

GENERACIÓN 1996 B

CODIGO 193015576

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



SINOPSIS DEL ORDEN PLECOPTERA (INSECTA) EN MÉXICO.

INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:
KARLA MARCELA LÓPEZ COREAS

LAS AGUJAS ZAPOPAN, JALISCO MARZO 2002



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. KARLA MARCELA LÓPEZ COREAS
P R E S E N T E .**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO**, opción Trabajo monográfico de actualización con el título **"SINOPSIS DEL ORDEN Plecoptera (INSECTA) EN MÉXICO"**, para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el **BIOL HUGO EDUARDO FIERROS LÓPEZ**.

**A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 26 de febrero del 2002


**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**


**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. BIOL. HUGO EDUARDO FIERROS LÓPEZ. - Director del Trabajo
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

C. DRA. MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION DE LA
DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AMBIENTALES DE LA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted que habiendo revisado el trabajo de Tesis, en la modalidad **INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO, opción Trabajo monográfico de actualización**, que realizó el (la) pasante **Karla Marcela López Coreas** con el título: **Sinopsis del Orden Plecoptera (Insecta) en México** consideramos que ha quedado debidamente concluído, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos. Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 13 de Marzo de 2002 .

EL DIRECTOR DE TESIS

Hugo E. Fierros López
BIOL. HUGO EDUARDO FIERROS LOPEZ
NOMBRE Y FIRMA


SINODALES

1.- **M.C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA**
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

2.- **MC. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA**
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

3.- **ING. HILDA CUEVAS CONTRERAS**
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 2 |
| Justificación y Objetivos | 3 |
| Material y métodos | 4 |
| Importancia | 5 |
| Diagnosís general | 6 |
| Métodos de colecta, preservación y montaje | 10 |
| Situación del grupo en México | 12 |
| Familias de Plecoptera presentes en México | 13 |
| Claves : Náyades | 30 |
| Adultos | 34 |
| Discusión y conclusiones | 37 |
| Literatura citada | 42 |

Sinopsis del Orden Plecoptera (Insecta) en México

Resumen

Se llevó a cabo una revisión de la literatura existente para el Orden Plecoptera en México, hasta el momento se encuentran citadas 40 especies (7 familias , 12 géneros) en el país, de las que el 33.3% es endémico.

El aspecto taxonómico es el que más ha sido estudiado, por lo que en el presente trabajo se incluyen diagnosis de las familias y los géneros, así como claves dicotómicas ilustradas a nivel género. Destaca también la importancia del grupo en su uso potencial como bioindicadores de calidad del agua.

Se realizó un análisis de la situación del grupo como objeto de estudio en México, el cual se basó en los siguientes puntos: distribución de las especies, localidades muestreadas por estado, y número de revisiones a nivel género con las que cuenta el grupo.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Introducción

El orden Plecoptera está constituido por insectos neópteros, de náyades acuáticas y adultos terrestres, estos organismos son encontrados de manera general en cuerpos de agua corriente, limpia y fría de zonas montañosas lo que indica que poseen una alta resistencia a bajas temperaturas, sin embargo se tienen algunos registros de plecópteros en lugares de poca elevación y aguas cálidas (Lehmkuhl 1970, Harper y Stewart 1984, Baumann y Kondratieff 1996), de manera particular en México, se les relaciona directamente con los sistemas montañosos, los cuales a su vez cubren una gran extensión del territorio, por lo que se les tiene registrados en importantes zonas del país.

La primera cita de Plecoptera como grupo de estudio es una ilustración de lo que al parecer es un miembro del género *Perlodes* realizada por Hoefnagel (1592), sin embargo la ubicación taxonómica del grupo no fue una tarea fácil, ya que durante algún tiempo se les llegó a considerar como miembros de los órdenes Trichoptera y Megaloptera, hasta que entre 1832 – 1833 Pictet describió varias náyades de Nemouridae y confirmó la descripción hecha por Muralto (1683) de una náyade de Perlidae estableciendo así la identidad del grupo. Posteriormente Burmeister (1839) propuso el nombre del Orden (Ward 1992, Zwick 2000).

Son considerados un grupo uniforme en cuanto a estructura y comportamiento, se encuentran clasificados en dos subórdenes; Antarctoperlaria, que solo se encuentra en el hemisferio sur y Arctoperlaria en el hemisferio norte. Aunque se pueden encontrar algunos miembros de Arctoperlaria en el hemisferio sur, se cree que es debido a migraciones esporádicas (Dudley y Felmate 1992). Actualmente se conocen poco más de 2000 especies distribuidas en todo el mundo, exceptuando la Antártida (Zwick 2000).

Registro fósil

Los registros fósiles de Plecoptera ubican al orden dentro de los Plecopteroideos junto con otros dos órdenes ya extintos: Protoperlaria y Paraplecoptera, los tres órdenes con aparato bucal masticador, todo indica que no presentaban metamorfosis y que las náyades eran acuáticas solo en los primeros estadios de vida utilizando como branquias apéndices homólogos a las alas, durante los últimos estadios las náyades ya eran terrestres y presentaban alas articuladas que les permitían volar (Melendez 1982, Martínez-Delclós 1996).

Justificación

La realización de esta sinopsis es importante debido a que toda la información generada acerca del orden Plecoptera ha sido realizada en el extranjero o por extranjeros, se encuentra dispersa, y no es suficiente ya que no cubre todos los aspectos de estudio del grupo (en el país no existen hasta el momento especialistas del grupo) . Por lo que el sintetizar dicha información se vuelve necesario para saber cuales son los puntos más débiles en el estudio de los plecópteros de México, país que está considerado dentro de los más importantes por su biodiversidad.

Objetivos

General

Elaborar una sinopsis de la información taxonómica y ecológica más importante generada hasta el momento del Orden Plecoptera en México

Particulares

- 1.- Recopilar y proporcionar información (diagnosis para las familias y géneros con una lista de las especies registradas en el país; técnicas de colecta, preservación, montaje y cultivo) del Orden Plecoptera en México.
- 2.- Elaborar claves dicotómicas para determinar a los plecópteros mexicanos a nivel género.
- 3.- Destacar la importancia del estudio del grupo, así como el potencial que tienen estos organismos en su uso como bioindicadores.

Material y métodos

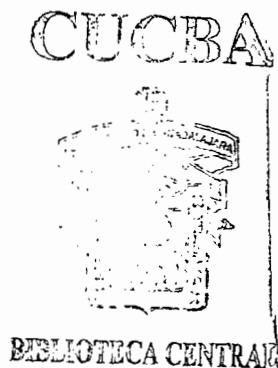
El presente trabajo es una revisión de la literatura existente con respecto al Orden Plecoptera en México publicada no solo en el país sino también en el extranjero, así como en fuentes electrónicas.

Se elaboraron diagnósis de las familias de Plecoptera presentes en México basadas en información tomada de Borror *et al.* (1989), Sandoval y Molina (2000) y Pescador *et al.* (2000), de la que se extrajeron, tradujeron, adaptaron y organizaron los caracteres más importantes que puedan ayudar a determinar a los plecópteros mexicanos.

Se realizaron claves dicotómicas a nivel género, dichas claves fueron tomadas y modificadas de Lehmkuhl (1979), Harper y Stewart (1984), Surdick (1985) y Daly *et al.* (1998); se ilustraron con figuras tomadas de Harper (1978), Lehmkuhl (1979), Harper y Stewart (1984), Nelson y Baumann (1987) y Pescador *et al.* (2000).

Se discutieron las condiciones de estudio del grupo en México mediante el análisis de la información que proporcionan el número de especies citadas en México, como la distribución por estados, localidades muestreadas por estado, fecha de descripción de las especies, número de revisiones para los géneros

Se incluye un apartado de recomendaciones en el cual se hizo hincapié en el potencial de los plecópteros como indicadores biológicos y del tipo de estudios que hace falta realizar con el grupo.



Importancia

Parte de la relevancia ecológica del grupo está dada por el hecho de que forma parte importante de la cadena trófica en los sistemas en los cuales se encuentran presentes, no sólo como alimento de vertebrados como peces, aves, anfibios y de otros invertebrados, sino también desempeñando un papel de depuradores de los sistemas acuáticos, al ser en su mayoría organismos que tienen hábitos detritívoros. Existe evidencia de que en los cuerpos de agua en que coexisten junto con salmones, las náyades se alimentan de los huevos muertos de este pez, lo cual reduce la probabilidad de infestaciones fúngicas en los huevecillos que siguen vivos (Allan 1982, Ward 1992).

Índices de calidad de agua

Uno de los principales enfoques en el estudio de los Plecoptera ha sido en el uso de estos organismos como indicadores de calidad ambiental o perturbación en los ecosistemas de agua dulce, en los que están presentes, considerándoseles como un sistema de monitoreo biológico, ya que presentan las siguientes características: 1) son biológicamente relevantes en el equilibrio de las comunidades al ser parte de la cadena trófica como alimento y por la diversidad de hábitos que presentan, 2) existe un importante número de endemismos, 3) ciclos de vida relativamente cortos, 4) son especialmente sensibles a contaminantes, 5) forman parte importante del total de la biomasa presente en el sistema, 6) costo efectivo en tiempo y dinero es relativamente bajo (Lanza 2000, Sandoval y Molina 2000).

Con el fin de evaluar la calidad de ríos y lagos se han elaborado diversos índices que se basan en el hecho de que los agentes contaminantes tienden a restringir la diversidad de organismos poco tolerantes con un simultáneo incremento en la densidad de aquellos que si pueden tolerar dichos agentes, entre los índices más utilizados destacan:

- a) Índice de Chutter.
- b) Índice de Hilsenhoff
- c) Índice Biótico

Dentro de estos últimos el más utilizados ha sido el Índice Biótico de Beck que separa a los diversos ordenes en tres categorías: intolerantes (efemerópteros, tricópteros, plecópteros, etc), facultativos (odonatos, decápodos, dípteros, etc) y tolerantes (dípteros), a continuación se dará una

breve explicación de este índice. El número de individuos de cada taxón es estimado en la siguiente escala: A=0-9, B=10-99, C=100 o más. El número de taxa en cada grupo es multiplicado por el valor de tolerancia del grupo (intolerante=3, facultativo=2, tolerante=1); la suma de estos grupos, denominados Índice del Valor Acumulativo es nominada en una escala de excelente bueno, regular y pobre.

