



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
Laboratorio de Ecología de Peces

**CARACTERÍSTICAS COMUNITARIAS DE LA FAUNA  
BENTÓNICA EN UN CICLO ANUAL EN LA PRESA  
XHIMOJAY, ESTADO DE MÉXICO**

**TESIS**

Que para obtener el título de:

**BIÓLOGA**

Presenta

**ANA LAURA GRIMALDO BAHENA**

**Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela**  
Directora de tesis

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2016





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

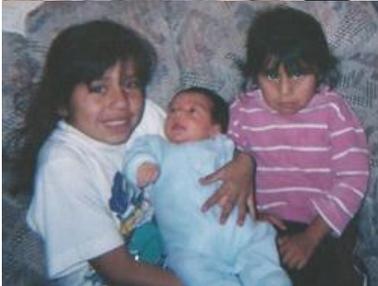


**La presente investigación fue apoyada por la UNAM a través de la CARRERA DE BIOLOGÍA de la FES Iztacala, por el PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS PARA LA INNOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA (PAPIME) de la DGAPA proyecto EN203804 y por el PROGRAMA DE APOYO A LOS PROFESORES DE CARRERA PARA PROMOVER GRUPOS DE INVESTIGACIÓN (PAPCA) y se realizó en el LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE PECES a cargo de los profesores Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela y M. en C. Adolfo Cruz Gómez, instituciones y laboratorio a los que agradezco su apoyo.**



## A manera de agradecimiento

Un poco complicado resulta el poder escribir unas palabras a todas las personas maravillosas que me han acompañado a lo largo de esta gran aventura.



Muchos de ellos me han acompañado desde el principio como mi madre, mi “chula” que desde siempre estuvo ahí para darme ánimos cuando me sentía derrotada, para hacerme reflexionar acerca de las cosas que hacía, para animarme. Mi padre por enseñarme que siempre hay que perseguir eso que nos gusta y quien desde un principio sembró en mí esa amada amante llamada música.

Ambos son parte significativa de mi vida, que aunque, por diferentes caminos nos ha llevado, es ahora cuando con esto puedo brindarles solo un poco del infinito agradecimiento por haberme creado, además de darme los dos amiguitos que conocí a los 4 y 9 años; mis adorados; son tantos los años de diferencia, son tantas las cosas que hemos vivido juntos; es tanto el amor que les tengo... mi mejor regalo (de ambos) cuando pude cargarlos y verlos por primera vez, el saber que habían llegado a mi dos hermosos angelitos que llamaría hermanos: Mariela y José. Saben que los amo y que siempre los voy a procurar, este trabajo va dedicado a ustedes mis perrines.

Algunos maestros fungieron como guía como ustedes Alejandro Vargas Chávez y Carlos Estrada

Anguiano, gracias a ambos por enseñarme a ser perseverante. Como es de

esperarse cuando se vive una gran aventura, nadie sabe a quienes puede conocer. Y la encontré a usted, en las mañana puntual a las 7 de la mañana con dos bolsas en mano y el sonido de sus llaves; cuando tenía errores en mis trabajos; cuando participé por primera vez en un congreso; y la recuerdo desde la primera vez que la vi en Ecología y Conservación; donde supe que usted sería la indicada para culminar esta etapa académica. Gracias a usted y al profesor Adolfo por el muestreo y apoyo.

Hay algunas otras personas que no tenía planeado conocer pero que en este largo camino me llenaron de experiencias inimaginables: Mis amigos, Mónica y Gabi (secundaria) gracias por aliviar los malestares de la pubertad. En mi amado Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan llegaron Sandra, Daphne, Pamela, Sara Elisa, Alejandro y Anahí, gracias por enseñarme lo que es “amistad”.

Estar en una carrera como Biología te enfrenta a formar parte de un equipo, en estos equipos tuve la fortuna de conocer biólogos de todos colores y sabores, unos más ecólogos, botánicos, genéticos, en fin, la lista es larga: Danae, Florencio, Katy, René, Juan Carlos Julián, Hugo, Ivan Santiago, Erick Morales, Fer Sustersick, Rulo, Lu Cardenas e Iván Chato. Siempre los voy a llevar conmigo en las cosas que recordamos y en otras de las que no quisiéramos acordarnos.



Al casi concluir esta aventura llegó lo inimaginable, al fin las canciones de amor comenzaron a tener sentido con solo oír su nombre. Me enamoraste Vianey Jimeno, llegaste como un huracán a alborotar mi vida. Gracias por enseñarme a sentir, a amar, a vivir. Oye... ¿Cuál es tu color favorito?.



## DEDICATORIA



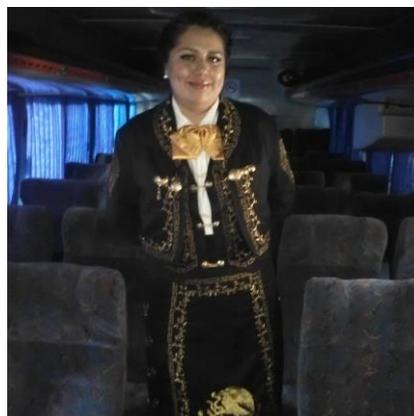
A mi gran amor de toda la vida, con quien supe reír, llorar, soñar y enamorarme, y quien me ayudaba en esos momentos en los que la vida no tenía sentido alguno, a mi adorada, mi compañera fiel, en las buenas y en las malas, pero sobre todo en las peores.

Con quien pude desahogarme en los momentos más difíciles de la vida y en quien siempre encontré buenos consejos para salir adelante.

Quien me enseñó que la vida no siempre nos va a tener buenas sorpresas deparadas, que siempre van a existir tropiezos en los que hay que saber como levantarse.

Por todas las personas maravillosas que conocí cuando me adentre en ti, cada uno de los compañeros que al igual que yo habían quedado encantados por tu sutil encanto.

Por todas las experiencias buenas y malas que pasamos juntas, las lágrimas derramadas con dolor, y algunas más de felicidad; gracias por acompañarme y ser mi fiel aliada en los momentos de felicidad.



Gracias también por hacerme sentir viva; por hacer de mí una persona diferente, sabes que mi compromiso contigo es para toda la vida, y que mi generación venidera sabrá interpretar tu camaleónica sensación.

Gracias por toda la dicha que me has dado en estos años interpretando toda la gama de sentimientos que uno puede encontrar en ti.

*A mi música*

Siempre tuya **Annie Bahena**



*" Quien se inclina ante los hechos consumados está destinado a  
fracasar preparando el porvenir "*

*León Trotsky*

*"Me duele, me duele y por eso canto; y esta vida es un camote y el  
que no lo traga se' hoga "*

*Lucha Villa*

*" La música es la ciencia del amor con relación al ritmo y la  
armonía "*

*Eriximaco*

*" ... y quiero morir cantando como muere, la cigarra "*

*Linda Rondstand*



## CONTENIDO

Resumen .....	2
Abstract .....	3
Introducción .....	4
Objetivo general.....	11
Objetivos particulares .....	11
Materiales y Método.....	19
Resultados .....	27
Parámetros fisicoquímicos.....	27
Composición taxonómica.....	30
Densidad y Biomasa .....	37
Grupo: Glossiphoniiformes .....	37
Grupo: Oligochaeta .....	38
Grupo: Physidae .....	39
Grupo: Planorbidae .....	41
Grupo: Lymnaeidae .....	43
Grupo: Calanoida.....	44
Grupo: Cyclopoida .....	46
Grupo: Cladocera .....	48
Grupo: Ostracoda .....	49
Grupo: Amphipoda .....	51
Grupo: Decapoda.....	53
Grupo: Ephemeroptera.....	54
Grupo: Odonata .....	56
Grupo: Hemiptera .....	58
Grupo: Coleoptera .....	60
Grupo: Diptera .....	62
Grupo: Hymenoptera .....	63
Grupo: Hydrachnidae .....	65
Grupo: Anura .....	67
Grupos Funcionales.....	68
Características ecológicas .....	72
Densidad relativa .....	72
Dominancia Relativa.....	72
Valor de importancia ecológica .....	73
Riqueza de grupos.....	74
Diversidad ecológica de grupos.....	74
Discusión .....	76
Conclusiones .....	87
Referencias .....	89

## Resumen

Se realizó un estudio de la fauna bentónica en la Presa Xhimojay en el municipio Jilotepec, Estado de México con la finalidad de conocer su composición a nivel orden, fluctuaciones en su densidad y biomasa, las características fisicoquímicas donde fueron colectados y no colectados, su función en el ecosistema y los estimadores comunitarios básicos para su análisis durante muestreos mensuales realizados en el año 2013. Se utilizó una red con abertura de malla de 500  $\mu$ , los organismos fueron identificados a nivel de orden y se estandarizó su biomasa y densidad en ind/m<sup>2</sup> y g/m<sup>2</sup>. Se asignó por orden su grupo funcional y se estimó la densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa, valor de importancia ecológica y diversidad ecológica. Se colectaron un total de 15,643 organismos pertenecientes a 19 órdenes y nueve clases. Se determinaron tres grupos depredadores, tres raspadores, dos recolectores de depósitos, tres grupos recolectores filtradores, un triturador de detrito, dos trituradores herbívoros, dos depredadores-raspadores, un triturador de detrito-raspador, un recolector filtrador-raspador y un recolector filtrador-triturador de detrito-depredador. Los hemípteros presentaron mayor densidad relativa (29.81%), mientras que los decápodos (*Cambarellus montezumae*) obtuvieron una mayor dominancia relativa (77.85%) y fue la especie de mayor valor de importancia ecológica (77.85%). El mes que presentó una mayor riqueza taxonómica fue octubre (16). La diversidad más alta se registró en el mes de agosto (0.91 decits) y la mínima en febrero (0.49 decits). Como grupo zoobentos está presente todo el año, pero la presencia de cada orden, así como las variaciones en la densidad y biomasa están asociadas al ciclo de vida de cada orden, así como a las condiciones fisicoquímicas de la presa debido a la disponibilidad de agua marcada por la temporada de lluvias y secas y el uso antropogénico.

Palabras clave: zoobentos, biomasa, grupo funcional, diversidad.

## Abstract

An ecological study of benthic organism was performed on the dam Xhimojay, Jilotepec, Mexico state to know their density and biomass. It was used a network with mesh aperture 500  $\mu$ , the organisms were identified to order and biomass and density was standardized in ind/m<sup>2</sup> y g/m<sup>2</sup>. Relative density, relative dominance, ecological diversity and the functional group was estimated. A total of 19 orders from nine classes were obtained with a total of 15.643 organisms. Were determined three P, three SC, two GC, three FC, one DSH, two HSH, two P-SC, one DSH-SC, one FC-SC and one FC-DSH-P. Hemiptera have a higher relative density (29.81%), while decapoda (*Cambarellus montezumae*) had a higher relative dominance (77.85%) and value of ecological importance. The month has greater order richness was in October (16). Ecological diversity for order the highest recorded in August (0.91 decits) and minimum in February (0.49 decits). The zoobenthos community is present throughout the year of sampling although some groups fluctuated. Variations in the distribution and abundance of each group are associated with the physicochemical parameters of the dam as well as the availability of water marked by the rainy season and dry.

Key words: zoobenthos, density, biomass, functional group, diversity.

## Introducción

Se consideran organismos bentónicos a todas aquellas especies que viven en relación íntima con el sedimento ya sea para fijarse, excavarlo o desplazarse sin alejarse del mismo, pueden dividirse en fitobentos y zoobentos. Este último está conformado por animales invertebrados que habitan los medios acuáticos y que se encuentran desarrollando al menos un estadio de su vida en un cuerpo de agua o que viven completamente en él; por lo que pueden ser llamados también “fauna bentónica”, siendo estos invertebrados los más abundantes y diversos en un cuerpo de agua (Hanson *et al.*, 2010).

Existen dos tipos generales de fauna bentónica; zoobentos oceánico, es decir, aquellos que están desarrollando su vida en agua marina (costas, mares, bahías, etc.) y zoobentos limnético o de aguas continentales: aquellos que están desarrollándose en agua “sin sal” (bordos, lagos, embalses, presas) (López y Zambrano, 2000).

El zoobentos limnético se caracteriza por contener grupos que son capaces de colonizar diferentes hábitats; ya sea de sistemas lóticos o lénticos (Carrera y Fierro, 2001). Algunos de los organismos que se pueden encontrar como componentes de este grupo son: camarones, copépodos, anfípodos, nemátodos, ostrácodos, dípteros, náyades, hirudineos y algunas larvas de insectos (Aguilar, 2003).

En la mayoría de estos cuerpos de agua la energía disponible para los organismos se almacena en plantas y se pone a disposición de la vida animal en forma de hojas y plantas que ingieren estos invertebrados lo que hace que formen parte de una importante red de cadena trófica en un ecosistema, algunos de ellos son detritívoros ya que se encargan de volver a incorporar la materia orgánica al cuerpo de agua, y de manera general fungen como el alimento primario de algunos peces (Ruppert y Barnes, 1996).

El uso de los organismos zoobentónicos para el análisis de la dinámica en los ecosistemas acuáticos es ampliamente reconocido a nivel mundial. Lo anterior

gracias a sus características biológicas entre las cuales destacan la capacidad para colonizar diferentes ambientes, los ciclos de vida largos, el escaso poder de locomoción (que permite identificar las condiciones que modifican el medio y evaluar los cambios en el sistema) y la alta diversidad taxonómica (Domínguez y Fernández, 2009).

La constitución de un estudio ecológico implica el conocer no solo la distribución y abundancia de las especies si no también establecer una relación entre los parámetros fisicoquímicos registrados, la disposición de nutrientes y las características del ambiente que influyen en la presencia de algunos de estos organismos, por lo que pueden ser indicativos de la calidad del agua (Alonso y Camargo, 2005). Así mismo, la disposición de nutrientes también varía dependiendo del tipo de ambiente al que se refiera (Hanson *et al.*, 2010). Las propiedades de los lagos y embalses son importantes parámetros reguladores de la fisiología y comportamiento de todas las comunidades que los habitan.

En los últimos años el agua que se encuentra en los embalses mexicanos ha sufrido drásticos cambios en cuanto a su composición (Gamboa *et al.*, 2008), los embalses se construyen generalmente para regularizar el suministro de agua a la agricultura en países de pluviosidad fluctuante o irregular, o donde la lluvia cae fuera de la estación favorable por otras características o para convertir en regables tierras que a veces están alejadas de la red hidrográfica principal o pertenecientes a otras cuencas (Margalef, 1983).

Aproximadamente más del 80% del agua que se encuentra disponible es utilizada para la agricultura, un 11% es utilizada para el abastecimiento público y un 3% es destinada a las industrias, estos embalses al ser una fuente primaria para la población son regularmente analizados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) utilizando solamente algunos parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua entre los que se encuentran: la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST) (CONAGUA, 2014), aunque recientemente han incorporado la utilización de bioindicadores de la calidad del agua (De la

Lanza-Espino *et al.*, 2000, Fonseca, 2016), ya que el zoobentos puede desaparecer debido a las características de gran concentración de materia orgánica en descomposición, reacciones metabólicas y liberación de nutrientes lo que los hace selectivos para el establecimiento de la comunidad (Wetzel, 1980). Cabe resaltar que muchos de los cuerpos de agua que se encuentran en México no han sido analizados en su totalidad ya que solo se han concentrado estudios en pocos de ellos, lo que podría propiciar una pérdida en cuanto a la investigación de la distribución y abundancia de las especies en esos sistemas, como en el caso de la Presa Xhimojay.

## Antecedentes

Contreras y Navarrete (1995), reportaron once grupos zoobentónicos en el embalse “San Miguel Arco”, Estado de México, determinaron que su distribución y abundancia están influenciados por los cambios en el nivel del agua como al tipo de sustrato.

Pérez (1995), realizó un estudio de taxonomía e importancia ecológica y local de los moluscos dulceacuícolas de la Presa de Atlangatepec, Tlaxcala, donde colectó cuatro familias de gastrópodos entre ellos Lymnaeidae, Planorbidae y Physidae; ésta última aprovechable en acuicultura extensiva como posible alimento vivo para organismos malacofágicos.

Badillo-Solís *et al.* (1998), determinaron dos familias de hirudíneos: Erpobdellidae y Glossiphonidae en tres embalses en Tlaxcala señalando que el papel funcional de estos organismos es la depredación y ectoparasitismo.

Quiroz *et al.* (1999), reportaron 10,612 organismos en un muestreo anual realizado en el lago “Zempoala” observaron que el grupo Oligochaeta dominó en la zona litoral y el grupo Cladóceras en la zona profunda.

Contreras *et al.* (2001), realizaron un estudio acerca de los aspectos ecológicos de los Corixidae (Hemíptera, Heteróptera) en el estanque piscícola “GL” de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México, colectaron cuatro especies de corixidos.

Juárez e Ibáñez (2003), estudiaron la abundancia y el primer registro de macroinvertebrados bentónicos en el lago de Metztitlán, Hidalgo, México y determinaron un total de 362 organismos.

Naranjo (2003), realizó una recopilación de los moluscos de agua dulce de México mencionando que el orden Planorbidae se encuentra generalmente en raíces de plantas acuáticas, sobre rocas en estanques someros o en cuerpos de agua temporales cerca de la orilla.

Contreras-Rivero *et al.* (2005), registraron la variación espacial y temporal de hemípteros y heterópteros en el lago del parque Tezozomoc en México colectando

un total de 2,423 organismos pertenecientes a tres especies siendo *Graptocorixa abdominalis* (53%) el más abundante, además determinaron que la profundidad, oxígeno disuelto y conductividad son las variables que afectaron significativamente la abundancia de las especies.

Hurtado *et al.* (2005), realizaron un estudio para conocer la estructura y cambios ecológicos en la comunidad de macroinvertebrados en tres localidades diferentes en una subcuenca del río San Juan en Querétaro colectando un total de 23,885 organismos siendo los dípteros y anfípodos quienes mostraron mayor abundancia.

Quiroz *et al.* (2009), analizaron los componentes zoobentónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en norte del Estado de Guerrero, México colectando un total de 12 grupos de zoobentos así como correlaciones significativas con parámetros abióticos, esto debido a la temporalidad, llegando a la conclusión de que el incremento del zoobentos estuvo relacionado directamente con la fase de concentración (secas), durante los meses de noviembre a enero debido a la disponibilidad de nutrientes.

García *et al.* (2010), realizaron un estudio de componentes fitoplanctónicos y zoobentónicos en el lago Zempoala, Morelos, encontrando 3704 cladóceros, 922 copépodos, 3624 oligoquetos y 397 anfípodos donde la abundancia y diversidad se relacionan con los cambios estacionales, con un mayor número de grupos y organismos/m<sup>2</sup> en el período otoño-invierno.

Arredondo-Figueroa *et al.* (2011), realizaron dos ensayos experimentales sobre aspectos reproductivos del acocil (*Cambarellus montezumae*) en condiciones controladas para la producción de huevos y juveniles obteniendo en 335 días un total de 3162 juveniles.

Quiroz *et al.* (2012), evaluaron la composición de la fauna bentónica en el bordo “La Poza” en la región oriente del estado de Morelos durante un ciclo anual colectando un total de 585 org/m<sup>2</sup> dentro de los que destacan los ostrácodos, quironómidos, anélidos, cladóceros, nemátodos, insectos y gasterópodos, siendo el grupo dominante los ostrácodos con un 58.8%.

Rico-Sánchez *et al.* (2012), determinaron la diversidad, abundancia y calidad ambiental de macroinvertebrados acuáticos en la laguna de Tecocomulco, Hidalgo, México donde encontraron que la biodiversidad de macroinvertebrados se mostró influenciada por la calidad ambiental y los niveles altos de nutrientes en la zona litoral donde la familia Hyalellidae y Corixidae que fueron beneficiados por las condiciones ambientales.

Gómez-Márquez *et al.* (2013), analizaron la composición, abundancia y riqueza de especies del zooplancton en el bordo Huitchila, Morelos encontrando 16 especies pertenecientes a tres grupos principales: 11 rotíferos, 3 cladóceros y 2 copépodos, donde la máxima riqueza de especies y abundancia de zooplancton se registró en la época de secas.

Rodríguez-Varela *et al.* (2015 a, b), analizaron la composición de la ictiofauna y del zoobentos en la Presa Xhimojay, donde determinaron que la profundidad y la transparencia, son determinantes en el comportamiento de las variaciones de las comunidades bióticas estudiadas.

Fonseca (2016), realizó un estudio para determinar la calidad del agua de la Presa Xhimojay usando al zoobentos como bioindicadores, concluyendo que, dependiendo del tipo de protocolo de evaluación, la calidad del agua es mala a ligeramente contaminada y que varía esta condición de acuerdo a la temporada de lluvias y secas.

## Justificación

Debido a las características que presentan el zoobentos es de vital importancia realizar una caracterización de la fauna bentónica, para que al conocerla se pueda llevar a cabo un mejor aprovechamiento y manejo de los recursos que pudiese ofrecer sobre todo si se habla de cuerpo de agua que tienden a mostrar cambios en la disposición del agua.

La importancia de la comunidad de zoobentos radica en que son grupos de organismos que contribuyen en el funcionamiento y la estructura de un sistema acuático ya que como primera instancia son reguladores de los productores primarios, algunos de ellos son descomponedores de la materia orgánica que se aloja en los lodos de los cuerpos de agua, así mismo forman parte del espectro alimenticio para algunos organismos como los peces; por lo que son parte importante de una gran red de cadena trófica.

La comunidad de macroinvertebrados puede arrojar información valiosa acerca de los cambios ambientales que están ocurriendo en los cuerpos de agua ya que algunos de los grupos que componen la comunidad son susceptibles a los cambios fisicoquímicos del agua. Actualmente está cambiando el desarrollo urbano y el uso de suelo en los territorios de la República Mexicana; muchos de los cuerpos de agua que se encuentran en el país aún no han sido estudiados, poco se sabe del aprovechamiento que se le pueden dar a las diferentes especies dulceacuícolas que lo habitan ya que muchos de ellos tienden a depender de las temporadas de lluvias y secas por lo que algunos de ellos llegan a secarse; algunos de los estudios que se encuentra solo se han basado en el zoobentos marino y no en el limnético.

En el caso particular de la Presa Xhimojay, se tiene registro de la ictiofauna, del papel de los bioindicadores, calidad del agua y de un registro preliminar de la comunidad de zoobentos que lo componen, pero no existe un estudio detallado de las fluctuaciones en su densidad y biomasa a través del tiempo, ni de sus grupos funcionales, por lo cual es muy importante conocer el comportamiento de cada

una de sus comunidades bióticas para evitar la pérdida de los organismos que la habitan, debido a que de ahí se obtiene agua para la comunidad ya sea para agricultura, ganadería o actividades antropogénicas.

## **Objetivo general**

Establecer las características a nivel orden de la fauna bentónica en la Presa Xhimojay, Estado de México, las condiciones fisicoquímicas de su hábitat y los cambios en densidad y biomasa a través del tiempo durante el ciclo anual 2013.

## **Objetivos particulares**

Realizar un inventario de la fauna béntica a nivel de orden de la Presa Xhimojay en un ciclo anual.

Registrar las características fisicoquímicas que presente el ambiente.

Establecer la densidad y biomasa de la fauna bentónica.

Calcular la dominancia relativa, densidad relativa y frecuencia relativa y el valor de importancia ecológica (VIE 300%).

Conocer la riqueza taxonómica de la comunidad de zoobentos.

Determinar el grupo funcional de cada orden colectado.

Estimar la diversidad de especies de la fauna bentónica.

Realizar un análisis general del comportamiento de la comunidad de la fauna bentónica de la Presa Xhimojay.

## Área de estudio

Hidrológicamente el Estado de México está comprendido en tres grandes cuencas: Lerma, ocupa el 27.3% de la superficie estatal; el Balsas 37.2% y el Pánuco 35.5% (Gobierno del Estado de México, 2015), en esta última región hidrológica se localiza el municipio de Jilotepec proveniente del náhuatl; sus radicales xilotl, “jilote” (mazorca tierna), “tepetl” “cerro” y el sufijo c “en”, se interpretan como “En el cerro de los jilotes” que se localiza en la zona noroeste del Estado de México, con una latitud de 19° 57' N, y una longitud de 99° 32' O. Limita al norte con el Estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Chapa de Mota y Timilpan, al sureste con Villa del Carbón, al este con Soyaniquilpan de Juárez y el estado de Hidalgo, y al oeste con Polotitlán, Aculco y Timilpan (Fig. 1). La altura es de 2,440 metros sobre el nivel del mar, cuenta con 586.53 kilómetros cuadrados. Ocupa el 2.62% de la superficie del estado. Cuenta con 78 localidades y una población total de 71 624 habitantes.



Fig. 1. Localización del municipio de Jilotepec y sus colindancias (Tomado de [www.jilotepec-edomex.gob.mx](http://www.jilotepec-edomex.gob.mx)).

## Fisiografía

Pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico (100%), la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (92.36%) y Lagos y Volcanes de Anáhuac (7.64%), su sistema de topoformas es Lomerío de basalto (72.81%), Escudo volcanes (9.1%), Sierra compleja (7.64%), Vaso lacustre con lomerío (7.31%), Sierra volcánica de laderas tendidas (0.31%) y No aplica (2.83%) (Fig. 2).

