



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

TRICÓPTEROS (INSECTA : TRICHOPTERA)  
DEL RÍO SAN BORJA EN EL PARQUE NACIONAL  
"DESIERTO DE LOS LEONES",  
DISTRITO FEDERAL, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

MARIA RAZO GONZALEZ

DR. JOAQUÍN BUENO SORIA

2008



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM



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.

## Hoja de datos del jurado

<b>1. Datos del alumno</b>	
Apellido paterno	Razo
Apellido materno	González
Nombre (s)	María
Teléfono	044 55 22 46 56 97
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	09806289-6
<b>2. Datos del tutor</b>	
Grado	Doctor en Ciencias
Nombre (s)	Joaquín
Apellido paterno	Bueno
Apellido materno	Soria
<b>3. Datos del sinodal 1</b>	
Grado	Doctor en Ciencias
Nombre (s)	Rosa Gabriela
Apellido paterno	Castaño
Apellido materno	Meneses
<b>4. Datos del sinodal 2</b>	
Grado	Doctor en Ciencias
Nombre (s)	José Arturo
Apellido paterno	Casasola
Apellido materno	González
<b>5.- Datos del sinodal 3</b>	
Grado	Doctor en Ciencias
Nombre (s)	Atilano
Apellido paterno	Contreras
Apellido materno	Ramos
<b>6. Datos del sinodal 4</b>	
Grado	Maestro en Ciencias
Nombre (s)	Enrique
Apellido paterno	González
Apellido materno	Soriano
<b>7. Datos del trabajo escrito</b>	
Título	Tricópteros (Trichoptera : Insecta) del Río San Borja en el Parque Nacional "Desierto de los Leones", Distrito Federal, México.
Número de páginas	71
Año	2008

“...algún día el plan divino pasará por la ciencia que es magia natural y santa.”

Roger Bacon

Dedico esta tesis a mis padres y a mis hermanos, por su estímulo y comprensión, pero sobre todo por el amor y el apoyo que me han brindado toda la vida.

A Rodrigo por ser un increíble ser humano, por su amor y por estar a mi lado en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincera y profunda gratitud al Dr. Joaquín Bueno Soria por su amistad, por la invaluable orientación, confianza y estímulo que me ha ofrecido a lo largo de mi formación profesional.

Agradezco también a la Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses, al Dr. José Arturo Casasola González, al Dr. Atilano Contreras Ramos y al M. en C. Enrique González Soriano por sus acertadas observaciones y sugerencias durante la revisión de este manuscrito.

A la Dra. Guadalupe de la Lanza Espino y al Sr. Salvador Hernández Pulido por su asistencia en el análisis del agua.

Al Biol. Rafael E. Barba Álvarez por su valiosa ayuda en el trabajo de laboratorio.

A la Ilustradora Angélica Balderrama Villegas por su asesoría en la elaboración de las figuras.

Un especial agradecimiento a Rodrigo Juárez Pérez por la inestimable ayuda que me brindó en el trabajo de campo, de laboratorio, por su afecto y constante apoyo.

También quiero agradecer profundamente a la Dra. Silvia Santiago Fragoso por haberme invitado a trabajar en la Colección Nacional de Insectos.

A la Dirección de Parques Recreativos, Cultura y Turismo de la delegación Cuajimalpa por el permiso DCRCT/693/2005.

A todos aquellos que me dieron aliento para consumir este trabajo.

## CONTENIDO

	PÁGINA
Resumen . . . . .	1
Introducción . . . . .	2
Antecedentes . . . . .	3
Objetivos. . . . .	10
Material y métodos . . . . .	11
Resultados . . . . .	20
Río San Borja, Parque Nacional “Desierto de los Leones”. . . . .	20
Adultos . . . . .	20
- Clave para la identificación de las familias de adultos machos presentes en el río San Borja. . . . .	23
- Clave para la identificación de adultos de la familia Limnephilidae presentes en el río San Borja. . . . .	26
- Clave para la identificación de las especies del género <i>Lepidostoma</i> Rambur presentes en el río San Borja . . . . .	27
- Listado de descripciones y figuras de las especies recolectadas en el Río San Borja . . . . .	28
Estadios inmaduros. . . . .	42
- Claves para la identificación de los géneros de larvas presentes en el río San Borja (Modificadas de Wiggins, 1996b). . . . .	44
Río Los Dinamos, Parque Ecológico “Los Dinamos” . . . . .	53
Comparación con los trabajos de Bueno <i>et al.</i> (1981a) y Montoya (1993) . . . . .	55
Discusión . . . . .	57
Conclusiones . . . . .	61
Literatura citada . . . . .	62
Apéndice I. . . . .	70

## RESUMEN

Los tricópteros pertenecen a un orden de insectos relativamente pequeño en número cuya metamorfosis es completa, presentan estadios inmaduros acuáticos con distintos grados de tolerancia a la contaminación, mientras que los adultos son terrestres, en su mayoría activos durante las horas del crepúsculo y la noche.

De septiembre de 2005 a septiembre de 2007, se realizó el estudio de los tricópteros del Río San Borja dentro del Parque Nacional “Desierto de los Leones” con el propósito de conocer su fauna, describir su distribución dentro del ecosistema acuático, evaluar el posible efecto de los parámetros fisicoquímicos del agua sobre la presencia de los tricópteros y hacer una comparación con las faunas presentes en otras regiones templadas de México como son La Magdalena, Distrito Federal; las Lagunas de Zempoala, Estado de México y dos zonas del Eje Neovolcánico Transversal en el estado de Michoacán.

El sitio de muestreo se localiza en las coordenadas 19° 18' 27" de latitud N y 99° 18' 45" de longitud O, a 2971 msnm. Se encuentra inmerso en un bosque de oyamel con clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano.

El material biológico se obtuvo mensualmente por medio de tres técnicas: para la recolección de los estadios inmaduros se utilizó una red triangular a contracorriente y por otro lado la toma directa de los organismos que se preservaron en etanol al 70%; y para los adultos se colocó una trampa de luz ultravioleta recolectando los organismos en cámaras letales con acetato de etilo y posteriormente se montaron. Todos los ejemplares se etiquetaron e identificaron.

Como resultado del trabajo de campo, se recolectaron e identificaron 604 insectos adultos incluidos en 5 familias, 6 géneros y 7 especies. En tanto que los 405 organismos de estadios inmaduros recolectados, se incluyeron en 5 familias y 6 géneros.

Los parámetros fisicoquímicos del agua evaluados fueron la concentración de oxígeno disuelto (7.06 a 7.35 mg/L), pH (entre 4.5 y 5), dureza (8.8 a 28.85mg CaCO<sub>3</sub>/L) y temperatura (8°C a 12.5°C).

El análisis de la riqueza de insectos del orden Trichoptera y de los parámetros fisicoquímicos del Río San Borja, ponen de manifiesto que la calidad de su agua es buena, favoreciendo el desarrollo de éste y otros grupos de animales. Además la comparación con el Río La Magdalena y con la bibliografía permitió comprobar que la diversidad encontrada es la que caracteriza a las zonas montañosas y frías.

## INTRODUCCIÓN

La importancia del estudio del Eje Neovolcánico Transversal reside en que ésta faja montañosa pertenece a la Zona de Transición Mexicana, área compleja en que se sobrelapan las faunas Neártica y Neotropical. Debido a su composición orográfica es una ruta de expansión de fauna Neártica y un importante centro de diversificación donde ocurren eventos de aislamiento y vicarianza (Halffter, 1987).

El Parque Nacional “Desierto de los Leones” fue el primero en ser declarado como Parque Nacional por el Presidente Venustiano Carranza el 27 de noviembre de 1917. Su designación se debió a la belleza natural de sus paisajes y al interés histórico de sus ermitas así como el antiguo convento de los monjes carmelitas, de gran valor histórico (COFEMER, 2004).

El parque es una de las áreas naturales más importantes dentro del suelo de Conservación del Distrito Federal y es un lugar privilegiado por su generosa naturaleza, sus bosques hacen aportaciones importantes a la regulación del clima y a la recarga de los mantos acuíferos, es un área generadora de oxígeno y filtradora de contaminantes. Además de recibir las precipitaciones pluviales más altas del Distrito Federal (entre 1200 y 1500 mm) la zona está catalogada como de capacidad moderada para la infiltración de agua y actualmente gran parte de sus manantiales son explotados para abastecimiento de agua de la zona urbana. Cuenta con un sistema de barrancas, cañadas y corrientes superficiales de agua al mismo tiempo que presenta características topográficas favorables para la conservación de flora y fauna nativa del Valle de México incluyendo especies endémicas y en alguna categoría de riesgo (Cuajimalpa de Morelos, 2007; COFEMER, 2004).

Los estadios inmaduros de los tricópteros son elementos importantes de los ecosistemas acuáticos y además muy usados para entender la situación sistemática de los taxa. Sin embargo hay muy pocas descripciones completas disponibles, razón por la cual deben ser más estudiados (Angrisano, 2002).

Debido a que la comunidad de invertebrados del Río San Borja en general y de insectos del orden Trichoptera en particular se desconoce se consideró importante integrar la información obtenida acerca de la diversidad de insectos del orden Trichoptera que habitan este río.



## ANTECEDENTES

El estudio científico de los insectos del orden Trichoptera en México se inició en el siglo XIX con trabajos enfocados al estudio de insectos acuáticos como los realizados por Walker en 1852 y Hagen en 1861, donde se registran algunas especies de tricópteros para México.

A pesar de que existe una buena cantidad de trabajos realizados por especialistas como Banks (1895, 1900, 1901, 1903, 1904, 1905), Denning (1941, 1962, 1964, 1965), Flint (1958, 1967a, 1967b, 1972, 1974), Mosely (1937, 1954), Ross (1938, 1947, 1959) y Ulmer (1905) entre otros, sobre registros de tricópteros en varias zonas de la República Mexicana, así como de descripciones de nuevas especies recolectadas en el país se puede considerar que el estudio del orden Trichoptera en México se torna más sistematizado hasta mediados de la década de 1970 con los trabajos de Bueno que muestrea más zonas del país de manera más consistente.

La mayor parte de las investigaciones realizadas por Bueno se han enfocado a las formas adultas, registrando nuevas especies, nuevas localidades de distribución e incluso nuevos géneros (Bueno-Soria, 1977, 1981, 1983a, 1983b, 1984a, 1984b, 1985, 1986, 1990; Bueno-Soria & Contreras, 1986; Bueno-Soria *et al.* 1981a, 1981b; Bueno-Soria y Flint (1978); Bueno-Soria & Hamilton, 1986; Bueno-Soria & Harris, 1993; Bueno-Soria & Santiago-Fragoso, 1979, 1980; Flint & Bueno-Soria, 1977). Además se ha trabajado con las formas inmaduras de algunas especies (Bueno-Soria *et al.* 1981a; Flint & Bueno-Soria, 1982; Flint & Bueno-Soria, 1987). Tales trabajos han permitido profundizar en el conocimiento de la evolución, taxonomía, ciclos de vida, rangos de distribución y ecología de las especies de tricópteros mexicanos. De la misma manera hasta el 2008 se han registrado cerca de 450 especies de tricópteros para México (com. pers. Bueno, 2008).

Sin embargo, la mayor parte de los estudios sobre los tricópteros de México se han llevado a cabo principalmente en zonas del sur, suroeste y el norte del país, dejando a la zona del Eje Neovolcánico Transversal relegada como área de estudio. La excepción son algunos trabajos como el de Flint & Bueno-Soria (1977) realizado en las Lagunas de Zempoala, Estado de México; posteriormente Bueno-Soria & Padilla (1980) ampliaron el conocimiento de los tricópteros con una nueva especie del género *Lepidostoma* Rambur y caracterizan a las especies de éste género como insectos de zonas altas y frías; Bueno-Soria, *et al.* (1981a) analizaron la distribución longitudinal de tricópteros a lo largo del Río Quila en el Estado de México; Montoya (1993) estudió dos zonas de Michoacán y Rojas (1995) estudió el Río Colorado en el Estado de México.

### ORDEN TRICHOPTERA

Los insectos del orden Trichoptera miden de 3 a 30 mm de longitud, con apariencia general de una palomilla (Ross, 1944). Su nombre hace alusión a las sedas que presentan las alas de los adultos (*trichos* = pelo, *pteron* = ala) y su vida dura aproximadamente un mes o menos (Ross, 1944. Ward, 1992). Son organismos holometábolos con larvas y pupas acuáticas y adultos terrestres.

La fauna de Trichoptera a escala mundial está representada por unas 10,000 especies, para Norteamérica se cuentan cerca de 1,200 especies (Ward, 1992) y en México se cuentan cerca de 450 especies (com. pers. Bueno-Soria 2008).

Las especies del orden se encuentran en todos los continentes excepto en la Antártica, y los podemos encontrar en ambientes dulceacuícolas (Bueno-Soria & Flint, 1978), en aguas salobres e incluso en el mar, encontrándose la mayor diversidad en ambientes lóticos fríos (Ward, 1992). Los tricópteros son insectos con actividad nocturna y durante el día permanecen ocultos en la vegetación cercana a los cuerpos de agua.

Aunque la mayor parte de los tricópteros norteamericanos son univoltinos (ciclo de vida anual), algunos requieren hasta dos años para desarrollarse mientras que unos pocos lo hacen en menos de un año (bivoltinos o multivoltinos) (Wiggins, 1996a).

En general, su ciclo de vida presenta el siguiente patrón: Los huevos son colocados sobre el agua, o la hembra se sumerge para pegar los huevos a las rocas o a la vegetación sumergida y de cada uno eclosiona una larva que puede o no construir una casa. Existen 5 estadios larvales y el último construye una casa pupal o sella la casa larval donde se lleva a cabo la transformación al estadio pupal que dura de 2 a 3 semanas, aunque en algunas especies se puede presentar una diapausa larval de hasta 6 meses (Ward, 1992). La pupa presenta mandíbulas muy esclerosadas que cortan el capullo, cuando las estructuras del adulto se han desarrollado completamente. Posteriormente la pupa nada hasta la superficie y se arrastra fuera del agua para anclarse a algún objeto y ahí se desgarran la cubierta pupal y emerge el insecto adulto que inmediatamente vuela. Los insectos adultos se ocultan en la vegetación y ahí mismo ocurre la cópula. Después del apareamiento sigue un periodo de maduración de los huevos dentro de la hembra hasta que lleva a cabo la puesta y comienza un nuevo ciclo (Ross, 1944).

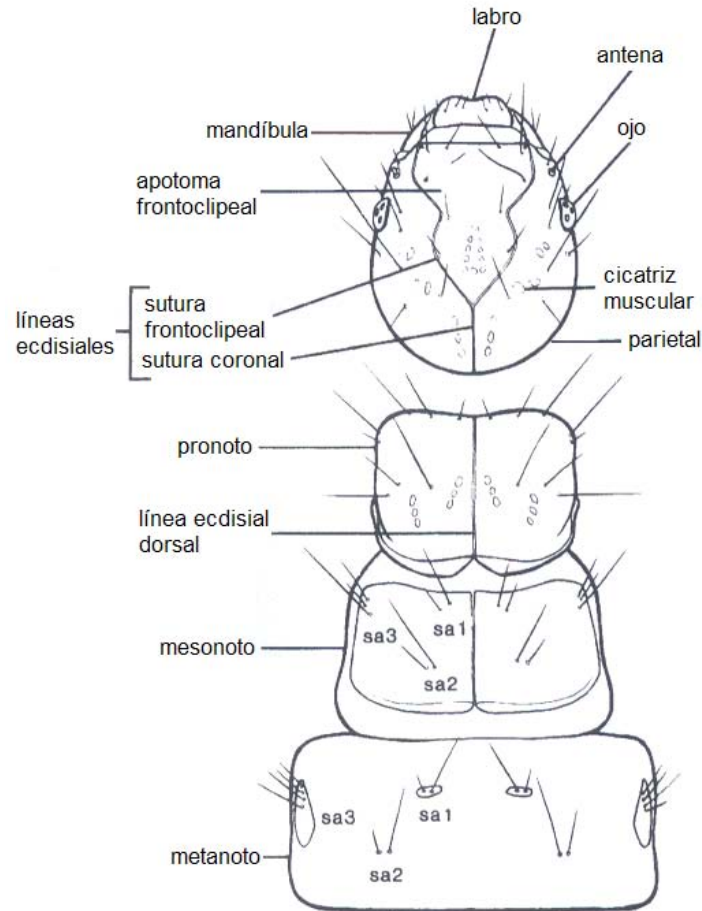
Las larvas de los tricópteros pueden o no construir refugios. Dentro del grupo de tricópteros que construyen casas, éstas pueden ser sólo de seda o incorporar trozos de plantas, animales o materia mineral. Dichos refugios son valiosos para conocer la posición taxonómica de los insectos a nivel de familia.

En la fase larvaria podemos encontrar una gran gama de hábitos alimenticios y mecanismos de alimentación, desde individuos generalistas hasta especializados. Los adultos no tienen mandíbulas funcionales de modo que comen muy poco, salvo el caso de líquidos como el néctar.

## MORFOLOGÍA GENERAL DEL ORDEN

### **Larva**

En vista dorsal, la cápsula cefálica está subdividida en tres partes por una sutura en forma de "Y", la cual está asociada con el proceso de muda; el apotoma frontoclipeal está separado a cada lado por las suturas frontoclipeales de los parietales. Posteromedialmente, los parietales se unen a lo largo de la sutura coronal y ventralmente corren a lo largo de la línea ecdisial ventral, pero frecuentemente los parietales están parcial o completamente separados medialmente por el apotoma ventral. Las antenas con forma de clavos son visibles en las larvas que construyen casas portátiles, pero no son aparentes en el resto de los grupos. Los ojos están formados por grupos de ocelos (Fig. 1). El borde cortante de las mandíbulas es de dos tipos básicos correlacionados con el método de alimentación: una serie de dientes o un borde completo raspador; la seda es emitida por una apertura en el extremo del labio.

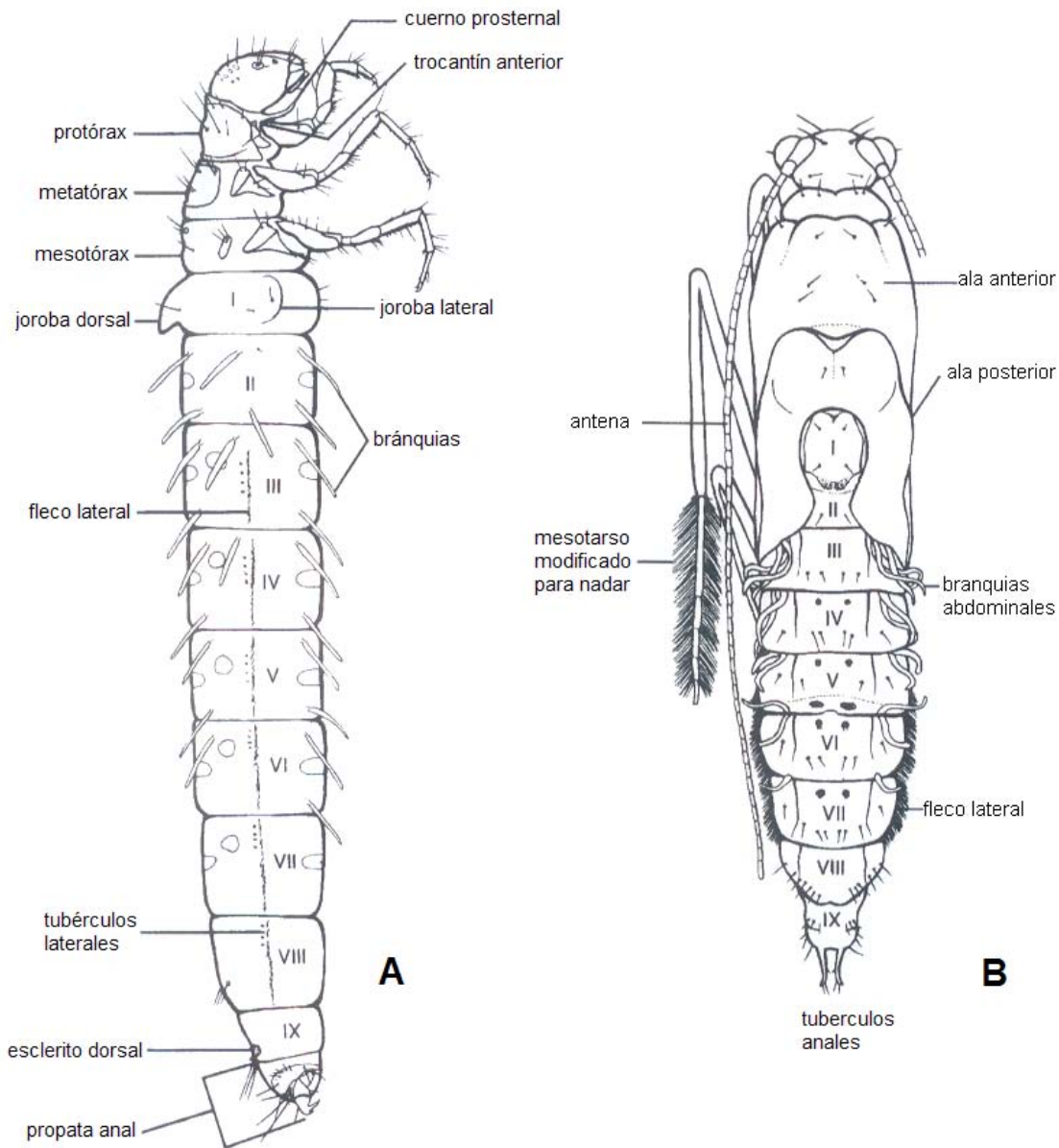


**Figura 1.** Vista dorsal de la cabeza y tórax de una larva del orden Trichoptera (Familia Limnephilidae). **sa.** Áreas sedales. (Modificado de Wiggins, 1996a).

El pronoto está cubierto por una placa dura esclerosada subdividida por una línea ecdisial media-dorsal; el mesonoto puede presentar placas esclerosadas, pequeños escleritos o puede ser completamente membranoso; el metanoto en la mayoría de las familias es completamente membranoso. Las sedas del notum en los dos últimos segmentos torácicos pueden estar solas o agrupadas, pero su arreglo básico en tres áreas –sa1, sa2 y sa3- es usualmente aparente (Fig. 1). En las familias con larvas ambulatorias, los pares de patas medio y posterior son evidentemente más grandes que el primer par de patas (Fig. 2A).

El abdomen está formado por 10 segmentos, por lo regular completamente membranosos excepto por un esclerito dorsomedial en el segmento IX, en algunas familias. Este esclerito no está pigmentado en todos los casos y puede ser difícil su distinción en ciertos grupos. En familias constructoras de refugios en forma de tubo que son portátiles, el segmento I usualmente presenta jorobas – una a cada lado y una dorsal-; dichas jorobas funcionan como espaciadores que facilitan el movimiento de la corriente respiratoria de agua a través de la casa, son retráctiles y pueden no ser prominentes en organismos preservados. Las branquias traqueales son extensiones filamentosas de la pared del cuerpo que contienen finas traqueolas en el epitelio. Las

branquias pueden ser únicas o ramificadas y están organizadas en pares dorsales, laterales y ventrales en cada lado de un segmento aunque en algunos grupos se han perdido totalmente. Las propatas anales al final del abdomen presentan una uña anal aguda que algunas veces tiene un pequeño gancho accesorio. Las propatas son cortas y están dirigidas lateralmente en las larvas que construyen casas portátiles, permitiéndoles asirse al recubrimiento sedoso de la casa, y en las larvas constructoras de redes son largas (Wiggins, 1996a).