Al momento de elegir un índice deben de tomarse en cuenta los siguientes factores:

- 1.- Tipo de contaminación: orgánica , por pesticidas o por metales pesados (Lenat 1993).
- 2.- Estación del año, ya que por ejemplo el Índice Biótico no se recomienda en otoño [según los resultados de un estudio en el sureste de los Estados Unidos llevado a cabo por Lenat (1993)] debido a que proporciona datos que pueden considerarse como no confiables.
- 3.- Flujo o corriente del cuerpo de agua (Chutter 1972)
- 4.- Conocimiento de la biología de las especie (s) o del grupo (s) en estudio (Lanza 2000).
- 5.- No se puede traspolar información de una región a otra a menos de que las condiciones sean exactamente las mismas (caso muy difícil de encontrar) debido a las grandes variaciones que pueden darse de un lugar a otro (Lenat 1993).

Especies amenazadas o vulnerables

La importancia que se le ha dado al estudio del grupo en otros países se ve reflejada en listados muy completos de las especies presentes (ejemplos: Estados Unidos 618 spp, Grecia 66), así como de las que pueden estar en peligro de desaparecer como efecto directo de las actividades antropogénicas (Tierno y Sánchez 1999).

En la Península Ibérica y las Islas Baleares existe una lista de 7 especies amenazadas y 4 vulnerables, (Tierno y Sánchez 1999), en México sin embargo dada la carencia de información no se cuenta con listas de este tipo, aunque se sabe de al menos una especie rara (*Bisancora pastina*) y de 12 endémicas pertenecientes a los géneros *Anacroneuria* (Perlidae) y *Amphinemura* (Nemouridae) (*Anacroneuria*: *A. aethiops*, *A. planicollis*, *A. chiapasa*, *A. dilaticollis*, *A. flavifacies*, *A. flavolineata*, *A. hoogstraali*, *A. quadriloba*; *Amphinemura*: *A. venusta*, *A. reinerti*, *A. puebla*, *A. mexicana*)

Diagnosis general

Adultos (Fig. 1)

Son organismos terrestres; de cuerpo alargado; la cabeza es prognata, su forma es más o menos redondeada o un poco aplanada; aparato bucal masticador, poco esclerosado y generalmente no funcional; con ojos compuestos pequeños o medianos ubicados lateralmente, pueden tener hasta 3 ocelos o carecer de ellos; las antenas son filiformes y están formadas por un número variable de artejos; presentan dos pares de alas bien desarrolladas, el par posterior es más corto y ancho que el anterior (Fig. 2), aunque pueden ser también ápteros y/o braquípteros; las patas son caminadoras, con tarsos triarticulados terminando normalmente con dos uñas, pueden presentar arolio y/o empodio; el protórax está bien desarrollado, el pronoto se encuentra indiviso; el meso y metatórax son subiguales, libres y bien desarrollados; el abdomen es poco esclerosado, de forma cilíndrica o aplanada, los diez primeros segmentos son evidentes; la genitalia en los machos generalmente incluye ganchos y otras proyecciones, en las hembras solo el 8° esternito abdominal está modificado y forma una placa subgenital; poseen un par de cercos los cuales pueden estar formados por uno o muchos artejos; pueden presentar remanentes branquiales en tórax y/o abdomen. (Harper y Stewart 1984, Muzón y Brachmann 1998).

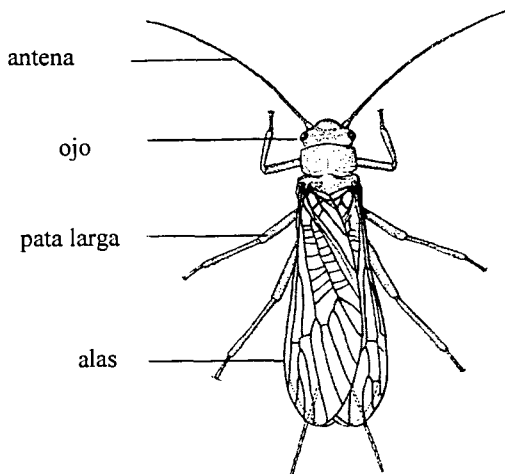


Figura 1. Adulto de Plecoptera
[(tomada de Lehmkuil (1979)).

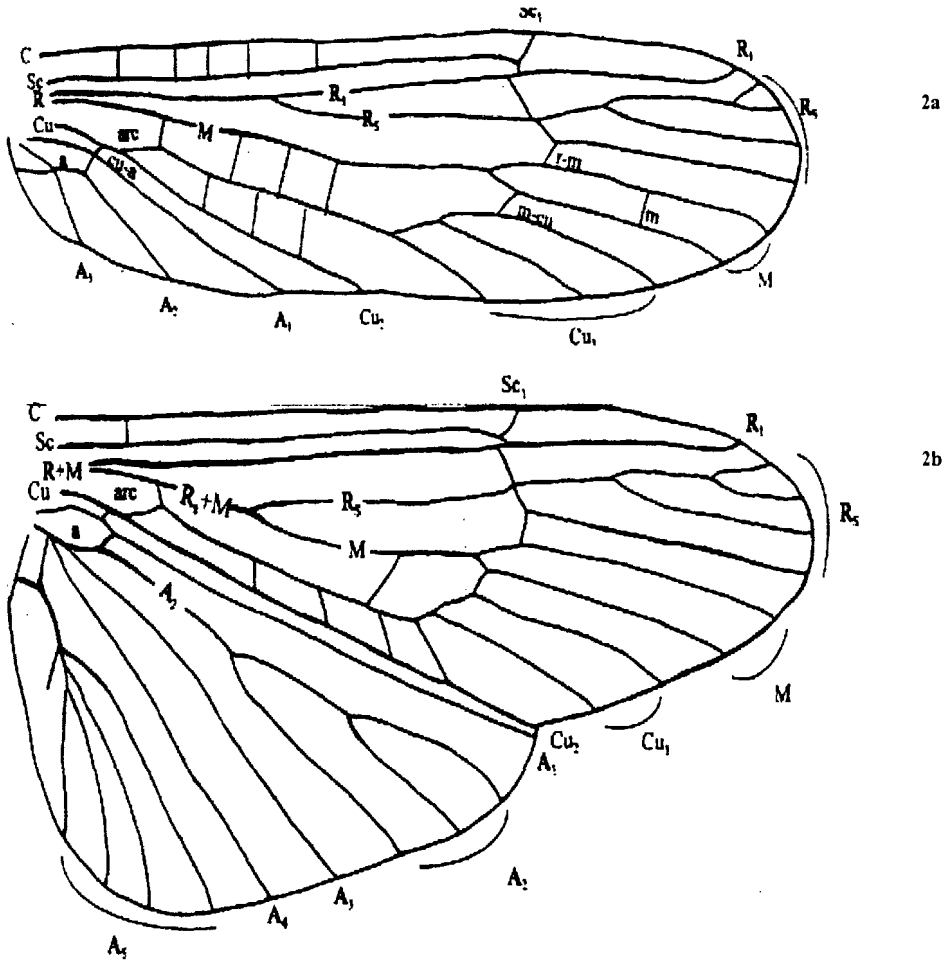


Figura 2. Venación de las alas de Plecoptera.

2a ala anterior, 2b ala posterior [tomada de Needham y Claassen (1925) consultada en Pescador et al. (2000)].

Esquema de venación de las alas de un plec6ptero, en el cual a cada letra le sigue el nombre correspondiente de la vena. C = costal; Sc = subcostal; R = radial; M = media; Cu = cubital; A = anal; r-m = radio mediana; m = medial; m-cu = medio cubital; cu- a = cubital anal transversal.

Náyades

Son organismos acuáticos; muy similares a los adultos, los botones alares pueden ser paralelos o no al eje del cuerpo; con branquias usualmente muy largas o extendidas, mismas que pueden ubicarse en distintas partes del cuerpo (mentón, submentón, cuello, tórax, base de las patas y región anal); los cercos son largos; alas y genitalia no se encuentran desarrollados (Harper y Stewart 1984, Muzón y Brachmann 1998).

En el esquema se señalan los caracteres más importantes que distinguen a los plecópteros (Fig. 3)

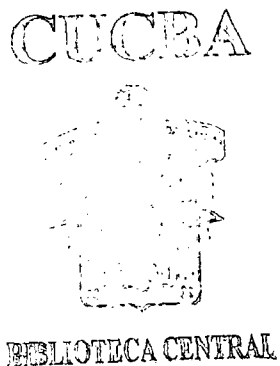
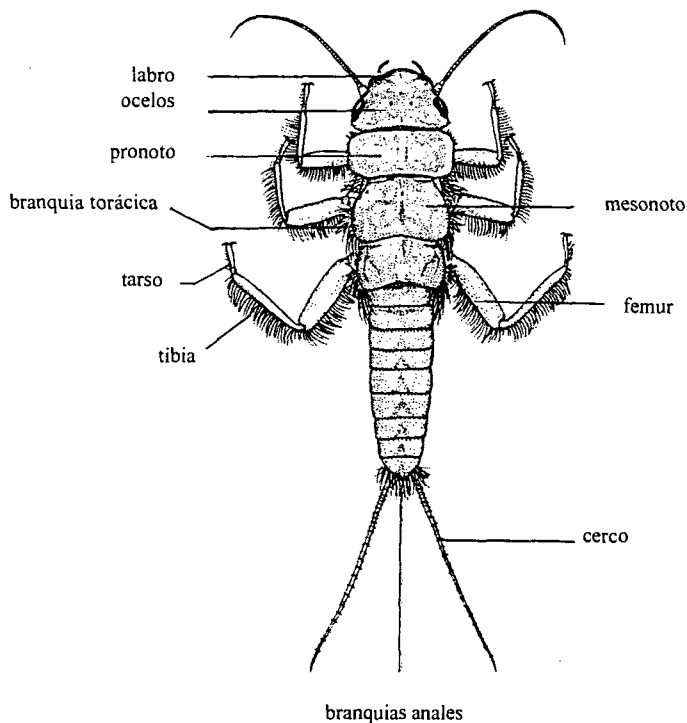


Figura 3. Náyade de Plecoptera

[tomada de Lehmkul (1979)].

