

VARIACIÓN TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA DE LA  
COMUNIDAD DE EFEMERÓPTEROS ADULTOS DEL RÍO  
TEUSACÁ

Trabajo de Grado para optar al título de Biólogo  
Natalia Giraldo Moreno

Director: Emilio Realpe Rebolledo Msc.  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Universidad de los Andes

Codirector: Guillermo Rueda-Delgado Msc.  
Investigador Independiente

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ, AGOSTO 2003

# INTRODUCCIÓN

Los insectos que pertenecen al Orden Ephemeroptera tienen un gran valor a nivel biológico ya que su uso como bioindicadores corresponde a la respuesta de algunas especies a diferentes niveles de contaminación de las aguas. Esta contaminación se da en gran parte por la materia orgánica que se acumula en el medio. Por esta razón, juegan un papel esencial en los ciclos de intercambio de nutrientes entre los ambientes terrestres y acuáticos en donde viven (McAfferty 1991).

El Laboratorio de Zoología y Ecología Animal (LAZOEA) de la Universidad de los Andes ha obtenido valiosos resultados gracias a los estudios que ha efectuado sobre la ecología, diversidad y distribución de estos insectos acuáticos. Este trabajo hace parte de los estudios realizados por LAZOEA y en particular sobre la comunidad de efemerópteros en los ríos de los alrededores de la Sabana de Bogotá, iniciado por Daniel Emmerich en su tesis de maestría en el 2002.

Se pretende estudiar la variación de la estructura de la comunidad de adultos Efemerópteros en el Río Teusacá y ampliar los reportes taxonómicos para aportar información ecológica que pueda servir para estudios de bioindicación. Es importante aumentar el conocimiento de estas especies para tener un mejor conocimiento del estado de los recursos hídricos del país y poder diseñar proyectos de conservación que se ajusten a las necesidades de cada región.

# Índice General

<b>1. Objetivos</b>	<b>5</b>
1.1 Objetivo General	5
1.2 Objetivos Específicos	5
<b>2. Revisión Bibliográfica</b>	<b>6</b>
2.1 El Río Teusacá	6
2.2 Orden Ephemeroptera	7
2.2.1 Importancia del Orden	7
2.2.2 Desarrollo del Individuo	8
2.3 Emergencia de Insectos Acuáticos	9
2.4 Reportes en Sur América	10
2.5 Reportes en Colombia	10
2.6 Estudios de LAZOEА	11
<b>3. Metodología</b>	<b>13</b>
3.1 Sitio de Estudio	13
3.2 Muestreo	15
3.3 Fase de Laboratorio	16
3.4 Análisis de Datos	17
<b>4. Resultados</b>	<b>17</b>
4.1 Captura de Individuos	17
4.2 Descripciones e Ilustraciones	18
4.3 Estructura de la Comunidad	26
4.3.1 Jornadas de la Mañana y de la Tarde	28
4.3.2 Influencia del Comportamiento del Caudal en la Distribución Temporal de los Individuos	30
4.4 Comparación con Estudio de las Ninfas	31
<b>5. Discusión</b>	<b>32</b>

<b>6. Conclusiones</b>	<b>35</b>
<b>7. Referencias Bibliográficas</b>	<b>37</b>
<b>8. Anexos- Base de Datos</b>	<b>39</b>

# **1. Objetivos**

## **1.1 Objetivo General**

Establecer la estructura de la comunidad de adultos Efemerópteros y su variación temporal de emergencia de un río de alta montaña tropical.

## **1.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar y describir los adultos encontrados hasta el mínimo nivel taxonómico posible.
2. Observar si hay variaciones de la comunidad durante un trimestre de transición climática y entre las jornadas de la mañana y tarde.
3. Relacionar el comportamiento del caudal y la distribución de los individuos a lo largo del tiempo.
4. Comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con aquellos encontrados en un estudio realizado con ninfas en el mismo periodo.
5. Ilustrar los individuos encontrados para completar la base de datos de estudios anteriores de LAZOEА.

## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1 El Río Teusacá**

La cuenca del Río Teusacá está en la parte central de la cordillera oriental de los Andes, en el altiplano de la Sabana de Bogotá. Se encuentra en los municipios de la Calera y Sopó, en el departamento de Cundinamarca. El área total es de 359km<sup>2</sup> y hace parte de la cuenca alta del Río Bogotá (EAAB 1996).