**Figura 2.** **A.** Morfología general de una larva, **B.** Morfología general de una pupa del orden Trichoptera (Familia Limnephilidae) (Modificado de Wiggins, 1996a).

## **Pupa**

Las mandíbulas de las pupas están muy esclerosadas para cortar y abrir un orificio en la casa pupal a través del cual el insecto sale para nadar a la superficie y emerger de la cubierta pupal. En varias partes de la cabeza se presentan sedas gruesas únicas y en el labro además de formar grupos, se curvan apicalmente; grupos de sedas dorsales y ventrolaterales se presentan frecuentemente cerca de la base de las antenas.

Las alas compactadas están pegadas al cuerpo y las patas están plegadas ventrolateralmente. El tarso medio lleva un fleco de sedas denso, volviendo la pata más efectiva para nadar de la casa pupal a la superficie del agua (Fig. 2B).

Varios de los segmentos abdominales llevan escleritos dorsales pareados, las placas de ganchos, las cuales se designan como anteriores o posteriores de acuerdo a su posición en el segmento, al menos el segmento V tiene ambos pares de placas. Los ganchos en las placas anteriores están dirigidos posteriormente y los de las placas posteriores se dirigen anteriormente. Estos escleritos abdominales se enganchan al recubrimiento sedoso del refugio, permitiéndole al insecto moverse con la casa y es de especial importancia cuando está listo para salir de la casa y emerger. Un fleco lateral de filamentos delgados se desarrolla variadamente en el abdomen de cierto número de familias, ausente en otras; cuando se presenta, el fleco lateral se extiende a lo largo del margen de varios segmentos, tornándose ventral en el segmento VIII. En tricópteros de varias familias se presenta en el ápice del abdomen un par de procesos anales; éstos frecuentemente son elongados, pero también pueden ser cortos y lobulados (Wiggins, 1996a) (Fig. 2B).

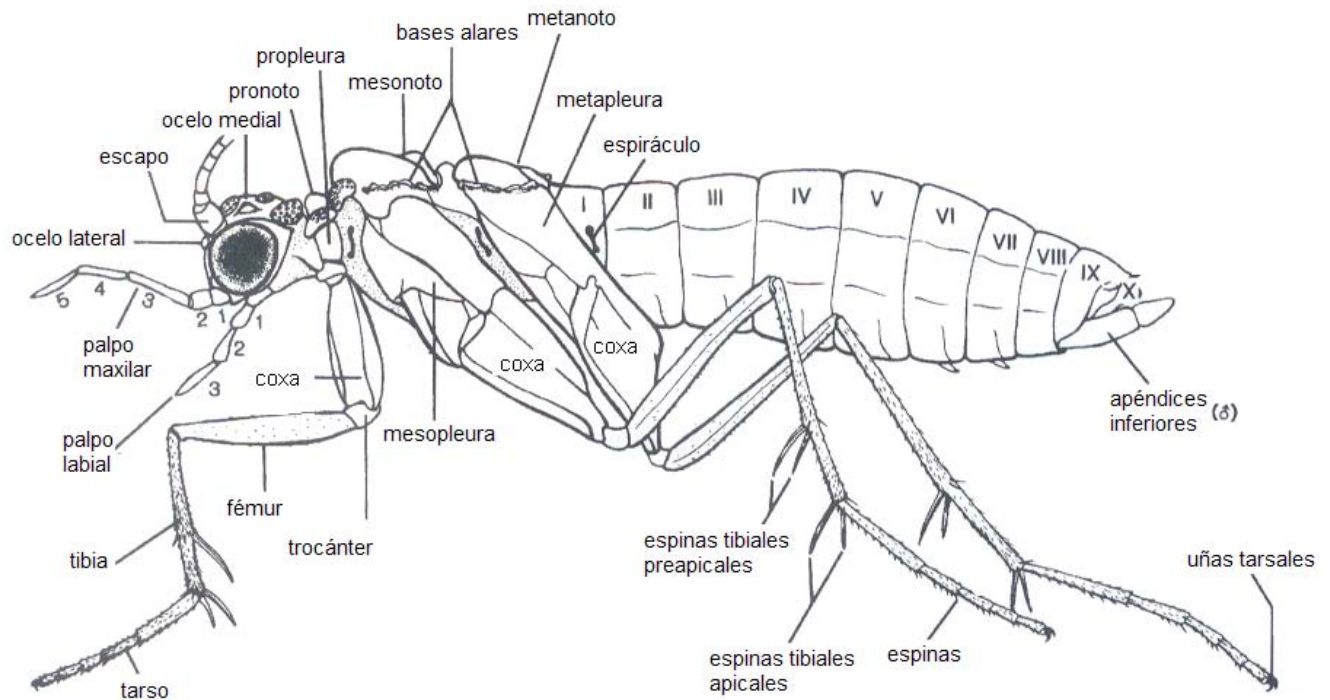
## **Adulto**

Los tres ocelos que se presentan en la cabeza de los organismos de algunas familias, tienen una apariencia globular. El número y el tamaño relativo de los artejos en los palpos maxilares es un carácter diagnóstico muy importante (Fig. 3).

Las espinas tibiales de las patas son sedas largas modificadas, en el ápice de la tibia aparecen en pares, y solas o pareadas en posición preapical. El complemento total de espinas se expresa en forma abreviada dando el número de espinas respectivo en las patas anteriores, medias y posteriores. Las alas de los tricópteros proveen una riqueza de caracteres taxonómicos incluyendo la forma, la venación y otros aspectos.

El segmento I del abdomen está reducido ventralmente. Un par de glándulas, probablemente feromonales, se abren en el esternito del segmento V, frecuentemente en un área esclerosada de forma ovoide o en un filamento delgado.

Los machos se distinguen fácilmente de las hembras por presentan al final del abdomen un par de estructuras a manera de pinzas que se denominan apéndices inferiores (Fig. 3) y en general los machos presentan una estructura genital más compleja que las hembras (Wiggins, 1996a).



**Figura 3.** Morfología general en vista lateral de un insecto adulto del orden Trichoptera (Modificado de Wiggins, 1996a).

### BIOMONITOREO

Los primeros intentos de estimación de la calidad del agua se basaron en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la misma, sin embargo éstos análisis sólo dan una valoración instantánea. Por otra parte el estudio de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que habitan los cuerpos de agua, además de ser una solución más económica e integral, permite evaluar los efectos de la perturbación a largo plazo ya que su estructura funcional integra el efecto de muchos factores ambientales y además requiere un tiempo más o menos prolongado para recuperarse tras experimentar un cambio.

El estudio de los cambios que se producen en la comunidad de macroinvertebrados, dentro de la que se incluyen los tricópteros, se ha mostrado como una herramienta eficaz para valorar estas perturbaciones, sin embargo es necesario profundizar en la ecología y taxonomía de los grupos para poder mejorar los índices existentes (Alonso & Camargo, 2005).

Los tricópteros en general son intolerantes a la contaminación por lo que pueden actuar como indicadores de la calidad del agua (Ward, 1992), sin embargo en Latinoamérica la investigación acerca de la correlación entre los estadios inmaduros y los insectos adultos, así como la elaboración de claves de identificación de las larvas y las pupas a nivel de especie están poco desarrolladas de modo que son raros los casos en los que una larva puede identificarse hasta éste nivel. Actualmente las descripciones de especies se basan principalmente en la observación de la genitalia de los machos adultos de forma que resta aún por conocer un buen porcentaje de los estadios inmaduros acuáticos (Rojas, 2006).

La carencia de claves de identificación a nivel de especies para los estadios inmaduros adquiere especial importancia cuando se habla de evaluar la riqueza de las comunidades ya que propicia errores de sobreestimación o subestimación al realizar un registro subjetivo de especies (Resh & Jackson, 1993).

Resh & Unzicker (1975) también notaron que los macroinvertebrados congéneres muestran frecuentemente un amplio rango de tolerancia a la contaminación y concluyeron que la identificación a nivel de especie es esencial para un monitoreo más certero de la calidad del agua.

Además el hecho de tener la descripción de todos los estadios de una especie nos permite ampliar el espectro de acción en cuanto el estudio de los tricópteros y así poder tener información completa que nos permita realizar otro tipo de estudios.

## OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de los insectos del Orden Trichoptera en el Parque Nacional “Desierto de los Leones”, Cuajimalpa, Ciudad de México; y ampliar la información referente al registro de especies especialmente en el Distrito Federal.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar la riqueza y la abundancia de especies de insectos del orden Trichoptera del Río San Borja en el Parque Nacional “Desierto de los Leones”.
- Apreciar el comportamiento de las poblaciones a lo largo del año.
- Elaborar claves para la determinación de las especies de tricópteros adultos y de los géneros de estadios inmaduros del Río San Borja.
- Evaluar el posible efecto de los parámetros fisicoquímicos sobre la riqueza y la abundancia de tricópteros.
- Contribuir al acervo de ejemplares de la Colección Nacional de Insectos (CNIN-IBUNAM) del Instituto de Biología, UNAM.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr un registro completo de la diversidad de especies, se realizaron muestreos prospectivos a lo largo del río y se elaboró un calendario de recolecciones mensuales comprendidas del mes de septiembre del 2005 al mes de agosto del 2006 para representar las cuatro estaciones del año. Se eligió el sábado más cercano al día de luna nueva de cada mes para hacer el muestreo. De igual manera se definió un solo punto de muestreo localizado en las coordenadas 19°18'27" de latitud N y 99°18'45" de longitud O, a 2971 msnm (Fig. 6).

### ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional "Desierto de los Leones" (19°20'-19°15' N; 99°20'-99°17' W) se ubica dentro de las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón, 32 kilómetros al suroeste del centro de la Ciudad de México (CONANP, 2007; Fig. 5).

### Geología y edafología

El Parque pertenece a la unidad geomorfológica Sierra de las Cruces, que forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y la subprovincia de los lagos y volcanes de Anáhuac. El sistema de topofomas dominante en la región es la sierra volcánica de laderas escarpadas (INEGI, 2007a).

El terreno donde se ubica el "Desierto de los Leones" desciende altitudinalmente, de sur a norte, desde la cima del cerro San Miguel con una elevación de 3,790 msnm, hasta la zona situada al norte del Ex-convento con una elevación de 2,700 msnm y una altitud media de 3500 msnm. La litología de la zona, conformada principalmente por roca ígnea extrusiva pertenece totalmente al periodo Terciario y Postterciario de la era Cenozoica (COFEMER, 2004).

Los suelos de origen volcánico son profundos, bien drenados y fértiles; húmedos la mayor parte del año y con un pH ligeramente ácido. Según el INEGI (2000), en la totalidad del parque el suelo se clasifica como de tipo podzólico y corresponde al tipo café vegetal con textura arcillo-arenosa.

### Clima

Con base en la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), el clima para el "Desierto de los Leones" es de tipo C(w<sub>2</sub>)(w)(b')ig, semifrío, subhúmedo, con una temperatura media anual de 5 a 12°C y el mes más frío de -3 a 18°C.

### Hidrología

El "Desierto de los Leones" se encuentra en la Región Hidrológica del Pánuco, la cuenca del Río Moctezuma y la subcuenca del Lago de Texcoco-Zumpango (INEGI, 2007b). Dentro del parque tienen origen el arroyo Agua de Leones y el río Santo Desierto, que son los afluentes de los ríos Hondo y Mixcoac, respectivamente.

El río Mixcoac se origina en un conjunto de pequeños tributarios que constituyen el río San Borja y éste junto con el río Agua de Leones, son considerados los ríos permanentes más importantes del área y dan origen al río Santo Desierto (CONANP, 2007).

El Río San Borja tiene Se forma por un agregado de pequeños afluentes, como son: Palomas, Piletas, Lloronas, San Miguel, La Portería, Zorrillos, San José Monarca,

Arcos de las Canoas, Cuacumac, Ocotes, Capulines, Lobos, San Juan Copa y Corral Atlalco algunos de ellos bajan de los cerros El Caballete y Los Hongos (INEGI, 2003). En él se presentan varios microhábitats entre los que destacan las zonas de corriente rápida con sustrato rocoso, zonas de corriente lenta con sustrato arenoso, zonas de corriente media con acumulación de una gran cantidad de materia orgánica y regiones a la orilla del río con sustratos sumergidos, entre otros (Fig. 4).



**Figura 4.** Río San Borja en el Parque Nacional “Desierto de los Leones” mostrando el sustrato rocoso y la vista típica de la zona.

### Vegetación

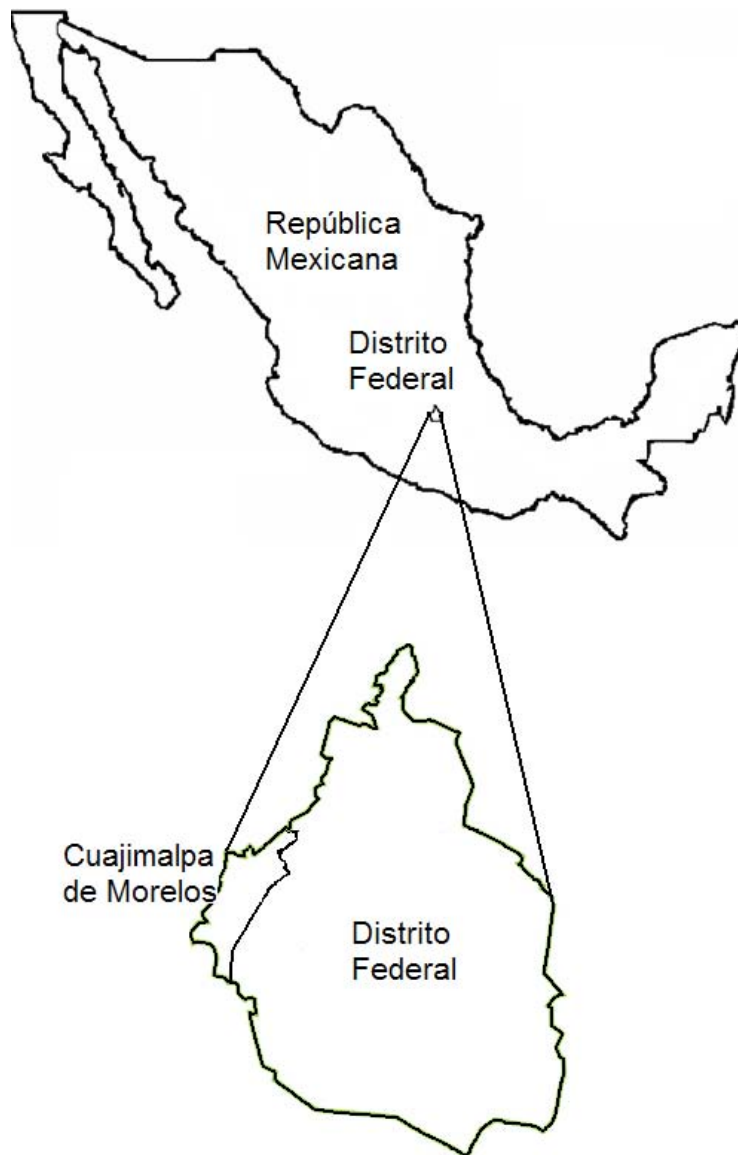
Dentro de las 1529 hectáreas que abarca el Parque Nacional, se salvaguardan bosques de oyameles, cuya especie predominante es el *Abies religiosa*, distribuidos sobre suelos profundos, bien drenados, húmedos y ricos en materia orgánica. En combinación con los oyameles son comunes diferentes especies de *Quercus*, como *Q. laurina* Humb. & Bonpl., *Q. castanea* Née, *Q. laeta* Liebm., entre otras; *Salix paradoxa* Kunth, *Berberis moranensis* Hebenstr. & Ludw., *Garrya laurifolia* Benth., *Arbutus xalapensis* Kunth, *Buddleia cordata* Kunth, *Clethra mexicana* DC, *Senecio barba-johannis* DC, *Symphoricarpos microphyllus* Kunth, *Cestrum anagyris* Dunal., *Solanum cervantesii* Lagasca, *Physalis viscosa* L., *Fuchsia microphylla* Kunth, *Geranium seemannii* Peyr., *Valeriana clematitidis* Kunth y *Archibaccharis hirtella* Heering (COFEMER, 2004; IPNI, 2004), así como algunas especies de los género *Eupatorium*, *Acaena*, *Brachypodium*, *Sigesbeckia*, *Alchemilla*, *Salvia* y *Thuidium* (Rzedowski, 1978).

Otros tipos de vegetación presentes son los bosques de coníferas (de *Pinus hartwegii* Lindl.), los pastizales, zonas perturbadas (Flores-Villela y Geréz, 1988) y el bosque mesófilo de montaña en las barrancas bien protegidas (Challenger, 1998).

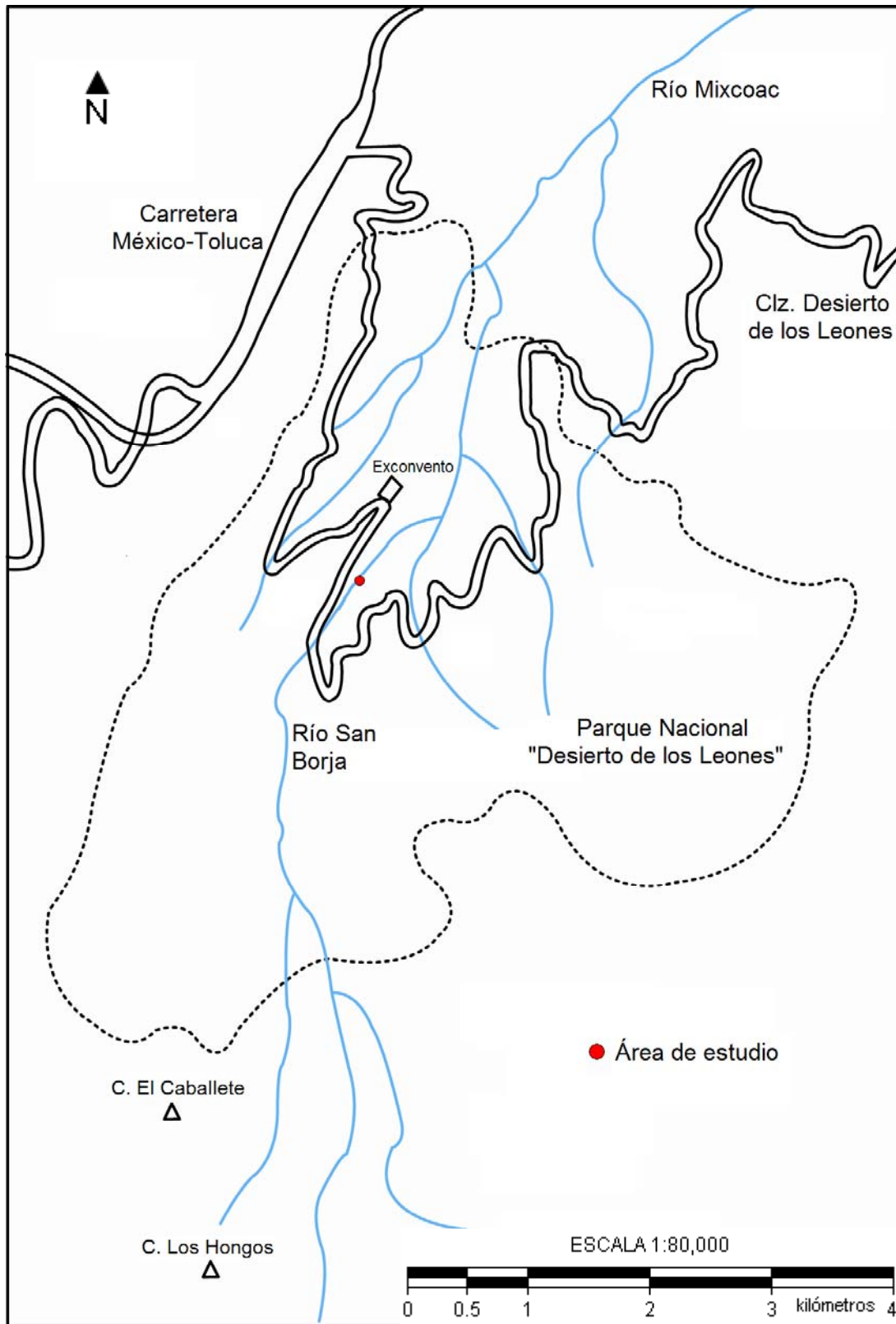
Además se pueden encontrar varias especies de líquenes y una gran diversidad de hongos que hasta ahora cuenta con 103 especies registradas (CONANP, 2007).

## **Fauna**

Entre la fauna destacada del parque se hallan: tlaconete pinto (*Pseudoeurycea belli* (Gray)), tlaconete de Morelos (*Pseudoeurycea altamontana* (Taylor)), tlaconete de pies negros (*Pseudoeurycea tlilicxitl* Lara-Góngora), salamandra (*Chiropterotriton chiropterus* (Cope)), salamandra de arroyo de montaña (*Ambystoma altamiranoi* (Dugés)) ranita verde (*Hyla plicata* Brocchi), falso escorpión (*Barisia imbricata* (Wiegmann)), lagartija espinosa (*Sceloporus grammicus* Wiegmann), culebra de agua (*Thamnophis scaliger* (Jan)), serpiente de cascabel (*Crotalus triseriatus* (Wagler)), codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura* (Jardine & Selby)), zafiro oreja blanca (*Hylocharis leucotis* (Vieillot)), chipe rojo (*Ergaticus ruber* (Swainson)), chara crestada (*Cyanocitta stelleri* (Gmelin)), gavián pecho Rufo (*Accipiter striatus* Vieillot), aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus* (Gmelin)), mirlo acuático norteamericano (*Cinclus mexicanus* Swainson), jilguero común (*Myadestes occidentalis* Stejneger), mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola* (Sclater)), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann), tlacuache (*Didelphys virginiana* Kerr), conejos (*Sylvilagus floridanus* (J.A. Allen) y *S. cunicularius* (Waterhouse)), tuza (*Cratogeomys merriami* Thomas), mapache (*Procyon lotor* (Linnaeus)), coyote (*Canis latrans* Say), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber)), lince (*Lynx rufus* (Schreber)) y cacomixtle (*Bassariscus astutus* (Liechtenstein)), (COFEMER, 2004; Cuajimalpa de Morelos, 2008; UICN, 2007).



**Figura 5.** Ubicación geográfica del Distrito Federal y de la Delegación Cuajimalpa de Morelos.



**Figura 6.** Mapa del Parque Nacional Desierto de los Leones y ubicación de la localidad de estudio sobre el Río San Borja.



## INSECTOS ADULTOS

### Recolección y preservación

Debido a que los adultos son de hábitos crepusculares y nocturnos, y además son atraídos por la luz, la recolección de éstos ejemplares se realizó por medio de una trampa de luz ultravioleta. Dicha trampa, constituida por una manta blanca de aproximadamente 2.2 X 1.5 m se aseguró con cuerdas, se iluminó con una lámpara de luz ultravioleta de 25 watts con filtro blanco y una fuente de energía (Blahnik & Holzenthal, 2008); se colocó en la ribera del Río San Borja entre las 18:00 y las 22:00 horas (Fig. 7). Las recolecciones se realizaron mensualmente en fechas cercanas a los días de luna nueva para potenciar la efectividad de la trampa de luz.



**Figura 7.** Recolección nocturna de tricópteros adultos utilizando una trampa de luz ultravioleta.

Los insectos atraídos por la luz de la trampa fueron colocados directamente en cámaras letales con acetato de etilo para fijarlos. Posteriormente fueron montados en alfileres entomológicos y se etiquetaron. Una vez preparados se llevaron al Laboratorio de Entomología Acuática del Instituto de Biología de la UNAM.