Ciclo de vida

Las náyades son acuáticas y los adultos son terrestres, el completo desarrollo (desde ser un huevo hasta convertirse en adulto) puede tomarles de 1 a 4 años y un número de mudas de entre 10 y 30. Una vez convertidos en adultos pueden vivir desde 4 semanas hasta 4 o 5 meses.

Métodos de colecta, preservación y cultivo.

Colecta y preservación

Náyades: El método de colecta más utilizado para capturar juveniles es con redes acuáticas con las cuales se realiza un arrastre o también pueden ser colocadas contracorriente. Debido al pequeño tamaño de estos organismos lo más conveniente es preservarlos en viales con alcohol al 95%. Se recomienda el calentar los viales inmediatamente después de colocar al insecto dentro del mismo, lo cual puede realizarse con la flama de un encendedor y durante pocos segundos, esto se hace con el fin de que los tejidos se adhieran a los músculos y para preservar la coloración del organismo (Pescador *et al.* 2000).

Adultos: Los rangos de dispersión de los plecópteros son muy bajos, por lo que pueden ser encontrados cerca de los cuerpos de agua (permanentes o intermitentes) en los que se desarrollaron como juveniles los métodos más comunes de captura son: las redes de golpeo y la colecta manual (consiste en la colecta directa levantando piedras, troncos). Algunas de las especies que emergen en verano pueden ser atraídas con trampas de luz. Una vez colectados los insectos deben ser colocados en viales con alcohol al 80% y si no se han montado en los primeros cinco días después de la colecta el alcohol debe ser cambiado a una concentración de 95%, se recomienda calentarlos con la flama de un encendedor (igual que a las náyades), para el estudio de los adultos se les puede separar la genitalia, si los especímenes están vivos o frescos (esto es no más de dos horas de haber sido colectados) se puede presionar el abdomen para que en el caso de los machos el edeago sea "expulsado" del cuerpo, debe ser colocado en alcohol sin dejar de presionar con el fin de que el edeago permanezca en una posición que favorezca su estudio. En caso de tener varios días en alcohol el insecto debe ser rehidratado en agua destilada, como segundo paso debe ser calentado en una solución de potasa (KOH) al 10%, después se rehidrata nuevamente para finalmente presionar el abdomen para que el edeago sea evertido del organismo y proceder a la disección, las piezas

disectadas se colocan en el vial con el resto del cuerpo del insecto para evitar que se deformen (Martin 1977, Pescador et al. 2000).

El etiquetado debe realizarse de la misma manera que para cualquier otro grupo de insectos incluyendo datos del lugar, método de colecta, sustrato, fecha y colector. Pueden incluirse otros datos dependiendo del tipo de estudio que se esta realizando, tales como la turbiedad del agua, cercanía a asentamientos humanos, e inclusive datos de factores químicos del cuerpo de agua en que se colectaron los organismos de contarse con ellos.

Debido a su tamaño pequeño y a la consistencia blanda del cuerpo, es recomendable preservar a los especímenes en alcohol en lugar de montarlos en seco ya que puede ocasionar el encogimiento de los remanentes branquiales y de la genitalia.

Cultivo

Parte de la importancia del cultivo de los plecópteros radica en el hecho de que en muchas especies no se conocen bien las características de las náyades con respecto a los adultos, y el conocer este tipo de relaciones es vital en el estudio de ciclos biológicos. Todas las especies citadas para México se conocen del estado adulto y solo en un 50% de los casos se conocen ambos sexos.

Existen dos formas para el cultivo de Plecoptera que son : 1) capturar a machos y hembras y mantenerlos en un mismo espacio hasta el momento de la fecundación, para después obtener los huevecillos (Francis 1923) los cuales son ovipositados por la hembra en grandes grupos (unidos por una sustancia gelatinosa) y 2) buscar en ríos y lagos a hembras ovipositando directamente en los márgenes internos de los cuerpos de agua (Frison. 1929). El paso siguiente en ambos métodos es separar los huevecillos y ubicarlos en un espacio que mantenga una alta humedad y bajas temperaturas, esta última puede variar según el lugar de donde provengan los adultos, inmediatamente después de que las náyades salen del huevecillo pueden ser ubicadas en viales para luego sumergirlos en agua, pueden ser alimentadas con pequeños trozos de hojas o algas y si son de hábitos depredadores deben ser alimentadas con pequeños efemerópteros, plecópteros o tricópteros, es importante que los viales se limpien con cierta regularidad, cada semana de ser posible (Francis 1923, Frison 1929, Lehmkul 1970).

Situación del grupo en México

En México la mayoría de los trabajos realizados han sido descripciones aisladas de especies (Claassen 1924, Stark 1998). Destacan también los trabajos de Claassen (1931) y Jewett (1958), los cuales han sido considerados relevantes para el estudio del grupo en Centro y Norte América, el primero es un inventario en el que se conjunta y se describe a especies del norte de México y de Estados Unidos, este ha sido uno de los más importantes para el grupo en cuanto a náyades se refiere; el segundo es la revisión del género *Anacroneuria* para México y Centro América, su importancia radica en el hecho de que dicho género es el predominante en México, con 15 especies en total y el único que cuenta con una revisión como tal en el país. Hasta la fecha se han citado en México 40 spp. distribuidas en 12 géneros y siete familias. (Baumann y Kondratieff 1996, Stark 1998).

Destaca también el trabajo realizado por Baumann y Kondratieff (1996) el cual proporciona un listado de las especies registradas en el país, afinidades biogeográficas de los distintos géneros que se pueden encontrar y como es que se distribuyen, resultando que *Anacroneuria* es de distribución Neotropical, y el resto de los géneros de distribución Neártica, así como el de Stark (1998) en el cual se dan sinonimias para algunas especies del género *Anacroneuria*.

Otro tipo de estudios en los que el grupo ha tenido un papel importante son aquellos en los que se evalúa el potencial de los plecópteros como indicadores biológicos, (Allan 1982) con este enfoque destaca el trabajo de Weigel *et al.* (2001) en el cual se analizan las condiciones de algunos cuerpos de agua (centro-oeste de México) el autor recomienda el uso de este tipo de índices bióticos en estudios destinados a la conservación y mejoramiento de ríos.

Familias de Plecoptera presentes en México

A continuación se proporciona una breve diagnosis de las familias de Plecoptera presentes en México, en la cual se incluyen: nombre común de la familia (este es una traducción de su nombre en inglés), características generales de adultos y náyades a nivel familia género, una figura que ilustra la forma general de las náyades, y en algunos casos notas, así como los nombres de las especies registradas en el país, su distribución por estados y localidades en las cuales se dio el registro (en los casos en donde fue posible) basado en información de Jewett (1958), Baumann y Kondratieff (1996), Pescador et al., (2000) y Sandoval y Molina (2000). Se incluyen también especies no determinadas dentro de los géneros *Paraleuctra*, *Amphinemura* y *Cultus*, que se encuentran citadas en Baumann y Kondratieff (1996) y que se consideraron importantes como posibles nuevas especies, de la misma forma se consideraron dieron algunos cambios de nombres y sinónimos que fueron reportados por Stark (1998).

1.- Capniidae

“Moscas de las piedras delgadas de invierno”

Adultos: Es común el que presenten las alas cortas o incluso que carezcan de ellas, existe una reducción de las venas media - cubital (M-Cu) de las cuales podemos encontrar dos y cubital (Cu) solamente una; los terguitos y esternitos abdominales se presentan separados por una membrana pleural que se encuentra presente de los segmentos 1-9; los cercos son multiarticulados lo cual es considerado como un carácter ancestral; ya que los organismos más modernos poseen pocos artejos; pueden ser encontrados alrededor de pequeños ríos, posados en troncos o rocas; longitud de 3 a 15 mm, la mayoría un poco más 12 mm; son de hábitos herbívoros.

Náyades: El cuerpo es usualmente aplanado y delgado, de una longitud entre los 5 y los 10 mm cuando son maduras; los botones alares son casi paralelos al eje del cuerpo; los márgenes laterales de los segmentos abdominales son redondeados (Fig. 4); generalmente son de apariencia blanquizca o pueden ser de color negro; son de hábitos desmenuzadores y detritívoros.

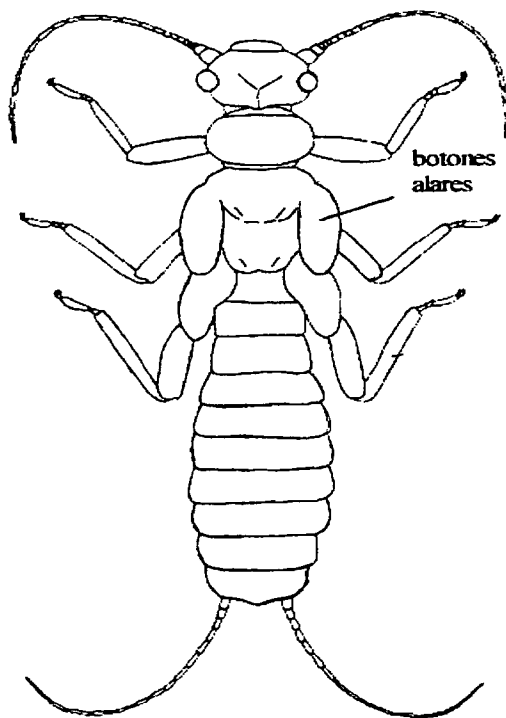


Figura 4 Náyade de Capniidae
[tomada de Harper (1978)].