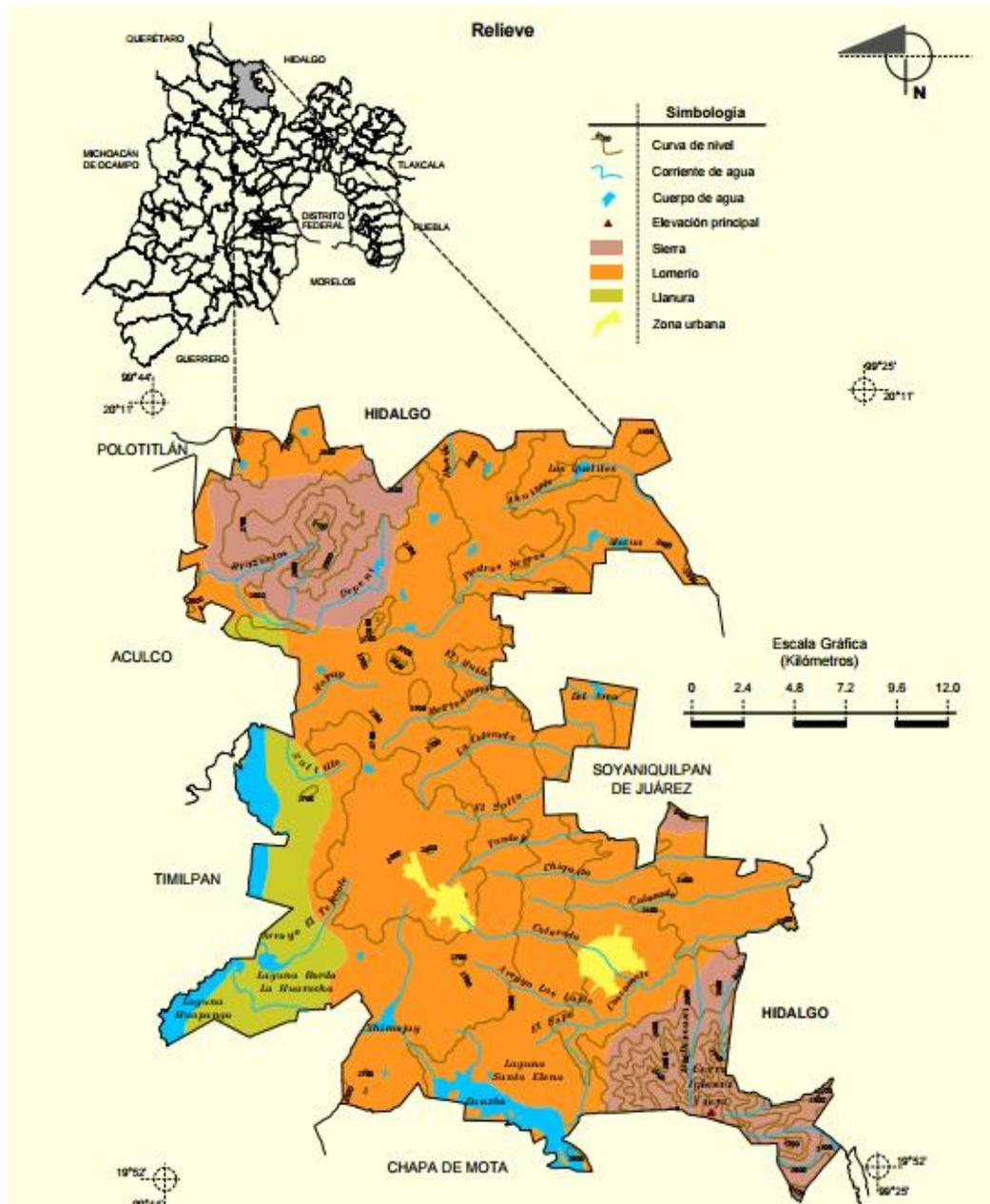


Fig. 2. Fisiografía del municipio de Jilotepec (Tomado de [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

## Clima

Presenta una temperatura que oscila entre los 10–16 °C, con un intervalo de precipitación de 600–1000 mm. Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (84.05%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (13.86%), semifrío subhúmedo lluvias en verano, de mayor humedad (1.47%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (0.62%) (Fig. 3).

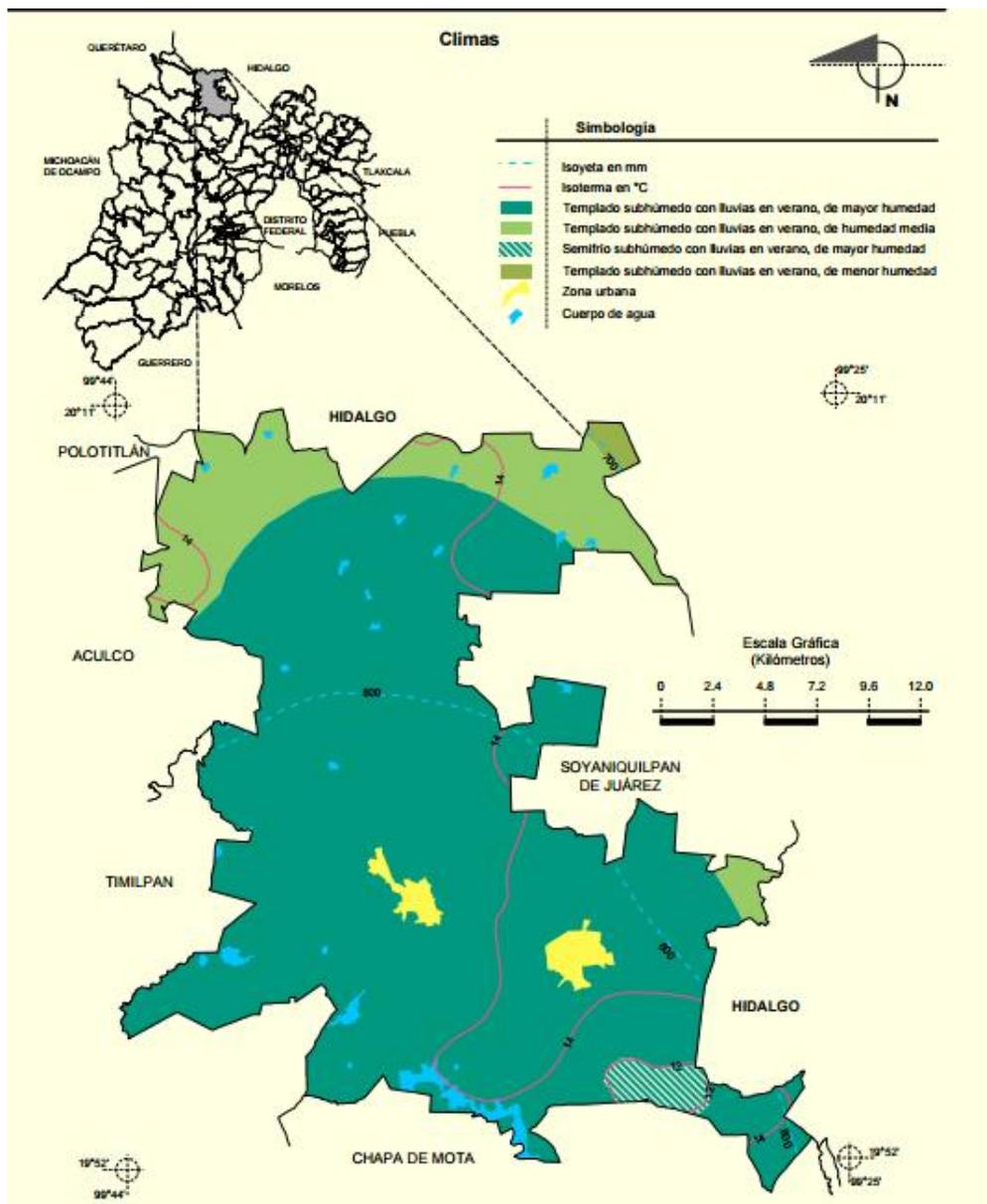


Fig. 3. Climas presentes en el municipio de Jilotepec (Tomado de [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

## Geología

Pertenece al periodo Neógeno (95.51%) y Cuaternario (1.33%). Dentro de los tipos de roca que presenta están: Ígnea extrusiva: basalto (63.3%), volcanoclástico (14.99%), andesita (9.57%), toba ácida (6.0%), brecha volcánica básica (1.6%) y riolita (0.08%) Suelo: aluvial (1.3%) (Fig. 4).

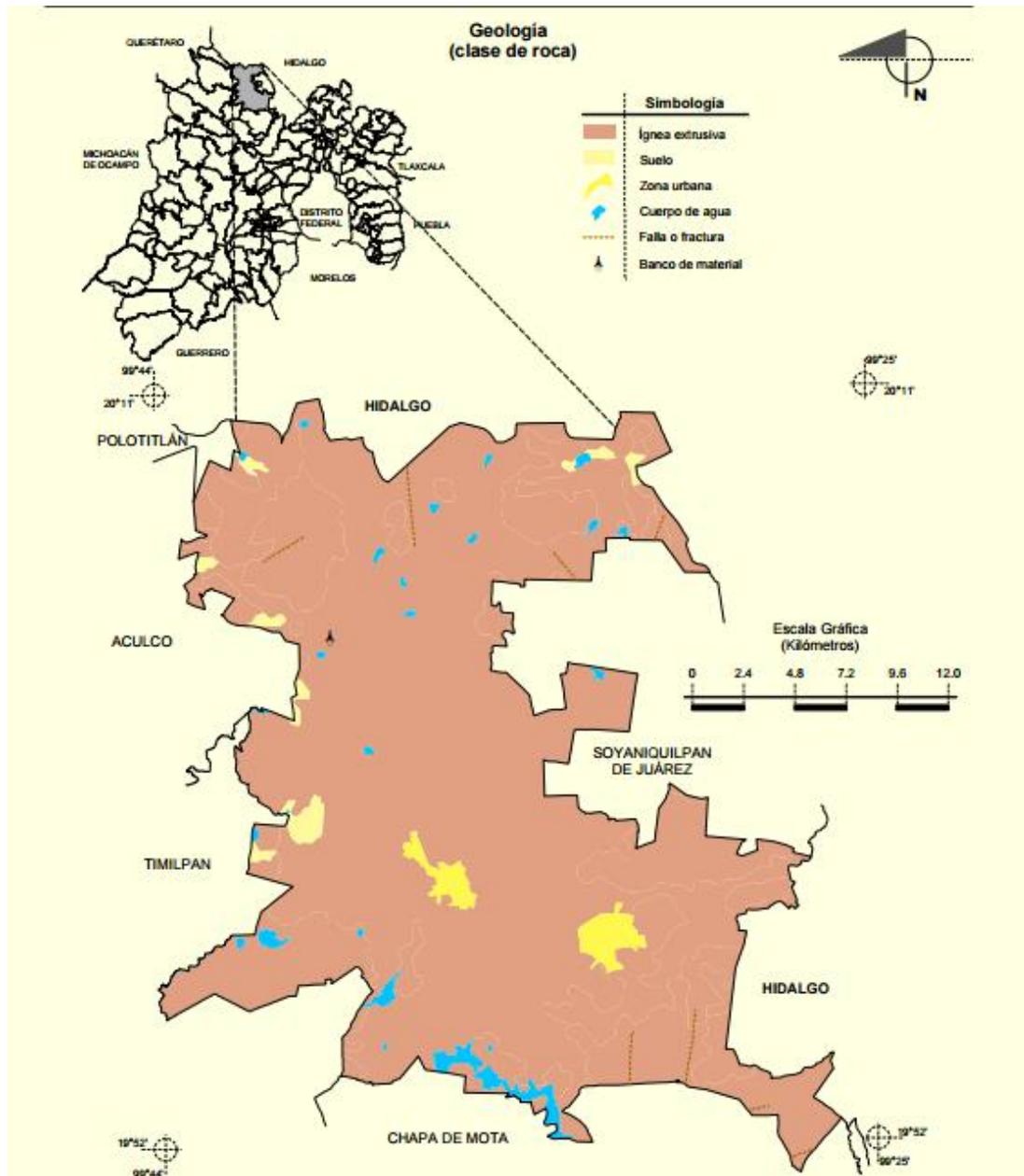


Fig. 4. Geología del municipio de Jilotepec (Tomado de [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

## Edafología

Los suelos dominantes son: Luvisol (32.3%), Vertisol (26.89%), Phaeozem (20.41%), Planosol (9.75%), Cambisol (6.16%) y Leptosol (1.33%) (Fig. 5).

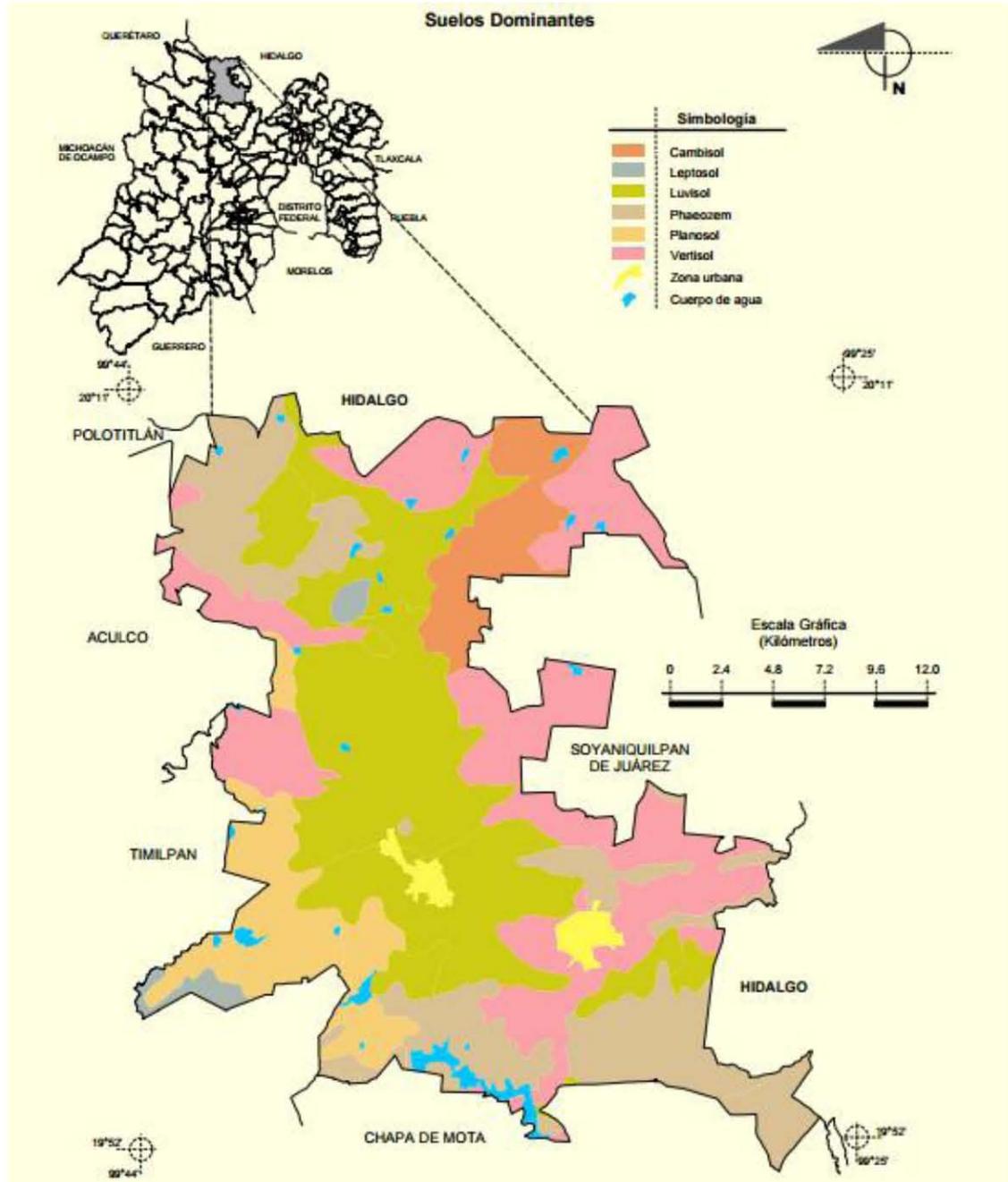


Fig. 5. Tipos de suelos presentes en el municipio de Jilotepec (Tomado de [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

### Uso potencial de la tierra

Para la agricultura mecanizada continua (56.68%), agricultura mecanizada estacional (3.77%), agricultura de tracción animal continua (0.09%), agricultura de tracción animal estacional (2.92%), agricultura manual continua (11.22%), agricultura manual estacional (22.16%), no apta para la agricultura (3.16%). Para el desarrollo de praderas cultivadas (82.84%), aprovechamiento de la vegetación diferente del pastizal (14.0%) y no apta para uso pecuario (3.16%) (Fig. 6).

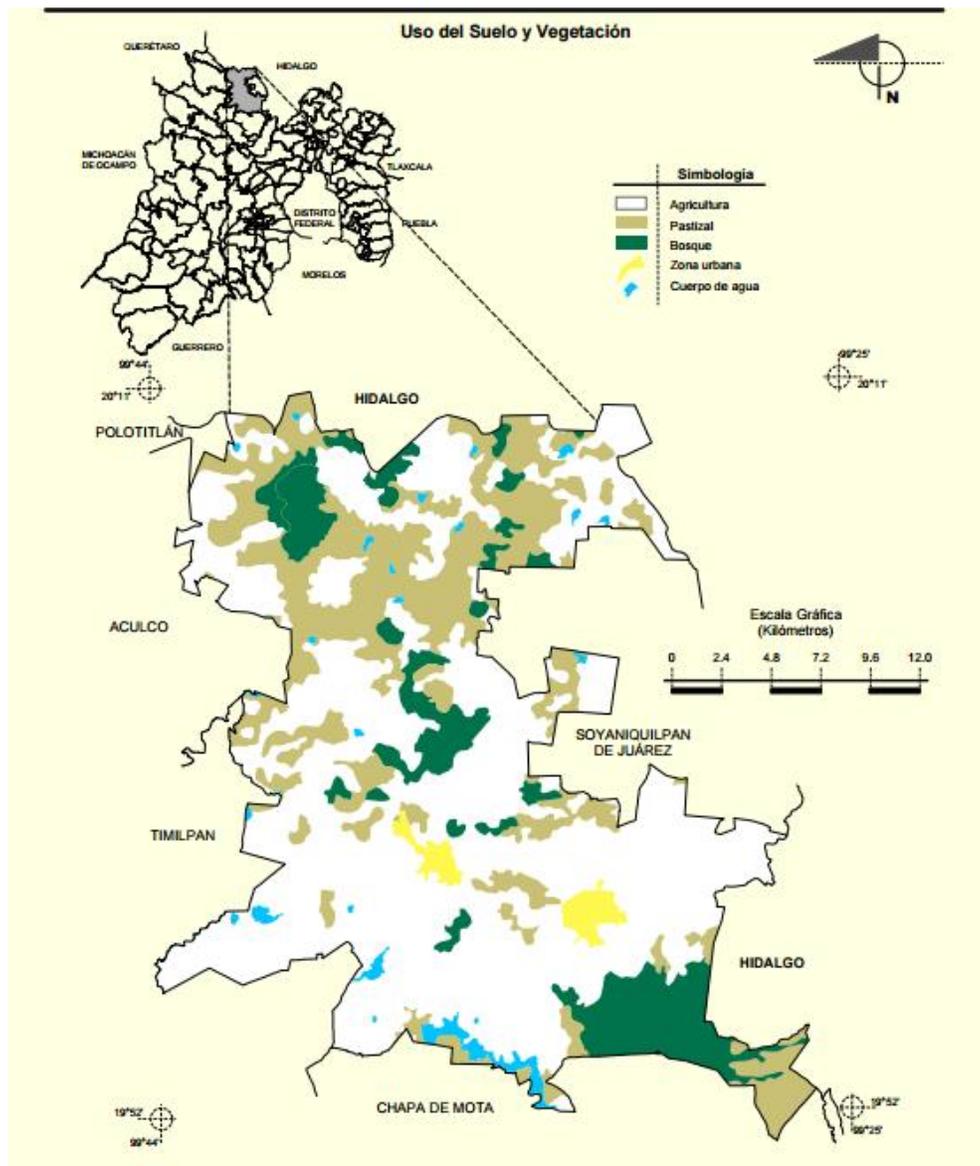


Fig. 6 Usos potenciales de la tierra del municipio de Jilotepec (Tomado de [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

Para la Presa Xhimojay se tienen registros de que cuenta con un relieve lomerío, con un clima templado subhúmedo con lluvias en verano. La clase de roca que se presenta es de tipo ígnea extrusiva. Los suelos dominantes son: planosol, luvisol y phaeozem. El principal uso que se le da a la presa es para riego agrícola (Fig. 7).

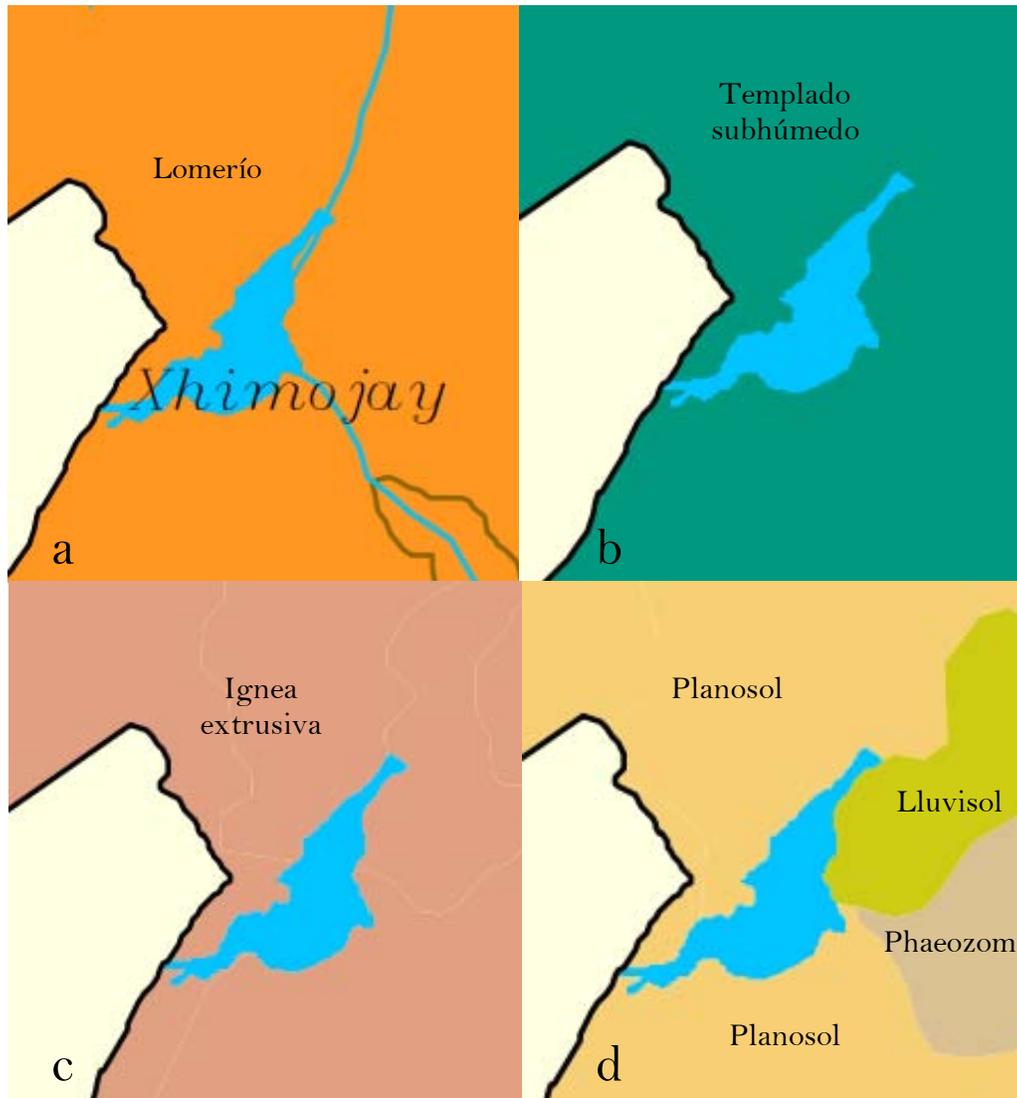


Fig. 7. Imágenes de la Presa Xhimojay: a) Tipo de relieve b) Tipo de clima c) Tipo de roca y d) Tipo de suelo (Tomado [www.inegi.com](http://www.inegi.com)).

## Materiales y Método

Se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 2013 en la Presa Xhimojay, Estado de México.

Los sitios de colecta cambiaron debido a que el volumen de agua en la presa fue variando; no solo por la temporada de lluvias y de secas, sino también porque la presa es utilizada para diversas actividades agrícolas e industriales (Fig. 8).



Fig. 8. (Izqda.) Localización de las estaciones de muestreo en la Presa Xhimojay. (Dcha.) Detalle de la zona de muestreo al norte de la Presa de Xhimojay, Edomex. En ambas el poste amarillo señala el sitio donde se realizó el registro de características fisicoquímicas y ambientales y la colecta del zoobentos (Tomada de Google Earth y modificada por Asela Rodríguez-Varela, 2015).

Los sitios de colecta se georeferenciaron con un geoposicionador Magellan Map 410 y se registraron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Profundidad y transparencia con un disco de Secchi WaterMark, temperatura del agua y conductividad con un conductímetro YSI 30, oxígeno disuelto del agua con oxímetro OAKTON DO 300; pH con potenciómetro digital marca ORION 290 WD-35624-74 y color del agua con la escala Forel-Ule como método indirecto para medir productividad del sistema (Fig. 9).



Fig. 9. Registro de parámetros fisicoquímicos.

La colecta del zoobentos se realizó con una red acuática de fondo marca WaterMark de boca rectangular de aluminio de 25.4 cm por 45.72 cm con 25.4 cm de profundidad, mango de aluminio de 152.4 cm y 500  $\mu$  de abertura de malla, red aprobada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para realizar muestreos confiables de organismos bentónicos en ríos, lagos, presas o embalses (Forestry Suppliers Inc., 2005) (Fig. 10). En cada muestreo se realizó un arrastre de 1.0 m<sup>2</sup>.



Fig. 10. Muestreo con Red de Cuchara

La muestra colectada se filtró por tamices de diferente abertura de malla hasta obtener los organismos, los que fueron colocados en frascos de plástico debidamente rotulados y fijados en formol al 10 % y trasladados al Laboratorio de Ecología de Peces de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (Fig. 11).