Nace a 3,465msnm como la quebrada El Verjón en el área de la laguna que lleva el mismo nombre y del Alto de los Tunjos. Su recorrido se da a través de un valle con colinas onduladas en sus alrededores, su curso es de fuerte pendiente y la dirección de su cauce es de Norte a Sur. Recorre 75km a través de los municipios de la Calera, Sopó y Tocancipá y finalmente desemboca en el Río Bogotá a una elevación de 2,543msnm. En los últimos 45 Km. su curso es de baja pendiente. (EAAB 1996). Hay cerca de 14 quebradas que alimentan el río y las más destacadas son las de Socha y Simayá (Gutiérrez 2000).

Desde su nacimiento hasta el punto llamado La Cabaña, en el Km34+200, el río tiene una profundidad de 40cm. Desde este punto hasta su desembocadura aumenta el caudal gracias al aporte de agua de cinco quebradas. En este trayecto el río es mucho más profundo (1,20m) y después la pendiente disminuye al entrar a la cuenca baja. (Gutiérrez 2000).

En la cuenca alta, desde su nacimiento en la laguna El Verjón hasta la estación El Salitre (Km15), el fondo es rocoso y hay poco lodo depositado. Esto cambia desde el punto de entrega de aguas del Embalse San Rafael y del punto de descarga de aguas residuales del municipio de la Calera, ya que en el fondo hay

una alta presencia de lodos depositados que contienen una gran concentración de sólidos provenientes de las aguas residuales. Debido a las actividades industriales y en general a la intervención antrópica, el arrastre y lavado en esta parte de la cuenca baja del río ha aumentado y ha deteriorado profundamente la zona (Gutiérrez 2000).

## **2.2 Orden Ephemeroptera**

### **2.2.1 Importancia del Orden**

Los insectos que pertenecen al Orden Ephemeroptera tienen un valor ecológico importante gracias a la abundancia de sus ninfas en los ríos. Las ninfas son consumidores primarios de mucha materia orgánica y hay diferentes formas de alimentación de las especies conocidas en los ambientes donde están presentes. Es así como algunas especies consumen algas y otras consumen materia orgánica alóctona en descomposición.

Estas ninfas son consumidas por otros insectos o peces, siendo una fuente alimenticia valiosa para varios organismos (Domínguez 1999 en Currea 2002). Los adultos son importantes porque devuelven una cantidad de energía del ambiente acuático al terrestre al ser consumidos por aves, murciélagos e insectos durante la emergencia, el vuelo nupcial y la oviposición (Domínguez *et al.* 2001).

Además de presentar una alta diversidad y abundancia en los ríos, los efemerópteros han sido utilizados como indicadores biológicos de la calidad del agua ya que hay una tolerancia diferencial de las especies a diferentes grados de contaminación o impacto ambiental. (Domínguez *et al.* 2001). Las familias más sensibles son Leptophlebiidae y Leptohyphidae, siguiéndole las familias Oligoneuriidae, Baetidae y Caenidae. Parece que hay una correlación entre la presencia de estas familias y las de otros órdenes como Trichoptera y Plecoptera (Domínguez *et al.* 1994).

### **2.2.2 Desarrollo del Individuo**

En los primeros estadios del desarrollo, los efemerópteros se pueden encontrar en sistemas lóticos y lénticos. La mayoría de especies son detritívoras y/o herbívoras; algunas son carnívoras.

Son insectos hemimetábolos. El desarrollo de la ninfa puede darse en un lapso de tiempo de dos semanas hasta dos años, dependiendo de la especie. Una vez la ninfa ha madurado, es capaz de transformarse en subimago, momento de transición de la vida acuática a la terrestre. Tal estadio es una característica única entre los insectos ya que el individuo es alado y puede ser sincronizado con una gran cantidad de los otros individuos (McCafferty, 1981).

Las ninfas pueden flotar, nadar o arrastrarse a la superficie del agua para mudar. El subimago necesita de un segundo a un minuto para que sus alas puedan salir y así prepararse para el vuelo. Este es el momento en donde el individuo es más vulnerable a los depredadores ya que flota en el agua sin poder hacer mucho. Estos insectos pueden durar de uno a dos días como subimagos antes de volverse adultos (McCafferty 1981). En algunos casos, la hembra no pasa de este estadio ya que no sufre tantos cambios tan marcados como el macho (Domínguez 1995).

