especies determinadas de corixidos en la Estación I en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

	Prof.	Tran.	Temp.	Oxig.	pH	Cond.	Dure.	Alca.	G. <i>abdominalis</i>	C. <i>edulis</i>	K. <i>fenestrata</i>
Prof.	1.000	<b>.7954*</b>	-.3153	.5131	-.0618	.3090	.2283	.1598	.5450	.5844	.3263
Tran.	<b>.7954*</b>	1.000	-.1864	.5653	-.1091	.2496	.2581	.1030	.3833	.3836	.0827
Temp.	-.3153	-.1864	1.000	-.0431	.5031	-.3598	-.3492	.1062	.0959	.1075	.5192
Oxig.	.5131	.5653	-.0431	1.000	.2030	.0503	.0390	-.2941	.5506	.6216	.4392
pH	-.0618	-.1091	.5031	.2030	1.000	-.5691	-.5490	-.0912	-.0185	.0667	.4160
Cond.	.3090	.2496	-.3598	.0503	-.5691	1.000	<b>.9503*</b>	<b>.7135*</b>	.6056	.4586	-.0058
Dure.	.2283	.2581	-.3492	.0390	-.5490	<b>.9503*</b>	1.000	.6738	.4881	.3543	-.1090
Alca.	.1598	.1030	.0162	-.2941	-.0912	<b>.7135*</b>	.6738	1.000	.4202	.3136	.0054
G. <i>abdominalis</i>	.5950	.3833	.0959	.5506	-.0185	.6056	.4881	.4202	1.000	<b>.9819*</b>	.5416
C. <i>edulis</i>	.5844	.3836	.1075	.6216	.0667	.4886	.3543	.3136	<b>.9819*</b>	1.000	.5878
K. <i>fenestrata</i>	.3263	.0827	.5192	.4392	.4160	-.0058	-.1090	.0554	.5416	.5878	1.000

\* Valores significativos.  $P < 0.05$

Tabla 4. Correlación simple de los parámetros ambientales y las especies determinadas de corixidos en la Estación II en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

	Prof.	Tran.	Temp.	Oxig.	pH	Cond.	Dure.	Alca.	<i>G. abdominalis</i>	<i>C. edulis</i>	<i>K. femorata</i>
Prof.	1.000	.6207	-.6449	.1544	-.4747	.2788	.1972	.1473	.1888	.0687	.2683
Tran.	.6207	1.000	-.5706	.3080	-.5559	.5264	.0347	-.0496	.3768	.2852	.2969
Temp.	-.6449	-.5706	1.000	-.2545	.5996	-.3223	.2745	.4443	-.1150	-.1006	-.4669
Oxig.	.1544	.3080	-.2545	1.000	.0022	.0318	-.5188	-.5589	.0949	-.0088	.4627
pH	-.4747	-.5559	.5996	.0022	1.000	<b>-.7347*</b>	-.2966	-.0863	-.1977	-.2825	.0112
Cond.	.2788	.5264	-.3223	.0318	<b>-.7347*</b>	1.000	.4444	.3318	.6696	<b>.7236*</b>	.1775
Dure.	.1972	.0347	.2745	-.5188	-.2966	.4444	1.000	<b>.9055*</b>	.3569	.4377	-.4555
Alca.	.1473	-.0496	.4543	-.5589	-.0863	.3318	<b>.9055*</b>	1.000	.2772	.3158	-.4078
<i>G. abdominalis</i>	.1888	.3768	-.1150	.0949	-.1977	.6696	.3569	.2772	1.000	<b>.9496*</b>	.1552
<i>C. edulis</i>	.0687	.2852	-.1006	-.0088	-.2825	<b>.7236*</b>	.4377	.3158	<b>.9496*</b>	1.000	.0647
<i>K. femorata</i>	.2683	.2969	-.4669	.4627	.0112	.1775	-.4555	-.4078	.1552	.0647	1.000

\* Valores significativos.  $P < 0.05$

Tabla 5. Correlación simple de los parámetros ambientales y las especies determinadas de corixidos en la Estación III en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

## DISCUSIÓN

### Parámetros físico-químicos

La mayor profundidad en la estación I y en la II, se registró en marzo, debido a que hubo un mayor aporte de agua proveniente de la planta de tratamiento “El Rosario”, y según Miranda (1992) un incremento en el volumen de agua provoca que la profundidad aumente su valor, lo que se observó en las dos estaciones muestreadas. En el caso de la estación III, este parámetro alcanzó su valor más alto en diciembre y se atribuye a que en este mes la temperatura fue la más baja. De acuerdo con Lind (1985), la temperatura tiene un efecto sobre la evaporación del agua, si la temperatura es baja, la evaporación será baja, por lo que el nivel del agua tendrá un valor elevado.

En la estación I y III, la menor profundidad se presentó en julio, este mes corresponde a la época de verano, donde la temperatura es alta, provocando que haya un incremento en la evaporación del agua (Wetzel, 1981; Lind, 1985) y posiblemente por ser un mes caluroso se haya ocupado el agua del lago para regar las áreas verdes. Según Miranda (1992) la disminución en el volumen hace que la profundidad sea baja. En la estación II, en el mes de agosto, noviembre y mayo este parámetro tuvo el menor valor, en el primero y en el último la disminución de la profundidad fue por las elevadas temperaturas, que provoca que haya un incremento en la evaporación y por tanto un descenso en el nivel del agua (Lind, 1985).

La transparencia en la estación I obtuvo el valor máximo en el mes de abril, el nivel del agua se mantuvo bajo, a pesar de un mayor aporte proveniente de la planta, aunado al aporte, en este mes se presentaron lluvias, provocando un aumento de poca magnitud en el nivel de agua, Miranda (1992) menciona que al incrementarse el volumen de agua, la transparencia alcanza los máximos valores porque se da una fase de dilución en el cuerpo de agua. En octubre en la estación II y III se registró la mayor transparencia, que se atribuye a la fase de dilución, consecuencia de un gran volumen de agua debido a la alta profundidad (Miranda, *op cit.*) observada en las dos estaciones. La estación III también presentó el valor más alto en el mes de marzo, debido a un mayor aporte de agua proveniente de la planta, provocando una fase de dilución, como se mencionó anteriormente.