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

En Estados Unidos las especies de la familia Capniidae son activas en invierno lo cual sugiere que están muy bien adaptadas a bajas temperaturas, lo que les permite la libre utilización de los recursos existentes ya que la competencia y la depredación son casi inexistentes, algunas especies pueden habitar en ríos intermitentes, por lo cual deben de poseer alguna forma de diapausa.

Para México se conocen un total de 8 especies ubicadas en 3 géneros.

Géneros:

Capnia (3 spp)

Las náyades presentan botones alares rudimentarios; en los adultos el epiprocto del macho es variable, en caso de ser simple no termina en espina o poseé ganchos en uno o más de los terguitos abdominales; el esternito 8 de las hembras es variable.

Capnia californica Claassen

Chihuahua

Capnia decepta (Banks)

Chihuahua, Sonora, Baja California y Baja California Sur

Capnia gracilaria Claassen

Baja California y Baja California Sur

Capnura (1 sp)

En los adultos las hembras tienen una pequeña proyección en el margen posterior la placa subgenital; en los machos epiprocto con dos pequeñas prolongaciones.

Capnura fibula (Claassen)

Chihuahua

Mesocapnia (4 spp)

En los adultos el epicprocto del macho termina en una espina; los terguitos abdominales en el macho sin más modificaciones; el esternito 8 de la hembra tiene una pequeña prolongación.

Mesocapnia arizonensis (Baumam & Gaufin)

Sonora

Mesocapnia frisoni (Baumann & Gaufin)

Chihuahua, Sonora, Baja California y Baja California Sur

Mesocapnia lapwai (Baumann & Gaufin)

Baja California y Baja California Sur

Mesocapnia wernerii (Baumann & Gaufin)

Chihuahua

2.- Chloroperlidae

“Moscas de color verde de las piedras”

Adultos: De manera general no presentan remanentes branquiales; la paraglosa es de mayor longitud que la glosa; la forma del cuerpo es alargado; los cercos son característicamente más cortos que el abdomen; las alas posteriores tienen de 1-4 venas anales; el pronoto es de forma ovalada; longitud de 6-24 mm (la mayoría de las especies menos de 15 mm); emergen en primavera; son de hábitos herbívoros.

Náyades: Márgenes posteriores del pronoto con un escaso fleco de sedas largas; los botones alares son casi paralelos con respecto al eje del cuerpo (Fig. 5); pueden tener una longitud de 5 a 12

mm cuando están maduras; son de hábitos desmenuzadores y depredadores.

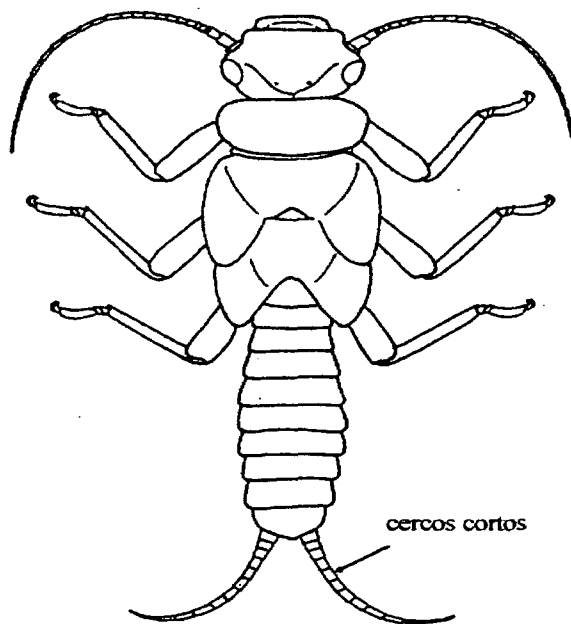


Figura 5. Náyade de Chloroperlidae
[tomada de Harper (1978)].

CUCUBA



BIBLIOTICA GENERAL

Nota:

Las especies de esta familia son fácilmente distinguibles debido a que presentan una coloración muy llamativa la cual puede ser verde brillante o amarillo

En México se tienen registrados 2 géneros con una especie cada uno de los cuales cuenta con una especie, ninguno de los géneros tiene revisión.

Géneros:

Bisancora (1 sp)

Poseen tres venas anales en las alas posteriores, los cercos no presentan modificaciones.

Bisancora pastina (Jewett)

Baja California y Baja California Sur

Haploperla (1 sp).

Las alas posteriores presentan cuatro venas anales; el epiprocto de los machos en vista dorsal es de forma triangular; en las hembras la placa subgenital es de forma redondeada.

Haploperla chilnualna (Ricker)

Baja California y Baja California Sur

3.- Leuctridae

“Moscas de alas enrolladas de las piedras”

Adultos: Las alas en se curvan sobre el cuerpo cubriéndolo cuando están en reposo; los cercos son muy cortos y están formados por un solo artejo; la glosa y la paraglosa son de distinta longitud; el segundo artejo tarsal es mucho más corto que el primero; los terguitos y esternitos abdominales se encuentran separados por una membrana pleural, la cual esta presente de los segmentos 1-7; longitud de 6 - 13 mm (comúnmente no más de 10 mm); emergen en invierno; son de hábitos herbívoros.

Náyades: El cuerpo es aplanado, delgado y no presenta branquias (Fig. 6); longitud que

puede ir de los 3 a los 8 mm cuando maduras; el pronoto posee pocas sedas largas y solamente sobre los bordes; generalmente encontradas en sustratos arenosos; son de hábitos desmenuzadores y detritívoros.

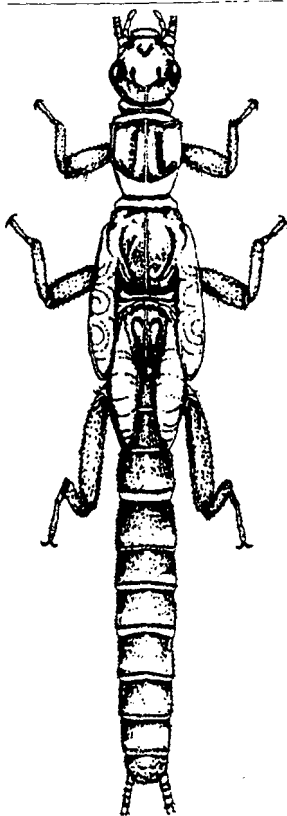


Figura 6. Náyade de Leuctridae [tomada de Harper y Stewart 1984)].

En México se cuenta con un género y una especie, no existe revisión del género hasta el momento.

Géneros:

Paraleuctra (1 sp)

Característicamente son de pequeño tamaño; tienen los botones alares con sedas escasas y dispersas, pero el cuerpo cubierto de sedas diminutas.

Paraleuctra sp.

Chihuahua

4.- **Nemouridae**

“Moscas de espaldas anchas de las piedras”

Adultos: Poseen cabezas alargadas transversalmente con ojos grandes; las alas permanecen totalmente plegadas y rectas al descanso, el par anterior posee 5 o más venas cubitales transversales; los cercos son multiarticulados; longitud de 6 - 15 mm (la mayoría de las especies de menos de 10 mm); son de hábitos herbívoros.

Náyades: Son de tamaño relativamente pequeño de 3 a 8 mm; de cuerpo robusto; los botones alares tienen una gran divergencia con respecto al eje del cuerpo; las patas traseras son casi tan largas como el abdomen; poseen branquias filamentosas y muy traqueadas; éstas pueden ser de diferente o igual tamaño, y emergiendo todas desde la base o de forma palmeada (Fig. 7); son de hábitos desmenuzadores y detritívoros.

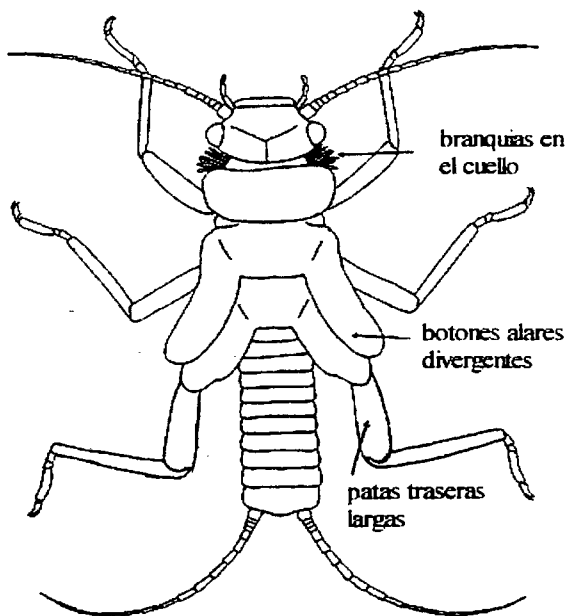


Figura 7. Náyade de Nemouridae
[tomada de Harper (1978)].

Nota:

Un dato curioso, es que los adultos algunas veces emprenden el vuelo iniciando con un pequeño salto.

En México se tienen registradas de 9 especies ubicadas en 2 géneros, ninguno de los géneros cuenta con revisión.

Géneros:

Amphinemura (8 spp)

Las náyades presentan dos pares de branquias cervicales, cada branquia con al menos 5 filamentos emergiendo igual desde la base; los adultos poseen remanentes branquiales y son de color ocre u oscuro; paraproctos en los machos divididos en tres lóbulos con espinas, éstas se encuentran ubicadas en la porción media o en el ápice; hembras con una placa subgenital bien desarrollada.