## **Identificación**

Para la identificación a especie de los insectos adultos se procedió a ablandarlos en una cámara húmeda durante 24 horas, a continuación se cortó el abdomen a partir del segmento IV y se sumergió en una solución de KOH al 10 % durante 24 horas con el propósito de disolver los tejidos internos y que la cutícula se aclarara. Una vez que el abdomen se aclaró, se extrajo de la potasa y se enjuagó con etanol al 70% para eliminar los restos de tejidos blandos (Blahnik & Holzenthal, 2008). Por último, el abdomen se colocó sobre un portaobjetos excavado con glicerina; de ese modo fue posible analizar visualmente en el microscopio estereoscópico Stem SV11 y en el microscopio óptico Axiostar Pluss la forma y disposición de los segmentos IX y X, de los apéndices inferiores y del *phallus*. Después de la identificación, los abdómenes se colocaron en viales de vidrio con glicerina para anexarlos con los insectos correspondientes.

La identificación de los insectos del orden Trichoptera se realizó con el apoyo de las claves taxonómicas de Ross (1944) y Wiggins (1996a) para las familias y los géneros; mientras que para las especies se emplearon las de Barba (1991), Tufinio (1986), Weaver (1983), Parker & Wiggins (1984), Flint *et al.* (1999), Flint (1970), Haddock (1977) y Ruiter (1995).

## **ESTADIOS INMADUROS**

### **Recolección y preservación**

Para la recolección de estadios inmaduros se utilizó una red triangular que se colocó contracorriente; a continuación se removió el sustrato, los objetos flotantes y la vegetación sumergida en las orillas del río con el fin de liberar a las larvas y sus refugios. Adicionalmente el sustrato restante de la red se colocó en una charola de peltre blanca y se revisó manualmente para recolectar los organismos que en ella se encontraban (Borror *et al.* 1981).

Otro método consistió en la recolección directa de larvas y pupas buscándolas en la superficie de las rocas y objetos sumergidos y tomándolas con ayuda de unas pinzas entomológicas (Fig. 8) para posteriormente fijarlas en etanol al 70%.



**Figura 8.** Método de recolección de larvas y pupas en el sustrato rocoso del Río San Borja.

Los ejemplares separados, se colocaron en frascos de vidrio y se etiquetaron con los datos de la localidad, coordenadas geográficas, altitud, fecha de recolección y el nombre de los recolectores.

### **Identificación**

Los ejemplares se transportaron al Laboratorio de Entomología Acuática del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se procedió a la observación de los refugios, los caracteres morfológicos diagnósticos y se realizó la identificación mediante la consulta de las claves de Wiggins (1996b), Morse & Holzenthal (1996) y Bueno-Soria (en prensa). Al término de la identificación los ejemplares de estadios inmaduros se guardaron en viales con etanol al 70%.

### **PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS**

Debido a que se recolectó un escaso número de especies en el Río San Borja, se realizó un segundo período de muestreo esta vez comprendido entre los meses de octubre de 2006 a septiembre de 2007. En los primeros seis meses de este segundo ciclo se cuantificaron mensualmente algunos parámetros fisicoquímicos del agua tales como la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno disuelto y la dureza.

Las temperaturas ambiente y del agua fueron registradas con un termómetro de mercurio Brannan graduado de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ . El pH fue determinado con tiras



reactivas. La concentración de oxígeno disuelto se determinó por medio del Método de Winkler (Harris, 2005) y la dureza se midió a través de la titulación con EDTA (Harris, 2005).

Una vez registrados los datos, se obtuvo el coeficiente de correlación para cada uno de los parámetros fisicoquímicos en relación con la abundancia total mensual y la riqueza total mensual.

Además, con el objeto de hacer una comparación cualitativa, se muestreó un sitio en el Río La Magdalena de octubre del 2006 a septiembre del 2007 y, al igual que en el Río San Borja, durante los últimos seis meses se midieron los parámetros fisicoquímicos antes mencionados. Sin embargo, en este caso la recolección de adultos solo se realizó con red aérea. La estación de muestreo se localizó en las coordenadas 19°15'55" N y 99°17'38" O a 3105 msnm.

Así mismo, se realizó una comparación con los resultados obtenidos en los trabajos realizados por Bueno *et al.* (1981a) en el Río Quila, Lagunas de Zempoala y por Montoya (1993) en el estado de Michoacán. Dichos trabajos se efectuaron en áreas con características similares a las encontradas en el Río San Borja.

El material recolectado durante este estudio se depositó en la Colección Nacional de Insectos (CNIN-IBUNAM) del Instituto de Biología de la UNAM.

## RESULTADOS

### Río San Borja, Parque Nacional “Desierto de los Leones”.

#### ADULTOS

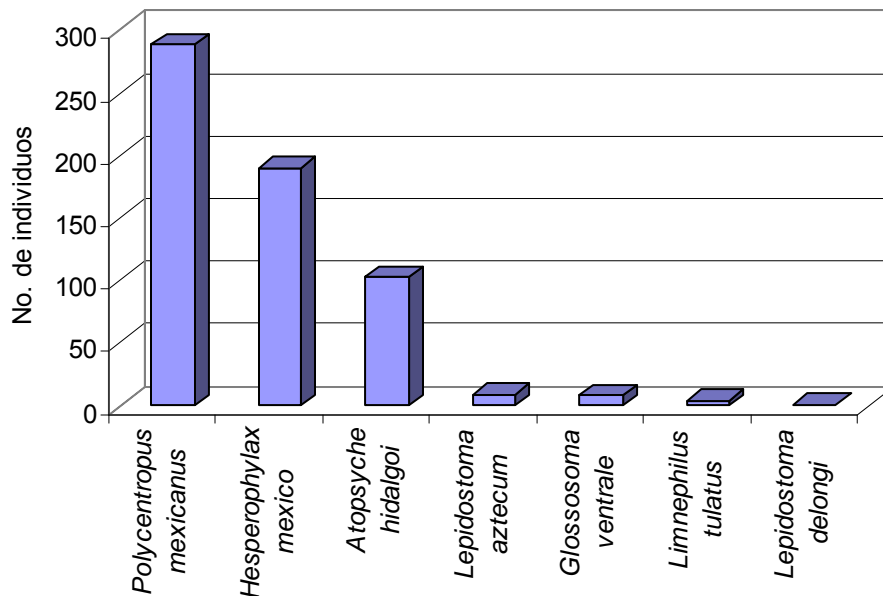
#### Riqueza y abundancia

De septiembre del 2005 a agosto del 2006 se capturaron 229 insectos adultos y de octubre del 2006 a septiembre del 2007 se recolectaron 375 ejemplares teniendo un total de 604 adultos, pertenecientes a 5 familias, 6 géneros y 7 especies.

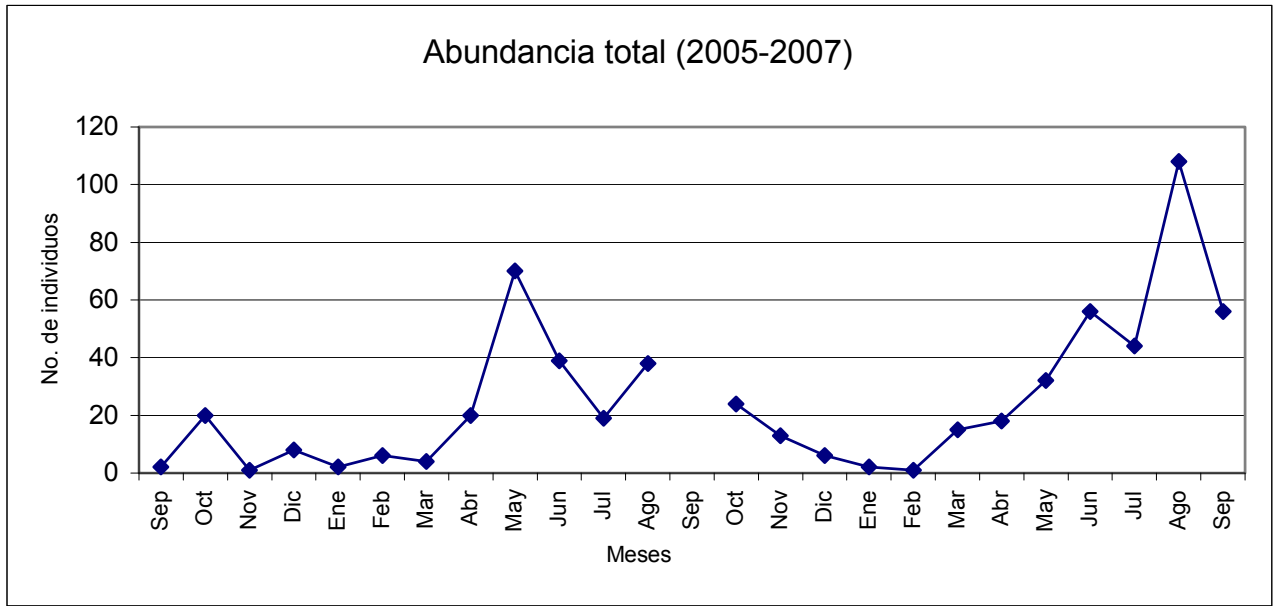
Cuadro 1. Grado de tolerancia a la contaminación, de acuerdo con Bouchard (2004) en las especies registradas en el Río San Borja.

Familia	Especie	° de tolerancia
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche hidalgoi</i> Flint	0
Glossosomatidae	<i>Glossosoma ventrale</i> Banks	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus mexicanus</i> (Banks)	6
Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma aztecum</i> Flint & Bueno	1
	<i>Lepidostoma delongi</i> Ross	1
Limnephilidae	<i>Hesperophylax mexico</i> Parker & Wiggins	4
	<i>Limnephilus tulatus</i> Denning	4

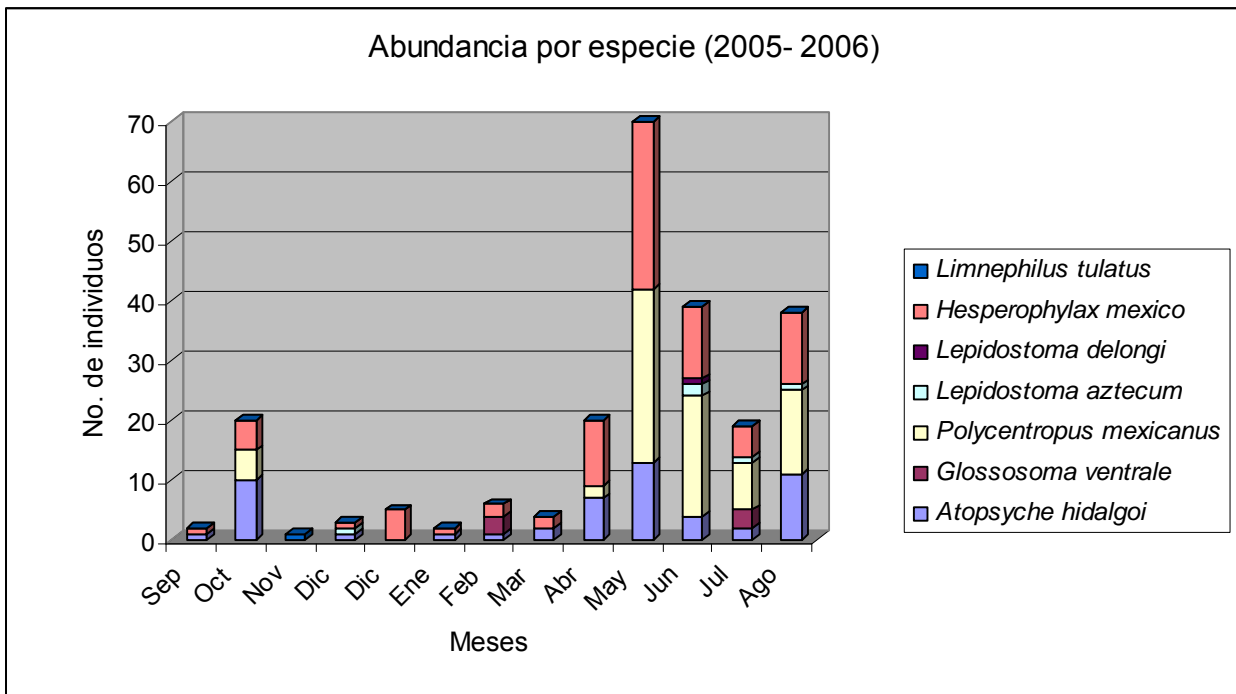
Abundancia de insectos por especie (2005-2007)



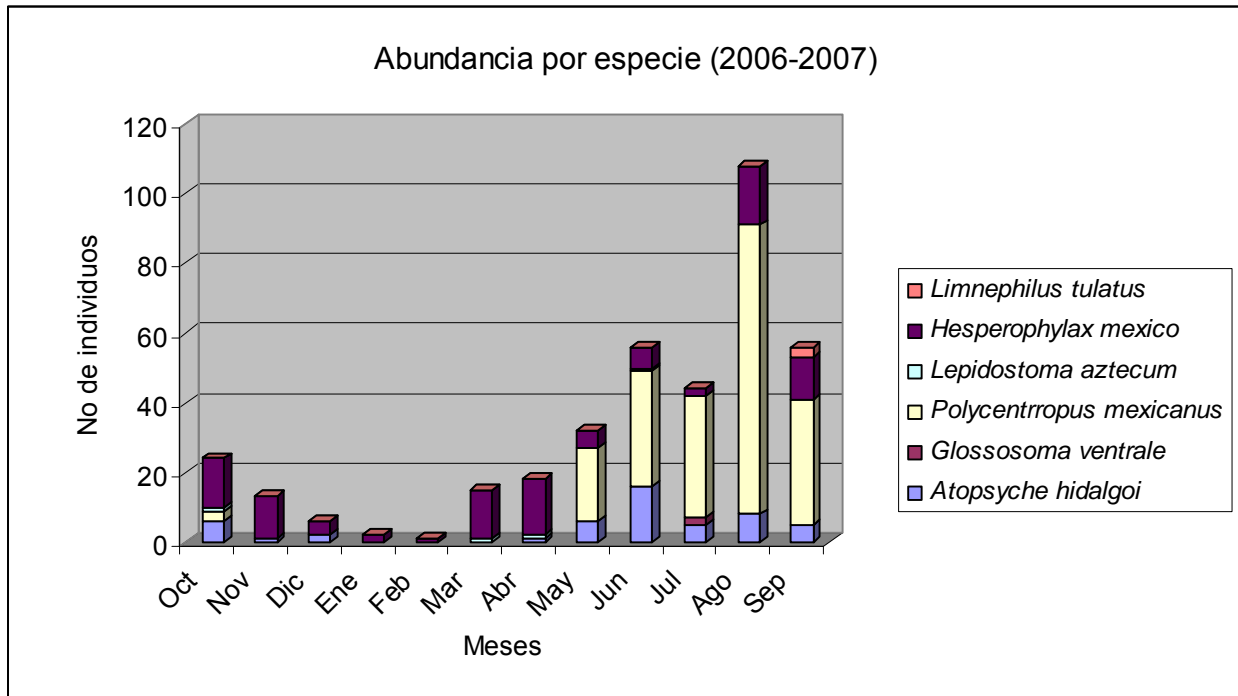
**Figura 9.** Número total de insectos por especie en el Río San Borja de septiembre de 2005 a septiembre de 2007.



**Figura 10.** Número total de insectos adultos recolectados mensualmente de septiembre del 2005 a septiembre del 2007 en el Río San Borja.



**Figura 11.** Número de insectos adultos recolectados en el Río San Borja de septiembre del 2005 a agosto del 2006.



**Figura 12.** Número de insectos adultos recolectados en el Río San Borja de octubre del 2006 a septiembre del 2007.

Clave para la identificación de las familias de adultos machos presentes en el río San Borja.

1. Palpo maxilar con 5 segmentos, segundo segmento de longitud similar al primero y frecuentemente redondeado (Figs. 13; 15). . . . . **2**

Palpo maxilar con 3, 4 o 5 segmentos, a veces con segmentos modificados (Figs. 18; 19; 22). . . . . **3**

2. Palpo maxilar con el segundo segmento no globoso, de forma similar al primero (Fig. 13); verrugas sedales mediales del pronoto cercanas entre si (Fig. 14). . . . . **Hydrobiosidae**

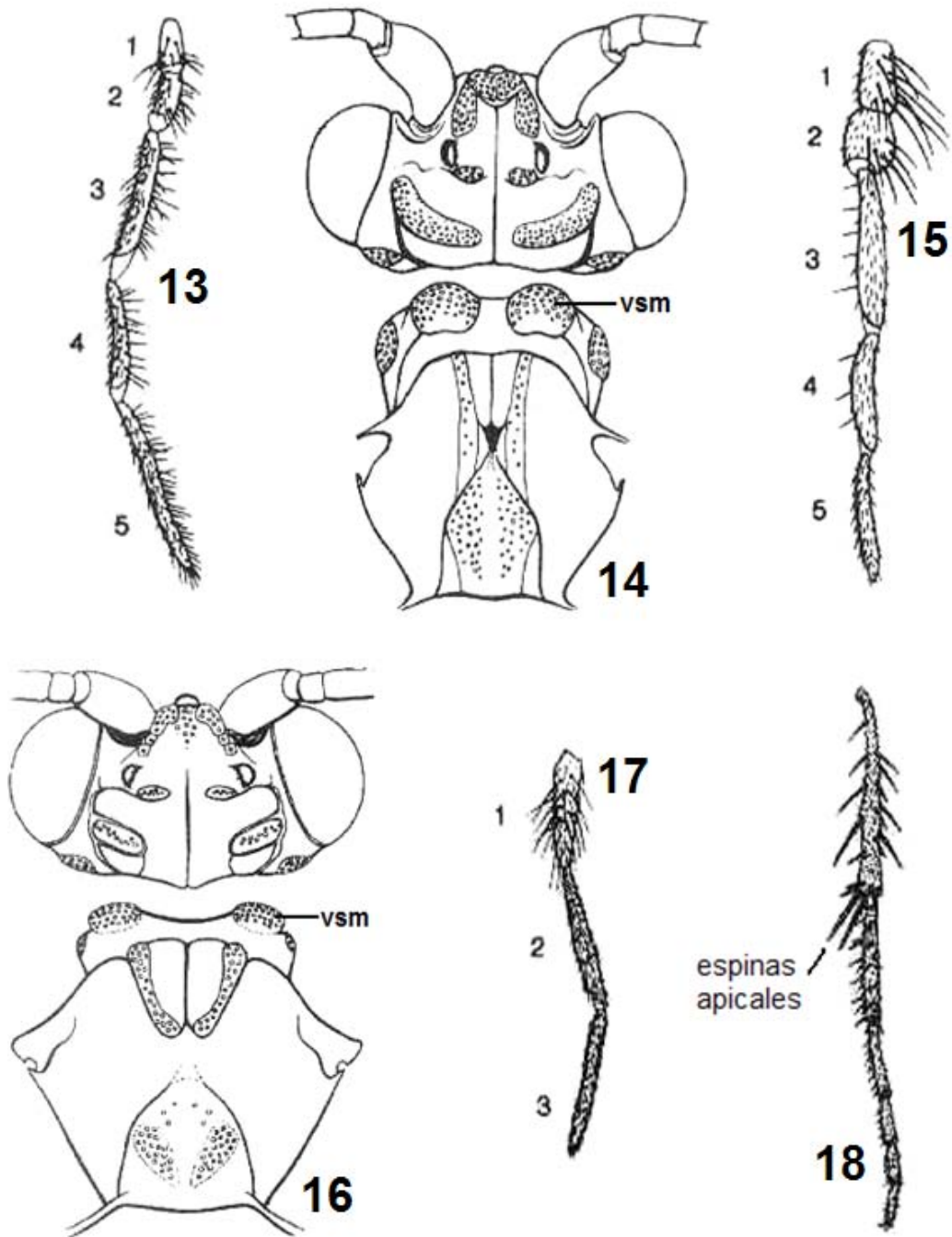
Palpo maxilar con el segundo segmento redondeado y globoso (Fig. 15); verrugas sedales mediales del pronoto lejanas entre sí (Fig. 16). . . . . **Glossosomatidae**

3. Palpo maxilar con 3 segmentos (Fig. 17); ocelos presentes; mesoescuto con verrugas sedales poco definidas que corren medialmente a lo largo con sedas dispersas (Figs. 25; 26); tibia media con 2 o 3 espinas apicales (Fig. 18). . . . . **Limnephilidae**

Palpo maxilar con 2, 3 o 5 segmentos ó aparentemente no segmentados (Figs. 19; 22); ocelos ausentes; mesoescuto con verrugas sedales bien definidas y cubiertas densamente con sedas (Figs. 21; 24); tibia media con 1 o 2 espinas preapicales (Figs. 20; 23). . . . . **4**

4. Segmento terminal del palpo maxilar dos veces más largo que el anterior, flexible y estriado (Fig. 19); tibia anterior con una espina preapical (Fig. 20); verrugas posteriores de la cabeza curvadas y amplias (Fig. 21). . . . . **Polycentropodidae**

Palpo maxilar con 3, 2 segmentos o aparentemente no segmentado (Fig. 22); espinas preapicales de la tibia media pilosas y situadas a la mitad de la longitud de la tibia (Fig. 23); verrugas posteriores de la cabeza anchas o subtriangulares (Fig. 24). . . . . **Lepidostomatidae**



**Figura 13.** Palpo maxilar de un adulto de *Atopsyche* sp.

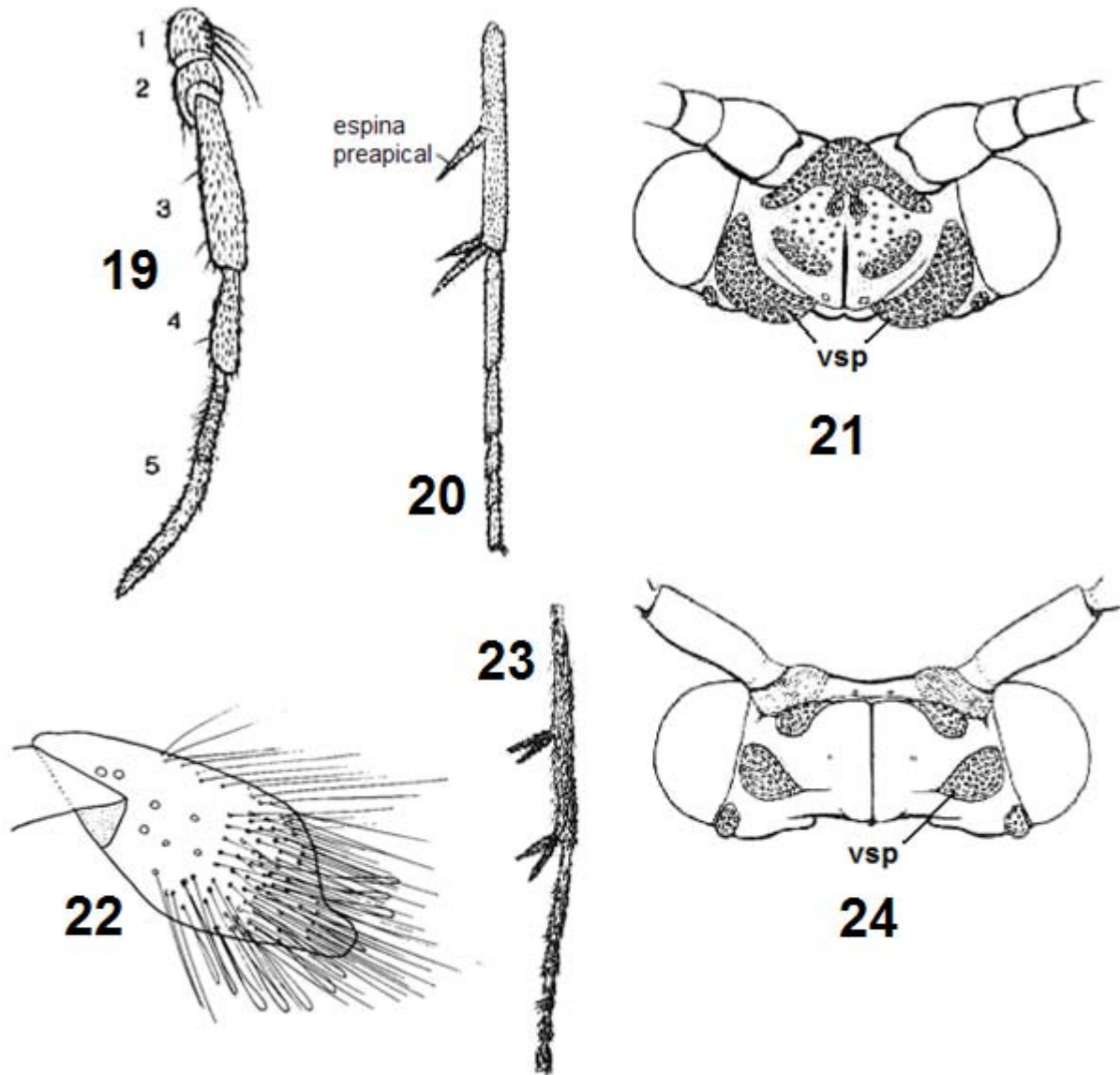
**Figura 14.** Vista dorsal de la cabeza, pronoto y mesonoto del adulto de *Atopsyche* sp.