Fig. 11. Conservación de organismos

Los diferentes grupos se identificaron hasta nivel de orden con base en bibliografía especializada (Ruttner-Kolisho, 1962; Needham y Needham, 1978; Burch y Cruz-Reyes, 1987; Merrit y Cummins, 1996; Thorp y Covich, 2001; McLaughlin *et al.* 2005; Flowers y de la Rosa, 2010; Ramírez, 2010) y se colocaron en frascos con alcohol al 70% debidamente rotulados (Fig. 12).



Fig. 12. Separación e identificación de cada uno de los grupos

Cada orden fue contado y pesado con una balanza digital Acculab VI-1 mg con capacidad de 120 g y 0.001 g de precisión. La abundancia y biomasa se estandarizaron en individuos/m<sup>2</sup> y en gramos/m<sup>2</sup> (Fig. 13).



Fig. 13. Conteo y pesaje de cada uno de los organismos.

A cada orden se le asignó un grupo funcional de acuerdo a la propuesta de Cummins (2014). Dicha propuesta se basa en el tipo de alimentación que presenta en el ecosistema, y su rol o papel en la trama trófica, y por lo tanto su funcionamiento (TABLA 1).

TABLA 1. Grupos funcionales según su alimentación considerados por Cummins (2014).

Functional Feeding Group	Grupos Funcionales	Símbolos
Gathering collectors	Recolector en depósitos	GC
Predators	Depredador	P
Detrital shredders	Triturador de detrito	DSH
Filtering collectors	Recolector filtrador	FC
Herbivore shredders	Triturador herbívoro	HSB
Scrappers	Raspador	SC

El listado taxonómico se basó en “Integrated Taxonomic Information System” (ITIS) (<http://www.itis.gov>). La riqueza taxonómica se obtuvo con el número total de órdenes identificados. Se estimaron las siguientes características ecológicas según bibliografía especializada (Shannon y Weaver, 1949; Pielou, 1969 obtenidos de Begon, *et al.*, 1999 y Krebs, 1995):

### *Densidad*

Se utilizó para determinar el número de individuos por orden que se encuentran por unidad de área (individuos/m<sup>2</sup>).

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Donde:

- ♦  $Di$ = Densidad del orden
- ♦  $ni$ = Número de individuos del orden  $i$
- ♦  $A$ = Área total muestreada

### *Densidad relativa*

$$RDi = \frac{Di}{\sum D} 100$$

Donde:

- ♦  $Di$ = Densidad del orden  $i$
- ♦  $\sum D$ = Sumatoria de las densidades

### *Dominancia*

Se utilizó para conocer cuál es el orden con más éxito ecológico en la comunidad

$$Ci = \frac{ai}{A}$$

Donde:

- ♦  $ai$ = biomasa del orden  $i$
- ♦  $A$ = área total muestreada

### *Dominancia relativa*

$$RCi = \frac{Ci}{\sum C} 100$$

Donde:

- ♦  $Ci$  = dominancia relativa
- ♦  $\sum Ci$  = sumatoria de las dominancias

### *Frecuencia*

Característica para conocer la probabilidad de encontrar un individuo en una unidad muestral

$$Fi = \frac{ji}{k}$$

Donde:

- ♦  $ji$  = número de estaciones donde se colectó el grupo
- ♦  $k$  = número total de las estaciones muestreadas

### *Frecuencia relativa*

$$RFi = \frac{fi}{\sum f} 100$$

Donde:

- ♦  $fi$  = frecuencia
- ♦  $\sum f$  = sumatorias de las frecuencias

### *Valor de importancia*

Representa al orden con mayor significancia ecológica. Se calculó sumando la frecuencia relativa, dominancia relativa y densidad relativa para cada uno de los órdenes (300%).

$$VIE = Rdi + Rfi + RCi$$

### *Diversidad*

Se estimó la diversidad ecológica por órdenes mediante el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) utilizando el logaritmo base 10 con la finalidad de conocer el grado de complejidad de la información presente en la comunidad

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

Donde:

- ♦  $H'$  = Diversidad de Shannon (decits)
- ♦  $p_i$  = Abundancia relativa de cada orden  $i$  con respecto a la abundancia total de todos los órdenes

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

- ♦  $n_i$  = Número de individuos del orden  $i$ -ésima en la estación
- ♦  $N$  = Número total de individuos de todos los órdenes en la misma estación

### *Equitatividad*

Se estimó la equitatividad ( $J'$ ) usando el índice de Pielou para comparar que tan cerca está la diversidad encontrada de la diversidad máxima para los órdenes colectados

$$J' = \frac{H'}{H \max'}$$

Donde:

- ♦  $H'$  = Valor de diversidad de Shannon
- ♦  $H \max'$  = Máxima diversidad que puede ser alcanzada

$$H \max' = \log s$$

Donde:

- ♦  $s$  = Riqueza de órdenes

Dominancia utilizando el inverso del índice de equitatividad (1-J')

$$D = 1 - J'$$

Los cálculos se realizaron con programa Microsoft Excel para Windows 2013.

## Resultados

### Parámetros fisicoquímicos

#### Temperatura ambiental

Se determinó una temperatura ambiental media de  $22.44 \pm 2.7$  °C siendo el mes de mayo donde se registraron los valores más altos con 21.7 °C y los más bajos en septiembre con 18.9 °C. La temperatura del agua media fue de  $20.86 \pm 3$  °C siendo los meses de julio y octubre los que presentaron los valores más altos (25.20 y 25.53 °C respectivamente), contrastando con el valor registrado en el mes de marzo donde alcanzó los 17.10 °C (Fig. 14).

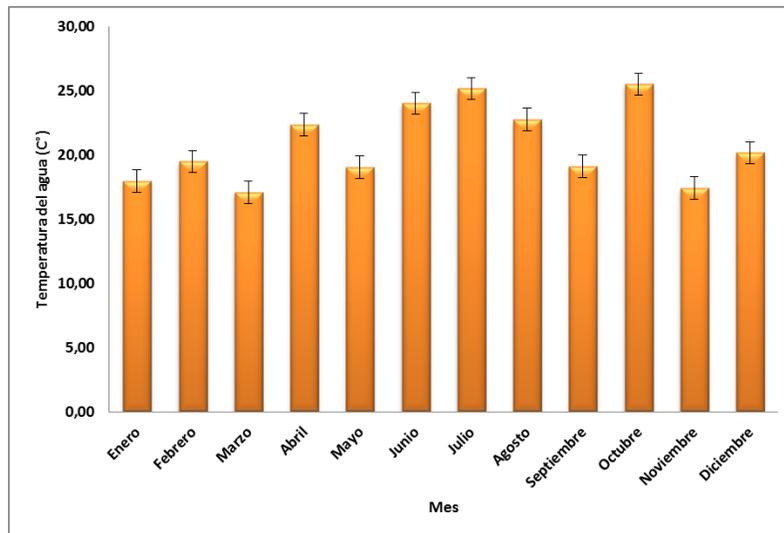


Fig. 14. Temperatura del agua en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

#### Profundidad

Se registró una profundidad promedio de 57.01 cm registrándose los valores más altos en febrero, mayo y noviembre (92, 78 y 77 cm respectivamente) (Fig.15).

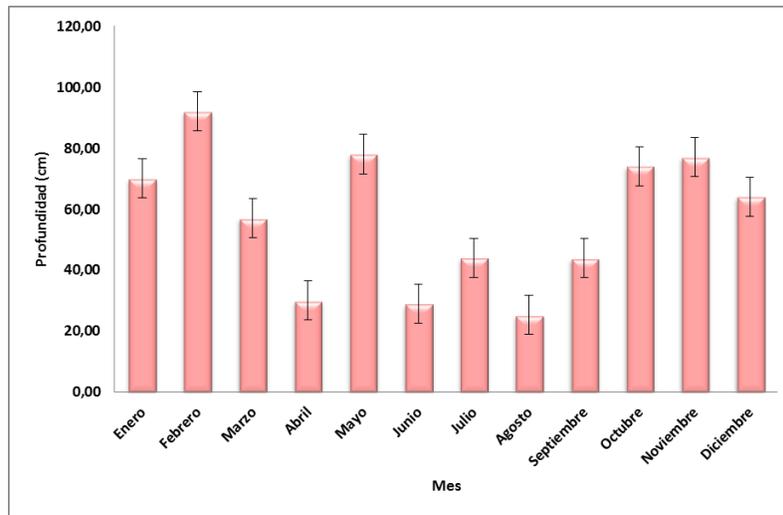


Fig. 15. Profundidad en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

### Transparencia

Se registró un valor promedio de 30.36 cm, los valores más altos se registraron en los meses de febrero y octubre con 62 y 54 cm respectivamente. El valor más bajo con 8.5 cm se registró en junio (Fig. 16).

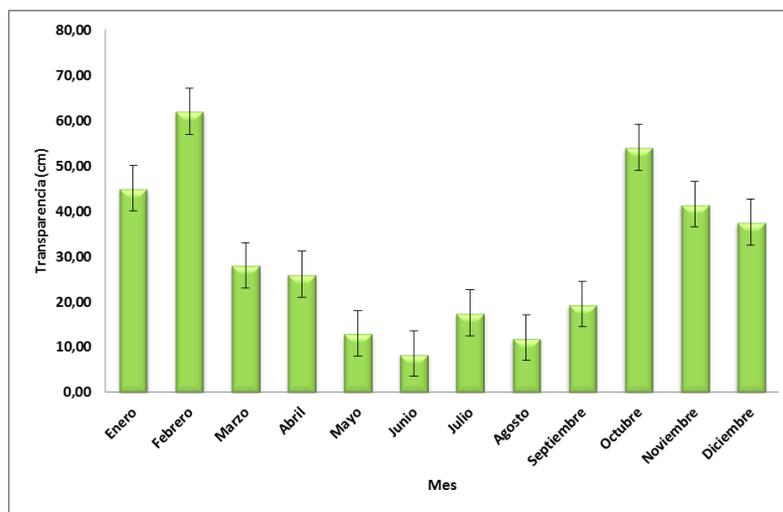


Fig. 16. Transparencia en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

## Oxígeno disuelto

Se consideró un embalse bien oxigenado ya que en promedio se estimó un valor de 8.77 mg/L. Noviembre y diciembre fueron los más altos con 11.20 y 11.24 mg/L, los más bajos en agosto y septiembre con 6.47 y 6.33 mg/L (Fig. 17).

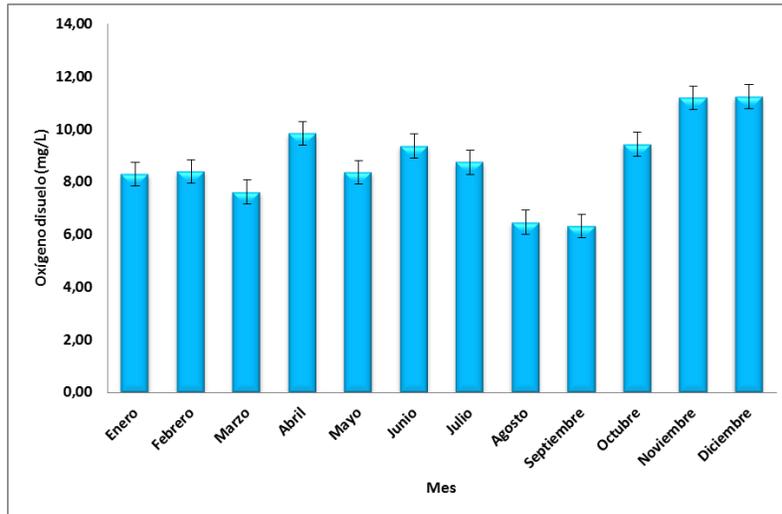


Fig. 17. Oxígeno disuelto en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

## pH

Se registró un pH promedio de 9.3, el mes que presentó el valor más alto fue diciembre con 13.78. Marzo presentó el valor más bajo con 7.8 (Fig. 19).

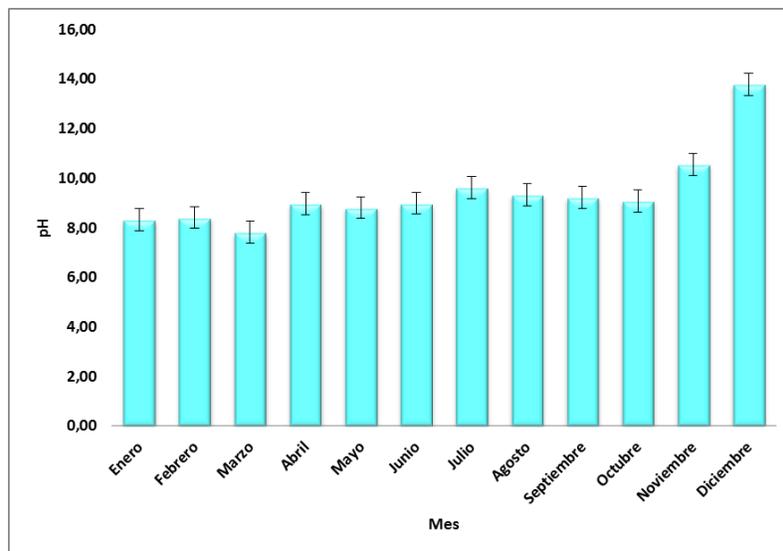


Fig. 19. Registro de pH en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

## Conductividad

Como medida de la capacidad de una solución acuosa para transmitir una corriente eléctrica se determinó un valor promedio anual de  $144.27 \mu\text{S}/\text{cm}$ . El valor más alto con  $234.85 \mu\text{S}/\text{cm}$  se registró en mayo, el valor más bajo con  $80.83 \mu\text{S}/\text{cm}$  se registró en agosto (Fig. 18).

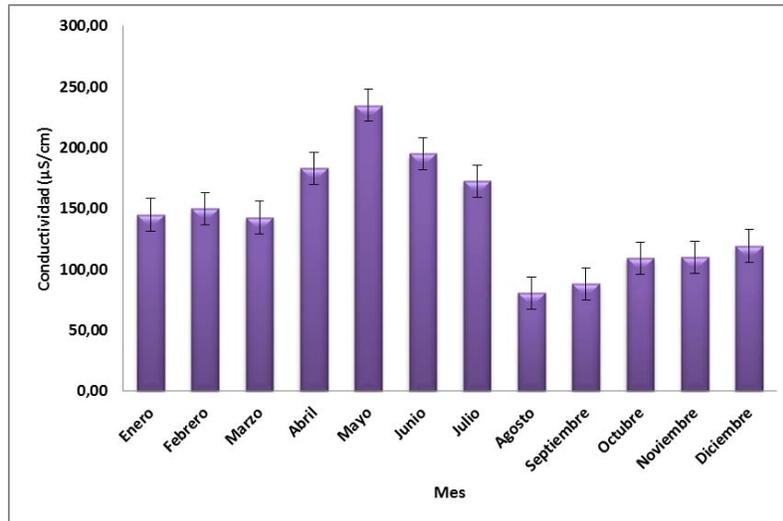


Fig. 18. Conductividad en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay, Jilotepec, Estado de México (se muestra el error típico).

## Composición taxonómica

Durante el año de muestreo se determinaron un total de 19 grupos pertenecientes a 9 clases y una colecta total de 15,643 organismos. A continuación, se muestra el arreglo taxonómico de cada uno de los organismos colectados.

Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Lophozoa  
Filo: Annelida  
Subfilo: Clitellata  
Clase: Oligochaeta



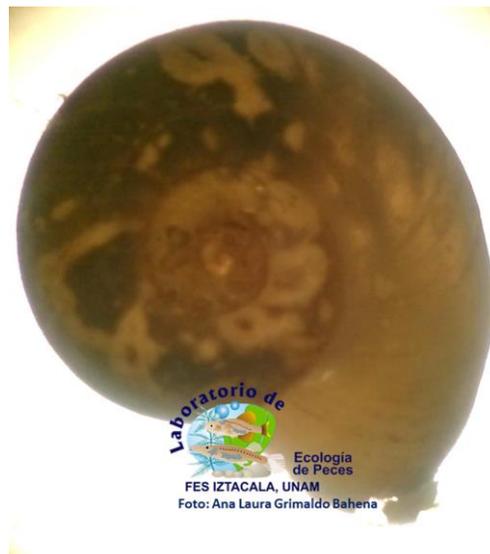
Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Lophozoa  
Filo: Annelida  
Subfilo: Clitellata  
Clase: Hirudinea (Lamarck, 1818)  
Orden: Glossiphoniiformes



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Lophozoa  
Filo: Mollusca  
Clase: Gastropoda (Cuvier, 1797)  
Subclase: Prosobranchia  
Orden: Basommatophora  
Familia: Physidae



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Lophozoa  
Filo: Mollusca  
Clase: Gastropoda (Cuvier, 1797)  
Subclase: Prosobranchia  
Orden: Basommatophora  
Familia: Planorbidae



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrareino: Protostomia  
Superfilo: Lophozoa  
Filo: Mollusca  
Clase: Gastropoda (Cuvier, 1797)  
Orden: Basommatophora  
Familia: Lymnaeidae



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrareino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Maxillopoda  
Subclase: Copepoda  
Infraclase: Neocopepoda  
Orden: Calanoida (G. O. Sars, 1903)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrareino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Maxillopoda  
Subclase: Copepoda  
Infraclase: Neocopepoda  
Superorden: Podoplea  
Orden: Cyclopoida (Burmeister, 1834)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Branchiopoda  
Subclase: Phyllopoða  
Orden: Diplostraca  
Suborden: Cladocera (Latreille, 1829)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Ostracoda (Latreille, 1802)  
Orden: Podocopa



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Malacostraca  
Subclase: Eumalacostraca  
Superorden: Peracarida  
Orden: Amphipoda (Latreille, 1816)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Crustacea  
Clase: Malacostraca  
Subclase: Eumalacostraca  
Superorden: Eucarida  
Orden: Decapoda  
Suborden: Pleocyemata  
Infraorden: Astacidea  
Superfamilia: Astacoidea  
Familia: Cambaridae  
Subfamilia: Cambarellinae  
Género: Cambarellus  
Subgénero: Cambarellus (Cambarellus)  
Especie: *Cambarellus montezumae* (Saussure, 1857)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Palaeoptera  
Orden: Ephemeroptera (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Palaeoptera  
Orden: Odonata (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Neoptera  
Superorden: Paraneoptera  
Orden: Hemiptera (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Neoptera  
Superorden: Holometabola  
Orden: Coleoptera (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Neoptera  
Superorden: Holometabola  
Orden: Diptera (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Hexapoda  
Clase: Insecta  
Subclase: Pterygota  
Infraclase: Neoptera  
Superorden: Holometabola  
Orden: Hymenoptera (Merrit y Cummins, 1996)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Protostomia  
Superfilo: Ecdysozoa  
Filo: Arthropoda  
Subfilo: Chelicerata  
Clase: Arachnida  
Subclase: Acari  
Superorden: Acariformes  
Orden: Trombidiformes  
Familia: Hydrachnidae (Müller, 1776)



Reino: Animalia  
Subreino: Bilateria  
Infrarreino: Deuterostomia  
Filo: Chordata  
Subfilo: Vertebrata  
Infrafilo: Gnathostomata  
Superclase: Tetrapoda  
Clase: Amphibia  
Orden: Anura



## Densidad y Biomasa

### Grupo: Glossiphoniiformes

Nombre común: *Sanguijuelas, hirudineos*

Se colectaron un total de 17 ind/m<sup>2</sup> con una biomasa total de 1.075 g/m<sup>2</sup>. Durante el año de



muestreo los meses en los que se presentó el grupo fueron febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre. Los meses con ausencias fueron enero, marzo y octubre. El mes de agosto presentó la mayor cantidad de organismos con 4 ind/m<sup>2</sup> y el mes de septiembre con 3 ind/m<sup>2</sup> obtuvo una menor cantidad de organismos (Fig. 20).

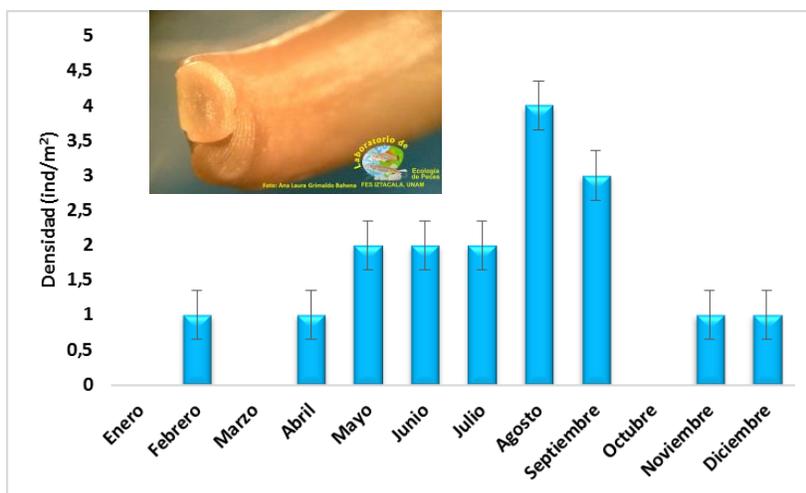


Fig. 20. Densidad de sanguijuelas (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

A pesar de que los meses de mayo, junio y julio se colectaron las mismas cantidades de organismos, existieron variaciones en la biomasa, siendo mayo el mes con menor biomasa (0.018 g/m<sup>2</sup>). Los meses de febrero, abril, noviembre y diciembre presentaron la misma densidad de individuos, pero la biomasa en abril

fue mayor con  $0.214 \text{ g/m}^2$  a comparación de noviembre con  $0.116 \text{ g/m}^2$  (Fig. 21). En los meses donde no se colectaron (enero, marzo y octubre) se presentó una temperatura promedio del agua de  $20.21 \text{ }^\circ\text{C}$  y una conductividad promedio de  $132.39 \text{ } \mu\text{S}$ . Para los meses donde se presentaron la mayor densidad de individuos agosto y septiembre, se registró un promedio de  $6.4 \text{ mg/L}$  de oxígeno disuelto y conductividad promedio de  $84.56 \text{ } \mu\text{S/cm}$ .

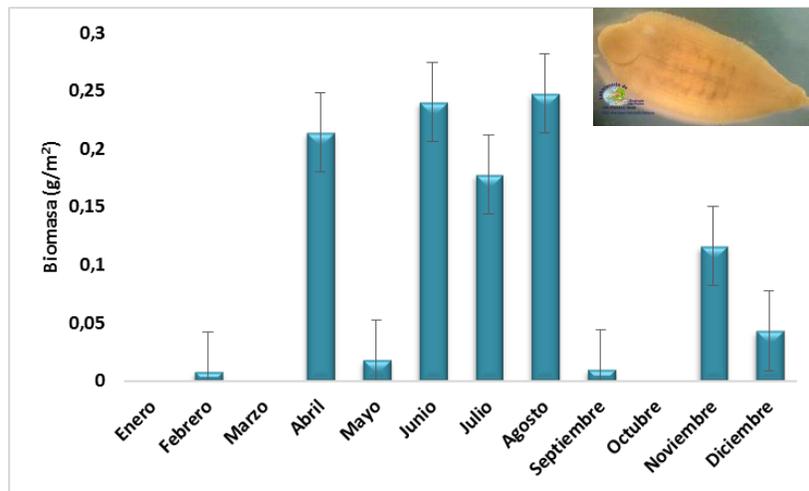


Fig. 21. Biomasa de sanguijuelas ( $\text{g/m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para junio, agosto y abril se registraron los valores más bajos de profundidad alcanzando un mínimo de  $25.25 \text{ cm}$  de agua en agosto, siendo este mes en donde se registró la más alta densidad de organismos. En abril el sistema comienza a tener una falta de disponibilidad de agua debido al vaciado, llegando a junio donde está reducido a más de la mitad de su capacidad conocida en el mes de enero, ya para el mes de agosto el sistema comienza a llenarse lentamente. Para el mes de octubre donde no se colectó ningún organismo la presa está sumamente llena hasta el mes de enero.

### Grupo: Oligochaeta

Nombre común: *Oligoquetos*

Se colectó únicamente en el mes de junio con  $331 \text{ ind/m}^2$  (Fig. 22).



La biomasa registrada fue de 0.014 g/m<sup>2</sup> (Fig. 23).

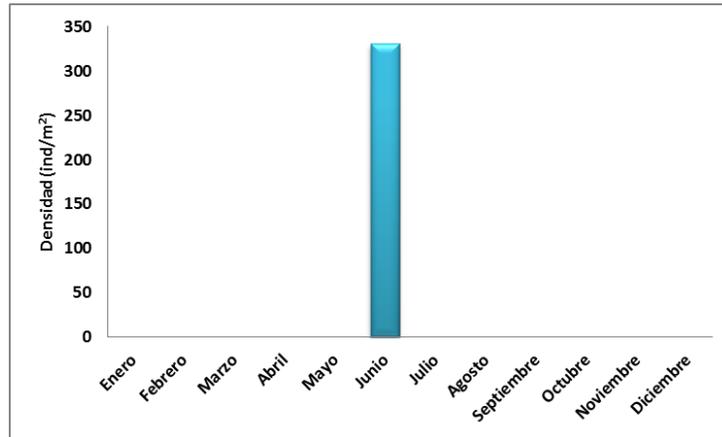


Fig. 22. Densidad de oligoquetos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay.