Amphinemura apache Baumann & Gaufin

Chihuahua, Durango

Amphinemura mexicana Baumann

Chihuahua, Estado de México, Distrito Federal, Michoacán, Morelos.

Amphinemura puebla Baumann

Puebla

Amphinemura reinerti Baumann

Nuevo León

Amphinemura venusta (Banks)

Distrito Federal, Estado de México, Michoacán.

Amphinemura sp A

Chihuahua

Amphinemura sp B

Puebla

Amphinemura sp C

Durango

Malenka (1 sp)

Náyades con dos pares de branquias cervicales, los filamentos de las branquias emergiendo a diferentes niveles; cercos de los machos con un lóbulo dorsal ubicado en la base.

Malenka biloba (Claassen)

Baja California y Baja California Sur

5.- Perlidae

“Moscas de las piedras comunes”

Adultos: Se pueden encontrar remanentes branquiales, aunque también presentan branquias pilosas en el tórax; presentan un fleco lateral de sedas sobre el pronoto y espinas transversales irregulares sobre la cabeza y entre los ojos; longitud 8 - 44 mm, la mayoría de las especies un poco más de 20 mm; emergen en primavera. Durante esta etapa de su ciclo biológico no se alimentan.

Náyades: Poseen branquias torácicas muy traqueadas; el cuerpo es de forma aplanada, con una longitud de 8 a 35 mm cuando maduras; de una coloración que combina los tonos ocre y amarillo; tienen únicamente un par de ocelos (Fig. 8); son de hábitos depredadores y herbívoros.

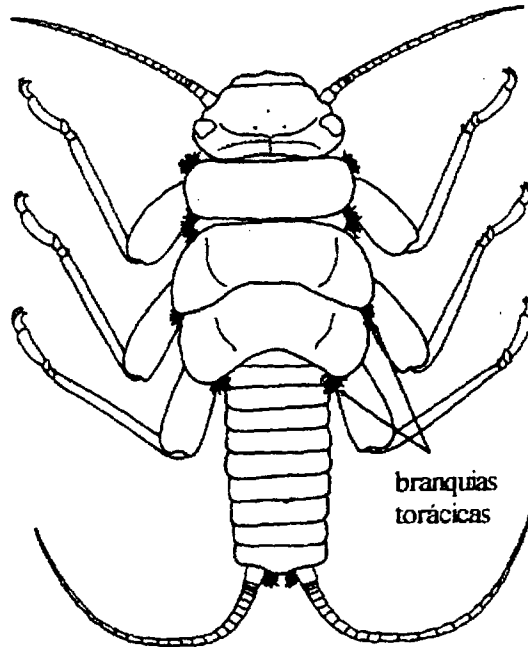


Figura 8. Náyade de Perlidae
[tomada de Harper (1978)].

En México se cuenta con un género, el cual cuenta con 15 especies distribuidas en 16 estados, la revisión del género fue hecha por Jewett (1958).

Géneros:

Anacroneuria (15 spp)

Los adultos presentan la segunda vena anal con forma sinuada; los machos tienen una pequeña proyección en el esternito 9; las hembras presentan una gran base subgenital en el esternito 8; machos y hembras poseen un línea de espículas transversal en la cabeza.

Anacroneuria aethiops (Walker)

Oaxaca (Yagalexi)

Anacroneuria chiapasa Jewett

Chiapas (El Zapote y Santa Isabel), Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas.

Anacroneuria curiosa (Jewett)

Chiapas (Santa Ana, Vergel, Liquidambar, Finca Victoria, El Zapote, Tapachule y Zacatepec), Puebla

Anacroneuria dilaticollis (Burmeister)

Chiapas (Esmeralda)

Anacroneuria flavifacies Jewett

Estado Mexico (Temescaltepec)

Anacroneuria flavolineata Jewett

Hidalgo (Guerrero Mill), Veracruz (Tezonapa)

Anacroneuria hoogstraali Jewett

San Luis Potosí, Nuevo León, (Galeana) Tamaulipas

Anacroneuria litura (Pictet)

Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas

Anacroneuria nigrocincta Pictet

Chiapas (Barranca Honda, Esmeralda, El Zapote, Santa Ana, Finca Vergel, Santa Isabel, Liquidambar) Chihuahua, Guerrero (Tierra Colorado), Hidalgo (Mixquiahuala), Morelos (Amacuzac), Oaxaca (Tolosa y Valle Nacional), Puebla (Atencingo), San Luis Potosí, Veracruz (Jalapa, Atoyac y Cordoba)

Anacroneuria nigrolineata Jewett

Nuevo León

Anacroneuria pallida Jewett

Chiapas

Anacroneuria planicollis (Pictet)

Chiapas, Coahuila, Hidalgo, Oaxaca, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas.

Anacroneuria proxima (Jewett)

Chiapas (Santa Isabel y Finca Vergel), Distrito Federal (Santa Rosa), Guerrero (Mexcala y Balsas), Nuevo León (Montemorelos), Morelos (Cuernavaca, Punta de Ixtla y Amacuzac), Puebla, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz (Río Metlac).

Anacroneuria quadriloba Jewett

Chiapas (El Zapote y Santa Isabel), Veracruz

Anacroneuria wipikupa Baumann & Olson

Sonora

6.- Perlodidae

“Moscas de las piedras perlodidos”

Adultos: La paraglosa supera en longitud a la glosa; el pronoto es de forma rectangular; los cercos son al menos de igual longitud; poseén lóbulos ventrales para emitir sonidos durante el cotejo ubicados en el abdomen; longitud de 6 - 20 mm, raramente un poco mayor; emergen en primavera; son de hábitos omnívoros o depredadores.

Náyades: El cuerpo es aplanado con una longitud de 8 a 16 mm cuando maduras; no poseen branquias torácicas aunque si las presentan en el submenton; los botones alares posteriores son divergentes con respecto al eje del cuerpo; presentan en los segmentos apicales de los cercos un flequillo de sedas sobre su margen interior (Fig. 9); son de hábitos depredadores.

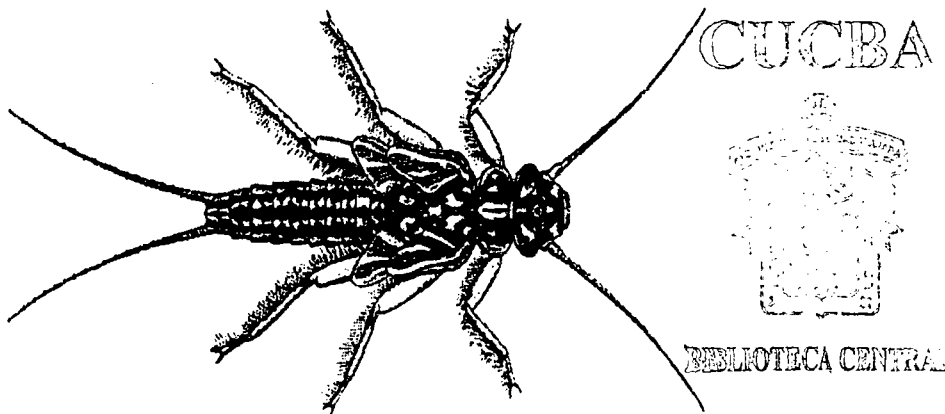


Figura 9. Náyade de Perlodidae
[tomada de Frison (1942) consultada en Pescador et al.(2000)].

Nota:

Los miembros de este grupo son fácilmente distinguibles debido a los patrones de coloración en cabeza, tórax y abdomen que pueden ser en tonos amarillos y negros.

En México se tiene cita de 4 especies ubicadas en 2 géneros, de los cuales no existe revisión.

Géneros:

Isoperla (3 spp)

Poseen un abdomen con patrones de coloración oscuros dispuestos longitudinalmente; branquias submentales ausentes; los paraproctos en los adultos están modificados a manera de ganchos de forma curvada; la placa subgenital de la hembra cubre al menos una cuarta parte del noveno esternito

Isoperla mormona Banks

Baja California y Baja California Sur

Isoperla pinta Frison

Baja California y Baja California Sur

Isoperla quinquepunctata (Banks)

Baja California y Baja California Sur

Cultus (1 sp)

Tienen un abdomen con patrones de coloración transversales; el mesoesternón en forma de "Y" en vista ventral con una línea basal y bifurcada; base subgenital presente en el esternito 8.

Cultus sp.

Baja California y Baja California Sur

7.- Pteronarcyidae

“Moscas gigantes de las piedras”

Adultos: Presentan remanentes branquiales; el área anal de las alas anteriores con líneas de venas transversales; el epiprocto de los machos siempre se encuentra bien desarrollado; pueden tener una longitud de 38 a 63 mm; emergen durante el verano, su coloración puede ser ocre o grisácea y no consumen alimento.

Náyades: La mayoría son de gran tamaño, el cual va de los 15 a los 50 mm; poseen un gran número de branquias, en los dos primeros segmentos abdominales; presentan poca esclerotización en el tórax, el pronoto es grande y generalmente con proyecciones bien desarrolladas en las esquinas; la glosa y la paraglosa son subiguales en longitud (también en adultos); poseen tres ocelos (Fig. 10); son de hábitos depredadores, detritívoros y herbívoros.