En la estación I la transparencia tuvo el valor más bajo en febrero, debido que el agua tenía un color muy oscuro, de acuerdo con APHA, *et al.* (1992), la turbidez es producto de materia en suspensión

como arcillas, cieno, materia orgánica e inorgánica, plancton y otros microorganismos, por lo que la transparencia disminuyó. En noviembre, también la estación I y II mostraron los valores menores en este parámetro, debido a que en las dos estaciones se registró una baja profundidad, lo que provoca que haya una fase de concentración de partículas de arcilla, húmicas y resto de materia vegetal, entre otras (Lind, 1985), favoreciendo un decremento en la transparencia. Finalmente en la estación III, el valor mínimo se presentó en agosto, ya que el tono del agua era verde esmeralda y el nivel era bajo, según Wetzel (1981), la transparencia está muy relacionada con un incremento en la dispersión de la luz, debido a la materia particulada en suspensión ya sea materia orgánica y algas el agua tenía el color verde, haciendo que la transparencia disminuya por su presencia.

La temperatura tuvo un comportamiento muy semejante en las tres estaciones; en la estación I y en la III, el mayor registro fue en el mes de septiembre, debido a que la incidencia de los rayos del sol son fuertes, por lo que se incrementa más rápido la temperatura, principalmente en la parte superior del cuerpo de agua, la cual calienta el resto del agua (Wetzel, 1981). En la estación II se observó un comportamiento semejante en el mes de julio, ya que en este mes se registró el valor más elevado en la temperatura.

En diciembre, se obtuvieron los valores mínimos de este parámetro en las tres estaciones, Wetzel (*op cit.*) menciona que la cantidad de energía solar que llega a la superficie de un lago depende de la estación del año, debido a que el ángulo de los rayos solares cambia y es menos durante el invierno, como se pudo observar en las temperaturas bajas de las estaciones del lago en este mes. Según los criterios de Rosas (1981), el agua del lago del Parque Tezozomoc se considera templada.

El oxígeno mostró fluctuaciones durante el periodo de muestro. En marzo se registró la mayor concentración de oxígeno disuelto, en la estación I y II, debido a que hubo un mayor aporte de agua de la planta, según Guzmán (1989) el afluente de aguas tratadas trae un aporte de nutrimentos (principalmente fósforo y nitrógeno), estos nutrimentos promueven el desarrollo del fitoplancton, lo que se pudo observar ya que el agua tenía un color verde, y así favorece la actividad fotosintética, haciendo incrementar el oxígeno disuelto en el agua (Arredondo, 1986; Margalef, 1983). En la estación III, el mes de febrero obtuvo el valor más elevado, debido a que en este mes la transparencia fue alta, lo que permite la entrada de luz favoreciendo al fitoplancton para realizar la fotosíntesis (Arredondo, *op cit.*; Margalef, *op cit.*), también la baja temperatura en este mes contribuye al alto oxígeno, porque aumenta su solubilidad en el agua (Wetzel, 1981).

En la estación I, el menor valor de oxígeno se presentó en enero, en época de invierno la radiación solar es menor debido al ángulo del sol (Wetzel, *op cit.*), conjuntamente el agua tenía un color oscuro, probablemente materia en suspensión como arcillas y partículas húmicas que limitan la entrada de los rayos solares, por lo tanto la actividad fotosintética disminuye y por ende la concentración de oxígeno disuelto en el agua (Arredondo, 1986), según Wetzel (1981) el crecimiento de las algas y la tasa de fotosíntesis están directamente relacionadas con la intensidad cuantitativa de la luz. En mayo se obtuvo la menor concentración para la estación II, en este mes la temperatura del ambiente fue alta y la profundidad baja, provocando que el agua aumente su temperatura por ser poca, según Gaviño, *et al.* (1986) y Wetzel (1981) la solubilidad del oxígeno es afectada por la temperatura. En la estación III, la menor concentración se registró en noviembre, la profundidad en este mes fue baja, provocando que haya un fase de concentración de materia suspendida como arcillas y materia orgánica, entre otras (Arredondo, 1986), de acuerdo con Margalef (1983) la materia orgánica al ser oxidada por la acción microbiana hace descender los niveles de oxígeno en el agua. Según Rosas (1981) el agua del Tezozomoc es rica en oxígeno disuelto.

El pH tuvo un comportamiento semejante en las tres estaciones durante el periodo de muestreo. En las tres estaciones alcanzó los máximos valores en el mes de agosto, en el agua se observó una población densa de algas que realizan la fotosíntesis, según Arredondo (1986) el pH se incrementa cuando la conversión del CO<sub>2</sub> a materia orgánica por fotosíntesis es mayor que la liberación de CO<sub>2</sub> por la respiración, situación que se generó en este mes por la presencia de las algas.

En la estación I y III, el pH obtuvo su menor valor en diciembre, las concentraciones de oxígeno fueron bajas en las dos estaciones, lo que nos puede indicar que hay CO<sub>2</sub> en el agua, según Arredondo (*op cit.*) el CO<sub>2</sub> no se presenta en pH por encima de 8.34, por lo que el CO<sub>2</sub> que hay hace disminuir a este parámetro. También en la estación III se registró el menor pH en abril, en este mes hubo un mayor aporte de agua, trayendo consigo materia orgánica que hacen disminuir las concentración de oxígeno en el agua, teniendo el mismo comportamiento que en el mes de diciembre. En junio nuevamente la estación III y la II mostraron valores bajos, en junio el agua tenía un color verde claro, debido al fitoplancton (Margalef, 1983), pero posiblemente su actividad fotosintética fue poca porque se registraron valores de oxígeno disuelto bajos en ambas estaciones, permitiendo que haya más CO<sub>2</sub> en el agua y a su vez disminuya el pH (Arredondo, 1986). De acuerdo con Rosas (1981), el agua del lago del Parque Tezozomoc se considera como alcalina.