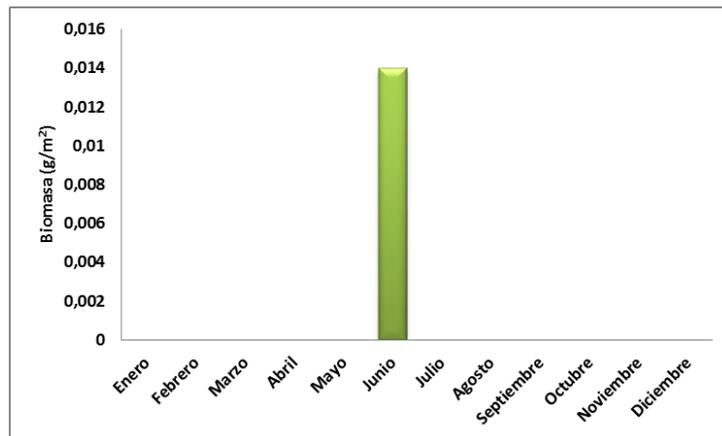


Fig. 23. Densidad de oligoquetos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay.

En el mes de junio se registró una profundidad de 29 cm siendo esta una de las más bajas registradas en el ciclo anual, transparencia de 8.5 cm a comparación de los otros meses donde alcanzan los 62 cm siendo este mes donde el sistema se redujo a más de la mitad que se mostraba en el mes de enero.

### Grupo: Physidae

Nombre común: *Fisidos*

Para este grupo se registró una densidad anual de 992 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 24) y una biomasa anual de 13.169 g/m<sup>2</sup> (Fig. 25). Se colectó una densidad alta de 228 y 219 ind/m<sup>2</sup> en los meses de enero y noviembre mientras que para el mes de mayo

solo se obtuvieron 13 ind/m<sup>2</sup>, siendo este mes donde se obtuvo uno de los valores más altos de profundidad (78 cm), transparencia de 13 cm y conductividad de 234.85 µS/cm. En los meses de enero y diciembre se obtuvo un valor promedio de 73.5 cm mientras que para el mes de junio se presentó la más baja profundidad con 29 cm obteniendo una colecta de 51 ind/m<sup>2</sup>. El promedio de la conductividad para los meses de enero y noviembre fue de 127.45 µS/cm.

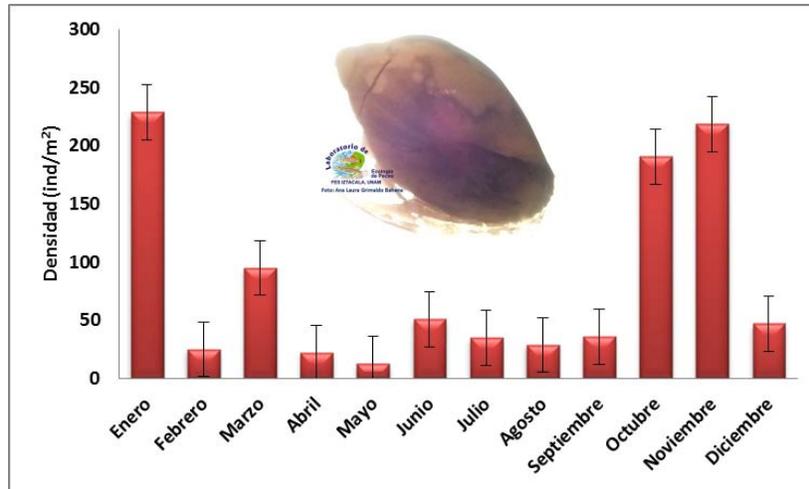


Fig. 24. Densidad de fisidos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para el mes de mayo se registró una biomasa de 182 g/m<sup>2</sup> siendo ésta la más baja registrada, mientras que para los meses de septiembre, octubre y noviembre se registró una biomasa de 1.938 , 1.35 y 3.931 g/m<sup>2</sup> respectivamente.

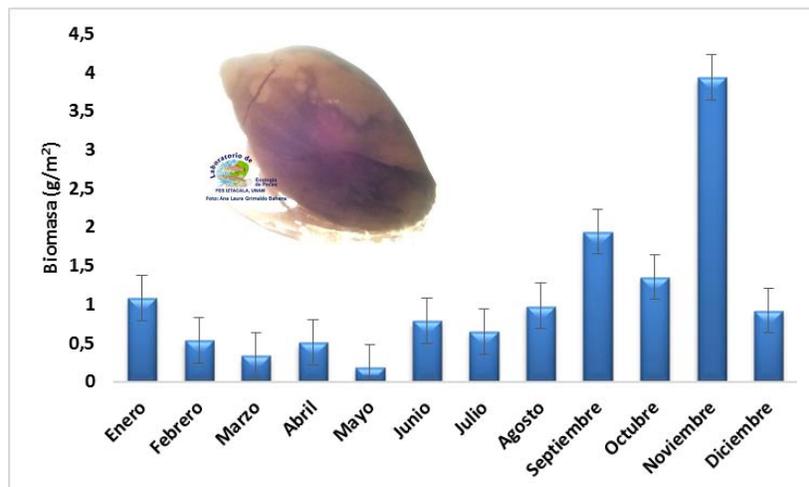


Fig. 25. Biomasa de fisidos (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para el mes de noviembre se registraron los valores más altos de densidad y de biomasa, así mismo, se registraron los valores más altos de oxígeno disuelto 11.20 mg/L y uno de los valores más bajos de la temperatura del agua con 17.45 °C.

En contraste para el mes de mayo donde se colectó la menor cantidad de individuos y donde se obtuvo la menor biomasa, se registraron los valores más altos de conductividad y de profundidad (234.85  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 78 cm respectivamente) así como el valor más bajo de transparencia (13 cm), para este mes el sistema está reducido casi a la mitad de como se encontró en enero.

Para los meses septiembre, octubre y noviembre se muestran variaciones en la temperatura del agua que fluctuaron entre los 19.14, 25.53 y 17.45 °C para cada mes observándose un cambio en la densidad, ya que de los 36 ind/m<sup>2</sup> registrados en septiembre pasan a 219 ind/m<sup>2</sup> en noviembre.

### Grupo: Planorbidae

Nombre común: *Planorbidos*,

*caracoles planos*

Se colectaron un total de 339 ind/m<sup>2</sup> resultando una biomasa total de 2.302 g/m<sup>2</sup>. El mes de febrero presentó mayor densidad con 143 ind/m<sup>2</sup> seguido del mes de abril con 83 ind/m<sup>2</sup>. Para los meses de agosto y septiembre se colectaron 1 y 2 ind/m<sup>2</sup> respectivamente siendo estos los meses con más baja densidad. Para el mes de julio no se colectó ningún organismo (Fig. 26).



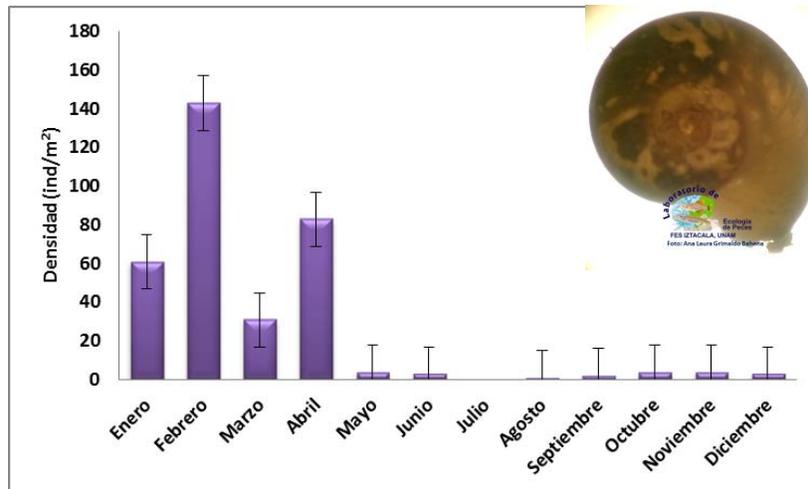


Fig. 26. Densidad de planorbidos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para el mes de febrero con mayor densidad se registraron unos de los valores más altos de profundidad y transparencia con 92 y 62 cm respectivamente, así mismo se registró un pH de 8.4, una conductividad de 150  $\mu$ S/cm y una temperatura de 19.5 °C; a comparación de la registrada en julio 25.2 °C donde no se colectó ningún organismo. En agosto y septiembre (meses con menor densidad) se registró un promedio de 6.35 mg/L de oxígeno disuelto, un valor promedio de 34.55 cm de profundidad, 15.57 cm de transparencia, 20.96 °C de temperatura del agua, 84.56  $\mu$ S/cm de conductividad y un pH de 9.26, durante estos dos meses la presa comienza a llenarse.

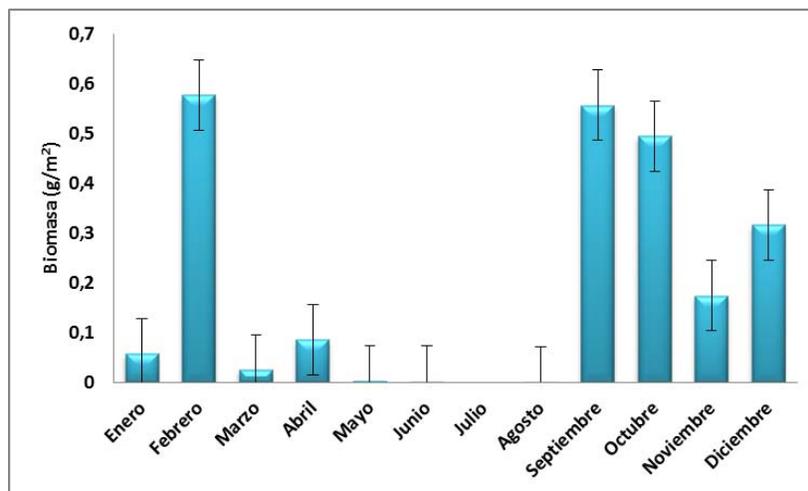


Fig. 27. Biomasa de planorbidos (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

En cuanto a biomasa fueron febrero y septiembre los que obtuvieron los valores más altos con 0.578 y 0.558 g/m<sup>2</sup> respectivamente. Para el mes de agosto se registró la menor biomasa con 0.002 g/m<sup>2</sup>, así como en junio 0.003 g/m<sup>2</sup> (Fig. 27). Para los meses de mayor biomasa se obtuvo un promedio de 67.93 cm de profundidad, 40.71 cm de transparencia, 19.32 °C de temperatura del agua, conductividad de 119.14 µS/cm y 7.36 mg/L promedio de oxígeno disuelto. Para agosto y junio se registraron los valores mas bajos de profundidad y transparencia con un valor promedio de 27.12 cm y 10.25 cm respectivamente. Para el mes de junio se presenta una conductividad de 195.16 µS/cm; el sistema esta reducido, mientras que para el mes de agosto el sistema comienza a llenarse y presenta una conductividad de 80.83 µS/cm.

### Grupo: Lymnaeidae

Nombre común: *Limneidos*

Sólo se colectaron organismos en el mes de octubre obteniendo un total de 9 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 28) y registrando una biomasa de 0.084 g/m<sup>2</sup> (Fig. 29).

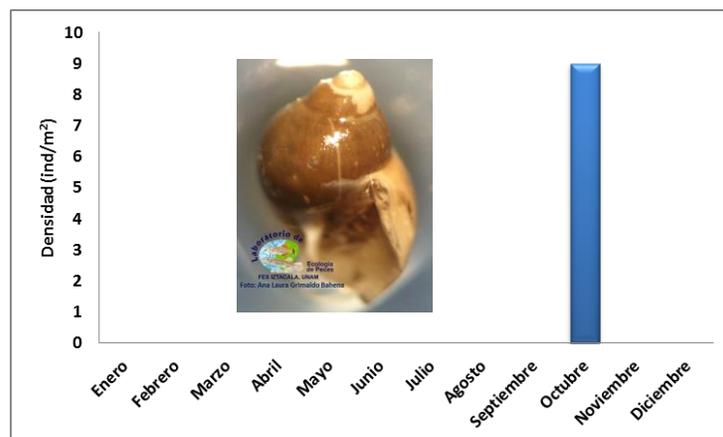


Fig. 28. Densidad de limneidos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay.

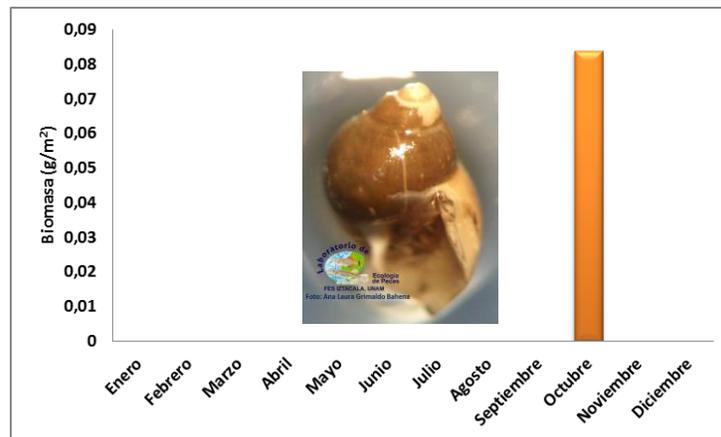


Fig. 29. Biomasa de limneidos (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay.

Para este mes, el sistema está más lleno que en el mes de enero y presenta uno de los mayores valores de transparencia con 54 cm y temperatura del agua con 25.53 °C siendo estos dos parámetros los que aumentan drásticamente de septiembre a octubre. Se registraron 9.44 mg/L de oxígeno disuelto, 109.48 µS/cm de conductividad y pH de 9.8.

### Grupo: Calanoida

Nombre común: *Calanoideos*

Se obtuvo un total de 77 ind/m<sup>2</sup> con biomasa total de 0.00854 g/m<sup>2</sup>.

Para junio se presentó una densidad de 46 ind/m<sup>2</sup> y para el mes de agosto 15 ind/m<sup>2</sup> siendo estas las densidades

mas altas (Fig. 30); en promedio los valores para estos mese fueron 27.12 cm de profundidad, 10.25 cm de transparencia, 23.4 °C temperatura del agua, 7.92 mg/L de oxígeno disuelto y 137.96 µS/cm conductividad.



Para los meses que presentaron las menores densidades (enero, septiembre y diciembre) se obtuvo un promedio para los diferentes parámetros fisicoquímicos de 19.1 °C de temperatura del agua, 59.28 cm de profundidad y 33.97 cm de transparencia, para conductividad 117.55  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 8.62 mg/L de oxígeno disuelto.

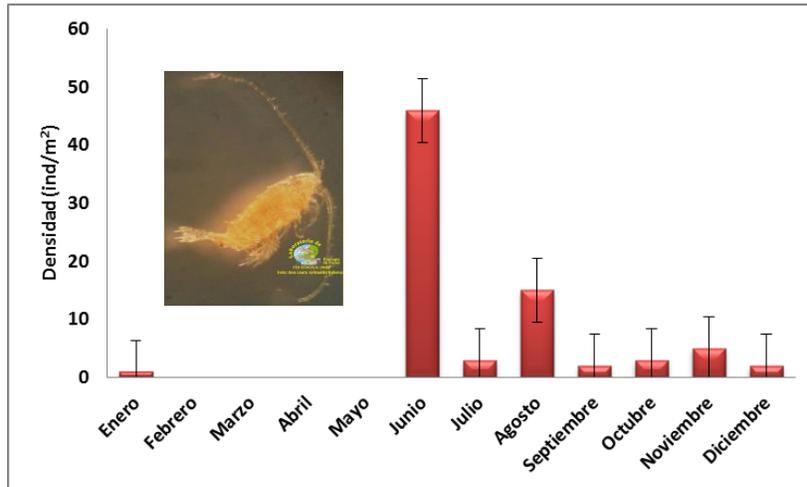


Fig. 30. Densidad de clanoideos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

En cuanto a biomasa en el mes de agosto se presentó un  $0.004 \text{ g}/\text{m}^2$  contrastando con los  $0.00016 \text{ g}/\text{m}^2$  obtenidos en el mes de enero (Fig. 31). Para el mes de agosto se presentaron los valores más bajos de profundidad (25.25 cm), transparencia (12 cm) y oxígeno disuelto (6.47 mg/L) a comparación de los niveles obtenidos en enero.

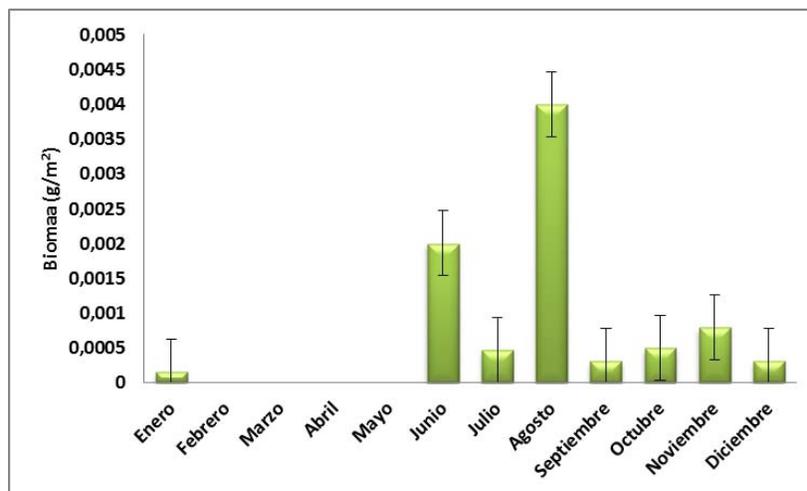


Fig. 31. Biomasa de calanoideos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

De febrero a mayo no se colectó ningún organismo, el promedio de los parámetros fisicoquímicos fueron de 64.25 cm de profundidad, 32.23 cm de transparencia, 19.51 °C de temperatura del agua, 8.56 mg/L de oxígeno disuelto, 177.725  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y un pH de 8.48.

## Grupo: Cyclopoida

Nombre común: *Ciclopoideos*

Para los ciclopoideos se colectó una densidad total de 49 ind/m<sup>2</sup> registrando una biomasa de 0.0093 g/m<sup>2</sup>.



Para el mes de noviembre se obtuvo la mayor densidad con 23 ind/m<sup>2</sup> seguido de abril con 11 ind/m<sup>2</sup>, en el mes de septiembre solo se colectó 1 ind/m<sup>2</sup>. En febrero, marzo, mayo, junio, julio y octubre no se colectó ningún organismo (Fig. 32).

Para los meses que presentaron las mayores densidades se presentaron en promedio los siguientes parámetros fisicoquímicos: 53.5 cm de profundidad, 33.75 cm de transparencia, 19.925 °C de temperatura del agua, 10.525 mg/L de oxígeno disuelto, 146.625  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.74 de pH. Sólo en el mes de noviembre se obtuvieron los valores más altos de pH y de oxígeno disuelto aunque también presentó los valores más bajos de temperatura del agua.

En el caso de los meses con ausencia se obtuvieron los siguientes promedios para cada parámetro fisicoquímico: 62.33 cm de profundidad, 30.5 cm de transparencia, 21.735 °C de temperatura del agua, 8.66 mg/L de oxígeno disuelto, 167.43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y un pH de 8.77.

Abril presenta el mayor valor de biomasa con 0.004 g/m<sup>2</sup> a comparación de septiembre donde solo se registraron 0.00028 g/m<sup>2</sup> (Fig. 33).

A pesar de que el mes de noviembre se colectó la mayor densidad, no correspondió a la mayor biomasa.

Para abril se muestran valores de 30 y 26 cm de profundidad y transparencia respectivamente, 22.4°C de temperatura del agua, 183.35  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 9.85 mg/L de oxígeno disuelto, siendo en este mes donde el sistema comienza a vaciarse, en contraste con septiembre se presentan los valores más bajos de oxígeno disuelto con 6.33 mg/L; en este mes el sistema se comenzaba a llenar nuevamente.

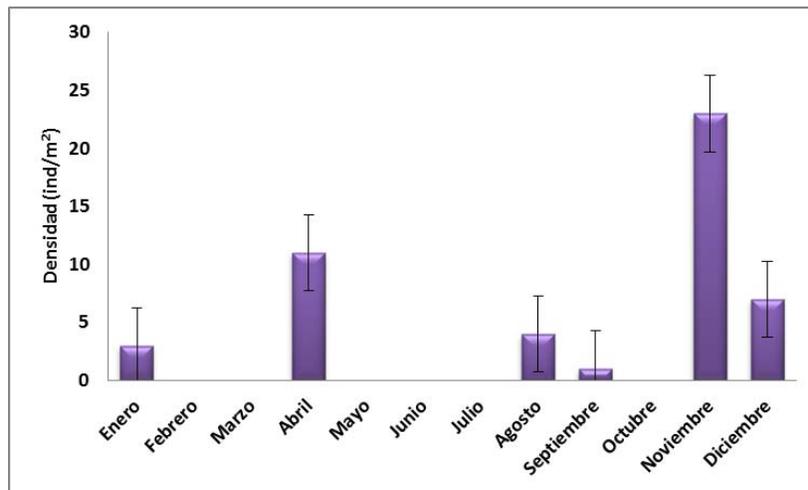


Fig. 32. Densidad de ciclopoideos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

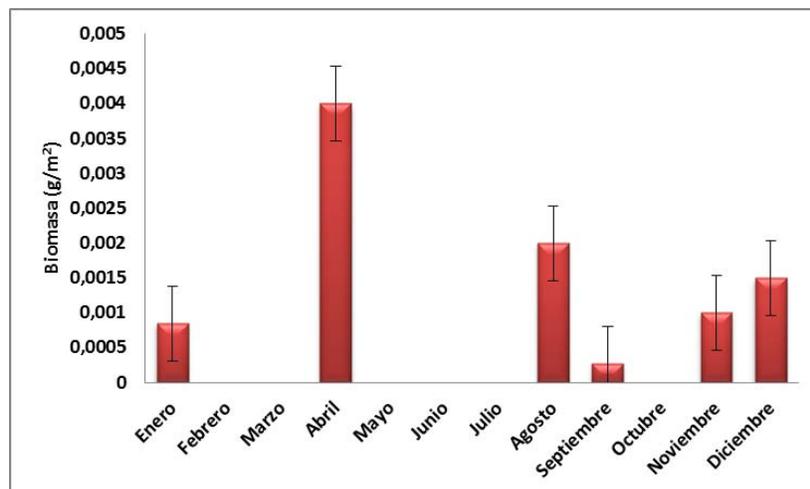
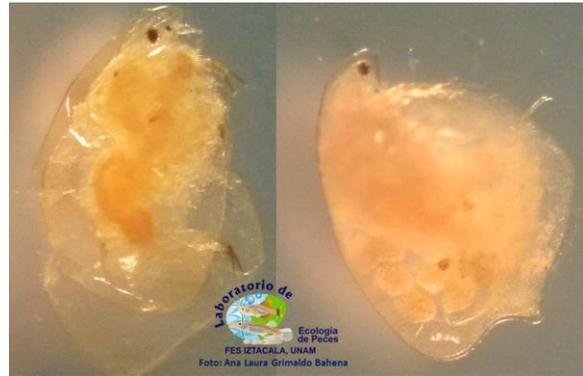


Fig. 33. Biomasa de ciclopoideos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

**Grupo: Cladocera**

Nombre común: *Cladóceros, pulgas de agua*

Se colectaron un total de 221 ind/m<sup>2</sup> con una biomasa de 0.06506 g/m<sup>2</sup>. Se presentaron ausencias en los meses de mayo y julio.



Para los meses de marzo y abril se registraron las mayores densidades con 127 y 36 ind/m<sup>2</sup> respectivamente (Fig. 34), durante estos meses se obtuvo un valor promedio de 43.5 cm de profundidad, 27 cm de transparencia, 19.75 °C de temperatura del agua, 8.375 mg/L de oxígeno disuelto, 163.025 µS/cm de conductividad y un pH de 8.375.

Los valores más bajos de densidad se registraron en los meses de noviembre y diciembre para los cuales se obtuvo un valor promedio de 70.5 cm de profundidad, 39.5 cm de transparencia, 18.815 °C de temperatura del agua, 11.22 µS/cm de conductividad. En el caso del pH; los dos meses presentaron los valores más altos con 10.53 en noviembre y 13.78 en diciembre.

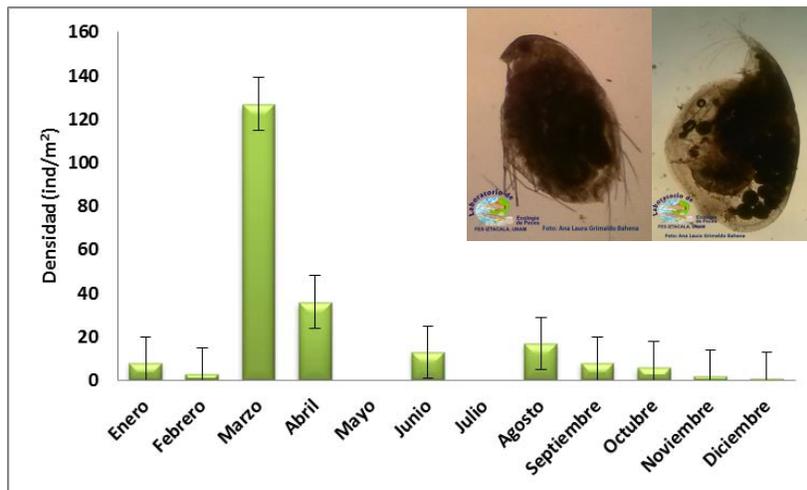


Fig. 34. Densidad de cladóceros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para el mes de marzo se presentó la mayor biomasa con 0.04209 g/m<sup>2</sup> (Fig. 35), así como los valores más bajos de temperatura del agua con 17.10 °C y un pH de

7.8, los demás valores de parámetros fisicoquímicos se encuentran en un intervalo promedio. La biomasa más baja se obtuvo en el mes de diciembre con 0.00009 g/m<sup>2</sup>; para este mes el clima se presentó sin lluvia y con un sol quemante, se registró un valor alto de oxígeno disuelto de 11.24 mg/L y un pH de 13.78.

Para los meses de mayo y junio no se presentaron organismos. El promedio de parámetros fisicoquímicos para estos meses fue de 61 cm de profundidad, 15.25 cm de transparencia, 22.125°C de temperatura del agua, 8.565 mg/L de oxígeno disuelto, 203.65 µS/cm de conductividad y pH de 9.2.