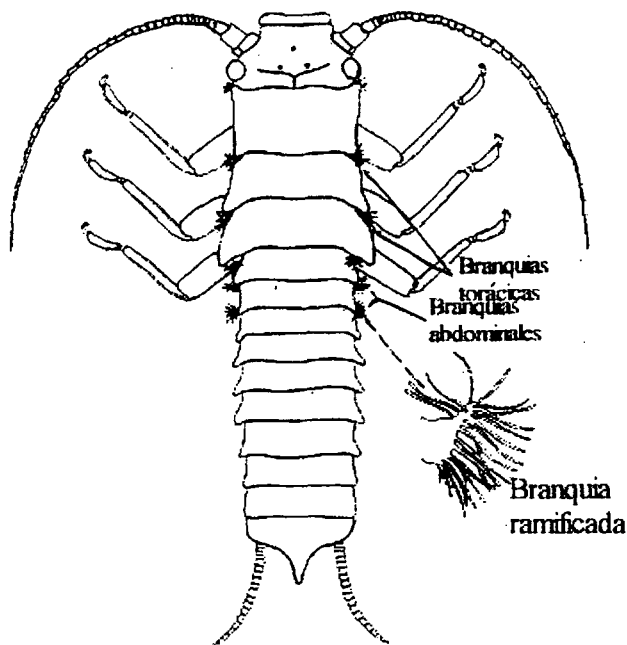


Figura 10. Náyade de Pteronarcyidae
[tomada de Harper (1978)].

Nota:

Algunas especies emiten sonidos durante el cortejo, estos sonidos se producen mediante la frotación del abdomen contra el sustrato.

Para México encontramos solamente un género con una especie hasta el momento no descrita

Géneros:

Pteronarcys (1 sp)

Tienen el primer segmento tarsal característicamente más corto; los machos presentan una gran placa subgenital en el esternito 9, la cual progresivamente se vuelve más angosta; las hembras presentan una placa subgenital truncada con dos pequeñas proyecciones.

Pteronarcys sp.

Durango

Claves para géneros : Náyades

- 1 Tergitos y esternitos con una membrana pleural (Fig.11)2
 1' Tergitos y esternitos sin membrana pleural4

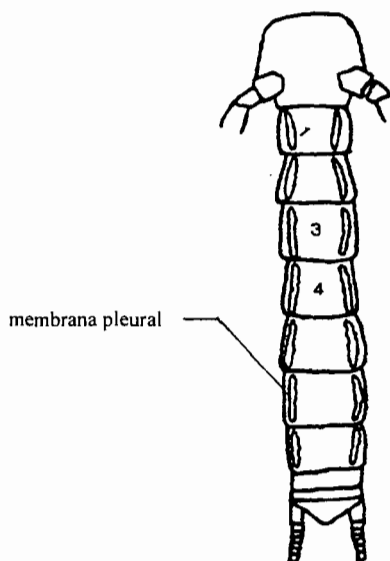


Figura 11. Tergitos abdominales [tomada de Harper y Stewart (1984)].

- 2 Membrana pleural presente solo en los segmentos 1-7 (Fig.11), cuerpo cubierto por diminutos sedas, longitud de 3-6 mm*Paraleuctra*
 2' Membrana pleural en los segmentos 1-93
 3 Cercos con un fleco de sedas bien desarrollados en el margen interno*Capnia*
 3' Cercos sin fleco de sedas*Mesocapnia*
 4 Margen interno de los botones alares casi paralelo al eje del cuerpo5
 4' Margen interno de los botones alares muy divergente con respecto al eje del cuerpo6
 5 Pronoto casi cuadrado aunque con las puntas redondeadas*Haploperla*
 5' Pronoto cuadrado*Bisancora*

- 6 Branquias torácicas presentes (Fig. 12)7
 6 Branquias torácicas. ausentes8

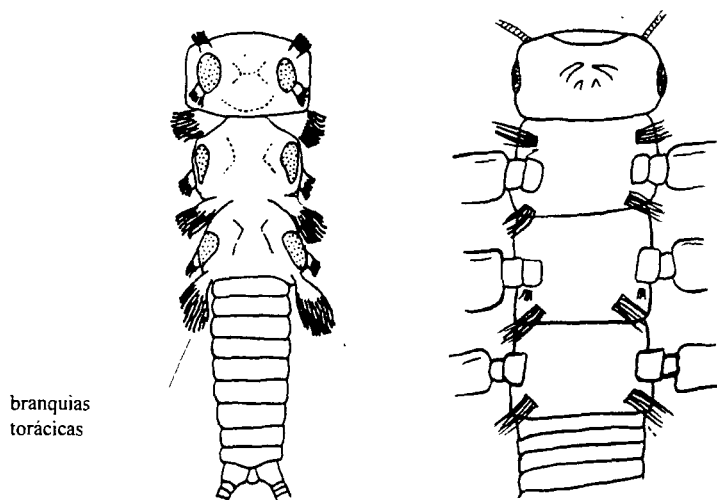


Figura 12. Vista ventral de *Isoperla* sp. [tomada de Lehmkuhl (1979)]

- 7 Náyades de cuerpo aplanado.....9
 7 Náyades de cuerpo robusto.....10
 8 Abdomen con patrones de pigmentación oscuros dispuestos transversalmente el mesosterno en forma de “Y” en vista ventral con una línea basal y bifurcado*Cultus*
 8 Abdomen con patrones de pigmentación oscuros dispuestos longitudinalmente (Fig.15), mesosterno variable pero sin forma de “Y” ni bifurcado.....*Isoperla*

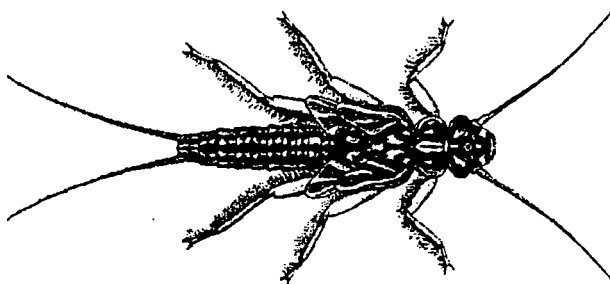


Figura 15. Vista dorsal de *Isoperla* sp. [tomada de Frison (1942) consultada en Pesacador et al. (2000)].

- 9 Dos ocelos (Fig.13), branquias profusamente traqueadas ubicadas solamente en el tórax, pronoto con un fleco lateral de sedas pequeñas, con espinas transversales irregulares sobre la cabeza *Anacroneuria*
- 9 Tres ocelos, branquias en el tórax y en los dos primeros segmentos del abdomen, (Fig. 14) pronoto grande con proyecciones bien desarrolladas en las esquinas *Pteronarcys*

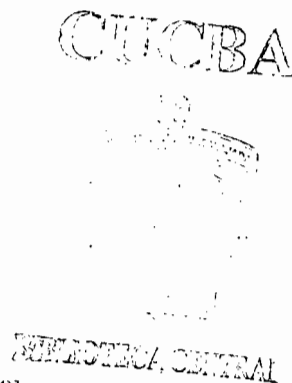
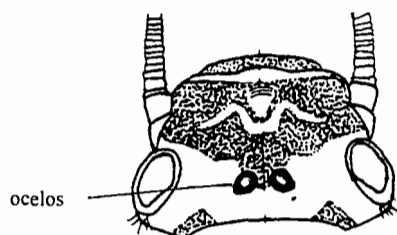


Figura 13. Cabeza de *Anacroneuria* sp. [tomada de Harper y Stewart (1984)].

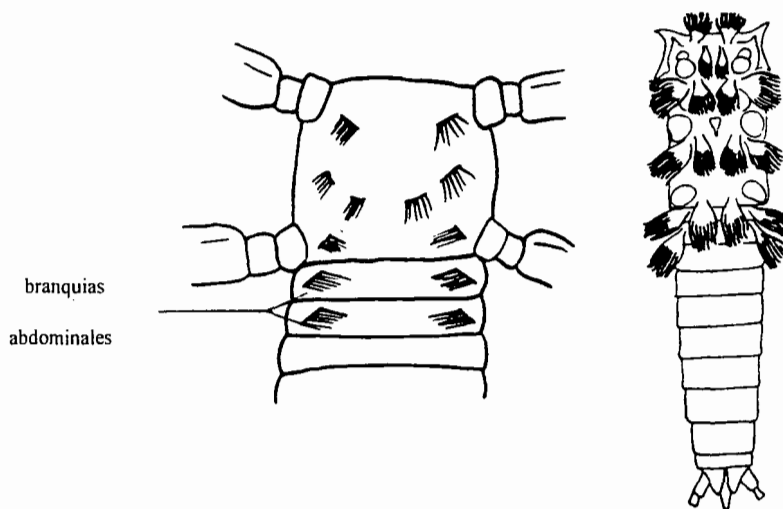
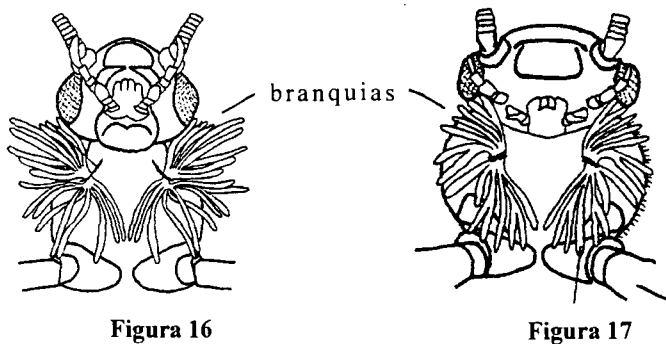


Figura 14. Vista ventral de *Pteronarcys* sp. [tomada de Lehmkuhl (1979)].

- 10 Branquias cervicales filamentosas y ramificadas todas aproximadamente del mismo tamaño y emergiendo igual desde la base (Fig.16)*Amphinemura*
- 10' Branquias cervicales filamentosas y ramificadas, todas de diferente tamaño y dispuestas de manera palmeada desde la base (Fig.17)..... *Malenka*



Figuras 16 Vista ventral *Amphinemura*, **17** vista ventral *Malenka* [tomadas de Harper y Stewart (1984)].