La conductividad fluctuó de forma parecida en las tres estaciones; el valor más alto fue en abril para las tres estaciones, en este mes la profundidad se mantuvo baja, a pesar de un mayor aporte que hubo de agua, contribuyendo con nutrimentos (Guzmán, 1989), como iones y otros compuestos que son buenos conductores (Gaviño, 1986), también se presentaron lluvias, Margalef (1983) señala que el material de las zonas cercanas al cuerpo de agua son arrastradas y con el nivel bajo que se mantuvo hizo que se concentrara todo este material incrementando el valor de la conductividad en las estaciones del lago.

El menor valor en este parámetro para la estación I y III se registró en agosto, se observó una densa población de algas que ocupan una gran cantidad de nutrimentos e iones que influyen en la disminución de la conductividad (Arredondo, 1986). Para la estación II, el valor mínimo fue en septiembre, en este mes los valores de oxígeno disuelto fueron elevados debido a la actividad fotosintética de fitoplancton y vegetación (Margalef, 1983), por lo que se infiere que los nutrimentos e iones fueron ocupados por el fitoplancton y la vegetación, haciendo que la conductividad disminuya en sus valores.

La dureza mostró un comportamiento semejante en las tres estaciones; la máxima dureza en las tres fue en abril, en este mes se observó un nivel bajo en el agua, concentrando los cationes de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  principalmente, además de un mayor aporte de agua que trae consigo nutrientes e iones (Guzmán, 1989) y la presencia de lluvias que arrastran material de las zonas aledañas al lago (Margalef, 1983), hacen que este parámetro se incremente.

La dureza alcanzó el valor más bajo en noviembre para las tres estaciones, Arredondo (1986) menciona que las aguas con elevada alcalinidad y baja dureza pueden presentar problemas de altos valores de pH, porque se unen los carbonatos de la alcalinidad con los iones de la dureza, por lo tanto hay muchos carbonatos y no suficientes iones, por lo que la dureza disminuye cuando los carbonatos y bicarbonatos se precipitan generando valores elevados en el pH, se puede observar este comportamiento con los diferentes valores de estos parámetros en cada estación. Según Arredondo (*op cit.*) el agua del Tezozomoc se considera como un agua dura.

El último parámetro registrado fue la alcalinidad, teniendo un comportamiento muy parecido en las tres estaciones; los valores máximos en las estaciones se presentaron en mayo, debido a un mayor aporte de agua proveniente de la planta, que trae muchos nutrimentos como el fósforo y el nitrógeno

(Guzmán, 1989), estos nutrientes permiten que el fitoplancton y las macrofitas aumenten, según Margalef (1983),

cuando estos se degradan aumentan la productividad del sistema. No hay una relación directa entre la alcalinidad y la productividad, sino que un incremento en la alcalinidad corresponde a un aumento en la disponibilidad de fósforo y otros nutrientes que nuevamente favorecen a la vegetación del sistema.

Para las tres estaciones la menor alcalinidad se presentó en junio, en este mes el agua tenía un color verde claro, debido al fitoplancton presente (Margalef, *op cit.*), probablemente la actividad fotosintética fue baja y esto se reflejó en la baja concentración de oxígeno, provocando que los nutrientes no sean degradados adecuadamente y por lo tanto su disponibilidad disminuye, situación contraria a lo que se señaló anteriormente.

## Parámetros biológicos

Las estaciones de muestreo fueron seleccionadas de acuerdo a la presencia de actividad humana en el lago.

La mayor abundancia de coríxidos se registró en la estación I, debido a que en esta estación se localiza la entrada de agua que proviene de la planta y trae consigo muchos nutrimentos como el fósforo y el nitrógeno (Guzmán, 1989), permitiendo que el fitoplancton y la vegetación sumergida aumenten, favoreciendo el incremento de zooplancton y de los organismos acuáticos, incluyendo a los coríxidos, los cuales tienen una fuente de alimento y de refugio para oviposición y para protección. En esta estación las personas tienen muy fácil acceso al lago, Contreras y Rivera (2003) trabajaron impacto ambiental en el lago Tezozomoc, reportando que en esta estación las personas alimentan a las aves que hay cerca de la orilla y a esto le atribuyen la alta densidad de coríxidos que observaron, ya que hay mucha materia orgánica que favorece el incremento en su número; situación que se observó en la estación I en este trabajo. En la estación II, la abundancia fue menor, de acuerdo con lo anterior, se le puede atribuir a que las personas tienen menos acceso y por lo tanto menos influencia, principalmente por la adición de alimento y en la estación III el acceso es más difícil y además de que ahí se localiza la salida del agua del lago.

Las abundancias entre las especies fueron diferentes: *G. abdominalis* fue la más abundante ya que esta especie es de tamaño grande (8.55 mm a 10.8 mm), *C. edulis* y *K. femorata* son de menor tamaño (6.3 mm a 7.98 mm y 5.15 mm a 7.25 mm, respectivamente) (Fernández, 1989). Según Hutchinson (1993) la especie de mayor tamaño es la que domina en el espacio y en el alimento, se reproduce primero para evitar

competencia entre las ninfas grandes de su especie y las ninfas pequeñas de otras. Por lo que *G. abdominalis* registró la mayor abundancia, seguida por *C. edulis* y por último *K. femorata*; además de que las dos primeras especies tienen la capacidad de volar y desplazarse cuando las condiciones no les son favorables se van hacia zonas que si las tengan (Hutchinson, *op cit.*), mientras que *K. femorata* no puede volar y tenderá a permanecer más tiempo en el lugar, aún si las condiciones son desfavorables (Contreras, *et al.*, 1999).