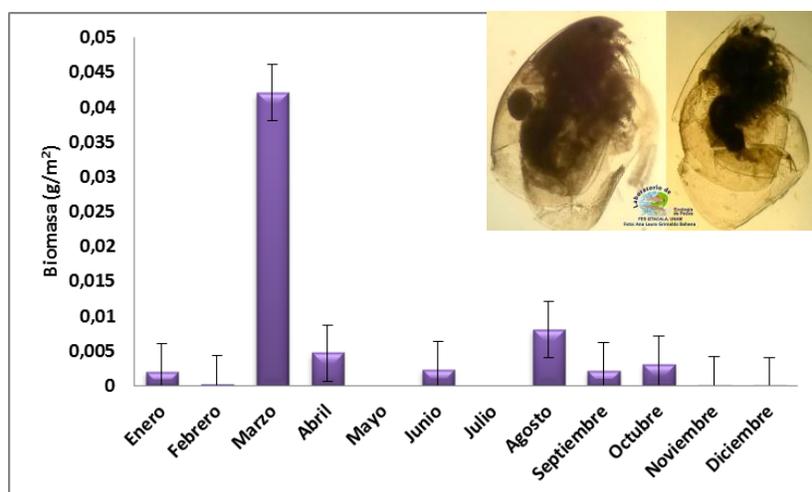


Fig. 35. Biomasa de cladocerans (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

### Grupo: Ostracoda

Nombre comun: *Ostrácodos*

Se colectaron un total de 17 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa de 0.01987 g/m<sup>2</sup>.

Para el mes de agosto y abril se colectaron las mayores densidades con 10 y 4 ind/m<sup>2</sup> respectivamente (Fig. 36); entre estos dos meses se registró una profundidad y transparencia promedio de 27.625 y 10 cm respectivamente. Para la temperatura del agua no hubo tanta variación ya que se mantuvo entre los 22 y los 22.8 °C. Para los meses de septiembre, octubre y noviembre sólo se colectó 1 ind/m<sup>2</sup> por mes, colectados a un promedio de 64.9 cm de profundidad, 38.31 cm

de transparencia, 20.7 °C de temperatura del agua, 8.99 mg/L de oxígeno disuelto, 102.44  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.6 de pH. Durante estos tres meses, se observó un incremento en los niveles de oxígeno disuelto y de conductividad, además de esto se observa un llenado constante del sistema.

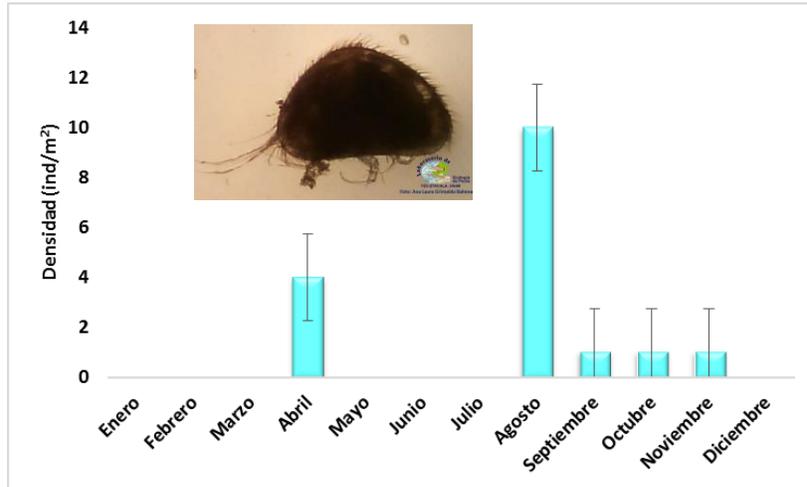


Fig. 36. Densidad de ostrácodos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Los meses de enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio y diciembre no se presentaron. Se obtuvieron los siguientes promedios para los parámetros fisicoquímicos en estos meses: 62 cm de profundidad, 30.21 cm de transparencia, 20.43 °C de temperatura del agua, 8.86 mg/L de oxígeno disuelto, 165.64  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.38 de pH.

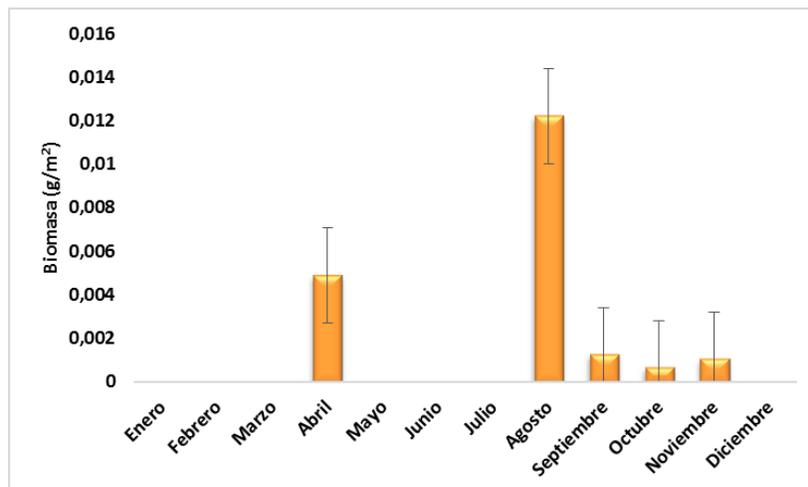


Fig. 37. Biomasa de ostracodos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

En cuanto a biomasa el mes de agosto presentó  $0.01217 \text{ g/m}^2$  mientras que octubre presentó  $0.00061 \text{ g/m}^2$  (Fig. 37). A pesar de que los meses de septiembre, octubre y noviembre presentaron la misma cantidad de organismos fue octubre quien presentó la mayor biomasa, el mes de septiembre presentó  $0.00122 \text{ g/m}^2$ . Del mes de agosto a octubre se muestra un aumento de  $2.97 \text{ mg/L}$  de oxígeno disuelto,  $28.65 \text{ }\mu\text{S/cm}$  de conductividad,  $2.75 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura del agua,  $42 \text{ cm}$  de transparencia y  $48.75 \text{ cm}$  de profundidad.

### **Grupo: Amphipoda**

Nombre común: *Anfípodos*

Los anfípodos se presentaron durante todo el año con un total de  $3\ 775 \text{ ind/m}^2$  y una biomasa total de  $7.325 \text{ g/m}^2$ .

Los meses con mayor densidad fueron marzo y noviembre con  $608$  y  $955 \text{ ind/m}^2$  respectivamente (Fig. 38). Para estos dos meses se obtuvieron los siguientes valores promedio de parámetros fisicoquímicos:  $67 \text{ cm}$  de profundidad,  $34.75 \text{ cm}$  de transparencia,  $17.275 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura del agua,  $9.41 \text{ mg/L}$  de oxígeno disuelto,  $126.3 \text{ }\mu\text{S/cm}$  de conductividad y  $9.165$  de pH.

Los meses con menor densidad fueron mayo con  $60 \text{ ind/m}^2$  y  $43 \text{ ind/m}^2$  en octubre, en estos meses se registró un promedio de parámetros fisicoquímicos de  $76 \text{ cm}$  de profundidad,  $33.5 \text{ cm}$  de transparencia,  $22.9 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura del agua,  $8.91 \text{ mg/L}$  de oxígeno disuelto,  $172.375 \text{ }\mu\text{S/cm}$  de conductividad y  $9.67$  de pH. Para el mes de mayo se registraron los valores más altos de profundidad ( $78 \text{ cm}$ ) y conductividad ( $234.85 \text{ }\mu\text{S/cm}$ ); para octubre los valores más altos de transparencia ( $54 \text{ cm}$ ) y temperatura del agua ( $25.53 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Sólo para el mes de mayo se registró el valor más bajo de transparencia con  $13 \text{ cm}$ .

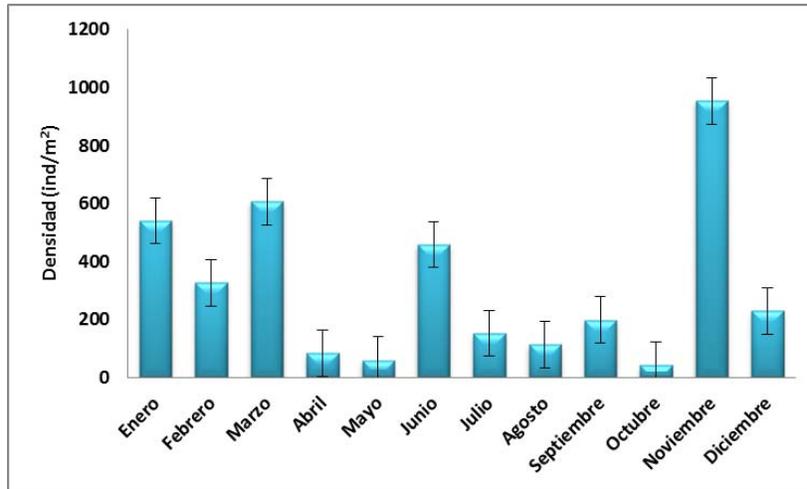


Fig. 38. Densidad de anfipodos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

El mes con mayor biomasa fue noviembre con  $2.496 \text{ g}/\text{m}^2$  seguido de enero con  $0.936 \text{ g}/\text{m}^2$  (Fig. 39); el valor promedio de parámetros fisicoquímicos para estos dos meses fue de 73.5 cm de profundidad, 34.25 cm de transparencia,  $17.72 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura del agua, 9.75 mg/L de oxígeno disuelto,  $127.45 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.4 de pH.

El mes con menor biomasa fue mayo con  $0.05 \text{ g}/\text{m}^2$ ; en este mes se presentaron los valores más altos de profundidad (78 cm) y conductividad ( $234.85 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$ ).

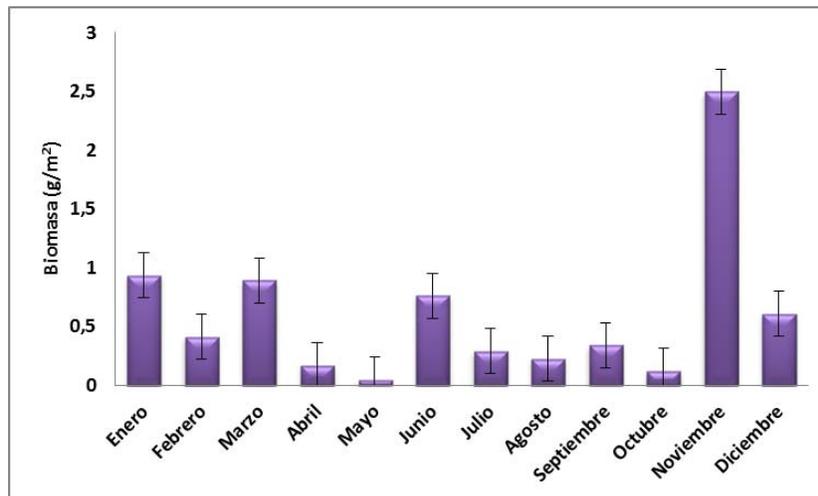


Fig. 39. Biomasa de anfipodos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

## Grupo: Decapoda

Nombre común: *Decápodos, acociles*

Para este grupo se colectó un total de 1051 ind/m<sup>2</sup> registrando una biomasa total de 545.239 g/m<sup>2</sup>. Todos los organismos colectados pertenecen a la especie *Cambarellus montezumae*.



La mayor densidad se registró en los meses de abril y agosto con 256 y 201 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 40) respectivamente; para estos dos meses se registró un promedio de 27.62 cm de profundidad, 19 cm de transparencia, 22.59 °C de temperatura del agua, 9.3 mg/L de oxígeno disuelto, 132.09 µS/cm de conductividad y 9.1 de pH.

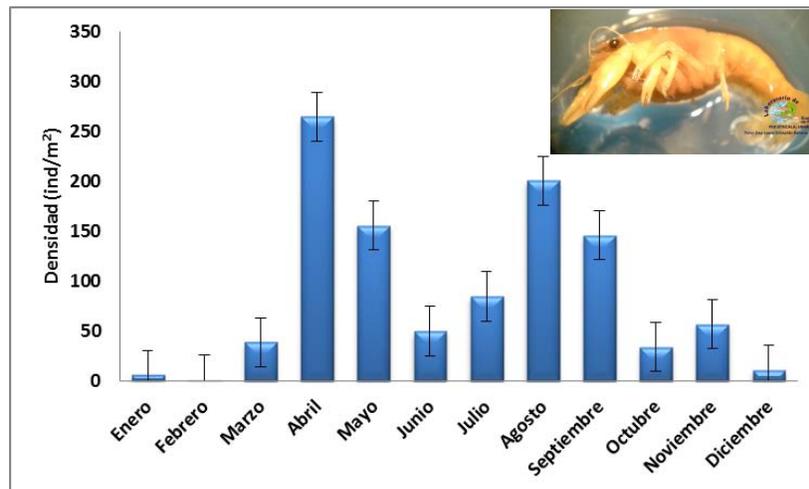


Fig. 40. Densidad de decápodos (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

En mayo se colectaron 156 ind/m<sup>2</sup> y en septiembre 146 ind/m<sup>2</sup>, siendo estos los meses con densidad media donde se registró un promedio de 60.93 y 16.21 cm de profundidad y transparencia, 19.09 °C de temperatura del agua, 7.35 mg/L de oxígeno disuelto, 161.57 µS/cm de conductividad.

Los meses con menor densidad fueron enero con 6 ind/m<sup>2</sup> y febrero con 1 ind/m<sup>2</sup>, así mismo, también presentaron las menores biomásas con 1.176 g/m<sup>2</sup> para enero y 0.0258 g/m<sup>2</sup>; para estos dos meses se registró un promedio de 8.35 mg/L de oxígeno disuelto, 147.5 µS/cm de conductividad, 18.75 °C de temperatura del agua, 8.35 mg/L de oxígeno disuelto y 147.5 µS/cm de conductividad.

Las mayores biomásas se presentaron en los meses de abril con 129.545 g/m<sup>2</sup> y en mayo con 106.636 g/m<sup>2</sup> (Fig. 41), para estos meses se presentó un promedio de 20.72 °C de temperatura del agua, 9.11 mg/L de oxígeno disuelto y una conductividad de 209.1 µS/cm. Agosto y septiembre presentaron 65 y 72 g/m<sup>2</sup> respectivamente y en promedio registraron el valor más bajo de oxígeno disuelto con apenas 6.4 mg/L, conductividad de 84.56 µS con una temperatura del agua de 20.96 °C.

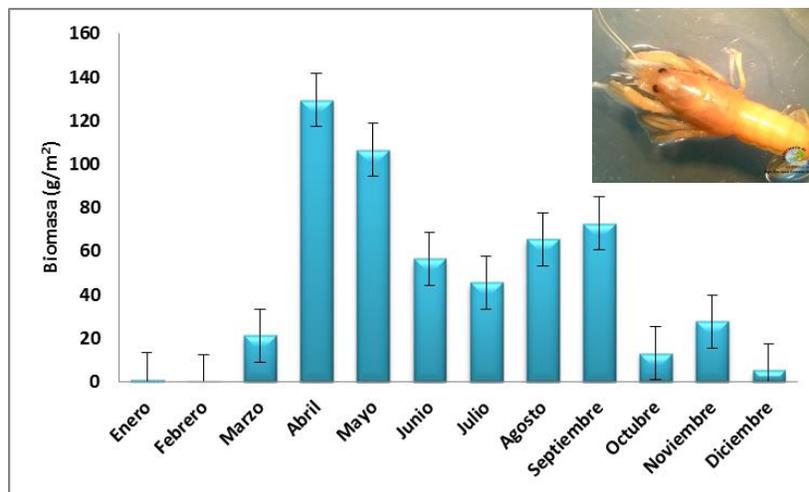


Fig. 41. Biomasa de decápodos (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

### Grupo: Ephemeroptera

Nombre comun: *Efímeras*

Se obtuvo un total de 865 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 42) registrando una biomasa de 7.62 g/m<sup>2</sup>.

Los meses con mayor densidad fueron



junio y noviembre con 265 y 132 ind/m<sup>2</sup> respectivamente. En promedio para estos meses se presentó una profundidad de 53 cm, transparencia de 50 cm, 20.74 °C de temperatura del agua, 10.28 mg/L de oxígeno disuelto, conductividad de 152.5 µS/cm y 9.7 de pH. Junio presentó los valores más bajos de profundidad (29 cm) y transparencia (8.5 cm) así como los valores más altos de temperatura del agua (24.03°C) y de conductividad (195.1 µS/cm).

Para los meses de abril, julio y agosto la población se mantuvo con un promedio de 82 ind/m<sup>2</sup>; en estos tres meses se presentó una temperatura del agua de 23.46 °C, 8.35 mg/L de oxígeno disuelto, 145.5 µS/cm de conductividad, 30.08 cm de profundidad y 18.5 cm de transparencia.

Mayo presentó la más baja densidad con 6 ind/m<sup>2</sup> con niveles altos de profundidad (78 cm) y de conductividad (234.85 µS/cm); aunque también presentó niveles bajos de transparencia (13 cm).

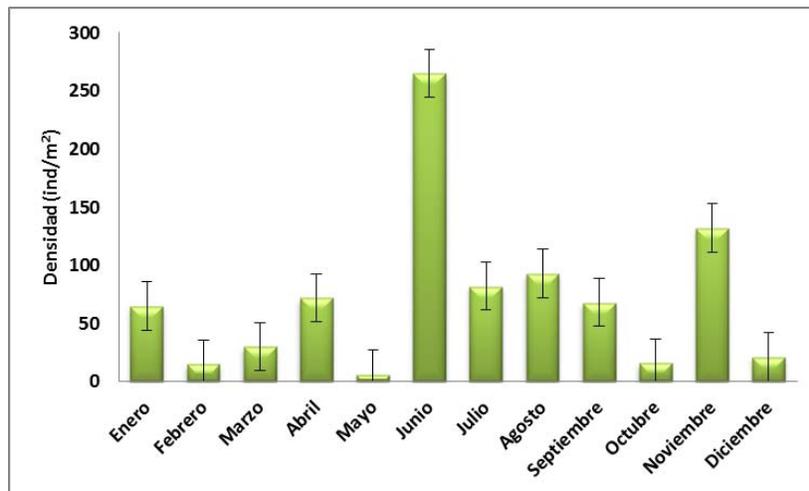


Fig. 42. Densidad de efímeras (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Los meses con mayor biomasa fueron junio, noviembre y agosto (2.173, 1.0325 y 0.948 g/m<sup>2</sup> respectivamente) (Fig. 43), para estos tres meses se registró un promedio de 43.75 cm de profundidad, 20.6 cm de transparencia, 21.42 °C de temperatura del agua, 9.01 mg/L de oxígeno disuelto, 128.61 µS/cm de conductividad y 9.6 de pH.

Los meses con menor biomasa fueron mayo con  $0.129 \text{ g/m}^2$  y septiembre con  $0.18 \text{ g/m}^2$ , en promedio ambos meses presentaron  $60.93 \text{ cm}$  de profundidad,  $16.21 \text{ cm}$  de transparencia,  $19.09 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura del agua,  $7.35 \text{ mg/L}$  de oxígeno disuelto,  $161.57 \text{ } \mu\text{S/cm}$  de conductividad y  $9$  de pH. Sólo el mes de mayo coincide con presentar la menor biomasa y la menor densidad.

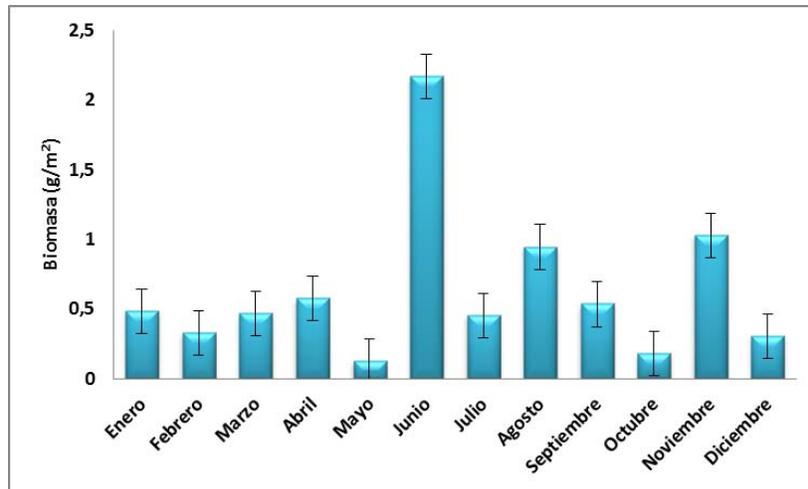


Fig. 43. Biomasa de efímeras ( $\text{g/m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

## Grupo: Odonata

Nombre común: *Odonatos, libélulas, caballitos del diablo*

Se colectaron un total de  $989 \text{ ind/m}^2$  registrando una biomasa de  $17.043 \text{ g/m}^2$ . La mayor densidad se registró en el mes de junio con  $435 \text{ ind/m}^2$  seguido de julio con  $247 \text{ ind/m}^2$  (Fig. 44). Para estos dos meses se obtuvieron los valores promedio:



36.5 cm de profundidad, 13 cm de transparencia, 24.61 °C de temperatura del agua, 9.06 mg/L de oxígeno disuelto, 183.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.29 de pH.

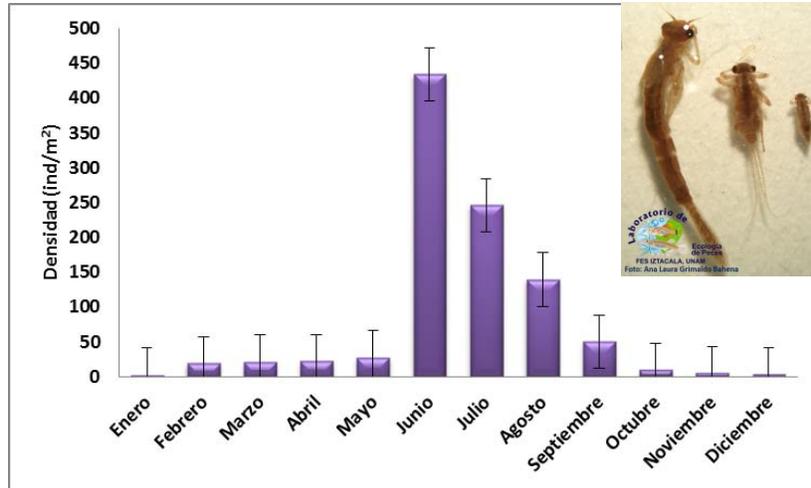


Fig. 44. Densidad de odonatos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para los meses de marzo, abril y mayo la población se mantuvo ya que en promedio se colectaron  $24 \text{ ind}/\text{m}^2$  durante esos meses los valores obtenidos presentaron 55 cm de profundidad, 22.3 cm de transparencia, 19.51 °C de temperatura del agua, 8.61 mg/L de oxígeno disuelto y 186.96  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad promedio.

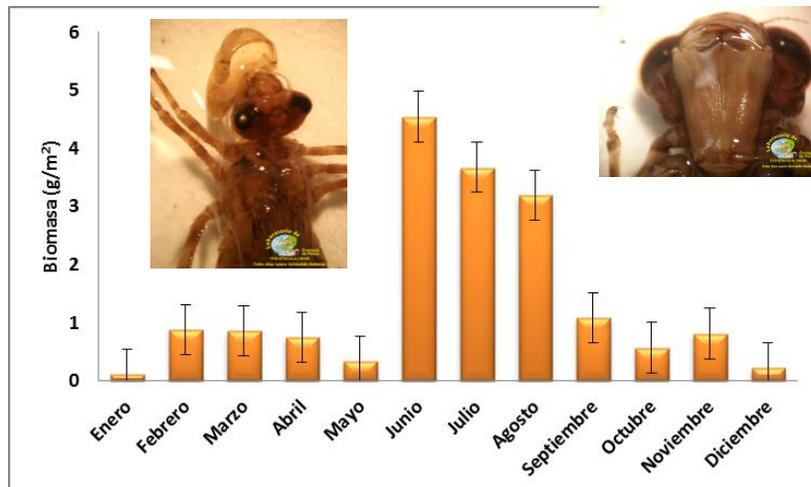


Fig.45. Biomasa de odonatos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Los meses con menor densidad fueron noviembre, diciembre y enero con  $3 \text{ ind}/\text{m}^2$  en este último mes. En promedio los tres meses presentaron 70.3 cm de

profundidad, 41.3 cm de transparencia, 18.54 °C de temperatura del agua, 11.24 mg/L de oxígeno disuelto, 124.76  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 10.87 de pH; durante estos tres meses el sistema se encuentra completamente lleno. De junio a agosto se registró la mayor biomasa alcanzando los 4.544  $\text{g}/\text{m}^2$  en junio (Fig. 45); en promedio se presentaron 32.75 cm de profundidad, 12.6 cm de transparencia, 24 °C de temperatura del agua, 8.1 mg/L de oxígeno disuelto, 149.46  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 9.3 de pH. Enero y mayo obtuvieron la menor biomasa con 0.115 y 0.34  $\text{g}/\text{m}^2$  respectivamente; en promedio presentaron 74 cm de profundidad, 29 cm de transparencia, 18.52 °C de temperatura del agua, 8.34 mg/L de oxígeno disuelto, 189.92  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad y 8.5 de pH.