Adultos

- 1 Con remanentes branquiales.(Fig. 18)2
 1 Sin remanentes branquiales.....4

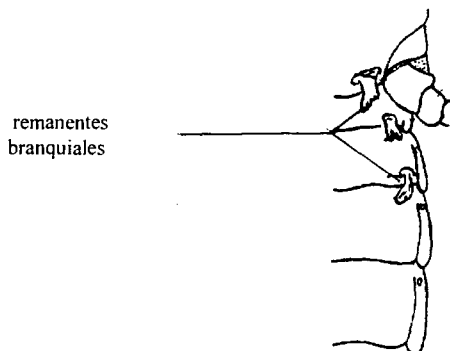


Figura 18. Vista ventral *Pteronarcys* sp. [tomada de Harper y Stewart (1984)].

- 2 Remanentes branquiales presentes en los segmentos 1- 2 del abdomen, plec6pteros de considerable tama1o, venas transversales en la regi6n anal de las alas anteriores, longitud de 23-40 mm*Pteronarcys*
 2 Remanentes branquiales ubicados cervicalmente.....3
 3 Remanentes branquiales filamentosos y ramificados todos aproximadamente de igual tama1o y emergiendo igual desde la base, cercos de los machos sin ning6n tipo de modificaci6n, esternito 7 caracteristicamente m1s corto *Amphinemura*
 3 Remanentes branquiales filamentosos con las ramificaciones emergiendo a diferentes niveles y en forma palmeada desde la base, cercos de los machos con un l6bulo dorsal en la base, esternito 7 en las hembras con una peque1a proyecci6n (Fig.19)..... *Malenka*

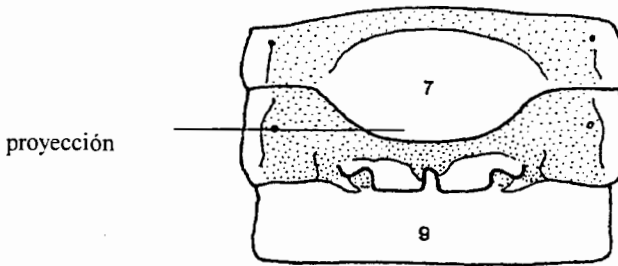


Figura 19. Vista ventral [tomado de Harper y Stewart (1984)].

- | | | |
|----|---|--------------------|
| 4 | Terguitos y esternitos con una membrana pleural | 5 |
| 4 | Terguitos y esternitos sin membrana pleural | 7 |
| 5 | Terguitos y esternitos separados por una membrana pleural en los segmentos 1-9 | 6 |
| 5' | Terguitos y esternitos separados por una membrana pleural únicamente en los segmentos 1-7 , alas que al plegarse se curvan cubriendo el cuerpo, cercos unisegmentados, terguito 9 del macho completo, abdomen de la hembra esclerotizado dorsalmente, alas posteriores con venas anales en número de tres | <i>Paraleuctra</i> |
| 6 | Epicprocto del macho , terminando en una espina,(Fig.20) esternito 8 pequeño en prolongación | <i>Mesocapnia</i> |
| 6' | Epicprocto simple no termina en espina. esternito 8 variable..... | 11 |

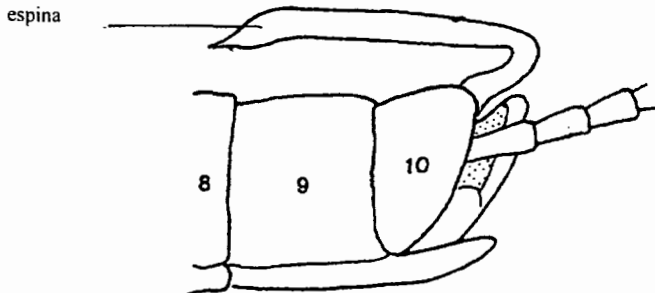


Figura 20. Vista lateral de *Mesocapnia sp* [tomada de Harper y Stewart (1984)]

- 7 Cercos más cortos que el abdomen8
- 7' Cercos de una longitud mayor que el o al menos de igual longitud9
- 8 Coloración característica en tonos ocre y amarillo. esternito 9 del macho con una pequeña proyección, esternito 8 de la hembra formando una gran base subgenital y una línea de espículas en el esternito 9 *Anacroneria*
- 8'' Coloración característica en verde o amarillo muy brillante10
- 9 Paraglosa que supera en longitud a la glosa (Fig. 21), patrones de coloración oscuros dispuestos longitudinalmente, cercos con un fleco de sedas en los segmentos apicales *Isoperla*
- 9' Paraglosa que supera en longitud a la glosa (Fig. 22), mesosterno en forma de "Y" en vista ventral con una línea basal y bifurcada, base subgenital en el esternito 8..... *Cultus*

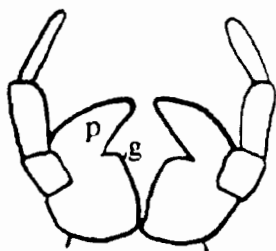


Figura 21



Figura 22

Figuras 21 y 22. P=paraglosa, G=glosa [tomado de Harper y Stewart (1984)].

- 10 Alas posteriores con 4 venas anales, notosternal con una sutura negra en forma de U o W, pronoto en forma ovalada,*Haploperla*
- 10' Alas posteriores con 3 venas anales, pronoto torácico sin sutura*Bisancora*.
- 11 Epiprocto en caso de ser simple no termina en espina o posee ganchos en uno o más de los terguitos abdominales, esternito 8 de las hembras variable.....*Capnia*
- 11' Epiprocto con dos prolongaciones que se van arqueando hacia arriba.....*Capnura*

Discusión y conclusiones

Existe un gran desconocimiento de la fauna plecopterológica mexicana , lo cual se ve reflejado en las siguientes cifras:

En México hasta el momento se cuenta con registros de 40 especies citadas , dentro de 7 familias y 12 géneros.

Del total de especies citadas para México se encontró que 33.3% son endémicas, 47.2% son compartidas con Estados Unidos, 16.6% son compartidas con Centro América (Costa Rica-Guatemala-Honduras-Panamá) y un 2.7% son consideradas raras.

En cuanto a la riqueza por estados de estas especies (Fig. 24) se observa que en la mayoría del territorio se cuenta con un máximo de 3 especies por estado lo cual denota una gran falta de estudios, muestreos y listados, en el caso particular de Chihuahua el número tan elevado de especies (un total de 10) es un resultado directo de estudios elaborados en Estados Unidos, ya que todas las especies encontradas en el mencionado estado mexicano son compartidas con el país vecino del norte.

Las localidades con registros de especies fueron en la mayoría de los casos (dentro del género *Anacroneuria*) no más de 2 por estado, siendo caso excepcional Chiapas con 7 localidades, lo cual indica una falta de muestreo en prácticamente todo el país ya que inclusive se cuenta con estados que ni siquiera han sido muestreados, por lo que las 40 spp citadas para México no necesariamente reflejan la verdadera riqueza del país.

En México a pesar de contar con un vasto territorio y poseer importantes sistemas montañosos aún hace falta mucho trabajo por realizar con el grupo no solo en la realización de inventarios sino también en cuanto a trabajos de revisión ya que el único género en México que cuenta con un trabajo de este tipo es *Anacroneuria* (Jewett 1958) en el que se describieron 8 especies nuevas, (Fig. 25) lo que remarca la importancia de los trabajos de revisión , y desde la fecha en que fue elaborada hasta el momento han ocurrido diversos cambios en el nombre de algunas especies debido a sinónimias, así como un considerable aumento en la publicación de especies para algunos géneros presentes en México.

Parte de la importancia del estudio de Plecoptera radica en el simple hecho de que este grupo forma parte importante de la fauna acuática, ya que se pone de manifiesto el poco

conocimiento que de la misma se tiene en México, sin mencionar que el actual estado de los sistemas acuáticos vuelve a los plecópteros un grupo cada vez más vulnerable. Fomentar dicho estudio, así como dar a conocer el potencial de los plecópteros como bioindicadores se vuelven actividades necesarias en un país como México, que (al igual que el resto del mundo) se ve en la necesidad de preservar sus recursos.

Si se pretende llevar a cabo una labor de conservación y preservación de las aguas dulces, se debe de conocer a fondo la biología y ecología de los distintos organismos que habitan estos sistemas, ya que resultaría inútil pretender conservar a un grupo en detrimento de otro.

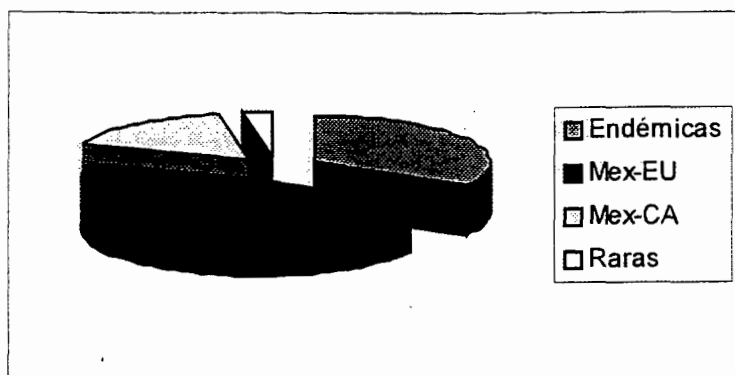


Figura 25. Porcentaje de especies endémicas en México.