**Figura 15.** Palpo maxilar de un adulto de *Glossosoma* sp.

**Figura 16.** Vista dorsal de la cabeza, pronoto y mesonoto del adulto de *Glossosoma* sp.

**Figura 17.** Palpo maxilar de un macho adulto de *Limnephilus* sp.

**Figura 18.** Tibia y tarso de la pata media de un adulto de *Limnephilus* sp.



**Figura 19.** Palpo maxilar de un adulto de *Polycentropus* sp.

**Figura 20.** Tibia y tarso de la pata anterior de un adulto de *Polycentropus* sp.

**Figura 21.** Vista dorsal de la cabeza de un adulto de *Polycentropus* sp. **vsp.** Verruga sedal posterior.

**Figura 22.** Palpo maxilar de un macho adulto de *Lepidostoma* sp.

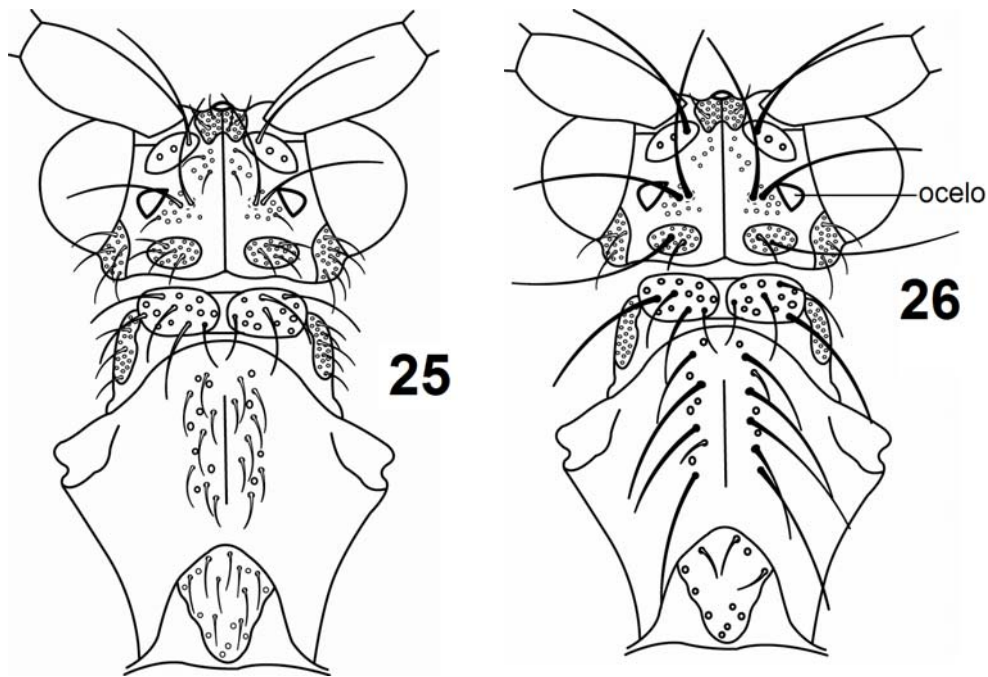
**Figura 23.** Tibia y tarso de la pata media de un adulto de *Lepidostoma* sp.

**Figura 24.** Vista dorsal de la cabeza de un adulto de *Lepidostoma* sp. **vsp.** Verruga sedal posterior.

Clave para la identificación de adultos de la familia Limnephilidae presentes en el río San Borja.

1. Vértex y área anal del ala anterior cubierta densamente con sedas; cabeza cubierta densamente con sedas cortas y delgadas de color café claro; mesonoto con las verrugas escutelares representadas por una línea de sedas cortas y delgadas (Fig. 25); apéndices inferiores de grosor similar en toda su extensión y con una constricción abrupta cerca de la base. . . . . ***Hesperophylax***

Vértex del ala cubierto con sedas escasas de color café oscuro; cabeza cubierta escasamente con sedas largas; mesonoto con las verrugas escutelares representadas por una línea de sedas largas, algunas de ellas gruesas (Fig. 26); apéndices inferiores con la base ancha y un proceso posterodorsal digitiforme. . . . .  
 . . . . . ***Limnephilus***



**Figura 25.** Vista dorsal de la cabeza, pronoto y mesonoto de un insecto adulto del género *Hesperophylax*.

**Figura 26.** Vista dorsal de la cabeza, pronoto y mesonoto de un insecto adulto del género *Limnephilus*.



Clave para la identificación de las especies del género *Lepidostoma* Rambur presentes en el río San Borja.

1. Segmento X con una depresión en su margen basal; porción posteroventral de los apéndices inferiores con dos espinas cortas, gruesas y muy esclerosadas (Fig. 27); *Phallus* con una espina dorsal aguda y esclerosada (Fig. 29). . . . . ***Lepidostoma aztecum***

Margen basal del segmento X sin depresiones; apéndices inferiores sin espinas accesorias (Fig. 30); *Phallus* con una espina dorsal aguda, esclerosadas y ornamentada con varias sedas (Fig. 32). . . . . ***Lepidostoma delongi***

Listado de descripciones y figuras de las especies recolectadas en el Río San Borja.

Familia Lepidostomatidae

*Lepidostoma (Nosopus) aztecum* Flint & Bueno

Figs. 27-29.

*Lepidostoma aztecum*: Flint & Bueno, 1977:378

*Lepidostoma aztecum*: Bueno & Flint, 1978:214

*Lepidostoma aztecum*: Weaver, 1983:167

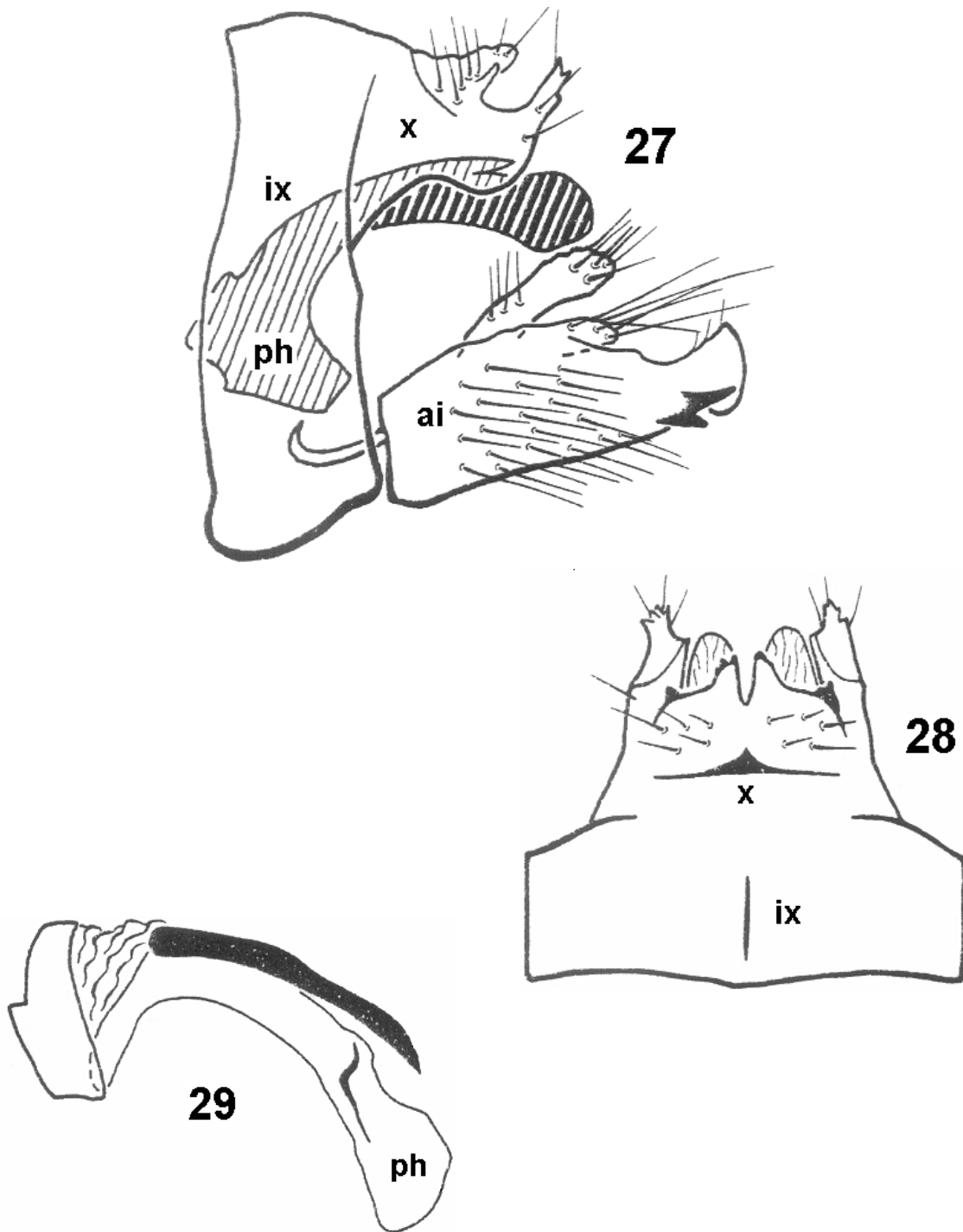
*Lepidostoma aztecum*: Morse, 1993:66

**Adulto.**- Cuerpo color pardo oscuro. La longitud de las alas anteriores alcanza los 11 mm, están irregularmente moteadas de café claro y café oscuro. El primer segmento del palpo maxilar tiene forma de espátula con la superficie medial cóncava y cubierta con escamas anchas a modo de sedas. Las antenas filiformes de color amarillo pálido y con el escápo cilíndrico tan largo como la cabeza.

**Genitalia del macho.**- Segmento IX es alargado y rectangular en vista lateral. Segmento X en vista lateral ancho hacia el extremo anterior con una depresión en el margen basal y una proyección apical. Detrás de ella se aprecia un lóbulo digitiforme y redondeado dirigido posteriormente. Apéndices inferiores en vista lateral estrechos hacia la base, margen ventral recto; porción posterior con dos espinas gruesas, cortas, fuertemente esclerosadas. Margen dorsal con dos lóbulos, el primero alargado digitiforme, redondeado en el ápice y dirigido posterodorsalmente; segundo lóbulo, corto, ancho, fusionado en su base al primero. *Phallus* en vista lateral, curvo, ancho en su base con una proyección dorsal aguda a manera de espina y una proyección lobulada ventral en cuyo extremo posterior se encuentra un esclerito interno.

**Hábitat y distribución.**- Las larvas de *Lepidostoma* Rambur construyen refugios en forma de embudo con pedazos de plantas, corteza y granos de arena. Las larvas se encuentran en las áreas de flujo lento, asociadas a la vegetación sumergida de la que se alimentan.

Las especies de *Lepidostoma* se distribuyen ampliamente en el continente Americano presentando afinidad Neártica (Wiggins, 1996b). *Lepidostoma aztecum* se han registrado en el Distrito Federal, el Estado de México y Morelos.



**Figura 27.** Genitalia del macho de *Lepidostoma (N.) aztecum* Flint & Bueno en vista lateral. ix. noveno segmento, x. décimo segmento, ai. apéndices inferiores.

**Figura 28.** Segmentos ix y x en vista dorsal.

**Figura 29.** ph. *Phallus* en vista lateral. (Modificado de Weaver, 1983).

*Lepidostoma (Nosopus) delongi* Ross

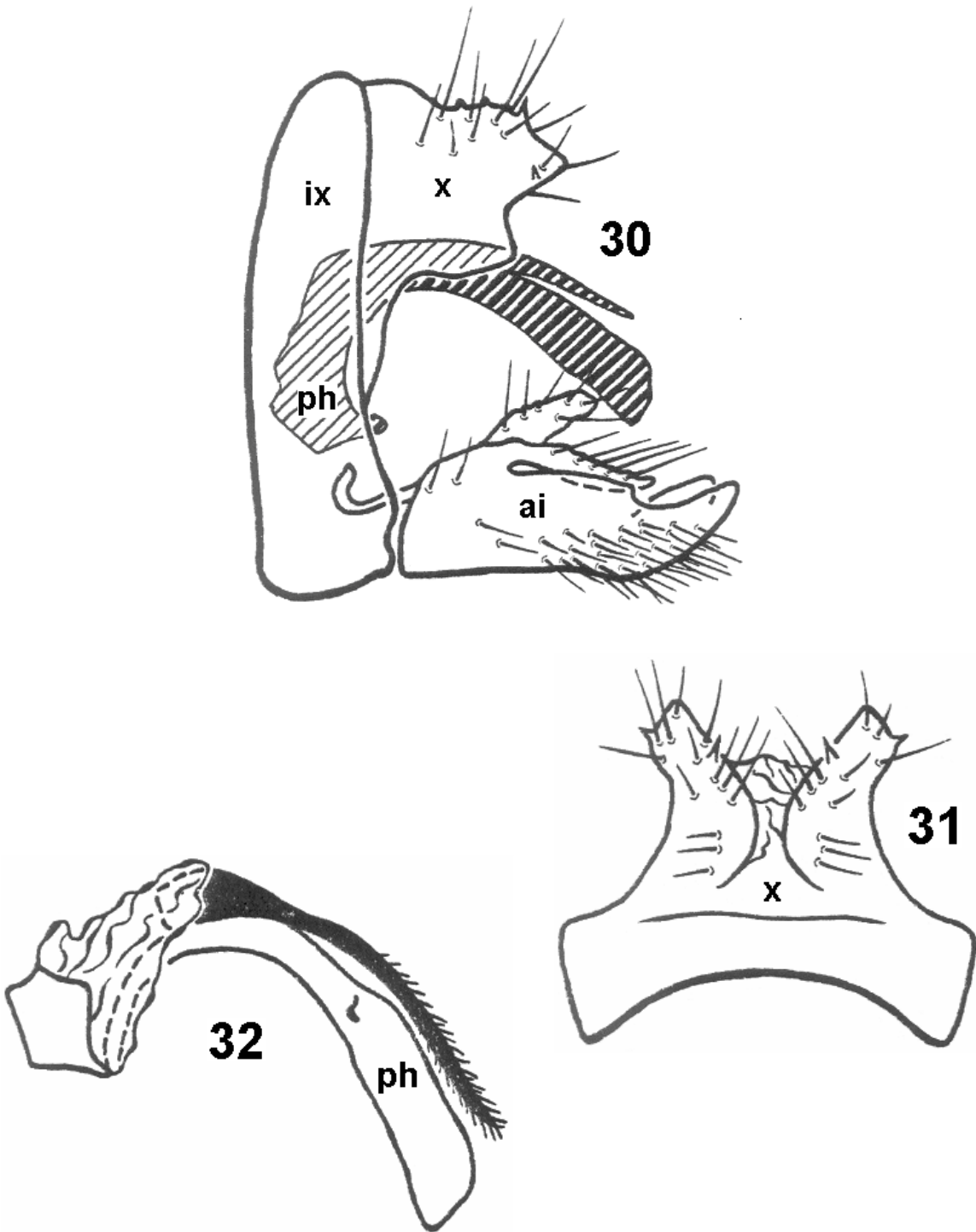
Figs. 30-32.

*Lepidostoma delongi* Ross 1946: 283

**Adulto.**- La mayor parte del cuerpo presenta coloración café oscuro, las patas y los palpos son ligeramente más claros. Las alas están cubiertas uniformemente de color café claro, no presentan escamas modificadas. Los palpos maxilares son digitiformes, medialmente cóncavos con segmentos indistintos entre sí, formando un cepillo más largo que el escapo, está densamente cubierto con largas escamas plumiformes que le dan una apariencia de penacho. Escapo antenal tan largo como el ancho de la cabeza, delgado y cilíndrico, con un solo surco ventral cubierto de escamas.

**Genitalia del macho.**- Segmento IX rectangular en vista lateral separado del segmento X por surcos apenas perceptibles. Segmento X en vista lateral, ancho hacia el extremo anterior con una depresión en el margen basal y una proyección apical. Terguito X dividido profundamente en un par de lóbulos, cada uno con un pequeño diente esclerotizado en el lado dorsal de la porción apical, y con un pequeño número de sedas sobre la región dorsal. Apéndices inferiores en vista lateral cortos y bífidos; el lóbulo dorsal tiene el ápice redondeado y el lóbulo ventral tiene el ápice agudo. El margen dorsal presenta dos lóbulos, el primero alargado digitiforme, redondeado apicalmente y dirigido posterodorsalmente; segundo lóbulo tan largo como el primero, aguzado y fusionado en su base al primero. Margen ventral casi lineal. *Phallus* en vista lateral, curvo, más delgado en la base que en la región distal. Desde la base se origina una proyección dorsal aguda a manera de espina ornamentada con varias sedas y ventralmente, una proyección lobulada en cuya región anterior se encuentra un esclerito interno.

**Hábitat y distribución.**- *Lepidostoma delongi* se ha recolectado en el Distrito Federal, Chiapas, el Estado de México, Michoacán y Morelos.



**Figura 30.** Genitalia del macho de *Lepidostoma (N.) delongi* Ross en vista lateral. **ix.** noveno segmento, **x.** décimo segmento, **ai.** apéndices inferiores.

**Figura 31.** Segmento **x** en vista dorsal.

**Figura 32.** **ph.** *Phallus* en vista lateral. (Modificado de Weaver, 1983).

Familia Hydrobiosidae

*Atopsyche (Atopsyche) hidalgoi* Flint

Figs. 33-34.

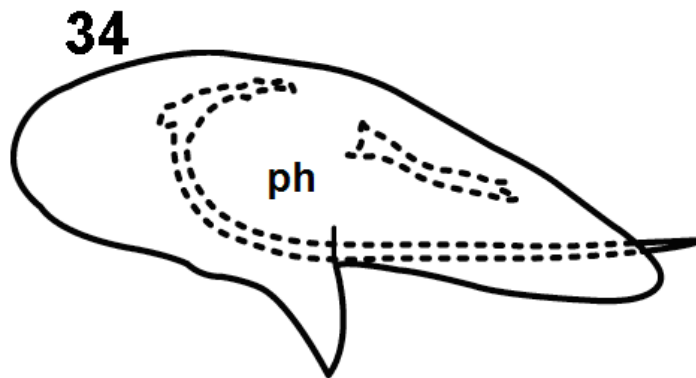
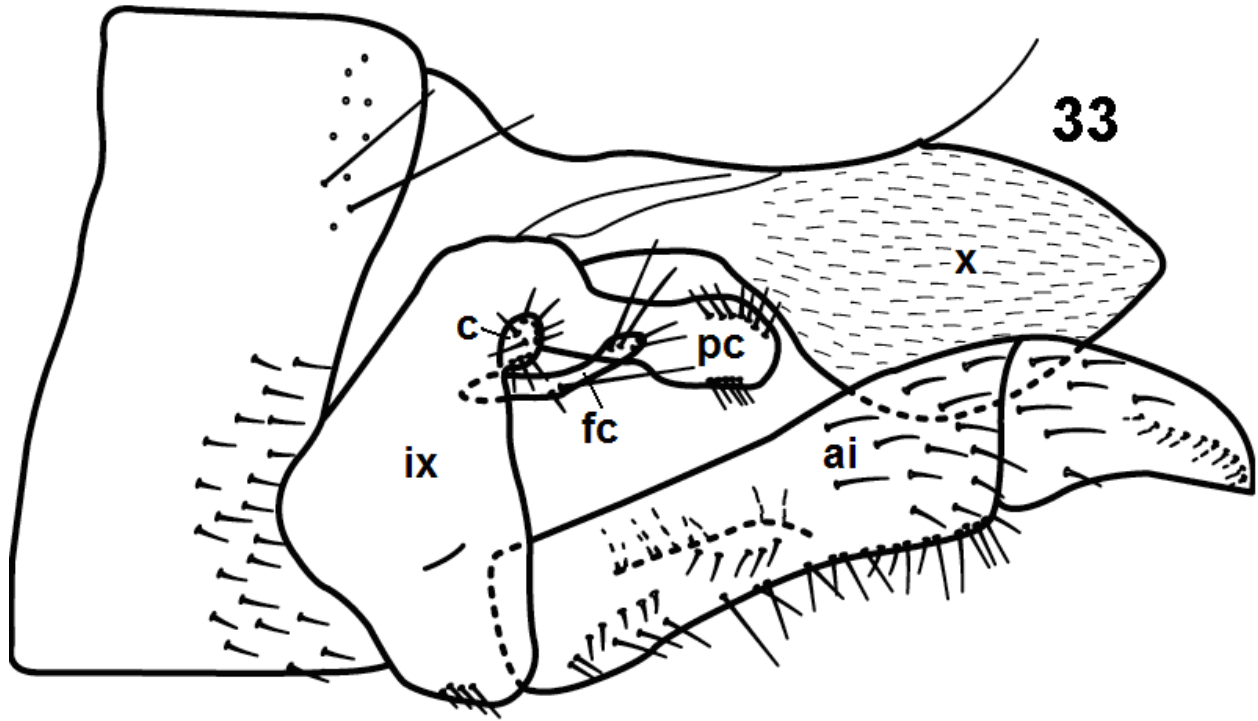
*Atopsyche Atopsyche hidalgoi* Flint 1967a: 2

**Adulto.**- El color general del cuerpo es pardo oscuro. Las alas anteriores miden de 10 a 12 mm y poseen una gran cantidad de pelos erizados de color café oscuro; hacia el borde apical se observa un fleco de pelos dorados que rodean esta área; en general toda la superficie de las alas anteriores está cubierta de pelos oscuros y dorados dándoles un patrón de coloración de aspecto manchado. Las patas y el abdomen son de coloración más pálida que el resto del cuerpo. El esternito VI lleva un proceso apicomedial dos tercios de la longitud del segmento, y el esternito VII presenta un proceso apicomedial de un tercio de la longitud del segmento.