### **Grupo: Hemiptera**

Nombre común: *Hemipteros, besucones*

Se colectó un total de 4664  $\text{ind}/\text{m}^2$  registrando una biomasa total de 45.931  $\text{g}/\text{m}^2$ . Los meses de enero, febrero y junio presentaron las mayores abundancias con 724, 830 y 934  $\text{ind}/\text{m}^2$  respectivamente (Fig. 46). En promedio para estos tres meses se registraron 63.6 cm de profundidad, 38.5 cm de transparencia, 20.51 °C de temperatura del agua, 8.69 mg/L de oxígeno disuelto y 163.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad. Para los meses de octubre y noviembre se presentaron 479 y 614  $\text{ind}/\text{m}^2$  respectivamente registrando en promedio: 75.5 cm de profundidad, 47.75 cm de transparencia, 21.49 °C de temperatura del agua, 10.32 mg/L de oxígeno disuelto y 109.69  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.

Para los meses de abril y diciembre la comunidad se mantuvo con 286 y 262  $\text{ind}/\text{m}^2$  respectivamente, de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos en estos meses se registró un promedio de 47 cm de profundidad, 31.75 cm de transparencia, 21.29 °C de temperatura del agua, 10.54 mg/L de oxígeno disuelto y 151.36  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad. El mes que presentó la menor densidad de individuos fue mayo con 14  $\text{ind}/\text{m}^2$ , para este mes se presentaron los valores más altos de profundidad y conductividad con 78 cm y 234.85  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , así mismo también se registró el valor más bajo de transparencia con 13 cm.

Para enero, febrero y junio se registraron las biomásas más altas con 6.364, 5.166, 7.621 y 5.41  $\text{g}/\text{m}^2$  (Fig. 47), para estos meses se registra un promedio de 67 cm de profundidad, 39.25 cm de transparencia, 19.54 °C de temperatura del agua, 9.31 mg/L de oxígeno disuelto y 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.

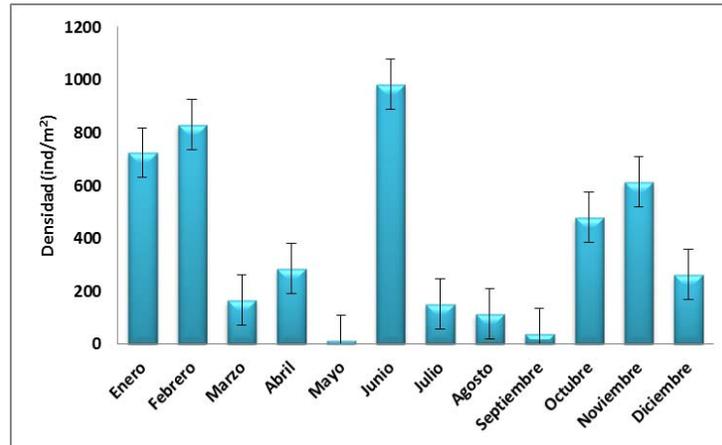


Fig. 46. Densidad de hemipteros ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

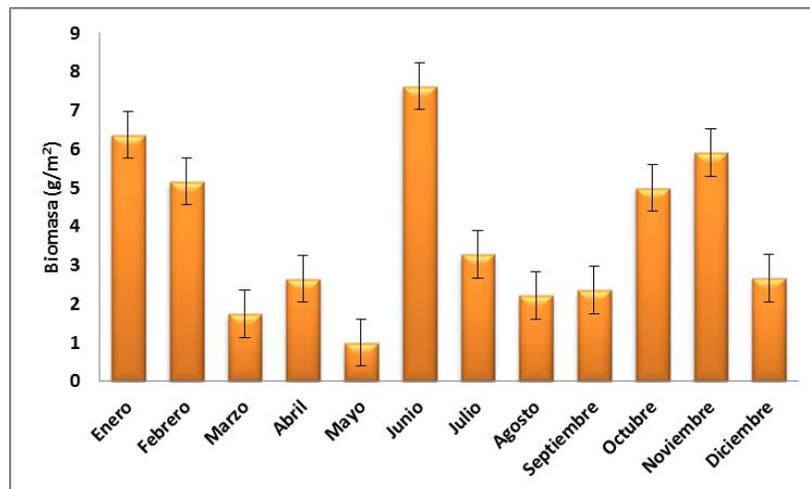


Fig. 47. Biomasa de hemípteros ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para julio y octubre se obtuvieron 3.279 y 4.996  $\text{g}/\text{m}^2$  registrando valores promedio de parámetros fisicoquímicos de 59 cm de profundidad, 35.75 cm de transparencia, 25.36 °C de temperatura del agua, 9.09 mg/L de oxígeno disuelto y 140.96  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad. Marzo y mayo presentaron las menores biomásas

con 1.733 y 0.988 g/m<sup>2</sup> registrando en promedio 67.5 cm de profundidad, 20.5 cm de transparencia, 18.07 °C de temperatura del agua, 8 mg/L de oxígeno disuelto y 188.77 µS/cm de conductividad.

### Grupo: Coleoptera

Nombre común: *Coleópteros*

Se colectaron un total de 1989 ind/m<sup>2</sup> y obtuvo una biomasa de 43.9715 g/m<sup>2</sup>.

La densidad y biomasa más alta se registró en el mes de



junio obteniendo una densidad de 1388 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 48) y una biomasa de 24.635 g/m<sup>2</sup>, para este mes el sistema está reducido a más de la mitad de tamaño de lo que se registró en enero, presentando los valores más bajos de profundidad (29 cm) y transparencia (8.5 cm), así como los valores más altos de temperatura del agua con 24.05 °C y 195.1 µS/cm de conductividad.

Para los meses de julio y agosto la población se mantuvo con 365 y 120 ind/m<sup>2</sup> respectivamente, para estos meses en promedio se obtuvieron 34.62 cm de profundidad, 14.75 cm de transparencia, 23.99 °C de temperatura del agua, 7.61 mg/L de oxígeno disuelto y 126.64 µS/cm de conductividad.

Las menores densidades se registraron en los meses de enero con 4 ind/m<sup>2</sup>, febrero con 7 ind/m<sup>2</sup>, abril con 6 ind/m<sup>2</sup> y diciembre con 5 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 49). Los valores promedio de parámetros fisicoquímicos obtenidos para estos meses son: 64 cm de profundidad, 42.62 cm de transparencia, 20.02 °C de temperatura del agua, 9.44 mg/L de oxígeno disuelto y 149.43 µS/cm de conductividad.

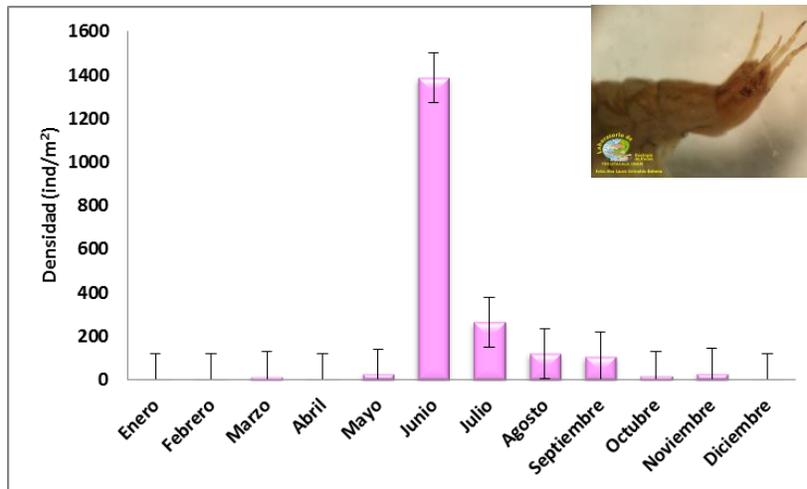


Fig. 48. Densidad de coleópteros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

En julio, agosto y septiembre la población se mantuvo con las siguientes biomásas: 5.353, 4.21 y 3.128 g/m<sup>2</sup> respectivamente obteniendo en promedio para estos meses 37.70 cm de profundidad, 16.31 cm de transparencia, 22.37 °C de temperatura del agua, 7.18 mg/l de oxígeno disuelto y 113.85 µS/cm de conductividad.

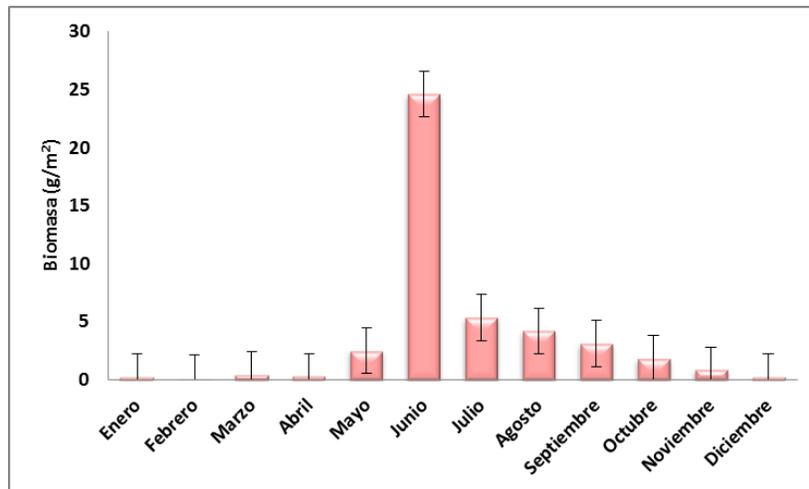


Fig. 49. Biomasa de coleópteros (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Las menores biomásas se registraron en los meses de enero con 0.278 g/m<sup>2</sup>, febrero con 0.132 g/m<sup>2</sup> y noviembre con 0.87 g/m<sup>2</sup> registrando en promedio una profundidad de 79.6 cm, 49.5 cm de transparencia, 18.31 °C de temperatura del agua, 9.3 mg/L de oxígeno disuelto y 134.96 µS/cm de conductividad.

## Grupo: Diptera

Nombre común: *Moscas, mosquitos*

Se colectó un total de 219 ind/m<sup>2</sup> obteniendo una biomasa de 0.457 g/m<sup>2</sup>.

La mayor densidad se registró en el mes de abril con 168 ind/m<sup>2</sup> (Fig. 50), este mes presentó 30 cm de profundidad, 26 cm de transparencia, 22.4 °C de temperatura del agua, 9.85 mg/L de oxígeno disuelto así como 183.35 µS/cm de conductividad.



La población se mantuvo en los meses de marzo con 14 ind/m<sup>2</sup>, mayo con 8 ind/m<sup>2</sup>, junio y julio con 7 ind/m<sup>2</sup> cada uno, para estos meses se obtuvo un promedio de 52 cm de profundidad, 16.75 cm de transparencia, 21.34 °C de temperatura del agua, 8.53 mg/L de oxígeno disuelto y 186.27 µS/cm de conductividad.

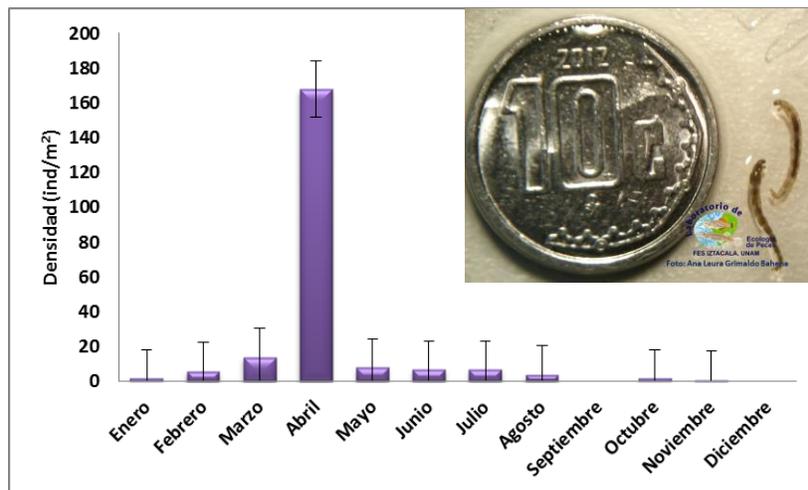


Fig. 50. Densidad de dípteros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

La menor densidad se obtuvo en los meses de enero (2 ind/m<sup>2</sup>), octubre (2 ind/m<sup>2</sup>) y noviembre (1 ind/m<sup>2</sup>), en promedio presentaron 76.6 cm de profundidad, 46.8 cm

de transparencia, 20.32 °C de temperatura del agua, 9.64 mg/L de oxígeno disuelto y 121.46  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad. Los meses con mayor biomasa fueron abril con 0.198  $\text{g}/\text{m}^2$  y mayo con 0.212  $\text{g}/\text{m}^2$  (Fig. 51), en promedio presentaron 54 cm de profundidad, 19.5 cm de transparencia, 20.72°C de temperatura del agua, 9.11 mg/L de oxígeno disuelto y 209.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.

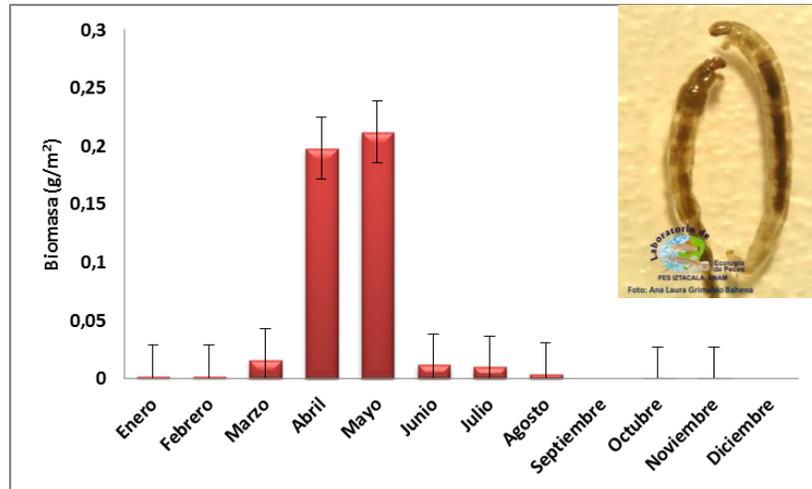


Fig. 51. Biomasa de dípteros ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Octubre y noviembre registraron la misma y menor biomasa con 0.0005  $\text{g}/\text{m}^2$  cada uno, en promedio obtuvieron 75.5 cm de profundidad, 47.74 cm de transparencia, 21.49 °C de temperatura del agua, 10.32 mg/L de oxígeno disuelto y 109.69  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.

En septiembre y diciembre no se colectaron organismos, en promedio se obtuvieron los siguientes parámetros: 53.93 cm de profundidad, 28.46 cm de transparencia, 19.66 °C de temperatura del agua, 8.78 mg/L de oxígeno disuelto y 103.83  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.

### Grupo: Hymenoptera

Nombre común: *Himenópteros*

Se colectaron un total de 9 ind/ $\text{m}^2$  registrando una biomasa de 0.138  $\text{g}/\text{m}^2$ .

Sólo se presentó en los siguientes meses: septiembre con una densidad de 6 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa de 0.92 g/m<sup>2</sup>, octubre con una densidad de 2 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa de 0.009 g/m<sup>2</sup> y noviembre con 1 ind/m<sup>2</sup> y una biomasa de 0.032 g/m<sup>2</sup> (Fig. 52 y 53). Para estos meses se obtuvo un promedio de 64.95 cm de profundidad, 38.31 cm de transparencia, 20.70 °C de temperatura del agua, 8.99 mg/L de oxígeno disuelto y 102.55 µS/cm de conductividad, así mismo que observó que el sistema estaba llenándose en estos meses.

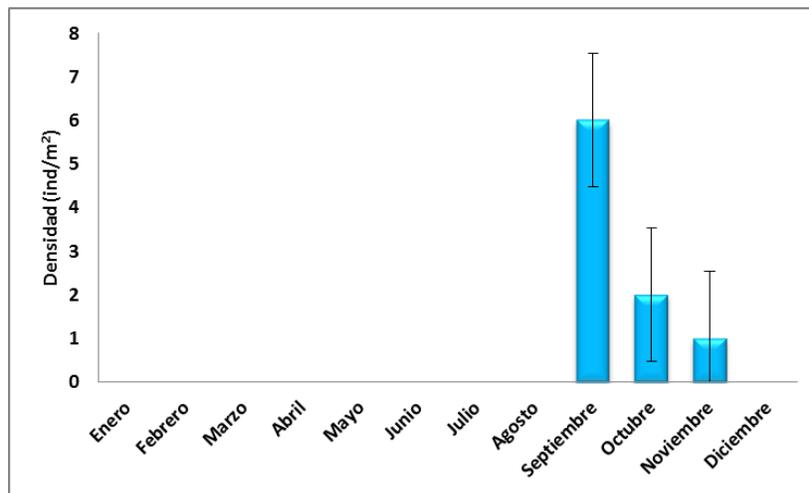


Fig. 52. Densidad de himenópteros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

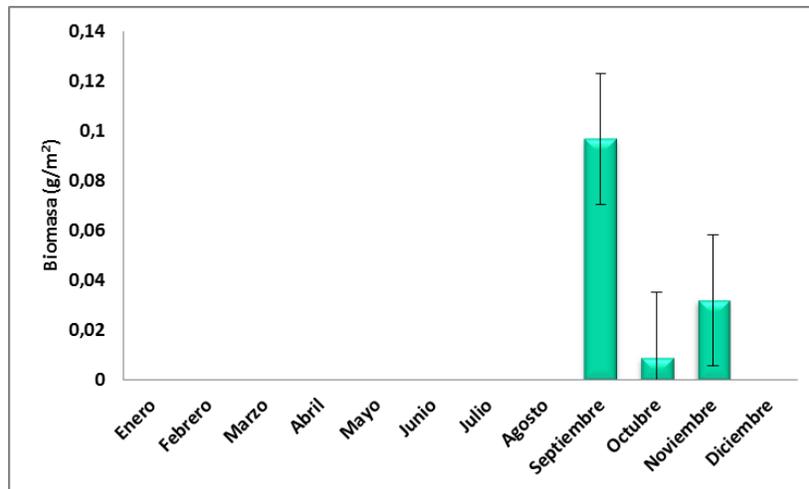


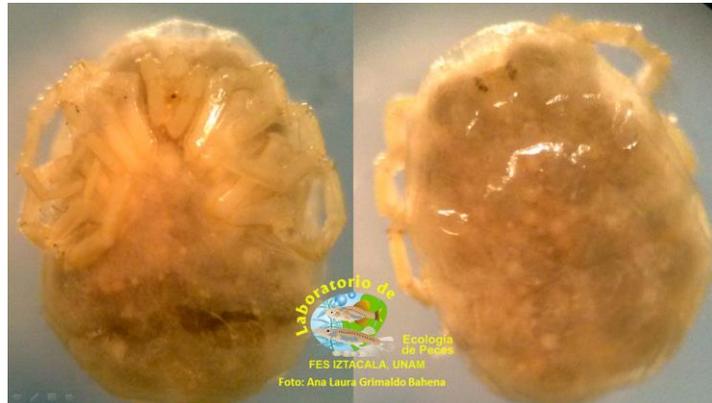
Fig. 53. Biomasa de himenópteros (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y diciembre no se colectaron organismos, para estos meses se obtuvo un promedio de: 54.36 cm de profundidad, 27.72 cm de transparencia, 20.91 °C de temperatura del agua, 8.7 mg/L de oxígeno disuelto y 158.18  $\mu$ S/cm de conductividad.

### Grupo: Hydrachnidae

Nombre común: *Ácaros*

Se colectaron un total de 17 ind/m<sup>2</sup> y 0.03 g/m<sup>2</sup>. Las mayores densidades se colectaron en los meses de



junio y agosto con 5 ind/m<sup>2</sup> cada uno (Fig. 54). Para estos dos meses se registró un promedio de 27.12 cm de profundidad, 10.25 cm de transparencia, 23.40 °C de temperatura del agua, 7.92 mg/L de oxígeno disuelto y 137.96  $\mu$ S/cm de conductividad.

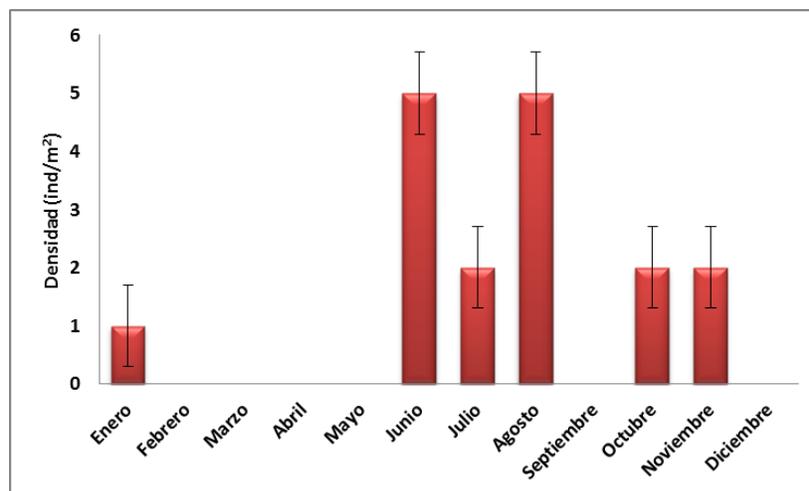


Fig. 54. Densidad de ácaros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

Para los meses de julio, octubre y noviembre la población se mantuvo con 2 ind/m<sup>2</sup> colectados en cada mes. En promedio los tres meses presentaron: 65 cm de profundidad, 37.6 cm de transparencia, 22.7 °C de temperatura del agua, 9.79 mg/L de oxígeno disuelto y 130.61 µS/cm de conductividad.

El mes de enero presentó 1 ind/m<sup>2</sup>, con una profundidad y transparencia de 70 y 45 cm respectivamente, 8.3 de pH, temperatura del agua de 18 °C, 8.3 mg/L de oxígeno disuelto y 145 µS/cm de conductividad.

El mes con mayor biomasa fue junio con 0.01 g/m<sup>2</sup> donde se obtuvieron los valores más altos de temperatura (24.03 °C) y conductividad (195.1 µS/cm) así como los más bajos de profundidad (29 cm) y transparencia (8.5 cm).

Los meses de enero y octubre presentaron las menores biomases con 0.002 g/m<sup>2</sup> y 0.001 g/m<sup>2</sup> respectivamente, obteniendo en promedio: 72 cm de profundidad, 49.5 de transparencia, 21.76 °C de temperatura del agua, 17.74 mg/L de oxígeno disuelto y 127.24 µS/cm de conductividad.

Para los meses de febrero, marzo, abril, mayo, septiembre y diciembre no se colectaron organismos (Fig. 55), para éstos se registró un promedio de 60.81 cm de profundidad, 30.98 cm de transparencia, 19.56 °C de temperatura del agua, 8.63 mg/L de oxígeno disuelto y 153.09 µS/cm de conductividad.

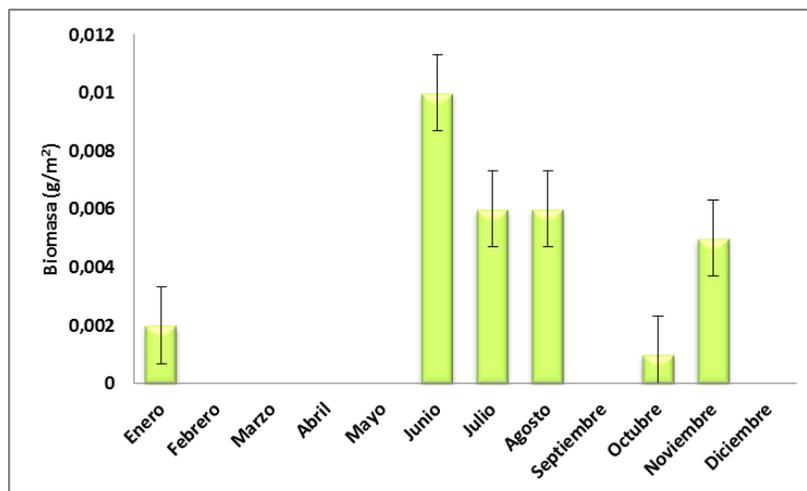


Fig. 55. Biomasa de ácaros (g/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

## Grupo: Anura

Nombre común: *Ranas, sapos, renacuajos*

Se colectaron un total de 14 ind/m<sup>2</sup> registrando una biomasa de 15.823 g/m<sup>2</sup>. Se obtuvo una densidad de 8 ind/m<sup>2</sup> para el mes de mayo,



5 ind/m<sup>2</sup> para el mes de octubre y 1 ind/m<sup>2</sup> para el mes de abril (Fig. 56).

En cuanto a biomasa para el mes de abril se obtuvieron 11.046 g/m<sup>2</sup>, 2.955 g/m<sup>2</sup> para octubre y 1.822 g/m<sup>2</sup> para mayo (Fig. 57). Para los meses de abril, mayo y octubre se presentaron en promedio 60.66 cm de profundidad, 31 cm de transparencia, 22.32 °C de temperatura del agua, 9.22 mg/L de oxígeno disuelto y 175.89 µS/cm de conductividad. En enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre no se colectaron individuos obteniendo en promedio para los parámetros fisicoquímicos: 55.79 cm de profundidad, 30.15 cm de transparencia, 20.37 °C de temperatura del agua, 8.63 mg/L de oxígeno disuelto y 133.73 µS/cm de conductividad.