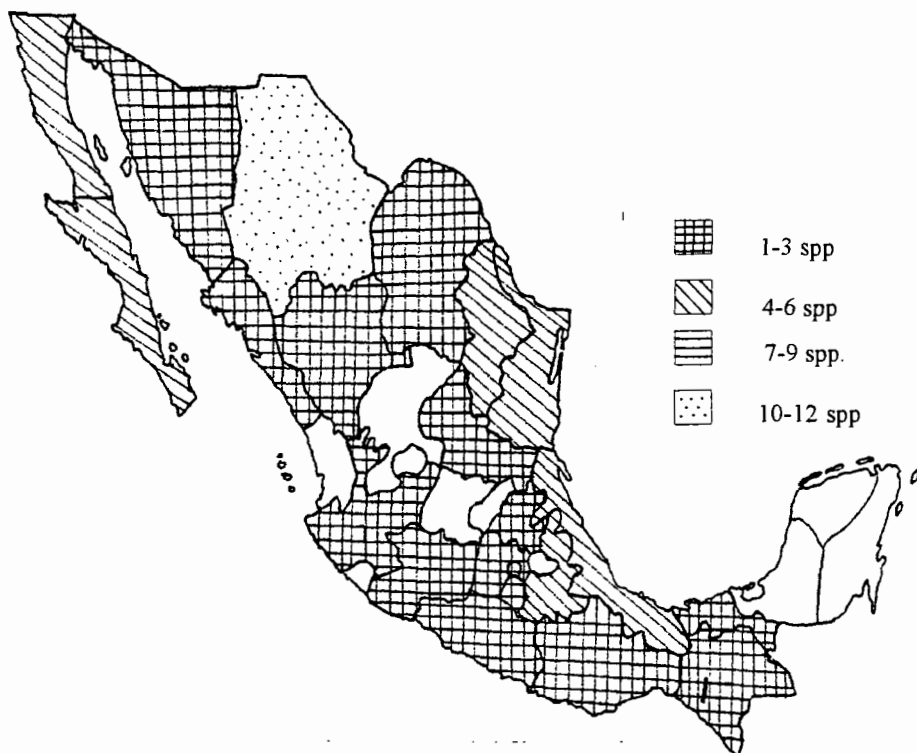


Figura 23. Riqueza de Plecoptera en México, número de especies citadas por estado.

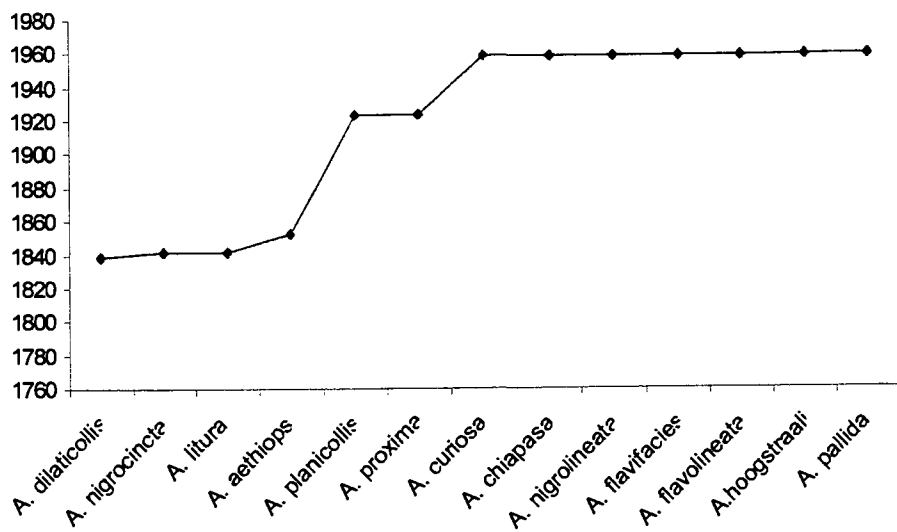


Figura 25. Año de publicación de especies para el género *Anacroneuria*

Recomendaciones

Es necesario realizar inventarios en aquellos estados que no han sido muestreados ni siquiera una vez (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Colima, Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Tlaxcala y Querétaro).

Una vez realizados los inventarios será necesario realizar estudios de tipo ecológico con el fin de conocer mejor a las especies presentes en México.

Dentro del aspecto taxonómico todos los grupos requieren revisión ya que solamente un género cuenta con un trabajo de ese tipo y dicha revisión fue elaborada a mitad del siglo pasado.

El uso de Plecoptera como organismos bioindicadores no puede hacerse sin antes conocer a fondo la biología de dichos insectos por lo que se recomienda que primero se establezcan grupos de estudio que realicen trabajos que sienten las bases necesarias para poder decidir que especies en México podrían funcionar de manera más eficaz y con el menor costo de tiempo, dinero y esfuerzo.

Se debe de poner especial énfasis en las especies endémicas y raras para fines de conservación de la fauna plecopterológica.

CENTRA



BIBLIOTECA CENTRAL

Literatura citada

Allan, J.D. 1982. The effects of reduction in trout density on the invertebrate community of a mountain stream. *Ecology*, 63 (5):1444-1455.

Baumann, R.W. and B.C. Kondratieff. 1996. Plecoptera. (pp. 169-174) En: J. Llorente, A.N. García y E. González (Eds.). *Biodiversidad taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una nueva síntesis de su conocimiento*, CONABIO, México, D.F.

Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6ª Edición. Saunders College Publishing, USA.

Chutter, F. M., 1972. An empirical biotic index or the quality of water of water in south african streams rivers, *Water Research*, Pergamon Press, Gran Bretaña.

Claassen, P. W. 1924. New species of North American Capniidae (Plecoptera). *Canadian Entomologist*. 56: 38- 43, 54-57.

Claassen, P. W. 1931. Plecoptera nymphs of America (north of Mexico). *Thomas Say Foundation Publ.* 3. USA

Daly, H.L., J.H. Doyen and A.H. Purcell III. 1998. *Introduction to insect biology and diversity*. Oxford University Press, New York.

Dudley, D. and B.W. Felmate. 1992. *Aquatic insects*. CAB International, Wallingfor, UK.

Francis, C. 1923. Rearing the stonefly, *Nemoura vallicularia*. (p. 273) En: F. E. Lutz, P. S. Welch, P. S. Galtsoff and J. G. Needham (Eds). *Culture methods for invertebrate animals*. Dover Publications, New York.

Frison, T. H. 1929. Rearing fall and winter stoneflies. (p. 274) En: F. E. Lutz, P. S. Welch, P. S. Galtsoff and J. G. Needham (Eds) *Culture methods for invertebrate animals*. Dover Publications, New York.

Harper, P. P. 1978. Plecoptera. (pp. 105- 118) En: R. W. Merritt and K. W. Kenneth (Eds.). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Pub. Co., Iowa.

Harper, P.P. and K.W. Stewart. 1984. Plecoptera.(pp. 182-230) En: R. W. Merritt and K. W. Kenneth (Eds.). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Pub. Co., Iowa.

Hilsenhoff, W. L., 1988. Rapid field assesment of organic pollution with a family- level biotic index.

Journal of the North American Benthological Society. 7(1):65-68.

Jewett, S.G. 1958. Stoneflies of the genus *Anacroneuria* from México and Central America (Plecoptera). *American Midland Naturalist*. 60 (1):159-175.

Lanza, G., de la., 2000. Criterios generales para la elección de bioindicadores. (pp. 17-41) En: G. Lanza, de la., S. Hernández y J.L. Carbajal (Comps). *Organismos indicadores de calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. Plaza y Valdes Editores, México, D.F.

Lenat, D. R. 1993. A biotic index for the southeastern United States: derivation and list or tolerance values, with criteria for assigning water-quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society*. 12(3):279-290.

- Lehmkulh, D.M. 1970. Studies on growth and development of the stonefly, *Paragnetina media* Walker. *American Midland Naturalist*. 84 (1): 274-278.
- Lehmkulh, D.M. 1979. *How to know the aquatic insects*. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa.
- Martin, J. E. H. 1977. *The insects and arachnids of Canada. Part 1: Collecting preparing and preserving insects, mites and spiders*. Kromar Printing Ltd. Canada.
- Martínez-Delclós, X. 1996. Origen y diversificación de los insectos, su registro fósil. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 16:125-138.
- Melendez, B. 1982. *Paleontología Tomo I*. Editorial Paraninfo, Madrid
- Muzón, J. y A. O. Brachmann. 1998. Plecoptera (pp. 125- 155) En: J. J. Morrone y S. Coscarón (Eds) *Biodiversidad de artrópodos argentinos, una perspectiva biotaxonomica*. Ediciones Sur, Buenos Aires.
- Nelson, C. R. and R. W. Baumann. 1987. The winter stonefly genus *Capnura* (Plecoptera: Capniidae) in North America: Systematics, phylogeny, and zoogeography. *Transactional American Entomological Society*, 113: 1-28.
- Pescador, M. L., A. K. Rassmussen and B. A. Richard. 2000. A guide to the stoneflies (Plecoptera) of Florida). <http://www.dep.state.fl.us/labs/library/keys.htm>
(Accesado en enero- 2002)
- Sandoval, J. C., e I. F. Molina. 2000. Insectos (pp. 405-550) En: G. Lanza, de la., S. Hernández y J.L. Carbajal (Comps). *Organismos indicadores de calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. Plaza y Valdes Editores, México, D.F.

- Stark, B. P. 1998. The *Anacroneuria* of Costa Rica and Panama (Insecta: Plecoptera: Perlidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111 (3): 551-603.
- Surdick, R. F. 1985. *Nearctic genera of Chloroperlinae (Plecoptera: Chloroperlidae)*. University of Illinois Press, Illinois.
- Tierno, J. M. y A. Sánchez.1999. *Importancia ecológica de las moscas de las piedras*. <http://www.quercus.es/redquercus/Articulos/moscas.htm#Autores>
(Accesado en enero-2002)
- Ward, J.V. 1992. *Aquatic insect ecology 1. Biology and habitat*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Weigel, B. M., J.Lyons and L. J. Henne. 2001. Fish and macroinvertebrate-based indices of biotic integrity for protection of streams and rivers in west-central Mexico. *Memoirs of the Annual Meeting North American Benthological Society*, pp.122-125. Wisconsin.
- Zwick, P. 2000. Phylogenetic system and zoogeography of plecoptera. *Annual Review Entomology*. 45:709-746.