**Genitalia del macho.**- Segmento IX en vista lateral con el margen ventral ligeramente más ancho que el dorsal; borde anterior ancho y ligeramente prolongado hacia la porción anterior; margen posterior casi recto. Segmento X comprimido lateralmente en su base y angosto hacia la porción apical adquiriendo un aspecto subtriangular. Paracercos anchos, ligeramente más largos que los filicercos y presentando dos dientes dorsocentrales con los bordes pilosos y terminando en un diente anteroapical bulboso. Cercos redondeados. Filicercos cortos y delgados con el extremo apical clavado. El segmento basal de los apéndices inferiores exhibe un reborde interno; segmento apical con el margen dorsal enrollado cerca del ápice. *Phallus* elongado con una fuerte espina lateral a la mitad de su longitud; el ápice lleva posterodorsalmente una espina corta dirigida lateralmente.

**Hábitat y distribución.**- Las larvas de *Atopsyche* Banks se encontraron en las zonas de corriente rápida asociadas a las aglomeraciones de materia orgánica arrastrada por el agua y en la vegetación sumergida de la orilla del río. Estas larvas no construyen tubos o redes para obtener su alimento ya que son depredadoras y atrapan su alimento con las patas anteriores que están modificadas a manera de pinzas.

*Atopsyche hidalgoi* presenta afinidad Neotropical (Wiggins, 1996b) y se ha recolectado en las regiones frías y montañosas del Distrito Federal, el Estado de México y Morelos.



**Figura 33.** Genitalia del macho de *Atopsyche (A.) hidalgoi* Flint en vista lateral. **ix.** noveno segmento, **x.** décimo segmento, **ai.** apéndices inferiores, **c.** cercos, **fc.** filicercos, **pc.** paracercos.

**Figura 34.** **ph.** *Phallus* en vista lateral.

## Familia Glossosomatidae

### *Glossosoma (Ripaeglossa) ventrale* Banks

Figs. 35-38.

*Glossosoma ventrale* Banks 1904:109

*Glossosoma ventrale*: Ross, 1956:153

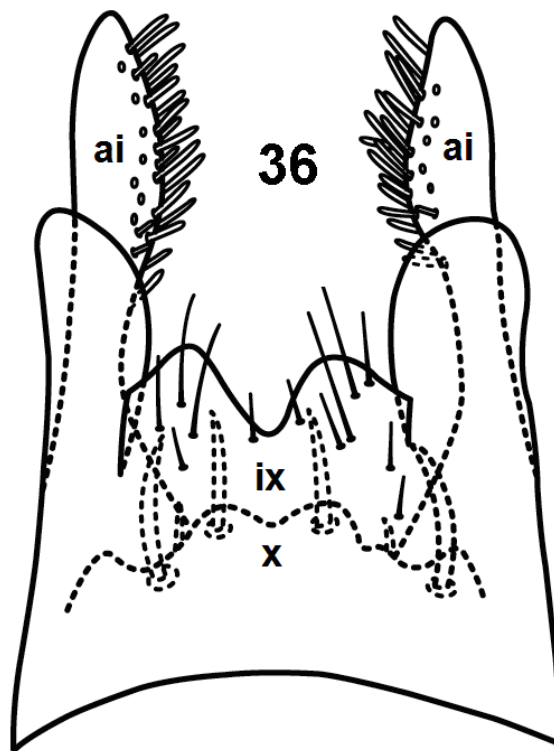
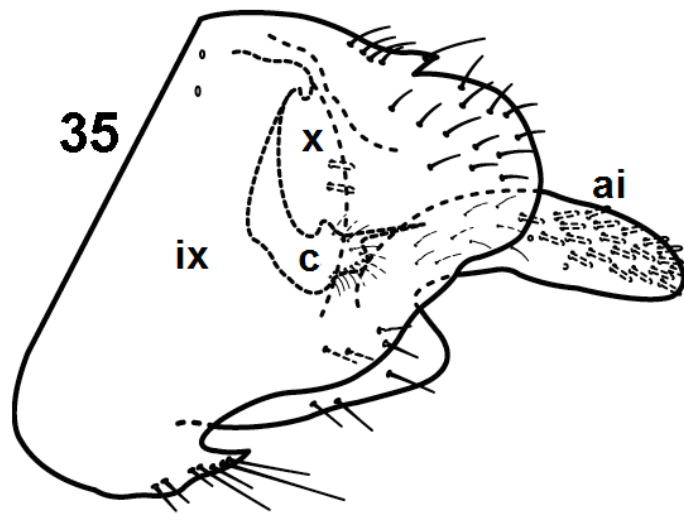
**Adulto.-** Los insectos presentan color café. La cabeza esta cubierta con pelillos blancos, los palpos son de color obscuro y las antenas de color amarillo pálido que se oscurece hacia el final de las mismas. El tórax presenta pelillos blancos; patas color amarillo pálido con espinas café, abdomen café oscuro. Las alas están cubiertas con algunos pelillos negros y amarillos, la mayoría negros; el fleco apical y la venación son oscuras. Las alas posteriores presentan aspecto polvoriento; pterostigma café. Las alas pueden alcanzar una longitud de 15mm.

**Genitalia del macho.-** Los márgenes laterales del segmento IX se prolongan posteriormente formando una estructura con forma de funda dentro de la cual se retrae el resto de las estructuras reproductoras, durante el reposo. El segmento X se aprecia bilobulado en vista dorsal por debajo del segmento IX y lleva un par de cercos que en vista lateral se prolongan posteroventralmente tomando forma subcuadrangular; en el margen anterodorsal ostentan una espina corta, robusta y muy esclerosada; en el margen posterodorsal presentan una espina larga, delgada y muy esclerosada. La base de los apéndices inferiores se muestra contornada tanto en vista lateral como en vista ventral; la región distal es simple y redondeada, presentando en su cara medial varias espinas gruesas a modo de cepillo. El *Phallus* firmemente anclado al esternito IX y a la base de los apéndices inferiores, es angosto en su base y se ensancha en la punta tomando forma de clava; presenta en su base un par de procesos digitiformes dirigidos posteriormente, ornamentados con varios tubérculos; no presenta espinas ni escleritos.

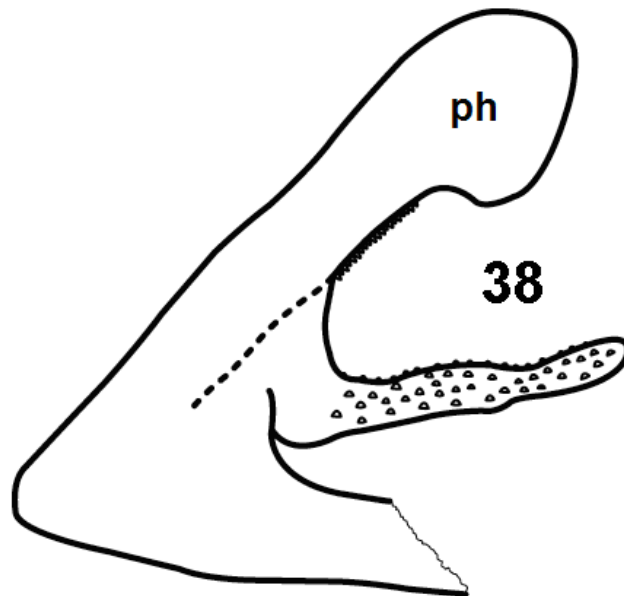
**Hábitat y distribución.-** Las larvas de *Glossosoma* Curtis construyen refugios con forma de caparazón usando pequeñas piedras, se encuentran sobre las rocas grandes sumergidas en la zona de buena corriente y se alimentan de las algas que crecen sobre ellas. Las larvas fueron más abundantes en la sección con sustrato rocoso predominante.

*Glossosoma ventrale* presenta una distribución típicamente norteña debido a su afinidad Neártica (Wiggins, 1996b), se encuentra en las tierras altas de la región central y el Norte de México, registrándose también en el Distrito Federal, el Estado de México y Morelos.





**Figura 35.** Genitalia del macho del macho de *Glossosoma ventrale* Banks en vista lateral. ix. noveno segmento, x. décimo segmento, c. cercos, ai. apéndices inferiores.  
**Figura 36.** Segmentos ix, x y apéndices inferiores en vista dorsal.



**Figura 37.** Segmento ix y apéndices inferiores en vista ventral.  
**Figura 38.** ph. *Phallus* en vista lateral.

## Familia Polycentropodidae

### *Polycentropus mexicanus* (Banks)

Figs. 39- 41.

*Hydropsyche mexicana* Banks, 1901:369

*Hydropsyche mexicana*: Fischer, 1962:55

*Polycentropus mexicanus*: Flint, 1967b:6

*Polycentropus mexicanus*: Bueno & Flint, 1978:199

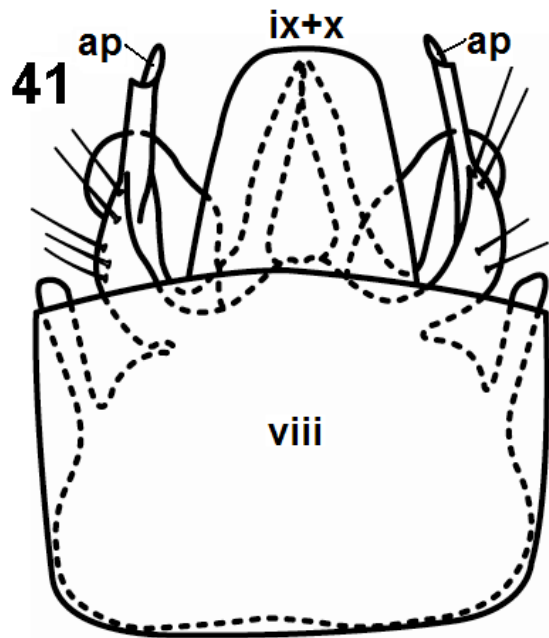
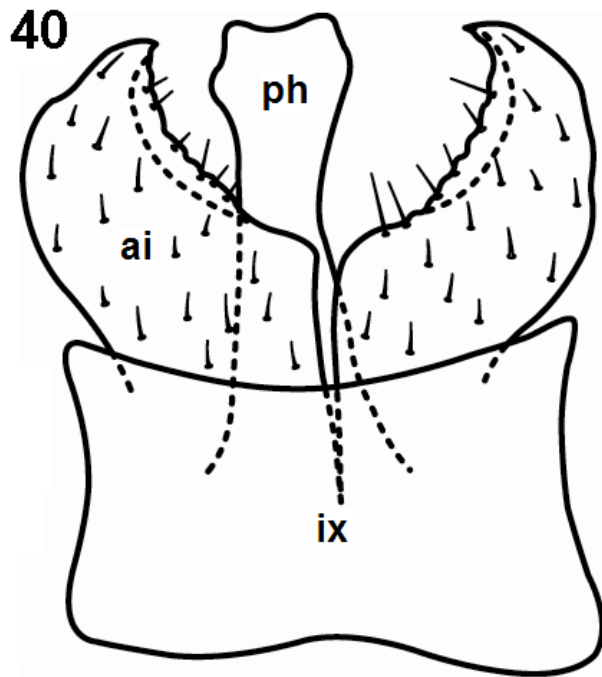
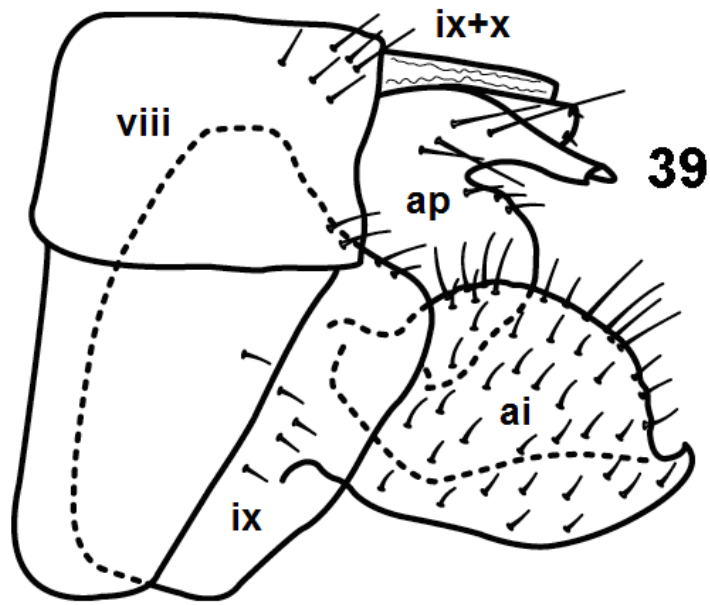
*Polycentropus mexicanus*: Hamilton, 1986:80

**Adulto.**- La apariencia general del cuerpo es color café oscuro. La cabeza y los terguitos del tórax presentan sedas blancas y oscuras de distintas longitudes. Las alas presentan un fondo café oscuro y están cubiertas por manchas de pelillos dorados y café; las alas anteriores pueden alcanzar los 12 mm.

**Genitalia del macho.**- Esternito IX en vista lateral presenta forma subrectangular, con el margen anterior redondeado. Terguito IX + X semimembranoso. Apéndices preanales en vista lateral con el lóbulo dorsolateral prolongado posteriormente en un proceso laminar; lóbulo dorsomedial en vista dorsal con una base amplia unida por la parte interna de la región anterodorsal del terguito IX + X; lóbulo mesoventral aparentemente fusionado con el lateral con forma subcircular. Apéndices inferiores en vista lateral de aspecto trapezoidal, con el ángulo posterodorsal redondeado y el ángulo posteroventral prolongado en punta y curvándose medialmente; en vista ventral la superficie medial es muy sinuosa mostrando una gran depresión cóncava formando una punta aguda en su ángulo distal, y con su base amplia. *Phallus* sin espinas.

**Hábitat y distribución.**- Las larvas de *Polycentropus* Curtis construyen tubos de seda con forma de embudo sobre o entre las rocas y madera u otros objetos sumergidos; la función de estas redes es la de atrapar partículas alimenticias que son arrastradas por el agua y se encuentran generalmente en las zonas de corriente lenta del río. Una vez que las larvas han completado su desarrollo, construyen un refugio pupal con pequeñas rocas que adhieren a la superficie de los objetos sumergidos.

*Polycentropus mexicanus* se ha recolectado en el Distrito Federal y Chiapas. Es una especie con amplia distribución y afinidad Neotropical (Wiggins, 1996b).



**Figura 39.** Genitalia del macho de *Polycentropus mexicanus* (Banks) en vista lateral. ix. noveno segmento, x. décimo segmento, **ap.** apéndices preanales, **ap. inf.** apéndices inferiores.

**Figura 40.** Apéndices inferiores y *Phallus* en vista ventral.

**Figura 41.** Segmento ix + x y apéndices preanales en vista dorsal.

Familia Limnephilidae

*Hesperophylax mexico* Parker & Wiggins

Figs. 42-44.

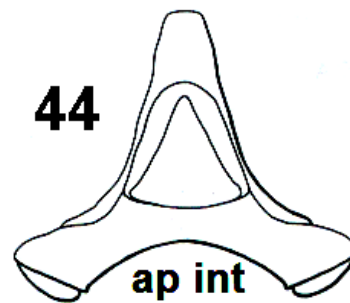
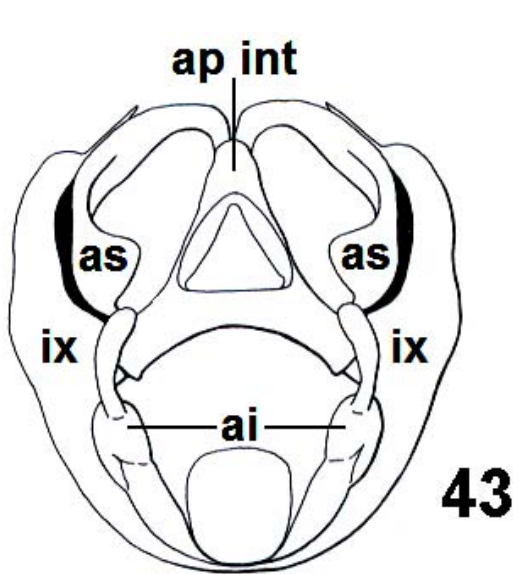
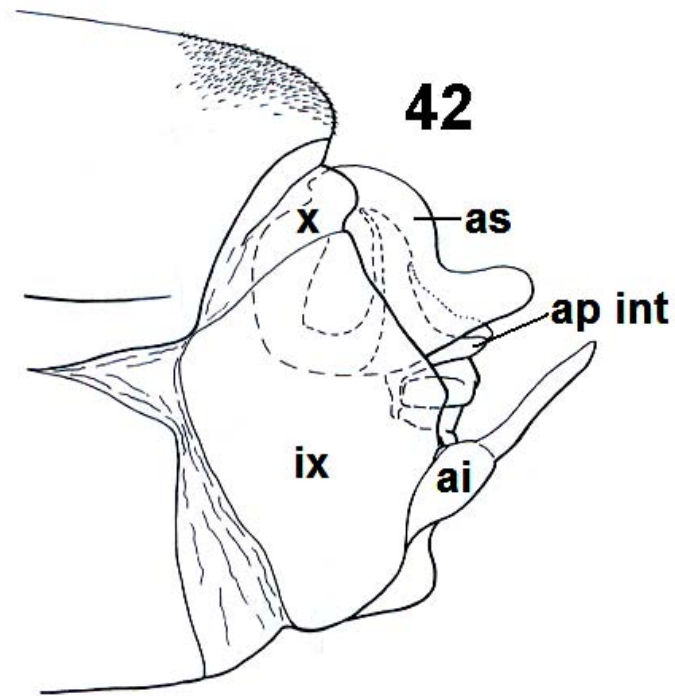
*Hesperophylax mexico* Parker & Wiggins 1984: 2464

ADULTO.- Las alas anteriores son angostas y densamente pilosas, el color base es el mismo café claro del cuerpo con bandas largas y prominentes de pelos blancos que limitan a cada lado y posteriormente con líneas longitudinales color café oscuro. Las bandas corren hacia el ápice del ala usualmente con una curva distintiva donde la banda cruza una vena y no alcanzan el margen del ala. El área entre las bandas blancas es de color amarillento o crema. En los machos las alas anteriores son más grandes que en las hembras y pueden alcanzar los 24 mm de longitud.

GENITALIA DEL MACHO.- Segmento X en vista lateral, lleva los apéndices superiores en forma subcircular, presenta una proyección posteroapical no engrosada mesialmente; el ápice fusionado de los apéndices intermedios es agudo en aspecto lateral y redondeado en aspecto caudal. La porción apical de los apéndices inferiores presenta un adelgazamiento sinuoso y claramente separado de la porción basal por una constricción abrupta.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN.- Las larvas de *Hesperophylax mexico* fueron encontradas en macrofitas acuáticas, adheridas a vegetación y objetos sumergidos y en regiones arenosas con buena corriente.

*Hesperophylax mexico* se distribuye solo en las montañas que rodean a la Ciudad de México y hay registros para el Distrito Federal, el Estado de México y Morelos. Es muy probable que con recolecciones adicionales se extienda el rango de distribución en las montañas del sur de México debido a su afinidad Neártica (Wiggins, 1996b).



**Figura 42.** Genitalia del macho de *Hesperophylax mexico* Parker y Wiggins en vista lateral. ix. noveno segmento, x. décimo segmento, as. apéndices superiores, ap. int. apéndices intermedios, ai. apéndices inferiores.

**Figura 43.** Genitalia del macho en vista caudal.

**Figura 44.** Apéndices intermedios en vista caudal.

*Limnephilus tulatus* Denning

Figs. 45-48.

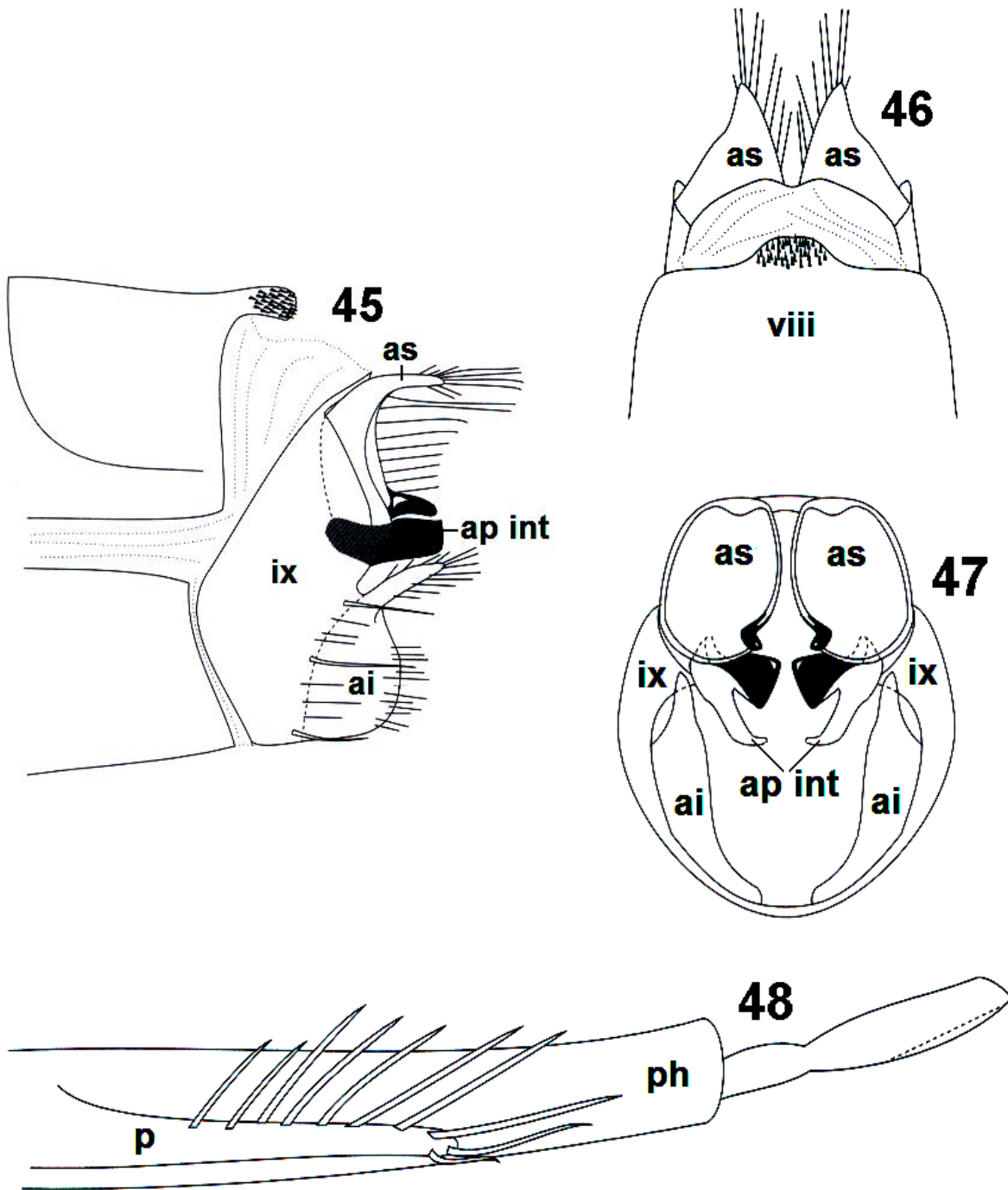
*Limnephilus tulatus* Denning 1962: 36

ADULTO.- Las alas tienen una longitud de 17 a 19 mm. El color de la cabeza, cuerpo y patas es rojizo, las alas son cafés y cubiertas por pelillos oscuros con apariencia de arena fina. El basitarso de las patas frontales es un tercio más largo que el segundo segmento tarsal, la superficie medial del fémur presenta una hilera de espinulas oscuras opuestas a la tibia. El terguito VIII lleva una banda apicomedial de diminutas espinas.