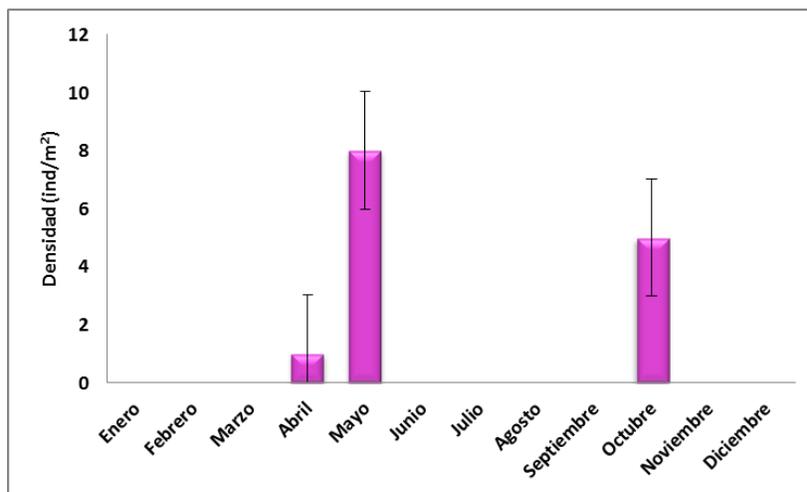


Fig. 56. Densidad de anuros (ind/m<sup>2</sup>) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

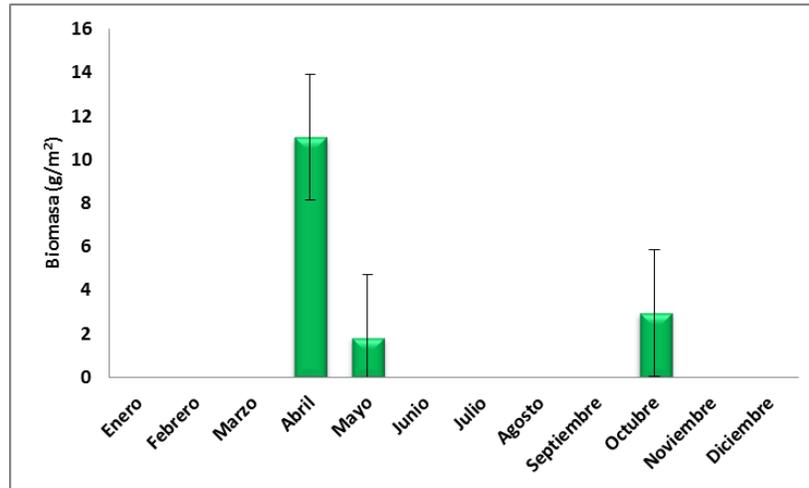


Fig. 57. Biomasa de anuros ( $\text{g/m}^2$ ) en el ciclo anual 2013 en la Presa Xhimojay. Se muestra el error típico.

## Grupos Funcionales

Para la Presa Xhimojay se determinaron tres grupos depredadores (P) que son los Hydrachnidae, hirudineos y odonatos, tres raspadores (SC) integrados por planorbidos, limneidos y físidos. Dos recolectores de depósitos (GC) integrados por oligoquetos y ostrácodos. Tres grupos recolectores filtradores (FC) entre los que están los calanoideos, ciclopoideos y cladóceros. Se identificó un triturador de detrito (DSH) donde están los decápodos. Dos trituradores herbívoros (HSH) integrados por himenópteros y anuros.

Los órdenes de hemipteros y coleopteros tienen dos funciones según la familia que sean ya que pueden ser depredadores-raspadores (P-SC); los anfípodos pueden actuar como triturador de detrito-raspador (DSH-SC); efemerópteros como recolector filtrador-raspador (FC-SC) y dípteros como recolector filtrador-triturador de detrito-depredador (FC-DSH-P) (TABLA 2).

TABLA 2. Comparación entre el número de grupos funcionales establecidos por Cummins (2014) con los encontrados en Xhimojay (\*Representan órdenes que según su familia pueden actuar en algún otro rol) (\*\*Órdenes que Cummins no contempla; pero que cumplen con ese rol):

Grupo funcional	Cummins (2014)	Presa Xhimojay	Órdenes que lo componen
SC	13	7	Planorbidae, Physidae, Lymnaeidae, *Hemiptera, *Coleoptera, *Amphipoda y *Ephemeroptera
P	23	5	Hydrachnidae, Hirudinea, Odonata, *Hemiptera y *Coleoptera
GC	13	2	Oligochaeta y Ostracoda
FC	8	5	*Ephemeroptera, *Diptera, **Calanoidea, **Cyclopiodea y **Cladocera
DSH	8	3	Decapoda, *Amphipoda y *Diptera
HSH	2	2	**Hymenoptera y **Anura

El grupo P-SC obtuvo la mayor cantidad de individuos presentes a lo largo del año con 6,653 ind/m<sup>2</sup>, mientras que los HSH solo obtuvieron 23 ind/m<sup>2</sup> (Fig.58). Para el grupo DSH obtuvieron las mayores biomásas durante todo el año (Fig. 59) con 545.2399 g/m<sup>2</sup>, mientras que el grupo GC obtuvo 0.03387g/m<sup>2</sup>.

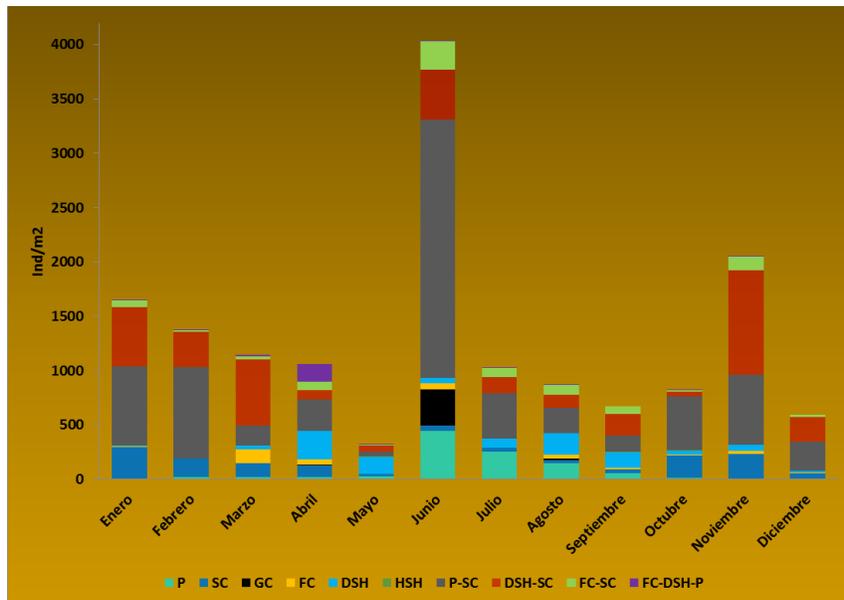


Fig. 58. Densidades (ind/m<sup>2</sup>) de los grupos funcionales de la Presa Xhimojay en el ciclo anual 2013.

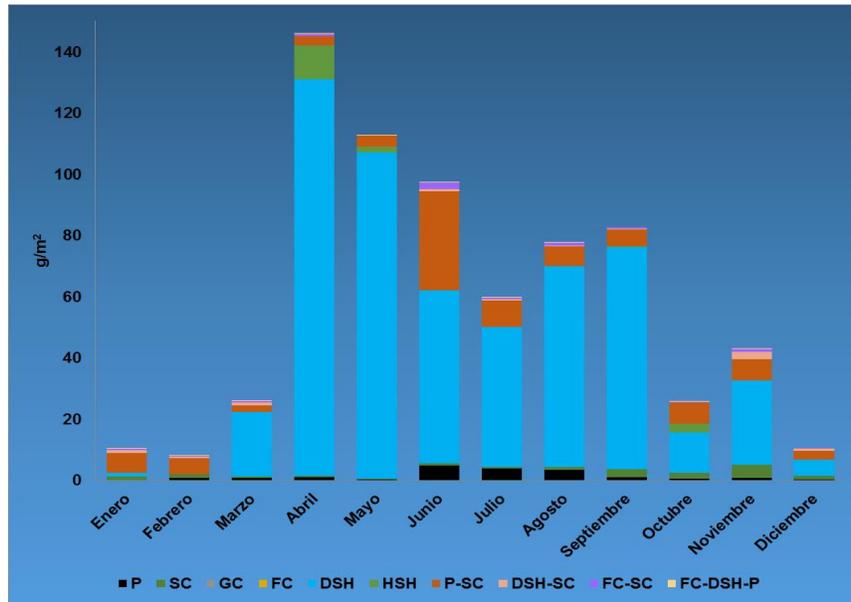


Fig. 59. Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de los grupos funcionales de la Presa Xhimojay en el ciclo anual 2013.

Basado en Cummins (2014), se presenta en el siguiente esquema la propuesta de funcionamiento del ecosistema de acuerdo a los grupos funcionales que se identificaron en la Presa Xhimojay y las interacciones que presentan entre ellos (Fig. 60).

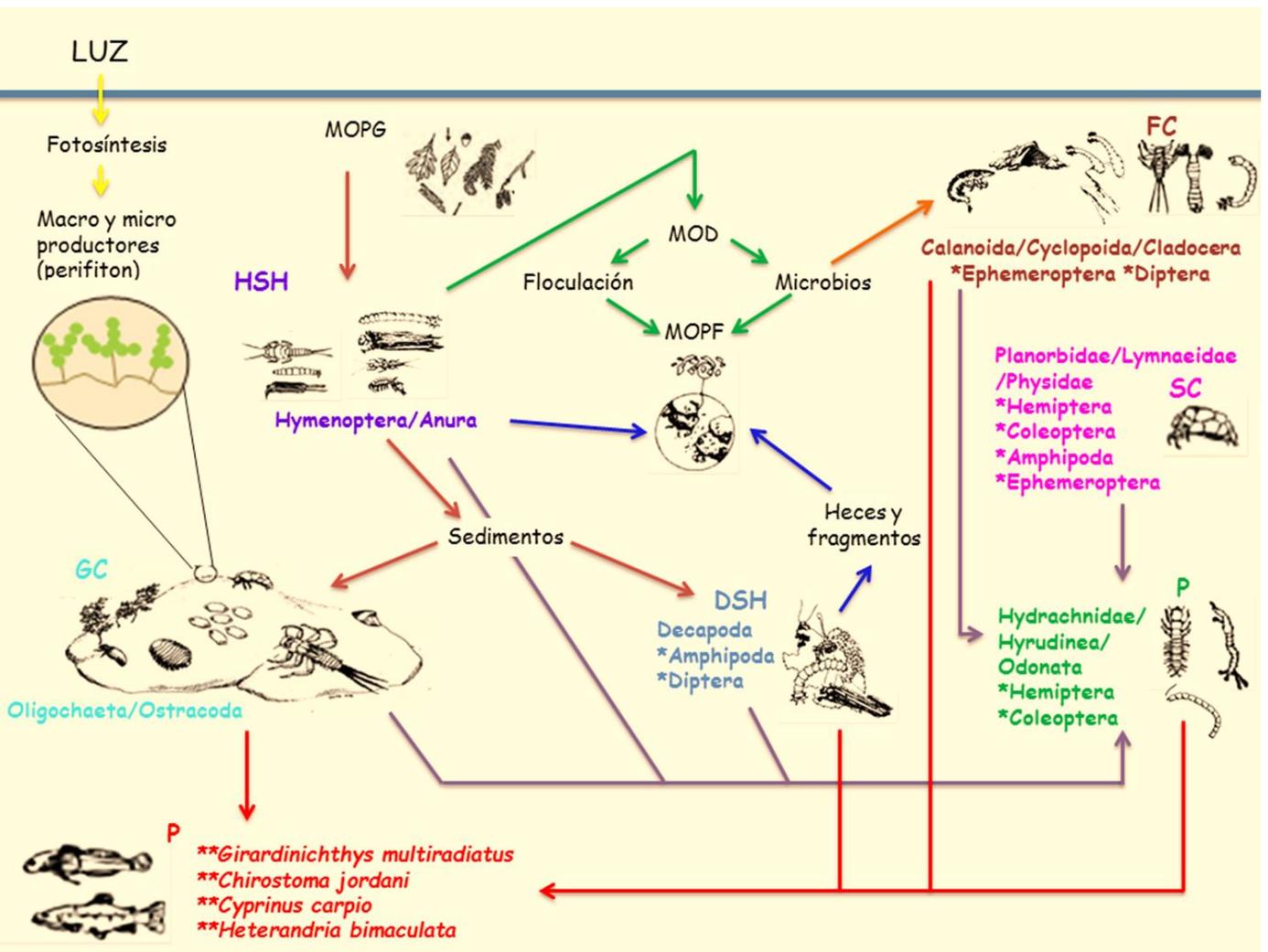


Fig. 60. Visión en conjunto de los grupos funcionales según su alimentación y el papel que juegan en un ecosistema fluvial localizados en la Presa Xhimojaj en el ciclo anual 2013. (\* Representan grupos que pueden integrarse en uno u otro grupo según du familia) (\*\* Pesces identificados según Rodríguez-Varela *et al.*, 2015a) (MOD: Materia orgánica disuelta. MOPF: Materia orgánica particulada fina. MOPG: Materia orgánica particulada gruesa) (Basado en Cummins, 2014).

## Características ecológicas

### Densidad relativa

Los hemípteros de la Clase Insecta fueron los más densos (29.81%), seguidos de los anfípodos con un 24.13%. Los himenopteros y limnaeidos (0.05%) cada uno y anuros (0.08%) fueron los de menor densidad (Fig. 61).

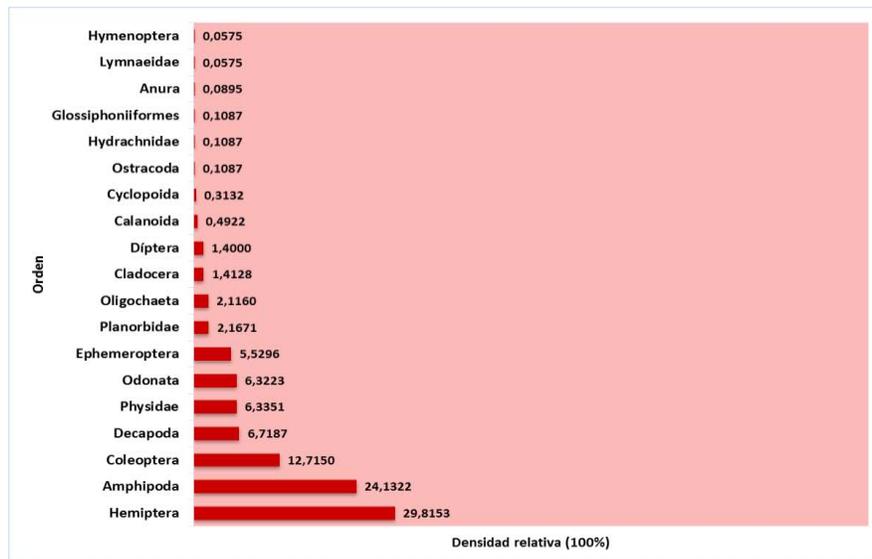


Fig. 61. Densidad relativa anual (100%) de cada grupo en la Presa Xhimojay.

### Dominancia Relativa

Los decápodos presentaron una mayor dominancia con 77.85%, seguido de los hemípteros con 6.55% y coleópteros con 6.2%. Los de menor dominancia relativa fueron los calanoideos (0.0012%), ciclopoideos (0.0014%) y oligoquetos (0.0020%) (Fig. 62).

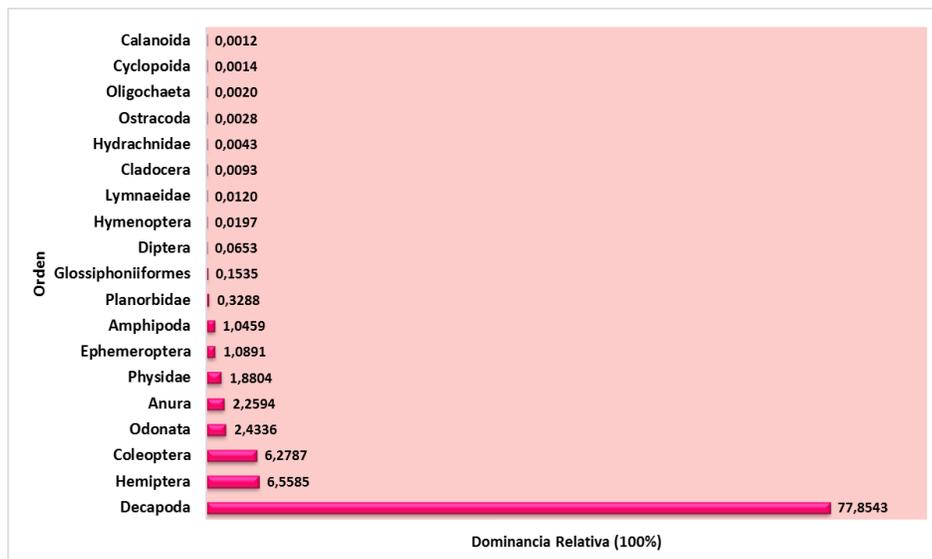


Fig. 62. Dominancia relativa anual (100%) de cada grupo en la Presa Xhimojay.

### Valor de importancia ecológica

El grupo que ecológicamente tiene una mayor relevancia en la Presa Xhimojay son los decápodos (89.83%), esto influido básicamente por la dominancia obtenida de este grupo (Fig. 63).

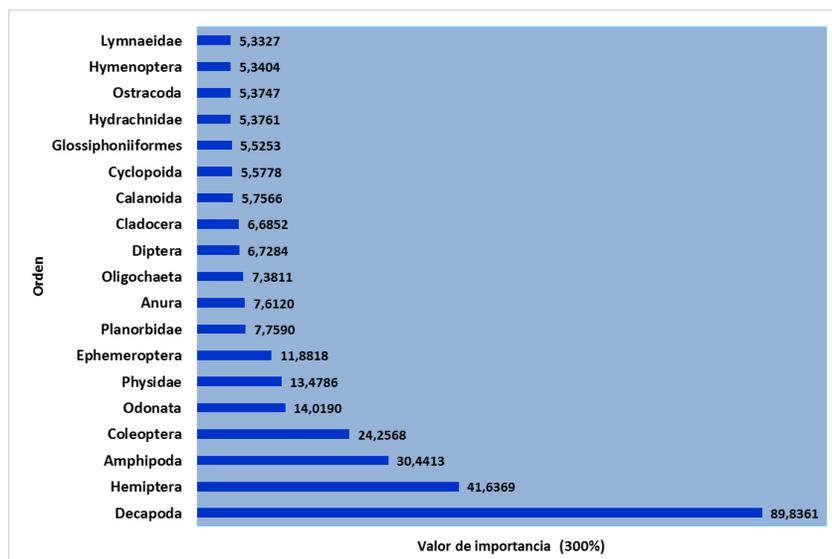


Fig. 63. Valor de importancia ecológico (300%) de cada grupo en la Presa Xhimojay.

### Riqueza de grupos

Los meses donde se presentó una mayor riqueza de grupos fue octubre y noviembre con un total de 16 grupos cada uno, mientras que el mes con un menor número fue marzo con 10 (Fig. 64).

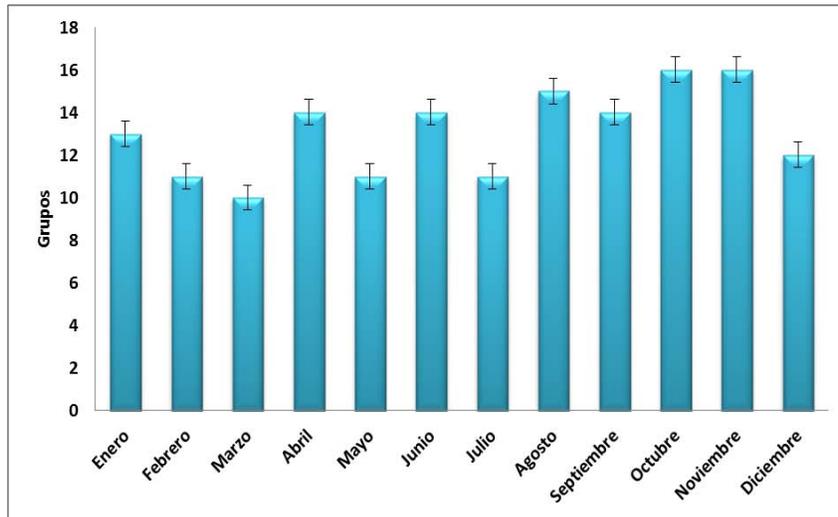
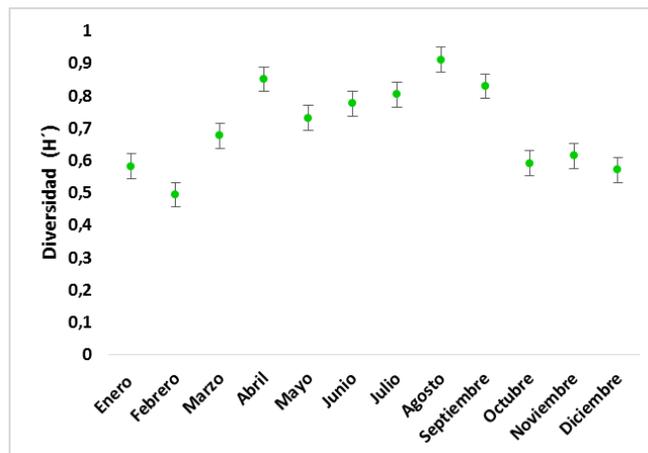


Fig. 64. Variaciones en el número de grupos registrados en la Presa Xhimojay.

### Diversidad ecológica de grupos

Los mayores valores de diversidad ecológica y de equitatividad se registraron en el mes de agosto (0.91 decits) (Fig. 65), los mínimos valores de diversidad ecológica y equitatividad se registraron en el mes de febrero con 0.49 decits.



a

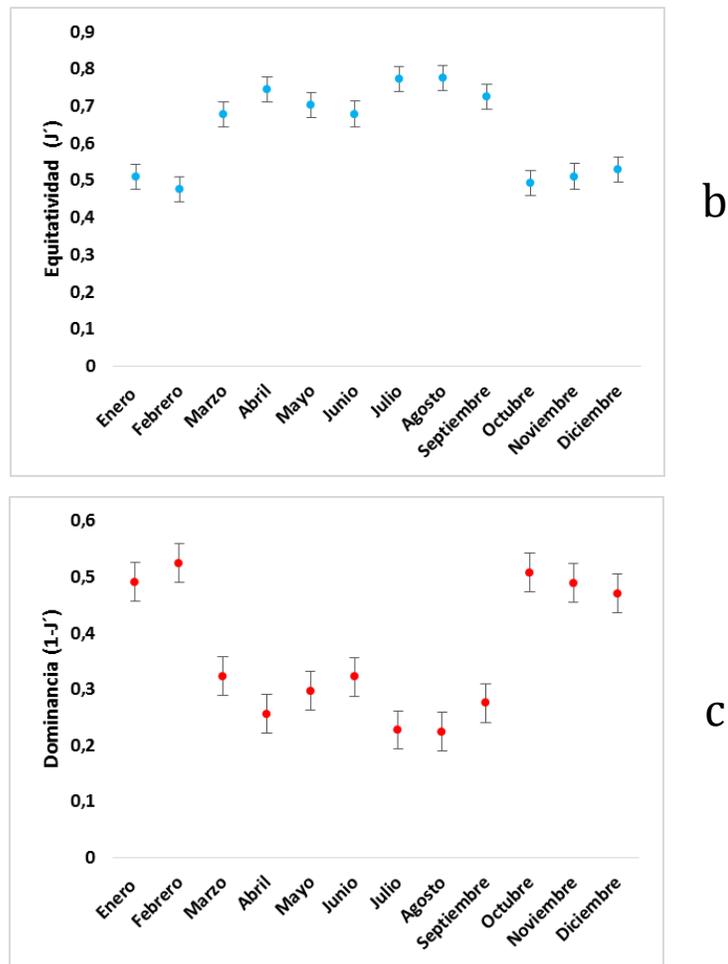


Fig. 65. Variaciones mensuales de a) Diversidad ( $H'$ ), b) Equitatividad ( $J'$ ) y c) Dominancia ( $1-J'$ ) en la Presa Xhimojay. (Se presenta el error típico para cada parámetro).

## Discusión

En la Presa Xhimojay se colectaron un total de 19 grupos con 15,643 organismos contrastando con los once grupos colectados en el embalse “San Miguel Arco” por Contreras y Navarrete (1995); así como con los 362 organismos colectados por Juárez e Ibañez (2003), en el lago de Metztitlán en Hidalgo.

La colecta del grupo Hemiptera concuerda con el estudio realizado por Contreras y colaboradores (2001), realizado en el municipio Soyaniquilpan de Juárez el cual se encuentra colindando al este con el municipio de Jilotepec. Para este grupo se muestra un aumento en la biomasa registrada en los meses de septiembre a octubre, así como un aumento en los niveles de profundidad, oxígeno disuelto y conductividad en la Presa Xhimojay, concordando con el estudio realizado por Contreras-Rivero y colaboradores (2005), donde concluyeron que la profundidad es un factor determinante para el desarrollo de los hemípteros.

Para Rico-Sánchez *et al.* (2012), los invertebrados acuáticos de Hidalgo no solo están influenciados por la calidad ambiental del sistema sino también por los niveles de nutrientes en la zona litoral, en la Presa Xhimojay los organismos colectados se encontraban en asociación con materia orgánica que se encontraba inmersa en los fondos, la profundidad máxima alcanzada fue de 92 cm (febrero) por lo que los organismos se pudieron haber desplazado libremente no solo por la zona litoral sino hundiéndose en la tierra o fijándose a rocas y plantas como en el caso de los moluscos (Fig. 66).

En febrero, marzo, mayo y julio se colectaron solamente 10 grupos contrastando con los 16 obtenidos en el mes de octubre. Para el mes de febrero y marzo se muestran las dos densidades más altas para el grupo Planorbidae; éstos pertenecen a un grupo trófico en el cual obtienen su alimento raspando o triturando la materia orgánica que está inmersa en los fondos y que puede encontrarse junto con rocas o algunas algas que se encuentran alrededor de los cuerpos de agua, apoyando lo señalado por Cummins (2014) y Naranjo (2003),

donde la biología del grupo Planorbidae nos indica que se distribuye en raíces y en cuerpos de agua cerca de la orilla.



Fig. 66. Disponibilidad de agua en el primer mes del muestreo en la Presa Xhimojay.