El adulto o imago vive principalmente para reproducirse y dispersarse, siendo esta parte de su desarrollo la más corta (no viven más de un mes). Sus alas son membranosas, casi transparentes y la intensidad del color aumenta. Los cambios más drásticos se ven en los machos: el desarrollo total de los ojos, patas y genitales (McCafferty 1981).



La cabeza normalmente presenta dimorfismo sexual gracias a los ojos compuestos que están desarrollados mucho más en los machos y sirven para localizar las hembras durante el vuelo nupcial. El aparato digestivo no funciona y sirve en los machos como órgano aerostático durante el vuelo nupcial. El aparato bucal tampoco cumple una función además de ayudar a la absorción de agua para evitar la desecación. Las patas anteriores están más desarrolladas que las medias y las posteriores. (Domínguez 1995).

Los ojos de las hembras son más pequeños y se encuentran a una mayor distancia. Las patas son más o menos de la misma longitud. Estas cargan muchos huevos tanto en el abdomen como en el tórax en la base de la cabeza.

La oviposición puede darse inmediatamente después de la fecundación. Algunas hembras que son ovovivíparas tienen que esperar una semana (Domínguez 1995).

### **2.3 Emergencia de Insectos Acuáticos**

Al llegar a la fase adulta, los insectos acuáticos deben sobrevivir a la predación y riesgos que corren de pasar del ambiente acuático al terrestre (como la desecación) para así poder reproducirse exitosamente. Es así como algunos emergen sincronizadamente, elevan las probabilidades de encontrar un individuo con quien aparearse, impiden la interferencia de otros insectos y evitan caer en manos de sus predadores. Otras especies emergen continuamente, entonces se ven picos de varias especies emergiendo a lo largo del año o las estaciones y otros momentos en donde la emergencia disminuye, creando una separación temporal de la misma. Las necesidades específicas de las ninfas para emerger dependen del hábitat en el que se encuentran, como la vegetación, rocas o fondo del río y, por consiguiente, esta diferencia del uso de los recursos puede generar una separación en la emergencia (Downing & Ringler 1984 en Tole 2003).

Según los autores, hay cuatro modelos temporales de emergencia:

- 1). Continuo: la emergencia se da a lo largo del año y no tiende a darse en las estaciones. Se da principalmente en los trópicos.
- 2). Esporádico: la emergencia se da irregularmente a lo largo del tiempo y espacio.
- 3). Estacional: la emergencia se da casi o totalmente en cierto periodo del año. Se presenta en zonas templadas y polares.
- 4). Rítmico: la emergencia sigue ciertos ciclos (como el lunar) o patrones (como el diurno-nocturno).

## **2.4 Reportes en Sur América**

Hasta el año 2001, Pescador et al. registraron 375 especies, 91 géneros y 13 familias de efemerópteros en Sur América. Los países con el mayor número de estos insectos acuáticos son Brasil, Argentina, Perú y Chile. La familia más diversa hasta ahora es Leptophlebiidae ya que el 38% de los géneros y el 30% de las especies colectadas corresponden a esta. Se piensa que esta no es una aproximación a la riqueza real de cada uno de los países ya que el 53% de las especies han sido reportadas a partir de los adultos y el 36% de las ninfas. Sólo el 11% ha sido a partir de tanto las ninfas como de los adultos (Zúñiga et al. 2003).

## **2.5 Reportes en Colombia**

Los estudios del Orden Ephemeroptera en Colombia son escasos, pero se ha obtenido información muy valiosa. Roldán (1980 & 1988) reportó 6 familias y 13 géneros para el departamento de Antioquia. Rojas *et al.* (1993) reconocieron 7 familias y 18 géneros en los departamentos del Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Cauca y Nariño (en Muñoz & Ospina 1999). Rojas de Hernández y

Zúñiga de Cardozo (1995, 1996), Rojas de Hernández et al. (1995) y Zúñiga de Cardozo et al. (1997) contribuyeron información acerca de la diversidad, distribución altitudinal del Orden, aspectos biológicos y relación con la calidad del agua en diferentes ríos del sur occidente colombiano (en Zúñiga et al. 2003). Muñoz y Ospina (1999) reportaron 3 familias y 12 géneros en siete ríos de la Sabana de Bogotá.

Según Zúñiga et al. (2003), hasta el momento se han encontrado 9 familias, 43 géneros y 33 especies en Colombia. Las familias más abundantes son Baetidae & Leptophlebiidae y la riqueza del Orden equivale al 9% de la fauna conocida en Sur América.