GENITALIA DEL MACHO.- Segmento IX es ancho con un puente dorsal angosto, margen ventral ancho y fusionado casi imperceptiblemente con los apéndices inferiores. Terguito X en vista lateral formado por un lóbulo cuadrangular y aplanado. Apéndices superiores con el margen distal profundamente emarginado. En vista lateral los apéndices superiores se ven angostos y alargados, y en vista caudal la superficie medial se observa muy cóncava. Los apéndices intermedios muestran caudalmente un proceso dorsal muy esclerosado y un proceso ventral digitiforme curvado medialmente. Apéndices inferiores con el margen dorsal proyectado posterodorsalmente a modo de un proceso digitiforme largo y delgado. Parámeros del *Phallus* con una amplitud similar en toda su extensión, esclerosado apicalmente y ornamentado con varias espinas.

La única larva de *Limnephilus* Leach fue recolectada con la red triangular y se encontraba anclada a la vegetación sumergida de la orilla del río. El refugio esta construido con seda y trozos de materia vegetal.

*Limnephilus tulatus* es una especie con distribución Neártica (Wiggins, 1996b), registrándose en Chihuahua, el Distrito Federal y Durango.



**Figura 45.** *Limnephilus tulatus* Denning. Genitalia del macho, vista lateral ix. noveno segmento, **as.** apéndices superiores, **ap. int.** apéndices intermedios, **ai.** Apéndices inferiores.

**Figura 46.** Apéndices superiores y segmento viii en vista dorsal.

**Figura 47.** **ph.** *Phallus* y **p.** *Parámeros* en vista lateral.

**Figura 48.** Genitalia del macho en vista caudal. (Modificado de Ruiters, 1995).

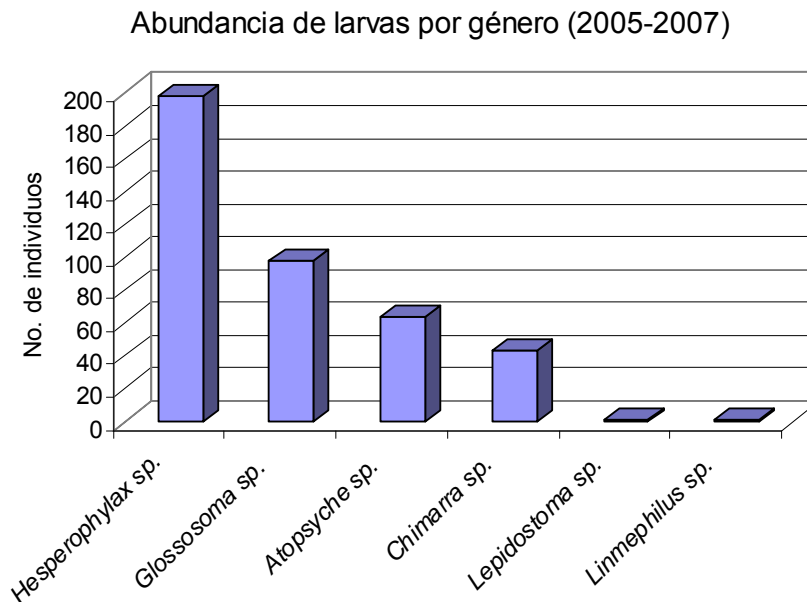


## ESTADIOS INMADUROS

### Riqueza y abundancia

Durante los 24 meses del estudio se recolectó un total de 405 ejemplares de estadios inmaduros, 146 correspondientes al primer ciclo anual y 259 durante el segundo año. Dichos insectos corresponden a 5 familias y 6 géneros que se enlistan a continuación: de la familia Hydrobiosidae se recolectó el género *Atopsyche*, de la familia Glossosomatidae el género *Glossosoma*, de la familia Philopotamidae el género *Chimarra*, de la familia Lepidostomatidae el género *Lepidostoma* y de la familia Limnephilidae los géneros *Hesperophylax* y *Limnephilus*.

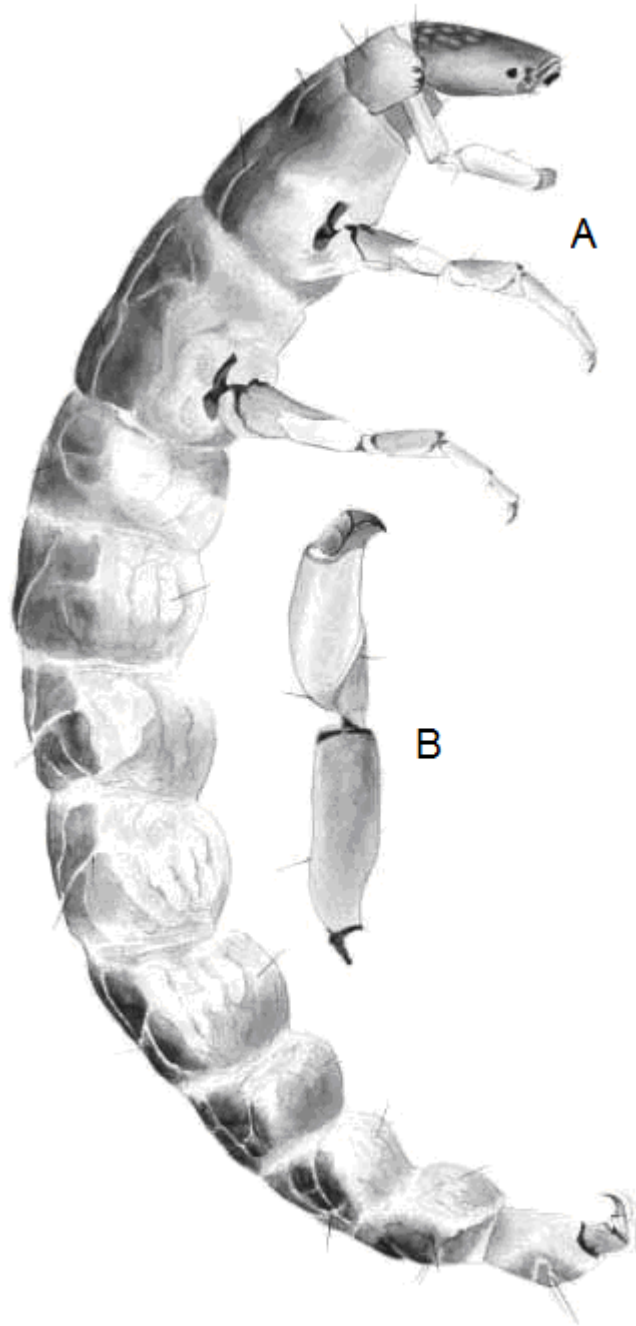
Los géneros más numerosos fueron *Hesperophylax* (198 ejemplares), *Glossosoma* (98 ejemplares), *Atopsyche* (64 ejemplares) y *Chimarra* (43 ejemplares) (Fig. 49).



**Figura 49.** Número total de insectos inmaduros recolectados en el Río San Borja.

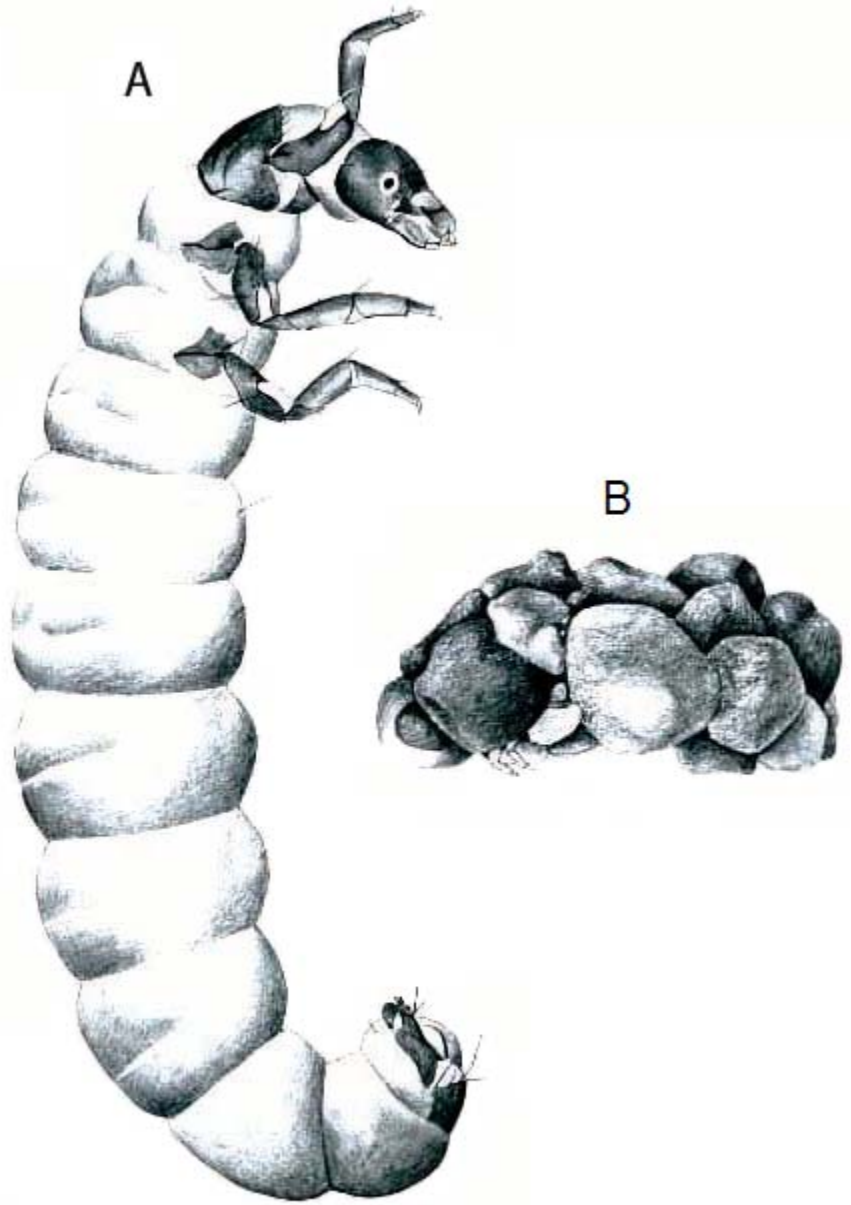
Claves para la identificación de los géneros de larvas presentes en el río San Borja (Modificadas de Wiggins, 1996b).

1. Larva sin refugio y con el primer patas de modificado en forma de pinzas (Fig. 50B) .  
 ..... Hydrobiosidae **Atopsyche**  
 Larva con refugio y con ningún par de patas modificado (Figs. 51A; 55A). . . . . 2
2. Pronoto en vista lateral con una cavidad anterolateral para acomodar la coxa(Fig. 51A); larva con refugio en forma de caparazón hecho de piedras pequeñas (Fig. 51B). . . . . Glossosomatidae **Glossosoma**  
 Pronoto en vista lateral con el margen anterolateral recto (Figs. 52A; 54A; 55A); larva con refugio sin forma de caparazón (Figs. 53B; 54C; 55C). . . . . 3
3. Coxa de la pata anterior con un proceso puntiagudo en su margen anterior; patas anales largas (Fig. 52A); labro membranoso y extendido anterolateralmente en forma de "T", margen anterior del apotoma frontoclipeal con una profunda muesca (Fig. 52B); larva con refugio fijo hecho de seda y granos de arena. . . . .  
 .....Philopotamidae **Chimarra**  
 Coxa de la pata anterior sin procesos; patas anales cortas (Figs. 53A; 54A; 55A); labro esclerosado y no modificado, margen anterior de apotoma frontoclipeal sin muescas (Figs. 54B; 55B); larva con refugio portátil en forma de tubo hecho con pequeñas piedras y trozos de madera o plantas (Figs. 53B; 54C; 55C). . . . . 4
4. Antena situada cerca del margen anterior del ojo; joroba media dorsal del segmento abdominal I ausente; branquias con un solo filamento (Fig. 53A). . . . .  
 ..... Lepidostomatidae **Lepidostoma**  
 Antena situada lejos del margen anterior del ojo; joroba media dorsal del segmento I presente; branquias con 2 o más filamentos (Figs. 54A; 55A). . . . .Limnephilidae 5
5. Branquias traqueales ramificadas con 4 o más filamentos (Fig. 54A); metanoto con sedas fuera de los escleritos (Fig. 54B) . . . . . **Hesperophylax**  
 Branquias traqueales ramificadas con 3 o menos filamentos (Fig. 55A); metanoto con sedas solo en los escleritos (Fig. 55B). . . . . **Limnephilus**



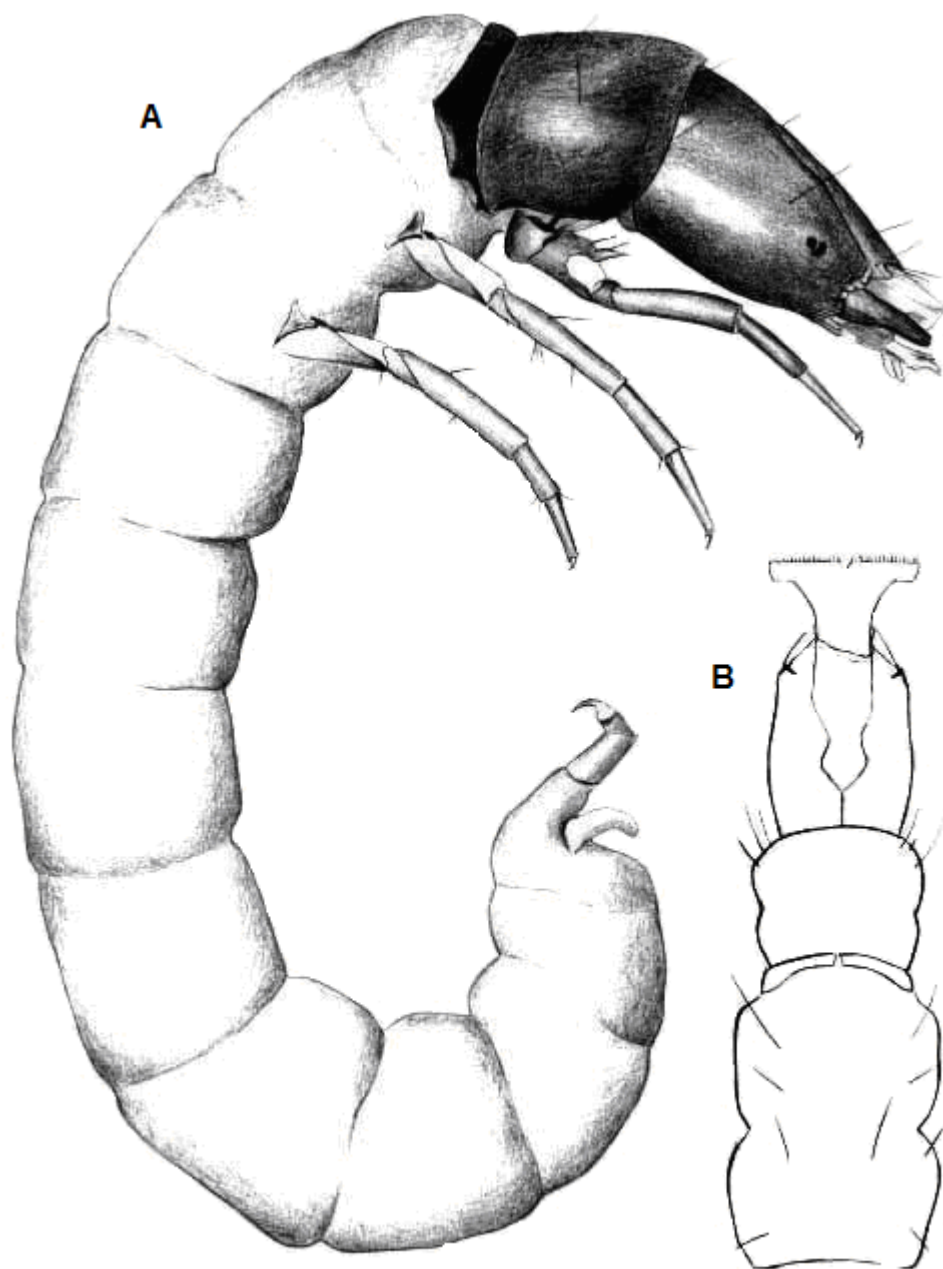
*Atopsyche* sp

**Figura 50.** *Atopsyche* sp. **A**, vista lateral; **B**, patas modificadas como pinzas.



*Glossosoma sp*

**Figura 51.** *Glossosoma sp.* **A**, vista lateral; **B**, refugio en vista lateral.



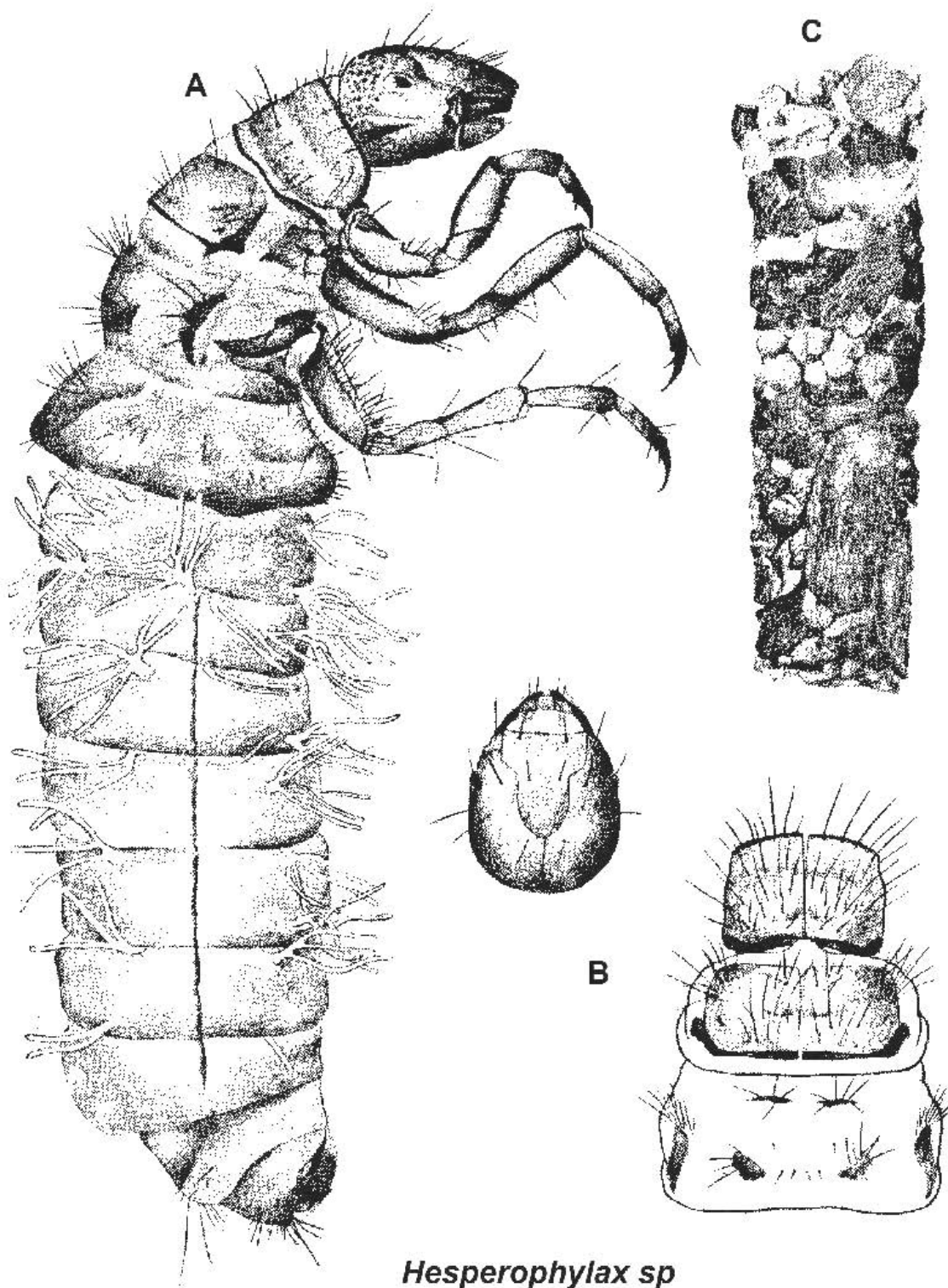
*Chimarra* sp

**Figura 52.** *Chimarra* sp. **A**, vista lateral; **B**, cabeza y tórax dorsal.



*Lepidostoma sp*

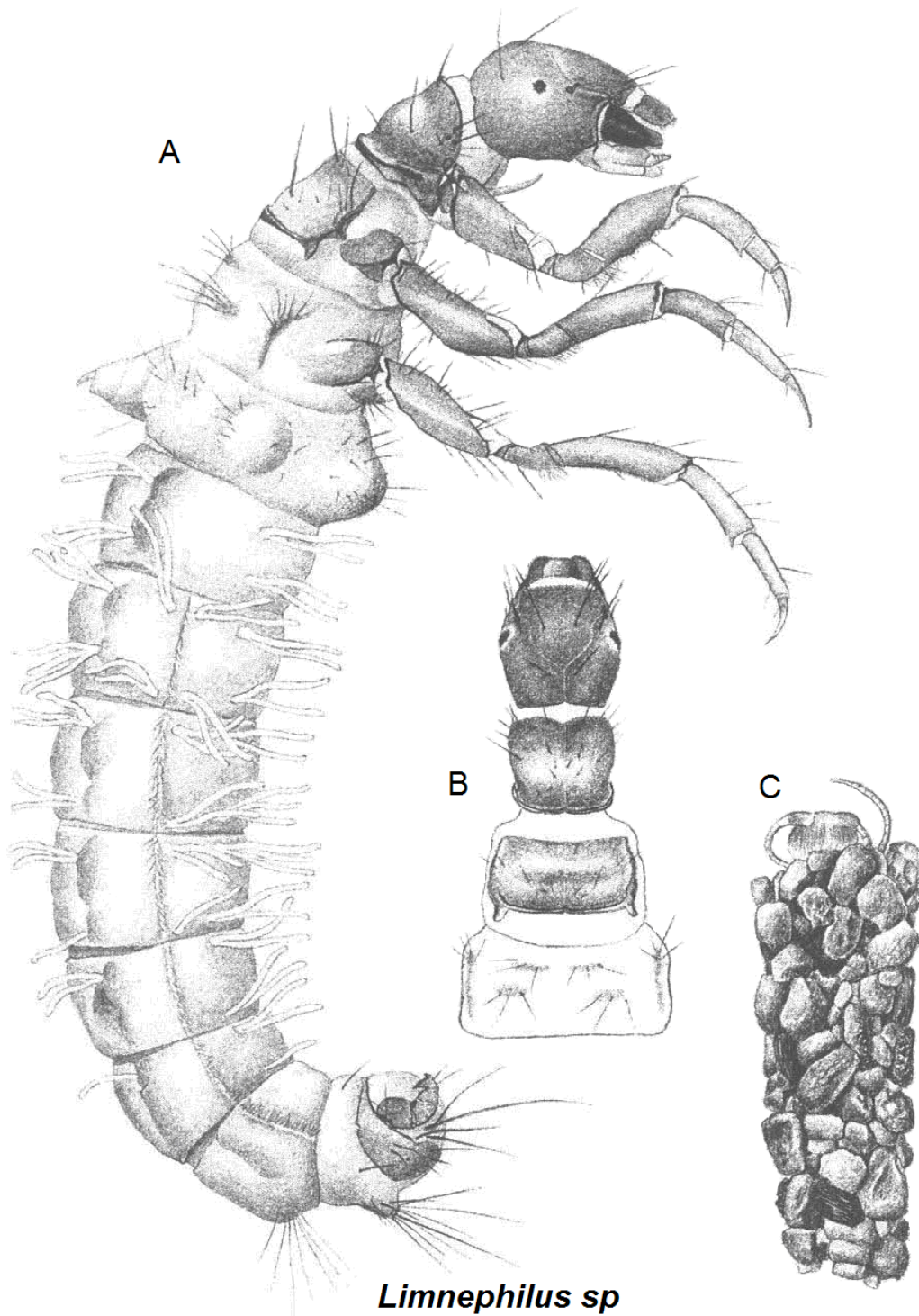
**Figura 53.** *Lepidostoma sp.* A, vista lateral; B, refugio con larva.