Marzo (Fig. 67) fue el mes donde el grupo Cladocera presentó su mayor densidad, Quiroz *et al.* (1999), señalan que este grupo domina en zonas profundas, aunque en este mes para la Presa Xhimojay no se registró la profundidad más alta; esto en comparación con las registradas en los otros meses. Así mismo en este mes se registró un valor promedio en cuanto al oxígeno disuelto, que, si bien no es el más alto, denota que el agua en este mes estaba bien oxigenada concordando con el estudio de Gómez-Márquez *et al.* (2013), donde se señala que el Grupo Cladocera se distribuye en aguas bien oxigenadas y con baja conductividad.

A pesar de que García y colaboradores (2010), encontraron una mayor cantidad de componentes zooplanctónicos (cladóceros y copépodos) así como una menor cantidad de anfípodos, se presentó caso contrario en la Presa Xhimojay, ya que se colectaron 3,775 ind/m<sup>2</sup> del orden Amphipoda en todo el año; para éstos los picos de abundancia se registraron en noviembre y marzo donde se estimó la menor temperatura del agua para ambos meses, por lo que se puede llegar a asociar que la temperatura del agua influye en la biología y desarrollo de los anfípodos.

Los coleópteros presentan un crecimiento significativo del mes de mayo a junio; ya que en entre los dos meses se mostró un decaimiento en la disponibilidad de agua

por lo que el lugar de muestreo estuvo restringido a las charcas de agua que quedaban de la presa (Fig. 68).



Fig. 67. Disponibilidad de agua en la Presa Xhimojay en el mes de marzo.



Fig. 68. Disponibilidad de agua en la Presa Xhimojay en el mes de Mayo.

Según lo señalado por Marshall *et al.* (1935), los calanoideos pueden desarrollarse óptimamente en sistemas que presenten una alta intensidad en cuanto a la exposición de la luz natural; en el entendido de que la luz natural va a penetrar mejor mientras menor sea la profundidad, se puede señalar que para el mes de

febrero no se colectó ningún individuo de este grupo esto debido a la profundidad registrada. En contraste para el mes de junio se colectó la mayor densidad registrada de calanoideos; siendo este mes en donde se presentó una de las menores profundidades registradas en el ciclo anual (Fig. 69).

Para junio también se registraron las densidades más altas de efímeras y de odonatos; éstos dos órdenes también estuvieron presentes en el estudio de Hurtado *et al.* (2005), donde no jugaron un papel importante en la abundancia registrada comparada con la de los dípteros, en la Presa Xhimojay se invirtieron los papeles ya que se colectaron más organismos de los órdenes Ephemeroptera y Odonata que de Díptera, en este mismo estudio mencionan la aparición del grupo Coleoptera como ocasional, en el caso de Xhimojay se presentó durante todo el año de muestreo.

A pesar de que muchas familias del orden Ephemeroptera son utilizados como indicadores de la calidad ambiental; la aparición de familias como Baetidae y Coenagrionidae en la Presa Xhimojay reflejan una buena calidad del agua; aunque Fonseca (2015), reporta que la calidad de agua de la presa es considerada ligeramente contaminada ya que se encontraron 14 familias indicadoras de mala calidad, tres de regular calidad y tres de buena calidad donde se incluyen las familias mencionadas.



Fig. 69. Disponibilidad de agua en la Presa Xhimojay en el mes de Junio.

Cuatro grupos de la clase insecta (Odonata, Ephemeroptera, Hemiptera y Coleoptera) presentaron picos en las abundancias que se registraron en el mes de junio, así mismo se colectaron diferentes estadios de náyade para el grupo Odonata; no se registró ninguna abundancia baja para ningún grupo, es decir, las características del cuerpo de agua que se registraron en el mes de junio (Fig. 69) favorecieron en algunos casos la proliferación y en otros la permanencia de los grupos (con excepción de los grupos ocasionales).

En contraste con el estudio realizado por Hurtado *et al.* (2005), donde los dípteros fueron los más abundantes; en Xhimojay se colectaron 219 ind/m<sup>2</sup>, siendo los hemípteros quienes presentaron la mayor abundancia con 4, 664 ind/m<sup>2</sup> en el mes de junio.

Según el estudio realizado por Quiroz *et al.* (2009), los factores bióticos afectan el desarrollo de los organismos; para Xhimojay no es la excepción ya que si vemos la disponibilidad de agua en el sistema vemos que los grupos de zoobentos incrementaron en los meses que presentaron una mayor cantidad de agua, mientras que en los meses con menor disposición de la misma (agosto) (Fig. 70) afectaron la aparición de algunos otros órdenes.



Fig. 70. Disponibilidad de agua en la Presa Xhimojay en el mes de agosto.

En este mes también se colectaron hirudineos concordando con la aparición de este grupo en el estudio realizado por Badillo-Solis *et al.* (1998), en tres embalses de Tlaxcala donde se menciona que las sanguijuelas son consideradas depredadores y con función de ectoparasitismo; según la determinación del grupo funcional que les da Cummins (2014), se obtiene la misma función en la trama trófica actuando también como un potencial regulador de poblaciones de órdenes inferiores.

La fauna bentónica abarca una gran cantidad de órdenes que podrían utilizarse para la producción, así como para estimar el nivel de contaminación de un cuerpo de agua. El ejemplo más claro de ello es el hecho de que en la Presa Xhimojay se encuentre una especie de crustáceo endémico (*Cambarellus montezumae*) el cual puede ser explotado para ser utilizado como alimento en acuicultura (Fernández y Segura, 1990), ya que son fácilmente cultivados en laboratorio; un experimento realizado por Arredondo-Figueroa *et al.* (2011), señalan que esta especie en condiciones controladas produce 3,162 organismos en 335 días, lo que puede ser comparado con los 1,051 ind/m<sup>2</sup> colectados durante todo el año de muestreo; en la Presa Xhimojay se observó que a menor profundidad se localizaban más acociles, mientras que en los meses que presentaron alta profundidad (diciembre) (Fig. 71) la población de acociles disminuyó, por lo que se muestra que la población de acociles es dinámica en sistemas naturales.

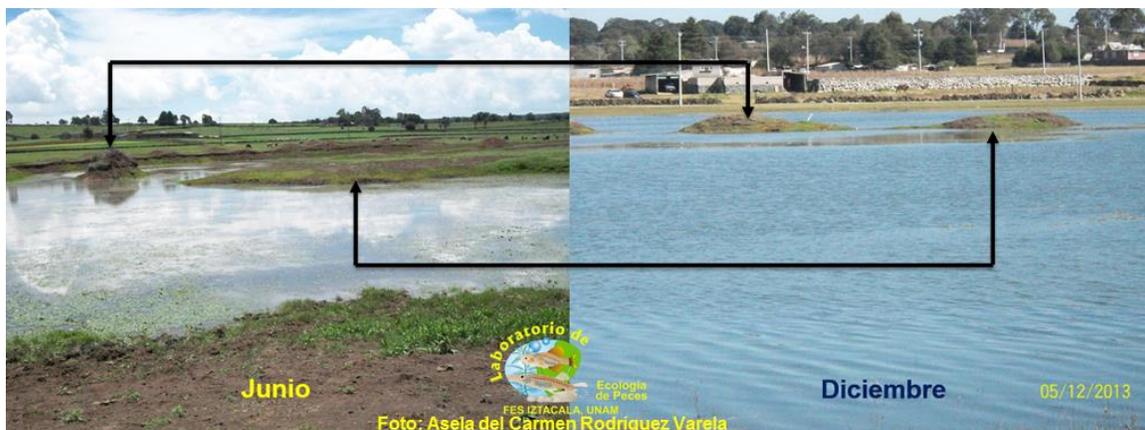


Fig. 71. Diferencias en la disponibilidad de agua en los meses de junio y diciembre de la Presa Xhimojay.

En el caso de los limneidos que solo se presentaron en el mes de octubre se muestra un llenado constante de agua en el sistema que comienza a partir del mes de agosto, Pérez (1995), menciona que este grupo está en las depresiones o hundimientos del suelo fangoso, por lo cual, si se encuentra un sistema donde se presente una gran cantidad de agua y basándonos en el uso de suelo que se le da al territorio que está cerca de la presa (agricultura y ganadería); se pueden formar pequeños pozos de agua donde prolifere este grupo.

Así mismo, octubre es el mes con mayor riqueza de grupos ya que se colectaron 16 de los 19 grupos totales; pero, no por ser el mes con más grupos, significa que las condiciones son propicias ya que solamente los limneidos presentaron su más grande abundancia (debido a que solo se presentaron en ese mes), para lo demás grupos colectados tres de ellos presentan unas de sus más bajas abundancias lo que nos indica que existió un aumento entre los parámetros fisicoquímicos de profundidad, transparencia, temperatura del agua y oxígeno disuelto; pero para pH y conductividad se mostró una disminución de dichos parámetros.

Una de las cosas que podemos asociar a este, es que para el mes de octubre el sistema se encuentra lleno de agua y con una gran transparencia que propicia el comenzar a tener condiciones óptimas debido a la transformación de energía de los organismos fitoplanctónicos, con lo cual comienza a activarse el primer nivel trófico de obtención de energía.

Contreras y Navarrete (1995), establecen que la distribución y abundancia de los grupos zoobentónicos en el embalse "San Miguel Arco" están influenciados por los cambios en el nivel del agua; para el mes de octubre se presentó la transparencia más alta, así como una gran disponibilidad de agua por su constante llenado, lo que favoreció la aparición de los 16 grupos colectados para ese mes. A pesar de obtener esta cantidad de grupos; ninguno de ellos presentó un pico en aumento en cuanto al número de organismos colectados; es decir, ningún grupo mostró un aumento drástico en la densidad de cada taxa.

Si observamos las biomasas obtenidas en el mes de octubre se puede mencionar que los grupos: Hidrachnidae, Ephemeroptera, Díptera, Hymenoptera y Ostracoda presentaron unas de las menores biomasas registradas en todo el año; en este sentido podemos mencionas a Quiroz *et al.* (2012), quienes en contraste encontraron una mayor dominancia del grupo Ostracoda en un ciclo anual en un cuerpo de agua en Morelos.

Los físidios presentaron sus mayores abundancias en los meses de noviembre y enero, meses en los cuales se presentaron profundidades similares en el sistema (Fig. 72), llegando a los meses de abril y mayo comenzó a bajar el número de individuos colectados (esto atribuido a la disponibilidad del agua) contrastando con el estudio de Pérez (1995), donde el grupo decrece en los meses de noviembre a enero. Aunque mencionan lo anterior, también establecen que este grupo presenta una mayor abundancia a comparación que otros grupos de moluscos concordando con los resultados obtenidos para la Presa Xhimojay.



Fig. 72. Diferencias en la disponibilidad de agua en los meses de enero y noviembre en la Presa Xhimojay.

Para noviembre (Fig. 73) se registró la más alta densidad y biomasa para los ciclopoideos, según lo señalado por Mauchline (1998), la mayoría de ciclopoideos y copépodos viven en ambientes bien oxigenados ya que migran a oxiclina favorables para la producción de huevos, esto con la ayuda de algunos quimiorreceptores; en el caso de la Presa Xhimojay se presenta una dinámica

similar, en los meses que presentaron mayores concentraciones de oxígeno disuelto obtuvieron una mayor cantidad de individuos; mientras que en los meses que presentaron una menor cantidad de oxígeno disuelto no se colectaron organismos.



Fig. 73. Disponibilidad de agua en la Presa Xhimojay en el mes de Noviembre.

A pesar de que durante el año de muestreo no se obtuvieron todos los grupos en un solo mes, la dinámica que presenta la presa continua; solamente algunos grupos se encuentran restringidos a ciertas temporadas, la mayoría de los grupos buscan estrategias para poder desarrollarse en condiciones “no favorables”, y son estas condiciones las que se ven reflejadas en las densidades y abundancias que presentan los grupos. Algunas veces las densidades no siempre corresponden con el nivel de biomasa que presentan los grupos; cosa que se vio reflejada en la Presa Xhimojay ya que a pesar de que el grupo más denso fueran los hemípteros no se vieron reflejados en la dominancia ya que competían contra los acociles; en este sentido el valor de importancia ecológica nos indica quien es el grupo que determina a la comunidad ya que toma en cuenta ambos factores, tanto la densidad como la dominancia como lo señalan Rodríguez-Varela *et al.* (2015b). Conforme el sistema comienza a vaciarse aumenta la conductividad, cuando comienza el llenado a partir del mes de julio (Fig. 74), se reestablecen los valores como se observaban en el mes de enero, el papel que juegan los organismos en

una comunidad es determinante para su existencia ya que están sujetos a cambios en la disponibilidad de los recursos lo que deriva en el uso de estrategias biológicas para su abundancia y distribución.



Foto: Asele del Carmen Rodríguez Varela  
Fig. 74. Diferencias de la disponibilidad de agua en los meses de julio y agosto en la Presa Xhimojay.

La riqueza taxonómica obtenida mostró una dinámica en la que en los meses con menor profundidad se presentaban mayor cantidad de grupos, esto se ve reflejado en los valores obtenidos de diversidad, equitatividad y abundancias registradas entre estos meses (de junio a septiembre); si bien la temporada de secas y lluvias interviene en el funcionamiento de la presa; también interviene la biología de cada grupo o la aparición de los grupos ocasionales; los cuales afectaron también los valores de diversidad ecológica obtenidos.

Los hirudineos, físidos, decápodos, ciclopoideos, anfípodos, calanoideos, efímeras, odonatos, hemípteros, coleópteros y dípteros presentaron fluctuaciones en biomasa y densidad en los meses con cambios de menor a mayor disponibilidad de agua; mientras que los planorbidos, cladóceros y ostrácodos fluctuaron en los meses que presentaron cambios de mayor a menor disponibilidad, lo que deriva en diversidad baja comparada con el estudio realizado por Hurtado *et al.* (2005), ya que en estos cuerpos de agua la abundancia de las especies está restringida a la disponibilidad de agua en el sistema.

Cummins *et al.* (2005), señalan la importancia de la utilización de los grupos funcionales para establecer el funcionamiento de una estructura trófica simple, sin

necesidad de analizar los estómagos de los organismos para conocer cuál es la dinámica del sistema, en este sentido éstos nos pueden dar indicios de cuáles son los factores que pueden estar interviniendo en un cambio ecológico de un cuerpo de agua ya que cada uno de los organismos que se encuentran en un lugar determinado cuentan con mecanismos morfológicos y de comportamiento por los cuales obtienen su alimento, por lo cual, se puede llevar a cabo una separación de cada uno de ellos según esta característica. De los diferentes roles que presenta Cummins (2014), el porcentaje más alto de aparición se encontró con los raspadores, ya que estos organismos se encontraron con mayor densidad que los otros grupos, mientras que el menor porcentaje de densidad lo obtuvieron los recolectores de depósitos.

## Conclusiones

La Presa Xhimojay se caracteriza por una conductividad baja, pH alcalino, aguas duras y tibias, muy oxigenadas, y transparencia y profundidad que varían a lo largo del año por la temporalidad y la acumulación de materia orgánica. Las mayores variaciones de profundidad se registraron entre agosto (mínima) y febrero (máxima).

Se identificaron 19 órdenes integrados en 9 clases colectando un total de 15,643 organismos.

La biodiversidad de la Presa Xhimojay es de: Oligochaeta, Hirudinea, Physidae, Planorbidae, Lymnaeidae, Calanoidea, Cyclopoidea, Cladocera, Ostracoda, Amphipoda, Decapoda, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hydrachnidae y Anura.

Los grupos que estuvieron presentes durante todo el año de muestreo fueron: Physidae, Amphipoda, Decapoda, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera y Coleoptera. Los grupos ocasionales fueron Hymenoptera, Ostracoda, Calanoidea, Cyclopoidea y Anura. Los Lymnaeidae y Oligochaeta solo se presentaron en un mes.

Los siguientes órdenes que presentan cambios en su densidad y biomasa como consecuencia de cambios en la profundidad del sistema fueron: Glossiphoniiformes de agosto a septiembre; Physidae de enero a febrero; Planorbidae de febrero a marzo; Cyclopoida, Amphipoda, Diptera y *Cambarellus montezumae* de abril a mayo; Cladocera de marzo a abril; Ostracoda de julio a agosto; el grupo Calanoidea, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera y Coleoptera de junio a julio.

Los grupos funcionales determinados fueron SC, P, GC, FC, DSH y HSH. El grupo funcional que tiene cada organismo depende de su estadio y familia.

Los hemípteros fueron los más densos, mientras que los decápodos fueron los más dominantes siendo éstos los del mayor valor de importancia ecológico.

La diversidad ecológica por grupos es baja debido a que el ambiente presenta cambios en la disponibilidad del agua en el sistema que está asociado a la temporada de lluvias y secas así como a las actividades antropogénicas.

## Referencias

- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: Un recuento actual. *Biodiversitas*. México. 48: 1-13.
- Alonso, A. y J. Camargo. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*. 3:1-12.
- Arredondo-Figueroa, J., A. Vásquez-González, L. Núñez-García, I. Barriga-Sosa y J. Ponce-Palafox. 2011. Aspectos reproductivos del acocil *Cambarellus* (*Cambarellus*) *montezumae* (Crustacea: Decápoda: Cambaridae) en condiciones controladas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:169-178.
- Badillo-Solís, A., R. Pérez-Rodríguez y R. Lamothe-Argumedo. 1998. Taxonomía e importancia ecológica de las "Sanguijuelas" (Annelida: Hirudinea) en tres embalses del Estado de Tlaxcala. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 48: 57-64.
- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1999. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega. Barcelona. 1147 p.
- Burch, J. y A. Cruz-Reyes. 1987. *Clave genérica para la identificación de gastrópodos de agua dulce en México*. Instituto de Biología. UNAM. México. 46 p.
- Carrera, C. y K. Fierro. 2001. Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *EcoCiencia*. Quito. 67 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2014. Indicadores de calidad del agua. <<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98>> [Consultado el 19 de agosto del 2014].
- Contreras, G. y N. Navarrete. 1995. Distribución y abundancia de los grupos zoobentónicos presentes en el embalse "San Miguel Arco", del Estado de México. XII Congreso Nacional de Zoología. Morelia, Michoacán, México.
- Contreras-Rivero, G., G. Camarillo de la Rosa, N. Navarrete-Salgado y G. Elías-Fernández. 2005. Corixidae (Hemiptera, Heteróptera) en el lago urbano del parque Tezozomoc, Azcapotzalco, México, D. F. *Revista Chapingo Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente*. 11(2): 93-97.
- Contreras, G., N. Navarrete, G. Elías y M. Rojas. 2001. Aspectos ecológicos de los Corixidae (Hemiptera, Heteróptera) en el estanque piscícola "GL" de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. *Hidrobiológica*. 11(1): 53-60.
- Cummins, K., R. Merrit y P. Andrade. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40(1): 69-89.
- Cummins, K. 2014. Macroinvertebrates as Indicators of streams and Rivers Under Stress. VI Congreso Nacional de Limnología. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Ciudad Universitaria, UNAM, México, D.F.

- De la Lanza-Espino, G., S. Hernández-Pulido y J. Carvajal-Pérez. 2000. *Organismos bioindicadores de contaminación*. Plaza & Valdez S. A. de C. V. México. 633 p.
- Domínguez, E. y H. Fernández. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. (primera edición) San Miguel de Tucumán – Argentina: Fundación Miguel Lillo. 656 p.
- Fernández, A. y L. Segura. 1990. *Invertebrados. El universo de la biología*. Segunda ed. Trillas. México. 83 p.
- Flowers, R. y C. de la Rosa. 2010. Ephemeroptera. *Rev. Biol. Trop.* 58 (Suppl. 4): 63-93.
- Fonseca, R. M. A. 2016. *Estudio de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua en la Presa Xhimojay en el municipio de Jilotepec, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Univ. Nal. Autón. México. 85 p.
- Gamboa, M., R. Reyes y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología*. 68:109-120 p.
- García, J., F. Molina, M. Díaz y H. Quiroz. 2010. Componentes fitoplanctónicos y zoobentónicos en el lago Zempoala, Morelos, México. *Acta Universitaria*. 20(2): 23-30.
- Gómez-Márquez, J., B. Peña-Mendoza, J. Guzmán-Santiago y V. Gallardo-Pineda. 2013. Composición, abundancia del zooplancton y calidad del agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*. 23(2): 227-240.
- Hanson, P., M. Springer y A. Ramírez. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Rev. Biol. Trop.* 58: 3-37.
- Hurtado, S., F. García-Trejo y P. Gutiérrez-Yurrita. 2005. Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos de la subcuenca del Río San Juan, Querétaro, México. *Folia Entomol. Méx.* 44(3): 271-286.
- Integrated Taxonomic Information System. En línea <www.itis.gov> [Consultado el 23 de enero del 2015].
- Juárez, J. y A. Ibañez. 2003. Abundancia y primer registro de macroinvertebrados bentónicos en el lago de Metztlán, Hidalgo, México. *Hidrobiológica*. 13(2): 137-144.
- Krebs, C. 1995. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins Publishers, New York, 801 p.
- López, F. y L. Zambrano. 2000. Propiedades limnéticas de sistemas dulceacuícolas pequeños en Acambay, México: correlación de datos de campo con imágenes de video en color. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM, 44: 64-84.
- McLaughlin, P., D. Camp, M. Angel, E. Bousfield, P. Brunei, R. Brusca, D. Cadien, A. Cohen, K. Conlan, L. Eldredge, D. Felder, J. Goy, T. Haney, B. Hann, R. Heard, E. Hendrycks, H. Hobbs III, J. Holsinger, B. Kensley, D. Laubitz, S. LeCroy, R. Lemaitre, R. Maddocks, J. Martin, P. Mikkelsen, E. Nelson, W. Newman, R. Overstreet, W. Poly, W. Price, J. Reid, A. Robertson, D. Rogers, A. Ross, M. Schotte, F. Schram, C. Shih, L. Watling, G. Wilson and D. Turgeon. 2005. *Common and scientific names of aquatic invertebrates*

- from the United States and Canada: crustaceans. American Fisheries Society, Special Publication 31. Bethesda, Maryland.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1001 p.
- Marshall, S., A. Nicholls y A. Orr. 1935. On the biology of *Calanus finmarchicus*. Part VI. Oxygen consumption in relation to environmental conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 20: 1-27.
- Mauchline, J. 1998. *Advances in marine biology. The Biology of calanoid copepods*. Academic Press. USA. 709 p.
- Merritt, W. y W. Cummins. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Kendall Hunt publishing company, U.S. A. 862 p.
- Naranjo, E. 2003. Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Rev. Biol. Trop.* 51: 495-505.
- Needham, G. y P. Needham. 1978. *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Reverte, S.A., España. 131 p.
- Pérez, R. 1995. Moluscos dulceacuícolas de la Presa Atlangatepec, Tlaxcala, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 46: 97-112.
- Pielou, E. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley-Interscience John Wiley & Sons. 285 p.
- Portal del ayuntamiento de Jilotepec, 2015. Localización del municipio. <<http://www.jilotepec-edomex.gob.mx/index.php>>[Consultado el 18 de Enero del 2015].
- Portal del Gobierno del Estado de México, 2015. Geografía y estadísticas: Hidrografía. <<http://qacontent.edomex.gob.mx/edomex/inicio/index.htm>> [Consultado el 18 de enero del 2015].
- Prontuario de información geografía municipal de Jilotepec. INEGI. <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15045.pdf>> [Consultado el 3 de abril del 2015].
- Quiroz, H., M. Díaz, R. Trejo y E. Elizalde. 1999. Aspectos sobre la abundancia y distribución de los principales grupos de la fauna bentónica en el lago "Zempoala", Morelos, México. *Ciencia y Mar*. 39-50.
- Quiroz, H., J. Martínez, J. García, F. Molina y M. Díaz. 2009. Análisis de los componentes zoobentónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en norte del Estado de Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10(4): 1-47.
- Quiroz, H., A. González, M. Díaz, F. Molina y J. García. 2012. Fauna bentónica en el bordo "La Poza" en la región oriente del estado de Morelos durante un ciclo anual. *Revista Electrónica de Veterinaria* 13(11): 1-16.
- Ramírez, A. 2010. Odonata. *Rev. Biol. Trop.* 58 (Supl. 4): 97-136.
- Rico-Sánchez A., A. Rodríguez-Romero, E. López-López y J. Sedeño-Díaz. 2012. Diversidad, abundancia y calidad ambiental de macroinvertebrados acuáticos en la laguna de Tecocomulco, Hidalgo, México. XVI Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación "Valoración de los Recursos Hídricos: un paso hacia la sostenibilidad en Mesoamérica". Panamá, Ciudad de Panamá.

- Rodríguez-Varela, A., A. Cruz-Gómez, K. Hernández-Pérez y L. Palacios-Navarro. 2015a. Ecología de los peces de la Presa Xhimojay, Estado de México, México. 289-302. *In: Alcocer, J., M. Merino-Ibarra y E. Escobar-Briones. (Editores). Tendencias de investigación en Limnología tropical: Perspectivas universitarias en Latinoamérica.* Asociación Mexicana de Limnología, A.C., Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. ISBN 978-607-02-7199-1.
- Rodríguez-Varela, A., A. Cruz-Gómez, H. Vázquez-López, M. Fonseca-Romero y A. Grimaldo-Bahena. 2015b. Zoobenthos in the Xhimojay Dam, State of México. *American Journal of Life Sciences.* 3(3): 175:183.
- Ruppert E. y R. Barnes 1996. *Zoología de los invertebrados.* 6th ed. McGraw Hill Interamericana. México. 1114 p.
- Ruttner-Kolisko, A. 1962. *A guide to the study of fresh-water biology.* Sn. Fco., Calif Golden-Doyic.
- Shannon C. y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication.* University of Illinois Press. Urbana. IL, EEUU. 144 p.
- Thorp J. y A. Covich. 2001. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.* 2nd ed, Academic Press, USA. 1056 p.
- Wetzel, R. G. 1980. *Limnología.* Ediciones OMEGA. España. 679 p.