En la estación I, II y III, la mayor densidad de coríxidos se registró en el mes de marzo, se observaron las tres especies (Anexo III: Fig. 19, 20 y 21), en este mes coincidieron elevados valores en la profundidad, transparencia y oxígeno disuelto, permitiendo que la actividad fotosintética del

fitoplancton y del resto de las algas se incrementara y así la concentración de oxígeno se elevara también (Lind, 1985), esta concentración elevada favorece a los coríxidos porque pueden permanecer más tiempo sumergidos, al difundirse el oxígeno del agua hacia adentro de su burbuja. Según Malcolm (1980), hay una relación importante entre la concentración de oxígeno y la capacidad de los Corixidae para sobrevivir, ya que tienen menos ascensos a la superficie para renovar su burbuja y así sufren menos depredación por parte de otros organismos. Rodríguez y Kato (1988) mencionan que la profundidad en el embalse “La Goleta” tiene relación con la abundancia de *Trichocorixella mexicana*, ya que disminuye cuando la precipitación es baja, pero durante los meses donde el nivel del agua aumenta, la abundancia de esta especie también aumenta; situación que también se observó durante el periodo de muestreo en el lago Tezozomoc. En las estaciones de muestreo las densidades registradas se incrementaron a partir de marzo y fueron decreciendo en abril y mayo, pero manteniéndose con elevados números; López y Kato (1985) en su estudio en la presa “La Goleta”, Estado de México, reportan que la época de reproducción de los coríxidos fue principalmente de marzo a mayo y de que hay evidencia de reproducción durante todo el año por la presencia de ninfas. Lo que nos sugiere que en el Tezozomoc se da el mismo periodo reproductivo.

La menor densidad en la estación I y II, se presentó en junio, en la primera se colectó a *G. abdominalis* y a *C. edulis* y en la II sólo a *G. abdominalis* (Anexo III: Fig. 19 y 20), en este mes el valor de la alcalinidad fue el más bajo, lo que nos indica que hay poca cantidad de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Arredondo (1986) menciona que posiblemente se precipitaron y estén más relacionados con los sedimentos; Contreras (1999), señala que los iones al estar en el sedimento ya no son aprovechados por la vegetación, ya sea la sumergida y el fitoplancton, por lo tanto tiene un efecto en la densidad de los coríxidos, ya que hay menos alimento y menos refugio, debido a que las algas y el fitoplancton no aprovechan esos compuestos y no tienen un buen crecimiento. En la estación III, la menor densidad fue en

octubre, observándose a *G. abdominalis* y a *C. edulis* (Anexo III: Fig. 21), la transparencia tuvo el valor más elevado, pero los otros parámetros como el oxígeno, conductividad, dureza y alcalinidad registraron valores bajos a comparación de los del mes de marzo, lo que nos indica es que no sólo la alta transparencia influye en la flora y en la fauna del lago, incluyendo a los coríxidos, sino que requieren que los parámetros como estos, tengan valores relativamente altos para que se den buenas condiciones en el sistema y sea reflejado en la mayor densidad de estos organismos.

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener de manera general durante el periodo de muestreo fue mayor en la estación I, debido a que se registraron las tres especies de la familia Corixidae y con un

mayor número de organismos de cada una, seguida por la estación III en la cual estuvieron presentes las tres especies pero en menor número y en la estación II las abundancias de *G. abdominalis* y de *C. edulis* fueron mayores que en la estación III, pero *K. femorata* tuvo una mayor abundancia en esta estación, a pesar de que de manera general la estación II tuvo mayor abundancia que la III el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener toma en cuenta el número de especies y la igualdad de su distribución (Krebs, 1985), por esta razón la estación III tuvo un valor más alto en la diversidad que la II. Los diferentes valores en la diversidad se debieron principalmente a la diferencias entre las estaciones que ya se mencionó anteriormente para las abundancias.

En la estación I, la mayor diversidad se presentó en febrero, estuvieron las tres especies y sus densidades tienen valores altos (Anexo III: Fig. 19), coincidió con el valor más bajo en la transparencia, lo que nos indica que hay materia suspendida, ya sea nutrientes, arcillas, plancton y materia orgánica (APHA, *et al.*, 1992), situación que favorece a la vegetación que es utilizada por los corixidos como alimento y refugio, por lo que no habrá competencia entre las especies que ahí se encuentren. En la estación II, en julio se registró la mayor diversidad, debido a la presencia de las tres especies y sus densidades no fueron marcadamente diferentes entre sí (Anexo III: Fig. 20), como en otros meses, la temperatura alcanzó el valor máximo, Ward y Standford (1982) señalan que las condiciones térmicas cerca del sustrato de áreas poco profundas pueden ser mucho más favorables para los insectos acuáticos que las temperaturas de las aguas abiertas y que para los hemípteros acuáticos la longitud de tiempo y de grados de horas requeridas para alcanzar la adultez decrecen con el incremento de la temperatura; por lo que en julio la alta temperatura favoreció a las densidades reflejándose en la diversidad. En enero, la diversidad fue alta en la estación III, colectándose a las tres especies (Anexo III: Fig. 21), en este mes la profundidad y la transparencia fueron altas, produciéndose una fase de dilución (Miranda, 1992), que permite la entrada de

luz, a pesar de que es menor por la época de invierno, favoreciendo a la fotosíntesis y así el oxígeno se incrementa (Wetzel, 1981), conjuntamente favorecen la presencia de los corixidos porque tienen alimento y pueden permanecer más tiempo sumergidos y se refleja en las densidades y en la diversidad.