*Hesperophylax sp*

**Figura 54.** *Hesperophylax sp.* **A**, vista lateral; **B**, cabeza y tórax dorsal; **C**, refugio larval.





*Limnephilus sp*

Figura 55. *Limnephilus* sp. A, vista lateral; B, cabeza y tórax dorsal; C, refugio larval.



## PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en el Río San Borja mostraron poca variación (Cuadro 2).

La dureza mostró un cambio importante del mes de octubre al mes de noviembre de 2006, sin embargo los meses posteriores casi no mostraron variación. De manera similar la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo dentro de un rango estrecho con valores de 7.06 a 7.35. Así mismo el pH se ubicó entre 4.5 y 5.

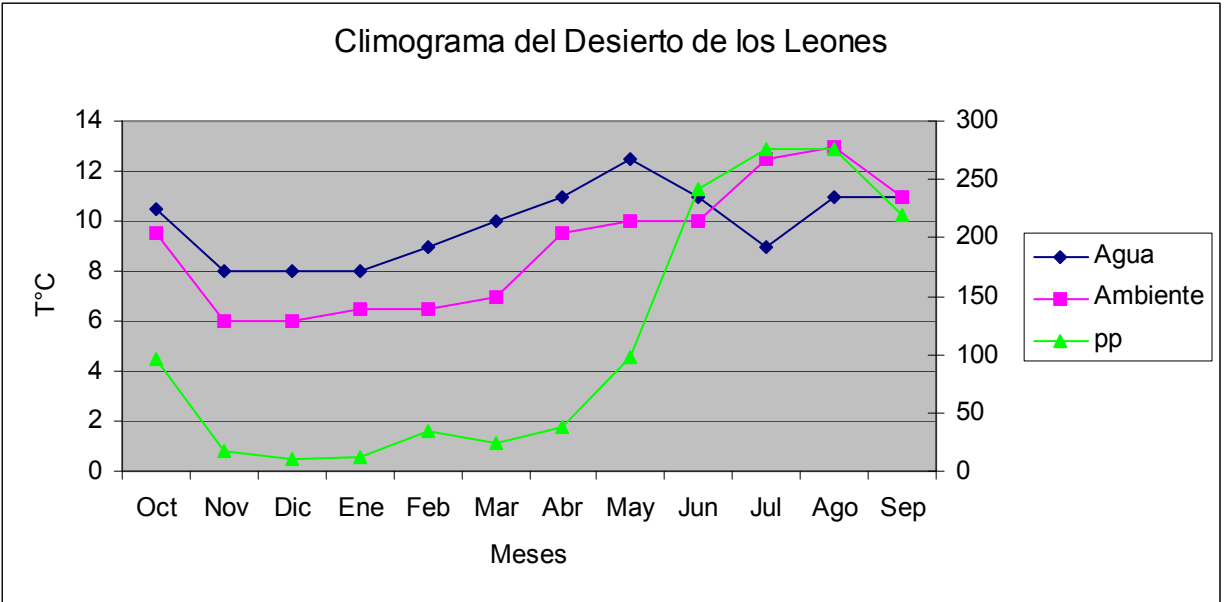
La temperatura del agua tomó valores de los 8°C a los 12.5°C y se mantuvo más constante a lo largo del año con respecto a la temperatura del aire la cual se ubicó entre los 6°C y los 13°C (Fig. 56).

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados de octubre del 2006 a septiembre del 2007 en el Río San Borja.

Mes	Dureza mg CaCO <sub>3</sub> /L	O <sub>2</sub> mg/L	pH	T°C agua
Oct-06	8.8	7.06	4.5	10.5
Nov-06	25	7.2	4.5	8
Dic-06	23.07	7.2	5	8
Ene-07	28.85	7.06	5	8
Feb-07	28.45	7.35	5	9
Mar-07	28.45	7.35	5	10
Abr-07	-	-	4.5	11
May-07	-	-	5	12.5
Jun-07	-	-	4.5	11
Jul-07	-	-	5	9
Ago-07	-	-	5	11
Sep-07	-	-	4.5	11

Cuadro 3. Coeficientes de correlación y valor de significancia entre los parámetros fisicoquímicos y la abundancia total mensual y la riqueza total mensual. *r*. coeficiente de correlación, *p*. valor de significancia.

		Dureza	O <sub>2</sub>	pH	T°C
Abundancia	r	-0.77	-0.19	-0.06	0.54
	p	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05
Riqueza	r	-0.899	-0.019	-0.448	0.51
	p	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05



**Figura 56.** Climograma del Parque Nacional “Desierto de los Leones”.

## Río La Magdalena, Parque Ecológico “Los Dinamos”

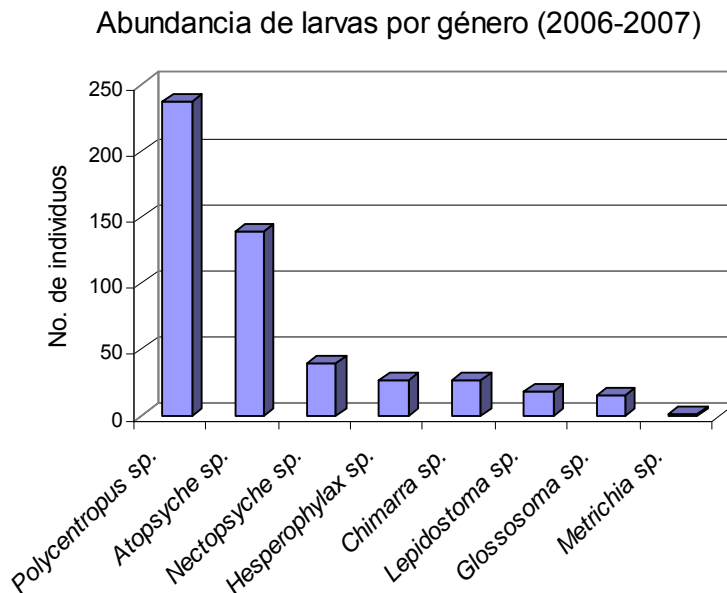
### ADULTOS

En el Río La Magdalena de octubre del 2006 a septiembre del 2007 se obtuvieron por medio de red aérea, 6 insectos adultos pertenecientes a 5 familias, 5 géneros y 5 especies: de la familia Hydrobiosidae se recolectó la especie *Atopsyche hidalgoi*, de la familia Philopotamidae el género *Wormaldia* sp, de la familia Leptoceridae la especie *Nectopsyche lahontanensis*, de la familia Limnephilidae *Hesperophylax mexico* y de la familia Hydroptilidae el género *Leucotrichia* sp.

### ESTADIOS INMADUROS

Las 504 larvas y pupas recolectadas quedaron comprendidas en 8 familias y 8 géneros referidos a continuación: de la familia Hydrobiosidae se recolectó el género *Atopsyche*, de la familia Glossosomatidae el género *Glossosoma*, de la familia Philopotamidae el género *Chimarra*, de la familia Polycentropodidae el género *Polycentropus*, de la familia Hydroptilidae el género *Metrichia*, de la familia Lepidostomatidae el género *Lepidostoma*, de la familia Leptoceridae el género *Nectopsyche* y de la familia Limnephilidae el género *Hesperophylax*.

Los géneros más abundantes fueron *Polycentropus* sp. (238 ejemplares) y *Atopsyche* sp. (139 ejemplares) (Fig. 57).



**Figura 57.** Número total de insectos inmaduros en el Río La Magdalena de octubre del 2006 a septiembre del 2007.

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los parámetros fisicoquímicos medidos no mostraron gran variación a lo largo del año (Cuadro 4).

En este caso la dureza se mantuvo dentro de un rango muy estrecho no así la concentración de oxígeno disuelto que tomó valores entre 6.7 y 10.1 mg/L. Al igual que en el Río San Borja, el pH se ubicó entre 4.5 y 5.

La temperatura del agua varió de 6.5°C a 11°C.

Cuadro 4. Parámetros fisicoquímicos evaluados en el Río La Magdalena.

Mes	Dureza mg CaCO <sub>3</sub> /L	O <sub>2</sub> mg/L	pH	T° C agua
Oct-06	-	-	5	11
Nov-06	-	-	5	6.5
Dic-06	-	-	5	7
Ene-07	-	-	4.5	7.5
Feb-07	-	-	5	9
Mar-07	-	-	4.5	10
Abr-07	24.99	9	4.5	9
May-07	23.08	6.7	5	11
Jun-07	24.99	7.35	5	9
Jul-07	24.99	10.1	5	11
Ago-07	24.99	7.35	5	11
Sep-07	24.99	7.35	5	10

**Comparación con los trabajos de Bueno *et al.* (1981a) y Montoya (1993).**

Cuadro 5. Resumen comparativo de los géneros de estadios inmaduros recolectados en los ríos San Borja y La Magdalena, con los registrados en el Parque Nacional “Los Azufres” y la Sierra de Mil Cumbres (Montoya, 1993).

Géneros	Río San Borja	Río La Magdalena	Los Azufres	Sierra de Mil Cumbres
<b>Hydrobiosidae</b>				
<i>Atopsyche sp.</i>	■	■	■	■
<b>Glossosomatidae</b>				
<i>Anagapetus sp.</i>				■
<i>Culoptila sp.</i>			■	■
<i>Glossosoma sp.</i>	■	■	■	■
<i>Protoptila sp.</i>			■	■
<b>Hydroptilidae</b>				
<i>Alisotrichia sp.</i>			■	■
<i>Dibusa sp.</i>			■	■
<i>Leucotrichia sp.</i>			■	■
<i>Metrichia sp.</i>		■		
<i>Ochrotrichia sp.</i>			■	■
<i>Oxyethira sp.</i>			■	■
<b>Philopotamidae</b>				
<i>Chimarra sp.</i>	■	■		
<i>Wormaldia sp.</i>			■	■
<b>Polycentropodidae</b>				
<i>Polycentropus sp.</i>		■	■	■
<b>Hydropsychidae</b>				
<i>Diplectrona sp.</i>			■	■
<i>Hydropsyche sp.</i>			■	■
<b>Psychomyiidae</b>				
<i>Xiphocentron sp.</i>			■	■
<b>Lepidostomatidae</b>				
<i>Lepidostoma sp.</i>	■	■	■	■
<b>Limnephilidae</b>				
<i>Clostoecca sp.</i>			■	■
<i>Hesperophylax sp.</i>	■	■		
<i>Limnephilus sp.</i>	■		■	■
<b>Leptoceridae</b>				
<i>Nectopsyche sp.</i>		■		
<i>Oecetis sp.</i>				■
<b>Calamoceratidae</b>				
<i>Phylloicus sp.</i>			■	■
<b>Helicopsychidae</b>				
<i>Helicopsyche sp.</i>			■	■

Cuadro 6. Resumen comparativo de las especies recolectadas en los ríos San Borja y La Magdalena, respecto a los registrados en el Río Quila (Bueno-Soria, *et. al.* 1981b), el Parque Nacional “Los Azufres” y la Sierra de Mil Cumbres (Montoya, 1993).

Especies	Río San Borja	Río La Magdalena	Río Quila	Los Azufres	Mil Cumbres
<b>Hydrobiosidae</b>					
<i>Atopsyche dampfi</i> Ross & King					■
<i>Atopsyche hidalgoi</i> Flint	■	■	■		
<i>Atopsyche sperryi</i> Denning				■	■
<b>Glossosomatidae</b>					
<i>Glossosoma ventrale</i> Banks	■				
<i>Culoptila sp1.</i>			■		
<b>Hydroptilidae</b>					
<i>Ochrotrichia intermedia</i> Flint				■	
<i>Leucotrichia sp.</i>		■			
<b>Philopotamidae</b>					
<i>Wormaldia sp.</i>		■			
<i>Wormaldia plana</i> Ross & King			■		
<i>Wormaldia cornuta</i> Bueno & Holzenthal				■	
<i>Wormaldia tarasca</i> Bueno & Holzenthal				■	■
<b>Polycentropodidae</b>					
<i>Polycentropus aztecus</i> Flint				■	
<i>Polycentropus casicus</i> Denning				■	■
<i>Polycentropus mexicanus</i> (Banks)	■				
<b>Hydropsychidae</b>					
<i>Diplectrona chiapensis</i> Flint			■		
<i>Hydropsyche vespertina</i> Flint				■	
<b>Lepidostomatidae</b>					
<i>Lepidostoma aztecum</i> Flint & Bueno	■			■	■
<i>Lepidostoma delongi</i> Ross	■		■		
<i>Lepidostoma frontale</i> Banks				■	■
<i>Lepidostoma quila</i> Bueno & Padilla			■	■	■
<b>Limnephilidae</b>					
<i>Hesperophylax magnus</i> Banks			■		
<i>Hesperophylax mexico</i> Parker & Wiggins	■	■			
<i>Limnephilus mexicanus</i> Flint				■	
<i>Limnephilus toussainti</i> Banks					■
<i>Limnephilus tulatus</i> Denning	■				■
<i>Clistronia graniculata</i> (Denning)			■		
<b>Leptoceridae</b>					
<i>Nectopsyche lahontanensis</i> Haddock		■	■		
<i>Oecetis arizonensis</i> Denning					■
<i>Oecetis disjuncta</i> Ross					■
<b>Helicopsychidae</b>					
<i>Helicopsyche mexicana</i> Banks			■		
<i>Helicopsyche villagesi</i> Denning				■	■

## DISCUSIÓN

### Río San Borja, Parque Nacional “Desierto de los Leones”

#### ADULTOS

##### Riqueza y abundancia

Debido a que el Distrito Federal se ubica dentro de la Zona de Transición Mexicana es de esperar que la diversidad sea alta y a la vez se vea favorecida la presencia de fauna de montañas frías y de corredores húmedos tropicales (Halffter, 1987). comprobándose esto último con la presencia de fauna Neártica como las especies de la familia Limnephilidae y fauna Neotropical como las especies de la familia Hydrobiosidae.

Por otra parte, a pesar de la pequeña cantidad de especies registradas, casi todas pertenecen a familias diferentes, presentan distintos requerimientos tanto de alimentación como de hábitat y entre ellas encontramos especies muy tolerantes a la contaminación del agua como *Polycentropus mexicanus* pero también especies con un grado de tolerancia muy bajo como *Glossosoma ventrale* y *Atopsyche hidalgoi*, lo cual indica un grado bajo de contaminación (Cuadro 1).

En el Río San Borja, de septiembre de 2005 a agosto de 2006 se capturaron 229 insectos adultos y de octubre de 2006 a septiembre de 2007 se recolectaron 375 ejemplares teniendo un total de 604 adultos, pertenecientes a 5 familias, 6 géneros y 7 especies.

Las familias más abundantes fueron Polycentropodidae, Limnephilidae e Hydrobiosidae con 289, 194 y 103 ejemplares, respectivamente. Las especies más abundantes fueron *Polycentropus mexicanus* (289 ejemplares), *Hesperophylax mexico* (190 ejemplares) y *Atopsyche hidalgoi* (103 ejemplares) (Fig. 9).

El análisis de los resultados nos permite observar que en el Parque Nacional “Desierto de los Leones” existe una marcada separación entre la temporada primavera-verano (comprendida entre la segunda mitad de marzo y la primera mitad de septiembre) y la temporada otoño-invierno (ubicada entre la segunda mitad de septiembre y la primera mitad de marzo)(Fig. 10), apoyada por un comportamiento similar en la oscilación térmica tanto del agua como del aire y en el patrón de precipitación fluvial (Fig. 56; COFEMER, 2004).

En la figura 12 se puede observar que entre los meses de abril y junio del 2006 se recolectó la mayor cantidad de tricópteros adultos correspondientes al ciclo 2005-2006 mientras que en el periodo entre septiembre y marzo se recolectó un número menor. Además se puede observar que en los meses de junio y julio, se registró la mayor riqueza con 5 especies en cada mes.

La figura 13, correspondiente al ciclo 2006-2007 muestra que la mayor abundancia de tricópteros adultos se recolectó entre los meses de mayo y septiembre del 2007. Asimismo en los meses de junio, julio y septiembre se registraron 4 especies cada mes.

A pesar de la marcada estacionalidad las poblaciones de larvas y adultos se mantuvieron presentes a lo largo del estudio llevándonos a pensar que las especies que habitan el Río San Borja, son especies bivoltinas o multivoltinas (Figs. 12 y 13).

La recolección de tricópteros adultos fue difícil por varios motivos, uno de ellos fueron las inconveniencias del tiempo ya que independientemente de que la trampa de luz negra se colocó en los días cercanos a luna nueva, la altitud de la región provoca

que las temperaturas sean bajas, Knudsen (1972) señala que estas condiciones climáticas son desfavorables para la recolección de insectos. Del mismo modo durante gran parte del año se presentaron lluvias en la noche, lo cual impide que los organismos salgan del refugio que les brindan las plantas.

Una razón más de la escasa recolección de adultos es que posiblemente no hayan coincidido las fechas de colecta con la época de emergencia. Crichton (1976) menciona en su estudio realizado con trampas de luz, sobre las especies que están pobremente representadas en sus muestreos, que se trata de organismos con una vida muy corta como adultos por lo que, tanto la época de emergencia como la longevidad de los adultos pueden impedir la captura de algunas especies. Finalmente otra causa probable por la que se capturaron pocos adultos, según Crichton (1976) es que existen especies que vuelan de día.

## ESTADIOS INMADUROS

Relativo a los estadios inmaduros se determinaron 6 géneros correspondientes a 5 familias, siendo los géneros más numerosos *Hesperophylax* sp. (198 ejemplares), *Glossosoma* sp. (98 ejemplares), *Atopsyche* sp. (64 ejemplares) y *Chimarra* sp. (43 ejemplares) (Fig. 49).

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Respecto a los parámetros fisicoquímicos evaluados en el Río San Borja de octubre de 2006 a septiembre de 2007, se observó poca variación. A continuación se explica la posible influencia de cada uno de ellos sobre la riqueza en el Río San Borja.

En lo que corresponde a la dureza, Roback (1974) realizó una recopilación de estudios enfocados en los parámetros fisicoquímicos de distintos cuerpos de agua donde se encontraron varias especies de tricópteros y señala que las aguas duras no parecen ser una limitante para estos organismos. Dicha aseveración parece refutarse en el presente estudio ya que la correlación entre la abundancia y la dureza resultó significativa ( $r=-0.77$ ,  $p<0.05$ ) e inversamente proporcional indicando que mientras más dura sea el agua, habrá un menor número de organismos. De la misma manera entre más dura sea el agua habrá menos especies ( $r=-0.889$ ,  $p<0.05$ ).

Se determinó que en el Río San Borja la concentración de oxígeno disuelto se localiza dentro de los límites considerados como normales en términos biológicos (Cuadro 2). Si bien en el Río San Borja la oxigenación es ligeramente menor con respecto al Río Magdalena (Cuadro 4), esto puede deberse a la distancia al origen ya que el punto de muestreo en el Río San Borja se localiza a 5.4 km. del origen del río mientras que el punto de muestro en el Río Magdalena se encuentra a 6.2 km. de su origen (INEGI, 2006).

La relación de la abundancia con la concentración de oxígeno disuelto presenta una tendencia negativa, si embargo la relación no es significativa (Cuadro 3) indicando que a mayor oxigenación, menor será la abundancia. Del mismo modo la relación con la riqueza no es significativa (Cuadro 3) pero la tendencia indica que a mayor concentración, menor riqueza.

Wiederholm (1974) menciona que los ambientes con aguas ácidas típicamente albergan pocas especies; en este caso el pH mostró una variación mínima presentando valores ácidos entre 4.5 y 5 (Cuadro 2). Del mismo modo Rosemond, *et al.* (1992) encontraron que para el orden Trichoptera la riqueza de especies esta correlacionada



positivamente con el pH. Este comportamiento de la correlación entre el pH y la diversidad se puede observar en el trabajo de Montoya (1993) en donde los valores de pH son más altos con respecto al Río San Borja presentando así mismo un mayor número de especies. En este caso la correlación negativa no resultó significativa ( $p > 0.05$  en ambos casos) y la tendencia indica que tanto la abundancia ( $r = -0.06$ ) como la riqueza ( $r = -0.448$ ) disminuyen conforme el pH aumenta.

También Zischke *et al.* (1983) demuestran en canales experimentales que el pH bajo se relaciona con un menor porcentaje de emergencia, caso probable del género *Chimarra* Stephens. A lo largo de este trabajo se recolectaron 37 larvas pertenecientes a este género, sin embargo no se recolectó ningún adulto.

En cuanto a la temperatura se observó una variación no mayor a  $4.5^{\circ}\text{C}$  entre el mes más frío y el mes más cálido de los dos años (Fig. 56). En este caso la relación de la temperatura con la abundancia y la riqueza tampoco fueron significativas y la tendencia muestra que la diversidad aumenta proporcionalmente con la temperatura (Cuadro 3).

## OTROS FACTORES

Otro factor que interviene en la reducción de la cantidad de especies se puede relacionar con los tipos de sustrato presentes en el Río San Borja. Varios autores entre ellos Allan (1975) indican que los insectos bentónicos y otros invertebrados incrementan su diversidad conforme aumenta el tamaño de las partículas del sustrato, mientras que otros investigadores (Minshall, 1984) sugieren que agentes como la homogeneidad del sustrato, la disponibilidad y la variedad del alimento influyen en la presencia de los organismos.

Conviene señalar que el sitio de muestreo en el Río San Borja se localizó a poca distancia (5.4 km) de los manantiales que lo forman. Al respecto existen trabajos (Ward & Dufford, 1979) donde se reporta una riqueza de especies reducida en las vecindades de los manantiales comparada con la diversidad existente río abajo. Sin embargo existen otros estudios que muestran todo lo contrario registrando una mayor diversidad de especies de macroinvertebrados cerca de los manantiales (Resh, 1983). Por lo tanto en este caso no se puede determinar el efecto de la distancia al origen, en la presencia de tricópteros.

Bueno, *et al.* (1981a) mencionan que la presencia de las larvas también se ve afectada por cambios espacio-temporales relacionados con el estadio de desarrollo de la larva y con el tipo de sustrato necesario para conseguir su alimento y material adecuado para sus refugios de modo que también es necesario estudiar otros componentes del hábitat de los tricópteros para poder determinar el grado de influencia que cada uno posee.

## Río La Magdalena, Parque ecológico “Los Dinamos”.

### ADULTOS

En el Río La Magdalena no hubo posibilidad de hacer las recolecciones nocturnas, sin embargo de octubre de 2006 a septiembre de 2007 se obtuvieron por medio de red aérea, 6 insectos adultos pertenecientes a 5 familias, 5 géneros y 5 especies.

## ESTADIOS INMADUROS

Los estadios inmaduros se ubicaron en 8 familias y 8 géneros. Los géneros más abundantes fueron *Polycentropus sp.* (238 ejemplares) y *Atopsyche sp.* (139 ejemplares) (Fig. 57). En este sitio se encontró un mayor número de géneros lo cual podría indicar una riqueza mucho mayor con respecto al Río San Borja.

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los parámetros fisicoquímicos mostraron valores muy similares a los estimados en el Río San Borja. Se observó una variación en la dureza de apenas 1.91 mg de CaCO<sub>3</sub>/L, el oxígeno disuelto mostró un promedio de 7.9 mg/L, el pH se ubicó entre 4.5 y 5, y la temperatura fluctuó entre los 6.5 y los 11°C (Cuadro 4).