La menor diversidad en la estación I y III, se registró en el mes de diciembre, en la I estuvieron presentes *G. abdominalis* y *C. edulis* y en la III sólo *C. edulis* (Anexo III: Fig. 19 y 21), en este mes la temperatura y el pH tuvieron los menores valores, Wetzel (1981) menciona que durante el periodo de invierno con temperaturas y periodos de luz bajas, el crecimiento del fitoplancton es reducido, por lo que su actividad fotosintética disminuye, haciendo decrecer la concentración de oxígeno (Margalef, 1983), Arredondo (1986) señala que el pH disminuye cuando la concentración de CO<sub>2</sub> liberado por la

respiración es mayor que el que se ocupa durante la fotosíntesis, lo que se pudo observar en estas estaciones; esta condición de poco oxígeno y bajo fitoplancton influye sobre la densidad de los coríxidos ya que tienen que ascender más veces a la superficie para renovar su burbuja (Malcolm, 1980) y también en que hay menos alimento disponible. También en la estación III y en la II (Anexo III: Fig. 20 y 21), se registró en octubre la menor diversidad, sólo se colectó a *G. abdominalis*, la transparencia alcanzó el valor máximo en las dos estaciones, según Miranda (1992), cuando hay una alta profundidad hay un incremento en el volumen de agua y se da una fase de dilución por lo que la transparencia alcanza el valor más alto, pero hay una disminución en otros parámetros como la dureza, la alcalinidad y el oxígeno, situación que en este mes ocurrió, estos parámetros están relacionados con la flora y la fauna del lago, incluyendo a los coríxidos, que se vieron afectados reflejándose en su baja densidad. En junio, la estación II también obtuvo la menor diversidad, sólo se presentó *G. abdominalis* (Anexo III: Fig. 20), el pH y la alcalinidad tuvieron los valores más bajos; en este mes el agua tenía un color verde claro, debido al fitoplancton (Margalef, 1983), posiblemente era poco, ya que Arredondo (1986) menciona que el pH baja porque hay una gran presencia de CO<sub>2</sub> y poca concentración de oxígeno en el agua producida por la fotosíntesis; la baja alcalinidad también tiene un efecto sobre el fitoplancton, ya que si es baja no hay mucha disponibilidad de nutrimentos para que el fitoplancton los aproveche (Arredondo, *op cit*), influyendo en la densidad y en la diversidad de los coríxidos.

La correlación simple en la estación I, mostró que la conductividad y la dureza tienen una correlación positiva, debido a que la conductividad es la cantidad de sustancias inorgánicas como: ácidos, bases y sales, que son buenos conductores de la corriente eléctrica (Arredondo, 1986). Asimismo, la presencia en el agua de estas sustancias inorgánicas como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y otros

aniones se combinan con los iones de la dureza que son principalmente el Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> (Wetzel, 1981), entonces la dureza aumentará junto con la conductividad ya que están relacionadas porque se pueden combinar entre sí. El pH tuvo una correlación negativa con *G. abdominalis*, es decir, si el pH se hace más alcalino la abundancia de esta especie disminuirá, Contreras, *et al.* (2001) señalan que en el estanque "GL" en Soyaniquilpan, Estado de México, los valores elevados de pH hacen disminuir la abundancia de *Graptocorixa sp.*, ya que es una especie calcífuga, que no tolera los pH altos. También el pH se correlacionó negativamente con *C. edulis*, pero con un valor más elevado de significancia, esto quiere decir, que si el pH aumenta la abundancia de esta especie disminuye, según Contreras, *et al.* (2001) también esta especie es calcífuga; de acuerdo con Miranda (1992) *C. edulis* tiene intervalos mayores de tolerancia al pH; Contreras (2002) señala que el pH ejerce una mayor influencia en el

sistema y en las abundancias de los corixidos en sistemas dulceacuícolas del Estado de México. Por último *G. abdominalis* y *C. edulis* tuvieron una correlación positiva, Price (1984) reporta que la coexistencia de los corixidos se debe en parte a que una especie presenta un desarrollo temprano en una temporada y la otra un desarrollo tardío, concluyendo que estas diferencias ecológicas entre especies cercanas trae una reducida competencia por alimento. Hutchinson (1993) supone que las especies grandes siempre se reproducen primero para evitar la competencia con los estadios de tamaño comparable a los de las especies pequeñas, como es el caso de *G. abdominalis*, que es la especie de mayor tamaño encontrada en las estaciones del lago del Parque Tezozomoc.

En la estación II, la profundidad se correlacionó positivamente con la transparencia, debido a que cuando la profundidad tiene un valor alto corresponde a un incremento en el volumen del agua, lo que implica que se presente una fase de dilución por lo que la transparencia alcanza su valor más alto (Miranda, 1992); por lo tanto, los dos parámetros se incrementarán al mismo tiempo. La conductividad tuvo una correlación positiva con la dureza y con la alcalinidad, la conductividad aumenta cuando estos dos parámetros son elevados, ya que hay un aumento de cationes de la dureza y de aniones de la alcalinidad disueltos en el agua que se derivan normalmente de carbonatos minerales (Arredondo, 1986), los iones de la dureza se pueden combinar con carbonatos, bicarbonatos y son buenos conductores de la corriente eléctrica (Wetzel, 1981), por lo que la conductividad aumentará cuando estos incrementen su concentración. Nuevamente *G. abdominalis* y *C. edulis* se correlacionaron positivamente debido a que sus desarrollos son en diferentes temporadas (Price, 1984) y porque *G. abdominalis* al ser de mayor tamaño se reproduce primero para no competir con estadios de la otra especie más pequeña (Hutchinson, 1993), por lo que no hay competencia por espacio y alimento por parte de las ninfas ni de adultos.