## Comparación con otros estudios

Además de hacer la comparación entre los datos obtenidos de los dos ríos, la comparación hecha con los datos obtenidos por Bueno-Soria *et al.* (1981b) y Montoya (1993) (Cuadros 5 y 6) deja ver que la composición faunística de tricópteros hallada en el Río San Borja es similar en todos los ríos y la mayor parte de las familias afines a este tipo de hábitat, están presentes en el Río San Borja. Tales familias en su mayoría presentan afinidad Neártica.

Las especies recolectadas en los ríos San Borja y La Magdalena contribuyen con nuevos registros de distribución para el Distrito Federal, excepto las especies *Polycentropus mexicanus* que ya había sido recolectada en Tacubaya (Flint *et al.* 1999) y *Hesperophylax mexico* en el Parque Nacional “Desierto de los Leones” (Parker & Wiggins, 1984).

## CONCLUSIONES

A pesar de haber registrado un reducido número de especies en el Río San Borja se puede considerar que es un río con buena calidad de agua, evidencia de ello son la presencia de especies muy tolerantes a la contaminación y el registro de poblaciones de larvas muy numerosas y permanentes.

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos proporciona una pista de la relación que los tricópteros guardan con su hábitat, sin embargo es necesario realizar un estudio más profundo de los mismos que incluya otros factores como las características del sustrato y la distancia al punto de origen, para determinar más certeramente su influencia sobre las poblaciones de tricópteros.

Al comparar la riqueza de especies encontrada en el Río San Borja con el río Quila, Los Azufres y Mil Cumbres se puede observar que todos los sitios presentan fauna conformada por especies de afinidad primordialmente Neártica que se registran en zonas de grandes altitudes o de climas fríos.

Por otra parte se concluye que el Río La Magdalena presenta buena calidad de agua ya que en él se encuentra un mayor número de géneros de larvas lo cual representa una diversidad potencial de especies mayor. Además es necesario hacer recolecciones nocturnas para conocer la diversidad real de dicho hábitat.

Después del análisis cuidadoso de los resultados, se piensa que posiblemente la principal causa de disminución de la biodiversidad en el Río San Borja se debe a la alteración del medio resultado de las actividades humanas como son la construcción de caminos, la tala del bosque sin planeación, incendios forestales o destrucción del bosque por demanda de habitación. De esta manera el cambio en la calidad del hábitat ha producido la desaparición de algunas especies en el Río San Borja, como *Ochrotrichia leona* Bueno & Santiago, por ejemplo.

Los estadios inmaduros de los tricópteros dependen totalmente de los medios acuáticos y tanto su riqueza como su abundancia representan en gran medida la calidad del agua de su hábitat pudiendo esta relación proporcionar información valiosa acerca del uso potencial del agua. Sin embargo, es necesario hacer más investigación sobre la identificación de los estadios inmaduros no solo para poder realizar un monitoreo mas certero de la calidad del agua, sino también para complementar la información inherente a las especies y poder realizar estudios más complejos.

Siendo el agua un elemento vital para todos los seres vivos, es responsabilidad de todos el tomar las medidas necesarias no solo para preservar sino también para incrementar las superficies de bosques con sus hábitats acuáticos, ya que la pérdida de estos ecosistemas sobre todo en una de las ciudades más pobladas del mundo, puede causar cambios inesperados del clima y del suministro de agua al no haber recarga de los mantos acuíferos de la Ciudad de México.

## LITERATURA CITADA

- Allan, J. D. 1975. The distributional ecology and diversity of benthic insects in Cement Creeck. Colorado. *Ecology*, 56: 1040-1053.
- Angrisano, E. B. 2002. Contribution to the knowledge on Trichoptera of El Palmar National Park (Argentina). Description of the immature stages of *Bredinia* sp. and *Rhyacopsyche yatay* (Hydroptilidae). *Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera*. Potsdam, Germany. pp. 395-406.
- Banks, N. 1895. New Neuropteroid Insects. *Transactions of the American Entomological Society*, 22: 313-316.
- Banks, N. 1900. New Genera and Species of Nearctic Neuropteroid Insects. *Transactions of the American Entomological Society*, 26: 239-259.
- Banks, N. 1901. A list of Neuropteroid Insects from Mexico. *Transactions of the American Entomological Society*, 27: 361-371
- Banks, N. 1903. Some new Neuropteroid insects. *Journal of New York Entomological Society*, 9: 236-243.
- Banks, N. 1904. Neuropterid insects from New Mexico. *Transactions of the American Entomological Society*, 30: 97-110.
- Banks, N. 1905. Descriptions of new Nearctic Neuropteroid insects. *Transactions of the American Entomological Society*, 32: 1-20.
- Barba, A. R. E. 1991. *Revisión Taxonómica del Género Polycentropus Curtis para México (Trichoptera : Polycentropodidae)*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 98 p.
- Blahnik, R. J. & R. W. Holzenthal. Recolección y Conservación de Trichoptera, con Énfasis en el Material Montado. *Neotropical Trichoptera Newsletter*. [En línea]. [24-septiembre-2008]. P. 1-13. Disponible en:  
<[http://www.entomology.umn.edu/museum/links/Suplemento\\_al\\_1.pdf](http://www.entomology.umn.edu/museum/links/Suplemento_al_1.pdf)>
- Borror, D. J., M. De Long & C. A. Triplehom. 1981. *A Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing. USA. 827 p.
- Bouchard, R. W., Jr. 2004. *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 p.
- Bueno-Soria, J. 1977. Una especie nueva de *Ochrotrichia* Mosely (Insecta: Trichoptera: Hydroptilidae). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 48: 141-144.

- Bueno-Soria, J. 1981. Estudios en insectos acuáticos de México I (Trichoptera : Leptoceridae). Cinco nuevas especies de *Oecetis* McLachlan. *Folia Entomológica Mexicana*, 49: 103-120.
- Bueno-Soria, J. 1983a. Three New Species of *Ochrotrichia* (*Metrichia*) from Chiapas, Mexico (Trichoptera : Hydroptilidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 96: 79-83.
- Bueno-Soria, J. 1983b. Five New Species of Caddisflies (Trichoptera) from México. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 85: 450-455.
- Bueno-Soria, J. 1984a. Three New Species of the Genus *Protoptila* from Mexico and Costa Rica (Trichoptera : Glossosomatidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 97: 392-394.
- Bueno-Soria, J. 1984b. Description of the larvae and the pupa of *Mexipsyche toschiae* (Denning) (Trichoptera : Hydropsychidae). *Proceedings of the 4th International Symposium on Trichoptera* The Hague. pp. 49-55
- Bueno-Soria, J. 1985. Estudios en insectos acuáticos III. Cinco nuevas especies de *Chimarra* Stephens (1829) de México y Centroamérica (Trichoptera : Philopotamidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 59: 79-138.
- Bueno-Soria, J. 1986. Estudios en insectos acuáticos VIII. Cinco nuevas especies de Tricópteros de México y Costa Rica (Trichoptera : Hydropsychidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 68: 53-65.
- Bueno-Soria, J. 1990. Estudios en Insectos Acuáticos VIII. Revisión para México y Centroamérica del género *Polyplectropus* Ulmer (Trichoptera : Polycentropodidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 61: 357-404.
- Bueno-Soria, J. *Guía para la identificación de larvas del Orden Trichoptera de México*. Instituto de Biología, UNAM. En prensa. 250 p.
- Bueno-Soria, J. & O. S. FLINT. Jr. 1978. Catálogo Sistemático de los Tricópteros de México (Insecta: Trichoptera), con algunos registros del Norte, Centro y Sudamérica. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 49:189-218.
- Bueno-Soria, J. & S. Santiago-Fragoso. 1979. Una nueva especie del género *Protoptila* Banks (Trichoptera : Glossosomatidae) de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 50: 477-480.
- Bueno-Soria, J. & S. Santiago-Fragoso. 1980. Una nueva especie del género *Ochrotrichia* Mosely (Trichoptera : Hydroptilidae) del estado de Hidalgo, México.

*Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 51: 383-388.

Bueno-Soria, J., J. R. Padilla, & M. Rivera. 1981a. Observations on the longitudinal distribution of Trichoptera larvae in a stream at Zempoala Mexico, Mexico. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Trichoptera*. Editado por G. P. Moretti. Dr. W. Junk by Publishers, The Hague. pp. 33-38.

Bueno-Soria, J., J. B. López & C. Márquez. 1981b. Consideraciones preeliminares sobre la ecología de los insectos acuáticos del Río Lerma. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 8: 175-82.

Bueno-Soria, J. & A. Contreras. 1986. Estudios en Insectos Acuáticos IV. Descripción de Tres Nuevas Especies de Tricópteros del género *Lepidostoma* (Trichoptera : Lepidostomatidae) de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 56:207-212.

Bueno-Soria, J. & S. W. Hamilton. 1986. Estudios en Insectos Acuáticos VI. Cinco Especies Nuevas de Tricópteros de México: (Trichoptera: Polycentropodidae; Hydroptilidae; Hydropsychidae. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 57:299-310.

Bueno-Soria, J. & A. R. Harris. 1993. Estudios en Insectos Acuáticos de México IX. Cuatro nuevas especies del género *Alisotrichia* (Trichoptera : Hydroptilidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 64: 49-60.

Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología UNAM, Agrupación Sierra Madre, S. C. 848 p.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2008. Parque Nacional "Desierto de los Leones". [En línea]. Disponible en: <<http://www.conanp.gob.mx/dcei/entorno/notas/not23/barra2302.htm>>. [5-marzo-2008].

Comisión Federal de Mejora Regulatoria. 2004. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional "Desierto de los Leones"*. 2008. [En línea]. Distrito Federal, México. COFEMERMIR. [9-marzo-2008]. Disponible en <[www.cofemermir.gob.mx/uploadtests/6534.59.59.1.ProgramaConservacin.pdf](http://www.cofemermir.gob.mx/uploadtests/6534.59.59.1.ProgramaConservacin.pdf)>.

Crichton, M. I. 1976. The Interpretation of light trap catches of Trichoptera from the Rothamsted Insect survey. *Proceeding of the 1st International Symposium on Trichoptera*. Dr. W Junk b. v. Publishers The Hague. 147-165.

- Cuajimalpa de Morelos. 2008. Introducción. En: Geografía. [En línea]. Disponible en <<http://www.cuajimalpa.df.gob.mx/geografia/>>. [5-marzo-2008].
- Denning, D. G. 1941. Description of three new species of Mexican *Chimarra* Trichoptera: Philopotamidae. *Entomological News*, 52: 82-85.
- Denning, D. G. 1962. New Trichoptera. *The Pan-Pacific Entomologist*, 38(1):33-40.
- Denning, D. G. 1964. Trichoptera of Baja California. *The Pan-Pacific Entomologist*, 40: 128-134.
- Denning, D. G. 1965. New Hydropsychidae (Trichoptera). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 38: 75-84.
- Fischer, F. C. J. 1962. Polycentropodidae, Psychomyiidae. *Trichopterorum Catalogus*. Vol. XIII. Amsterdam, 172 p.
- Flint, O. S. Jr. 1958. Descriptions of Several Species of Trichoptera. *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society*, 53: 21-24.
- Flint, O. S. Jr. 1967a. Studies of Neotropical caddis flies, IV: new Species from México and Central America. *Proceedings of the United States National Museum*, 123 (3608):1-24.
- Flint, O. S. Jr. 1967b. Studies of Neotropical caddis flies, V: types of the species described by Banks and Hagen. *Proceedings of the United States National Museum*, 123(3619): 1-37.
- Flint, O. S. Jr. 1970. Studies of Neotropical caddisflies, X. *Leucotrichia* and Related Genera from North and Central America (Trichoptera : Hydroptilidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 60: 1-64
- Flint, O. S. Jr. 1972. Studies of Neotropical caddisflies, XIII: The genus *Ochrotrichia* from Mexico and Central America (Trichoptera: Hydroptilidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 118: 1-28.
- Flint, O. S. Jr. 1974. Studies of Neotropical caddisflies, XVII: The genus *Smicridea* from North and Central America (Trichoptera: Hydropsychidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 167: 1-65.
- Flint, O. S. Jr & S. J. Bueno-Soria. 1977. Studies of Neotropical Caddisflies, XXI: The Genus *Lepidostoma* (Trichoptera: Lepidostomatidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 90: 375-387.

- Flint, O. S. Jr & S. J. Bueno-Soria. 1982. Studies of Neotropical Caddisflies, XXXII: The Immature Stages of *Macronema variipenne* Flint & Bueno, with the division of *Macronema* by resurrection of *Macrostemum* (Trichoptera: Hydropsychidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 95: 358-370.
- Flint, O. S. Jr & S. J. Bueno-Soria. 1987. Studies of Neotropical Caddisflies, XXXVI: The Genus *Calosopsyche* in Centralamerica with descriptions of this immatures stages (Trichoptera : Hydropsychidae). In M, Bournaud and H. Tachet (Ed.) *Proceeding of the 5th International Symposium on Trichoptera*.
- Flint, O. S. Jr, R. W. Holzenthal & S. C. Harris. 1999. *Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera)*. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio. iv+239 p.
- Flores-Villela. O y P. Gerez. 1988. *Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. inireb-ci. México. 301 p.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Ed. Ofset Larios, S.A. México. 217 p.
- Haddock, J. D. 1977. The biosystematics of the caddis fly genus *Nectopsyche* in North America with emphasis on the aquatic stages. *American Midland Naturalist*, 98: 382-421.
- Hagen, H. A. 1861. Synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South America Species. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 4: 347.
- Halfter, G. 1987. Biogeography of the Montane Entomofauna of México and Central America. *Annual Review of Entomology*, 32: 95-114.
- Hamilton, S. W. 1986. *Sistematica and Biogeography of the New World Polycentropus sensu stricto (Trichoptera:Polycentropodidae)*. Ph. D. dissertation. Clemson University. Clemson. 257 p.
- Harris, D. C. 2005. *Exploring chemical analysis*. Ed. W. H. Freeman and Company. New York. 610 p.
- INEGI. 2000. *XII censo general de población y vivienda*. Cuaderno Estadístico Delegacional No. 931765, Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón. D.F., México.
- INEGI. 2003. Carta topográfica "Ciudad de México". E14A39. Escala 1:50 000. INEGI. México.
- INEGI. 2006. *Información Referenciada geoespacialmente Integrada en un Sistema*. [CD-ROM]. Versión 4.0.1. México. INEGI. Programa computacional.



- INEGI. 2008a. *Mapa de Fisiografía*. [En línea]. [5-marzo-2008]. Disponible en <<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/fisio.cfm?c=444&e=09>>.
- INEGI. 2008b. *Mapa de Regiones Hidrológicas*. [En línea]. [5-marzo-2008]. Disponible en <<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/rh.cfm?c=444&e=09>>
- International Union for Conservation of Nature. 2007. *IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea]. Suiza: Species Survival Commission. [Consulta: 26-septiembre-2008]. Disponible en: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
- IPNI. 2004. *International Plant Names Index*. [En línea]. Harvard University Herbaria, Royal Botanic Gardens, Kew & Australian National Herbarium. [Consulta: 26-septiembre-2008]. Disponible en: <[www.ipni.org](http://www.ipni.org)>.
- Knudsen, J. W. 1972. *Collecting and Preserving Plants and Animals*. Ed. Harper & Row, Publishers. New York. U. S. A. pp.139-140.
- Minshall, G. W. 1984. Aquatic Insects-Substratum Relationships. En: RESH, V. H. and D. M. ROSEMBERG eds. *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers. pp 358-400.
- Montoya, A. R. 1993. *Contribución al conocimiento del orden Trichoptera de dos zonas del Eje Neovolcánico Transversal en la zona oriente del estado de Michoacán*. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, unidad Iztacala. UNAM. 106 p.
- Morse, J. C. 1993. A Checklist of the Trichoptera of North America, including Greenland and Mexico. *Transactions of the American Entomological Society*, 119:47-93.
- Morse, J. C. & R. W. Holzenthal. 1996. Trichoptera Genera. En: MERRIT, R. W. & CUMMINS, K. W. eds. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. U.S. A. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. 862 p.
- Mosely, M. E. 1937. Mexican Hydroptilidae (Trichoptera). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 86: 151-190.
- Mosely, M. E. 1954. The *Protoptila* Group of the Glossosomatinae (Trichoptera : Rhyacophilidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 3: 317-346.
- Parker, C. R. & Wiggins. 1984. the Nearctic caddisfly genus *Hesperophylax* Banks (Trichoptera: Limnephilidae). *Canadian Journal of Zoology*, 63: 2443-2472.
- Resh, V. H. 1983. Spatial Differences in the Distribution of Benthic Macroinvertebrates along a Springbrook. *Aquatic Insects*, 5: 193-200.

- Resh, V. H. & J. K. Jackson. 1993. *Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates*. En Rosenberg D. M. & V. H. Resh Eds. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. Nueva York, U. S. A. 488 p.
- Resh, V. H. & J. D. Unzicker. 1975. Water quality monitoring and aquatic organism: the importance of species identification. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 17: 9-19.
- Roback, S. S. 1974. Insects Pollution Ecology of Freshwater invertebrates. En: Hart, C. W. Jr. & S. L. H. Fuller (Eds.). Academic Press. New York. pp. 313-376.
- Rojas, A. A. 1995. *Estudio taxonómico de los insectos del orden Trichoptera del arroyo Colorado en Real de Arriba, municipio de Temascaltepec, Estado de México, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 148 p.
- Rosemond, A. D., S. R. Reise, J. W. Elwood & P. J. Mulholland. 1992. The Effects of the Stream Acidity on Benthic Invertebrate Communities in the South-Eastern United States. *Freshwater Biology*, 27: 193-209.
- Ross, H. H. 1938. Lectotipes of North American Caddisflies in the Museum of Comparative Zoology. *Psyche*, 45: 1-61.
- Ross, H. H. 1944. The Caddis Flies, or Trichoptera, of Illinois. *Bulletin Natural History Survey*, 23: 326 p.
- Ross, H. H. 1946. A review of the Nearctic Lepidostomatidae (Trichoptera), *Annals of the Entomological Society of America*, 39: 265-291.
- Ross, H. H. 1947. Descriptions and Records of North American Trichoptera, with Synoptic Notes. *Transactions of the American Society*, 73: 125-168.
- Ross, H. H. 1956. *Evolution and Classification of the Mountain Caddisflies*. University of Illinois Press. Urbana. 213 p.
- Ross, H. H. 1959. New Species of *Chimarra* from Mexico and Central America (Trichoptera : Philopotamidae). *Entomological News*, 70: 169-178.
- Ruiter, D. E. 1995. The Adult *Limnephilus* Leach (Trichoptera: Limnephilidae) of the New World. *Ohio Biological Survey Bulletin, New Series*, 11: iv+200 p.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 p.
- StatSoft Inc. 1995. *Statistical user guide*. Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma, USA. Programa computacional.

- Tufinio, A. S. 1986. *Revisión Taxonómica del Género Atopsyche para México (Trichoptera : Rhyacophilidae)*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 96 p.
- Ulmer, G. 1905. Zur Henntniss aussereuropaischer Trichopteren. *Sttet. Ent. Zeit.* 66: 1-119.
- Walker, F. 1852. *Catalogue of Specimens of Neuropterous Insects in the Collectin of British Museum. Part I (Phrygaenides – Perlides)*. London. 192 p.
- Ward, J. V. 1992. *Aquatic insect ecology. 1. Biology and habitat*. Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 438 p.
- Ward, J. V. & R. G. DUFFORD. 1979. Longitudinal and Seasonal Distribution of Macroinvertebrates and Epilithic Algae in a Colorado Springbrook-pond System. *Arch. Hydrobiology*, 86: 284-321.
- Weaver, J. S., III. 1983. *The evolution and classification of Trichoptera, with a revision of the Lepidostomatidae and North American Synopsis of this family*. Ph. D. Dissertation, Clemson University. 411 p.
- Weaver, J. S., III. 1988. A synopsis of the North American Lepidostomatidae (Trichoptera). *Contributions of the North American Entomological Institute*, 24: iv+141.
- Wiederholm, T. 1974. Bottom fauna and eutrophication in large lakes of Sweden. *Acta Universitatis Upsaliensis*. Abstracts of Uppsala Dissertation from the faculty of Sciences, 270: 152-174.
- Wiggins, G. B. 1996a. Trichoptera Families. En: Merrit, R. W. & K. W. Cummins. eds. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. U.S.A. 862 p.
- Wiggins, G. B. 1996b. *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press. Canadá. 457 p.
- Zischke, J. A., J. W. Arthur, K. J. Nordlie, R. O. Hermanutz, D. A. Standen & T. P. Henry. 1983. Acidification effects on Macroinvertebrates and Fathead minnows (*Pimephales promelas*) in outdoor experimental chanel. *Water Research*, 17: 47-63.

## Apéndice I

Número total de individuos recolectados mensualmente por especie de septiembre de 2005 a septiembre de 2007.

Fecha	<i>Atopsyche hidalgoi</i>	<i>Glossosoma ventrale</i>	<i>Polycentropus mexicanus</i>	<i>Lepidostoma aztecum</i>	<i>Lepidostoma delongi</i>	<i>Hesperophylax mexico</i>	<i>Limnephilus tulatus</i>	Total
24-Sep-05	1	0	0	0	0	1	0	2
08-Oct-05	10	0	5	0	0	5	0	20
05-Nov-05	0	0	0	0	0	0	1	1
03-Dic-05	1	0	0	1	0	1	0	3
29-Dic-05	0	0	0	0	0	5	0	5
26-Ene-06	1	0	0	0	0	1	0	2
25-Feb-06	1	3	0	0	0	2	0	6
25-Mar-06	2	0	0	0	0	2	0	4
29-Abr-06	7	0	2	0	0	11	0	20
27-May-06	13	0	29	0	0	28	0	70
23-Jun-06	4	0	20	2	1	12	0	39
22-Jul-06	2	3	8	1	0	5	0	19
19-Ago-06	11	0	14	1	0	12	0	38
21-Oct-06	6	0	3	1	0	14	0	24
18-Nov-06	1	0	0	0	0	12	0	13
19-Dic-06	2	0	0	0	0	4	0	6
19-Ene-07	0	0	0	0	0	2	0	2
17-Feb-07	0	0	0	0	0	1	0	1
17-Mar-07	0	0	0	1	0	14	0	15
14-Abr-07	1	0	0	1	0	16	0	18
13-May-07	6	0	21	0	0	5	0	32
16-Jun-07	16	0	33	1	0	6	0	56
14-Jul-07	5	2	35	0	0	2	0	44
18-Ago-07	8	0	83	0	0	17	0	108
08-Sep-07	5	0	36	0	0	12	3	56
Total	103	8	289	9	1	190	4	604

Número total de individuos recolectados mensualmente por género desde octubre de 2006 a septiembre de 2007.

Fecha	<i>Atopsyche</i>	<i>Glossosoma</i>	<i>Chimarra</i>	<i>Lepidostoma</i>	<i>Hesperophylax</i>	<i>Limnephilus</i>	Total
21-Oct-06	0	1	0	0	1	0	2
18-Nov-06	0	2	0	0	7	0	9
19-Dic-06	1	11	15	0	11	0	38
19-Ene-07	1	3	9	0	9	0	22
17-Feb-07	9	6	3	1	9	0	28
17-Mar-07	31	5	4	0	7	0	47
14-Abr-07	9	3	6	0	21	0	39
13-May-07	1	3	0	0	16	0	20
16-Jun-07	6	0	0	0	17	0	23
14-Jul-07	0	10	0	0	16	0	26
18-Ago-07	0	0	0	0	15	0	15
08-Sep-07	0	0	0	0	0	1	1
Total	58	44	37	1	129	1	269