En la estación III, el pH se correlacionó de manera negativa con la conductividad, esta última está muy relacionada con los nutrimentos como es el fósforo y el nitrógeno y compuestos relacionados con ellos, el pH tiene un efecto sobre estos nutrientes ya que si aumenta en pH hace que el fósforo se precipite y los ortofosfatos sean en poca cantidad; y con el nitrógeno provoca que se pierdan a través de la volatilización del amonio no ionizado; por lo que al aumentar el pH la conductividad disminuye por el efecto que tiene sobre los nutrimentos (Arredondo, 1986). La dureza tuvo una correlación positiva con la alcalinidad, generalmente están relacionadas porque los aniones de la alcalinidad y los cationes de la dureza se derivan normalmente de carbonatos minerales; además los aniones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  se combinan con bicarbonatos y carbonatos de la alcalinidad (Wetzel, 1981), por lo que los dos aumentan o disminuyen juntos, generalmente. La conductividad tuvo una correlación positiva con *C. edulis*, debido a que si hay una buena cantidad de sales (aniones y cationes) habrá una buena productividad,

que permitirá que sea un sistema favorable para el desarrollo de esta especie; según Miranda (1992), esta especie tiene más tolerancia a algunos parámetros físico-químicos, incluyendo la conductividad; según Savage (1992) la conductividad es el parámetro con más influencia en la distribución de los Corixidae en un sistema determinado. Finalmente *G. abdominalis* y *C. edulis* tuvieron una correlación positiva entre ellas, principalmente debido a las diferencias en sus desarrollos, lo que permite que haya menos competencia por el recurso (Price, 1984). Hutchinson (1993) supone que las especies grandes, como es el caso de *G. abdominalis*, siempre se reproducen primero para evitar la competencia con los estadios de tamaño comparable con las de las especies pequeñas.

## CONCLUSIONES

- Durante el periodo de estudio de un ciclo anual se determinaron tres especies de la familia Corixidae: *Graptocorixa abdominalis*, *Corisella edulis* y *Krizonsacorixa femorata*.
- *G. abdominalis* fue la especie más abundante en las tres estaciones, seguida por *C. edulis* y la menos abundante fue *K. femorata*.
- La presencia de actividad humana en las tres estaciones tiene un efecto que se refleja en las abundancias de los coríxidos presentes en cada una de ellas.
- La estación I registró la mayor abundancia de estos organismos, debido a que en esta estación se localiza la entrada de agua proveniente de la planta de tratamiento, proveyendo de nutrimentos que son aprovechados por la vegetación y por los coríxidos de la estación.
- En el mes de marzo se presentaron las mayores densidades de coríxidos en las tres estaciones debido a que en este mes es el inicio de la época reproductiva y se encuentra al mayor número de organismos en las tres estaciones.
- El lago del Parque Tezozomoc por sus características físico-químicas fluctuantes durante el ciclo anual, permiten que los coríxidos se desarrollen de manera favorable.
- *G. abdominalis* y *C. edulis* se correlacionaron positivamente en las tres estaciones, debido a que pueden coexistir juntas por la diferencia en sus temporadas reproductivas y de desarrollo, ya que *G. abdominalis* es de mayor tamaño se reproduce primero para evitar la competencia entre las ninfas y adultos.
- El pH tuvo una correlación negativa con *G. abdominalis* y *C. edulis*, ya que estas especies han sido reportadas como calcífugas, es decir, no toleran los altos niveles de pH.
- La conductividad tuvo una correlación positiva con *C. edulis*, debido a que una alta concentración de iones favorece a la productividad del lago y a la vez a la especie.

- Parámetros como el oxígeno disuelto, conductividad, dureza y alcalinidad tienen que tener valores elevados para el buen desarrollo de los corixidos, que se puede ver reflejado en su densidad.
- El agua del lago del Parque Tezozomoc durante todo el periodo de muestreo se considera templada, rica en oxígeno disuelto, alcalina y dura.

## ANEXO I

Estaciones de muestreo en el litoral del lago del Parque Tezozomoc, en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001.



Fig. 13. Estación I en el lago del Parque Tezozomoc.



Fig. 14. Estación II en el lago del Parque Tezozomoc.



Fig. 15. Estación III en el lago del Parque Tezozomoc.

## ANEXO II

Especies determinadas de la familia Corixidae en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.



Fig. 16. *Graptocorixa abdominalis* (Say, 1832).



Fig. 17. *Corisella edulis* (Champion, 1901).



Fig. 18. *Krizousacorixa femorata* (Guérin, 1857).

## ANEXO III

Densidades de las especies de corixidos registradas en las tres estaciones de muestreo en el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

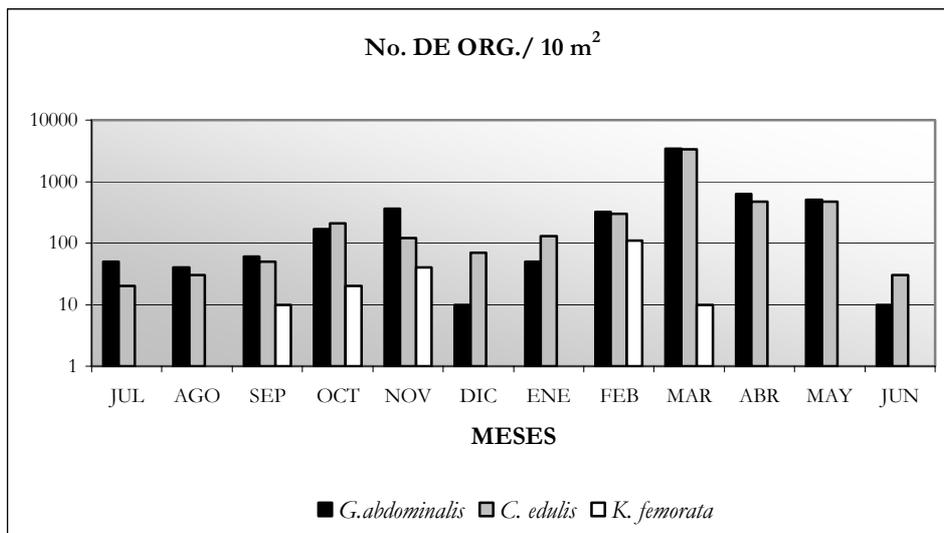


Fig. 19. Densidades registradas en la estación I durante el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

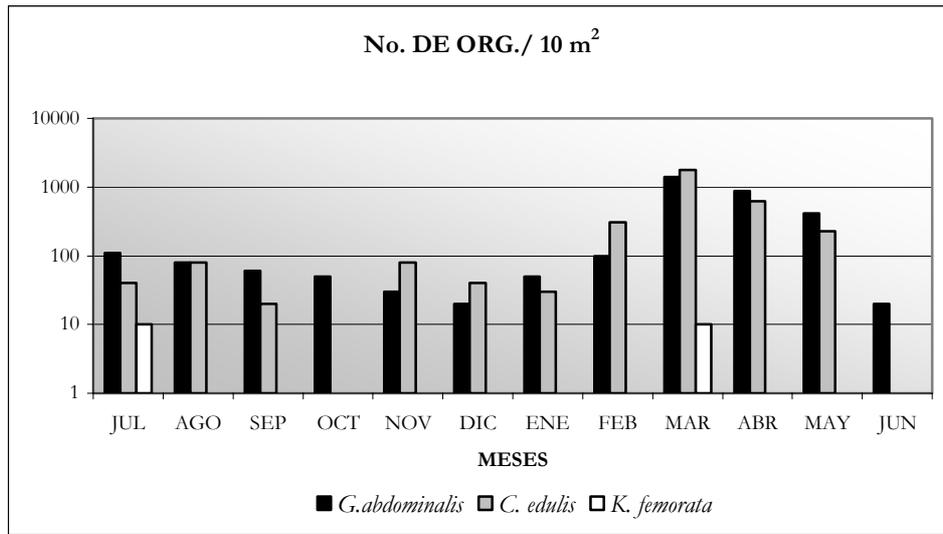


Fig. 20. Densidades registradas en la estación II durante el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

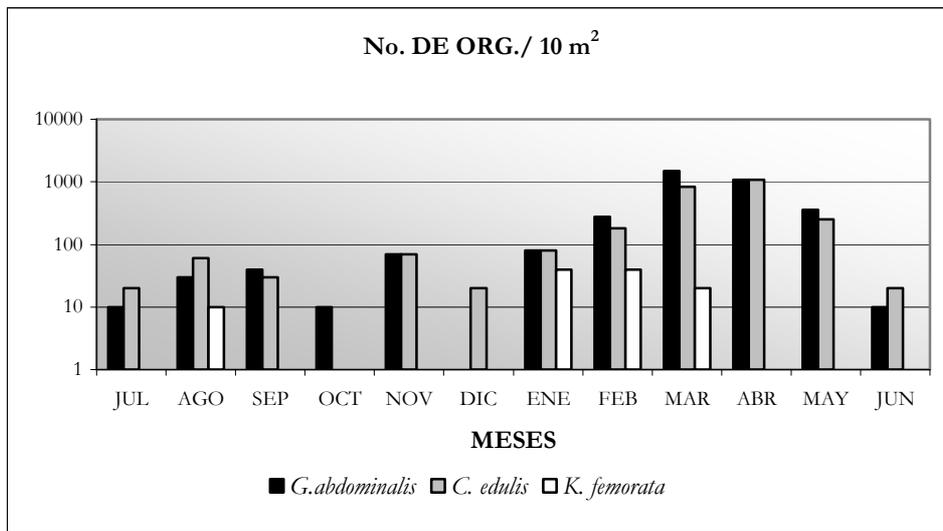


Fig. 21. Densidades registradas en la estación III durante el periodo de julio del 2000 a junio del 2001, en el lago del Parque Tezozomoc.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer, D. J., Kato, E. M., Sánchez, R. R. y Flores, L. T. 1986 a. Chapultepec: Una reminiscencia del México lacustre. Mem. del VI Coloquio de Investigación, el Medio Ambiente y la Educación. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 49-50.
- Alcocer, D. J., Kato, E. M., Sánchez, R. R. y Flores, L. T. 1986 b. Una gota en el desierto de asfalto (El Lago viejo de Chapultepec). Mem. del VI Coloquio de Investigación en Ciencias de la Salud, el Medio Ambiente y la Educación. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 51.
- American Public Health Association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation (APHA, AWWA & WPCF). 1992. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A. España. 1134 p.
- Ancona, L. H. 1933. El ahuate de Texcoco. Anales de Instituto de Biología. UNAM. 4(1): 51-69.
- Anónimo. 2000. Delegación Azcapotzalco. Monografía 1999-2000. COMISA. México. 74 p.
- Arredondo, F. J. L. 1986. Piscicultura. Breve manejo de los criterios y técnicas para el manejo de la calidad del agua, en estanque de piscicultura intensiva. SEPES. Dir. De fomento acuícola. Dpto. de asistencia técnica. 182 p.
- Camarillo, de la R. G. 2003. Análisis espacial de la familia Corixidae (Hemiptera) en el lago del parque Tezozomoc, Azcapotzalco, México, D.F. Mem. del XXII Coloquio Estudiantil de Tercera Etapa. FES-Iztacala. UNAM. México. 8.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N., y Rojas, B. M. 1993. Composición y abundancia de los coríxidos (Hemiptera: Corixidae) en un estanque piscícola del Estado de México. Mem. del XII Cong. Nal. de Zoología. México. 69.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N. y Elías, F. G. 1997. Los coríxidos (Hemiptera: Corixidae) del embalse San Miguel Arco, Estado de México. Revista de Zoología. UNAM Iztacala. 9: 5-10.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N., Elías, F. G. y Rojas, B. M. 1999. Coríxidos (Hemiptera, Corixidae) presentes en un estanque piscícola del Estado de México y su relación con algunos parámetros ambientales. Hidrobiológica 9(2): 95-102.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N., Elías, F. G. y Rojas, B. M. 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, R. G. 2002. Aspectos ecológicos de la familia Corixidae (Hemiptera) en algunos sistemas dulceacuícolas del Estado de México. Tesis M. en C. FES-Iztcala. UNAM. México.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N., Elías, F. G. y Rojas, B. M. 2003. Los corixidos (Hemiptera, Heteroptera) del estanque piscícola denominado “JC” en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. (En trámite).
- Contreras, G. A. M. y Rivera, O. F. A. 2003. Diagnóstico ambiental del lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, D.F. Tesis Lic. Biología FES-Iztacala. UNAM. México. 41 p.
- Daly, V. H., Doyen, T. J. y Purcel III, H. A. 1998. Introduction to insect biology and diversity. 2a. edición. Oxford University Press. USA. 680 p.
- Daniel, W. W. 1993. Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Uteha. México. 667 p.
- De la Llave, E. P. 1832. Memoria sobre el ahuate. Registro trimestral o colección de memorias de historia, literatura, ciencias y artes. México. 1(3): 331-337.
- Fernández, V. G. G. 1989. Evaluación de un recurso comestible autóctono propio de lagos alcalinos (Hemiptera: Corixidae-Notonectidae). Tesis Lic. Biología Facultad de Ciencias. UNAM. México. 113 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México. 220 p.
- Gaviño, de la T., Juárez, T. G. C. y Figueroa, H. H. 1987. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo. Limusa. México. 251 p.
- Guzmán, M. A. M. 1989. La macrofauna béntica y su relación con la dinámica físico-química de los Lagos de Chapultepec (época de lluvias), Bosque de Chapultepec, México. Tesis Lic. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 66 p.
- Hungerford, H. B. 1948. The Corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). University of Kansas Science Bulletin 32: 1- 827.
- Hungerford, H. B. 1977. The Corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). University of Kansas Science Bulletin. (first reprinting) 1- 827 p.
- Hutchinson, G. E. 1993. A treatise on Limnology. Vol. IV The Zoobenthos. John Wiley & Sons Inc. USA. 944 p.
- Krebs, J. Ch. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. 2a. Edición. Harla. México. 753 p.

- Lind, O.T. 1985. Handbook of common methods in limnology. Kendall/Hunt Pub. Co. USA. 199 p.
- López, R. A. y Kato, E. M. 1985. Datos ecológicos de los corixidos de la presa “La Goleta”. Mem. del V Coloquio de Investigación. UNAM. ENEP- Iztacala. México. 128.
- Macedo, M. A. 2002. Aspectos ecológicos de la familia Corixidae en el lago Tezozomoc, Azcapotzalco, México, D. F. Tesis Lic. Biología. FES-Iztacala. UNAM. México. 41 p.
- Malcolm, P. 1980. The effect on varying oxygen concentration on corixid survival. J. Biol. Educ. 14 (2):127-131.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega España. 1010 p.
- Marshall, A.J. y Williams, W.D. 1980. Zoología. Invertebrados. Reverté. España. 979 p.
- Martínez, M. A., García, C. J., Kato, E. M., Vázquez, M. J. y Gómez, P. J. 1986. Bentos de la presa Danxhó, Edo. de México. Mem. del X Simposio de Biologías de Campo. UNAM. ENEP-Iztacala. 18.
- Miranda, S. M. M. 1992. Dinámica de la abundancia de Corixidae en un estanque del municipio de Soyaniquilpan, Estado de México. Tesis Lic. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 73 p.
- Olivares, B. R. 1964. A reconsideration of the nomenclature of one of the species of Mexican corixid (Hem.) known as “Ahuautle”. Entomologist Monthly Magazine 100: 240.
- Olivares, B. R. 1965. Observaciones faunísticas de los corixidos (Hemiptera: Corixidae) del lago de Texcoco y algunas propiedades físico-químicas de las aguas del mismo. Tesis Lic. Biología. Fac. Ciencias. UNAM. México. 86 p.
- Orozco y Berra, M. 1864. Memoria para la carta hidrográfica del Valle de México. México. 185 p.
- Pennak, W. 1989. Fresh-water invertebrates of United States. 2a. edición. John Wiley & Sons Inc. USA. 803 p.
- Peñafiel, A. 1884. Memoria sobre las aguas potables de la capital de México. Secretaría de Fomento. 127-132.
- Polhemus, T. J. 1984. Aquatic and semiaquatic Hemiptera. In Merritt, R. W. y Cummins, W. K. (eds.) 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. 2a ed. Kendall/Hunt. EUA. 767 p.
- Price, W.P. 1984. Insect ecology. Willey Intersciencie. USA. 514 p.

- Ramos Elorduy, J. 1991. Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro. Limusa. México. 144 p.
- Richards, O. W. & Davies, R. G. 1984. Tratado de entomología Imms. Clasificación y Biología. Omega. España. 998 p.
- Rodríguez, P. C. y Kato, E. M. 1988. Estudio de la variación temporal de *Trichocorixella mexicana* (Hungerford) en el embalse “La Goleta”, Estado de México. Mem. del VIII Coloquio de Investigación. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 9.
- Rosas, M. M. 1981. Biología acuática y piscicultura en México. Serie de Materiales didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. Editorial SEP. México. 379 p.
- Salgado, V. A. 1995. Elaboración y evaluación de tres dietas conteniendo “Mosco” (Hemiptera: Corixidae y Notonectidae) a diferentes proporciones para la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en condiciones de laboratorio. Tesis Lic. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México 47 p.
- Savage, A. A. 1982. Use of water boatmen (Corixidae) in the clasification of lakes. Biol. Conserv. 23: 56-70.
- Usinger, L. R. 1956. Aquatic insects of California. With keys to North America genera and California species. University of California. Press Berkeley. EUA. 540 p.
- Vázquez, G.L. y Villalobos, A. 1987. Zoología del Phylum Arthropoda. 6a. edición. Interamericana. México. 381 p.
- Villafranco. C. J. A. 2000. Avifauna del parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Tesis Lic. Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 63 p.
- Ward, J. V. & Stanford, J. A. 1982. Termal responses in the evolutionary ecology of acuatic insect. Ann. Rev. Entomol. 27: 97-117.
- Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Omega. España. 767 p.