Domínguez *et al.* (2002) discuten la taxonomía y distribución del Orden en la región de la Amazonía.

Hay otros trabajos, anteriores y posteriores a los mencionados, en Colombia que fueron realizados por varias personas de LAZOEA y por lo tanto se incluirán en la siguiente explicación.

## **2.6 Estudios en Colombia realizados por LAZOEA**

Específicamente en LAZOEA, se han desarrollado varios estudios ecológicos y biológicos sobre el Orden Ephemeroptera y otros macro-invertebrados. Sánchez (1987) hizo un estudio de la dinámica ecológica en las comunidades de insectos bénticos del Río las Ceibas, en el Huila. Encontró ninfas pertenecientes a tres familias: Leptohyphidae (*Leptohyphes*, *Tricorythodes*), Leptophlebiidae (*Thraulodes*) y Baetidae (*Baetodes*, *Dactylobaetis*, *Baetis* y *Moribaetis*).

Ariza (1998) hizo un estudio de la colonización de macrobentos en el Río Teusacá usando sustratos artificiales para probar la influencia de la descarga de fondo del embalse San Rafael sobre la comunidad del bentos. Sólo encontró ninfas pertenecientes a la Familia Baetidae (*Baetodes*). Rueda (1998) quiso

describir el patrón de distribución espacial de la comunidad béntica en ríos del piedemonte amazónico, mas específicamente en la cuenca alta del Río Caquetá. Encontró ninfas pertenecientes a las familias Oligoneuridae, Leptophlebiidae (*Farrodes* y *Thraulodes*), Baetidae (*Baetis*, *Baetodes*, *Camellobaetidius*) y Leptohyphidae (*Tricorythodes* y *Leptohyphes*). Cubillos (1998) hizo un estudio del zoobentos profundo en el Embalse San Rafael utilizando sustratos artificiales. Reinoso (1998) quiso establecer la dinámica espacial y temporal de las poblaciones de los Efemerópteros en el Río Combeima (Tolima) y encontró individuos pertenecientes a las familias Baetidae (*Baetodes*, *Baetis*, *Camellobaetidius*), Leptohyphidae (*Leptohyphes*) y Leptophlebiidae (*Thraulodes*).

Tole (2000) observó las variaciones espacio-temporales en la emergencia de adultos de Efemerópteros y Tricópteros en la quebrada “del palo colorado” en el Huila. 57% de los individuos colectados fueron efemerópteros de las familias: Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Baetidae y Caenidae.

Rozo (2001) y Camargo (2001) efectuaron estudios sobre la dinámica de las comunidades de imagos y ninfas respectivamente y las relacionaron con fluctuaciones de las condiciones ambientales de pequeñas quebradas del Chocó Biogeográfico Colombiano. Rozo encontró imagos de las familias Baetidae (*Baetodes*, *Callibaetis*), Leptophlebiidae (*Farrodes*, *Thraulodes* y *Terpides*), Leptohyphidae (*Leptohyphes*, *Tricorythodes*) y Caenidae (*Caenis*). Camargo obtuvo ninfas de las familias Leptohyphidae (*Leptohyphes* y *Tricorythodes*), Leptophlebiidae (*Farrodes*, *Thraulodes*, *Terpides*, *Hagenulopsis*, *Demoulinellus*), Baetidae (*Baetodes*, *Baetis*), Caenidae (*Caenis*) y Polymitarcidae (*Campsurus*).

Emmerich (2002) hizo el relevamiento de la fauna de ephemeroptera en cinco sitios de la cordillera oriental. Reporta un nuevo género para Colombia y Sur América, género *Vacupernius*. Encontró 31 especies, de las cuales 14 no han sido descritas anteriormente. Currea (2002) hace un estudio en el Parque

Nacional Natural Chiribiquete y descubre imagos pertenecientes a las familias Leptophlebiidae (sólo hembras) y Baetidae (*Americabaetis*, *Baetodes*). Navas (2002) quiso establecer las posibilidades del uso de la comunidad béntica como indicadores de procesos de extracción aurífera con efectos ambientales mínimos. Encontró ninfas de las familias Leptophlebiidae y Baetidae.

Tole (2003) hizo un estudio sobre la biodiversidad y patrones de emergencia de efemerópteros en la quebrada palo colorado, Huila. Encontró individuos de las familias Polymitarcyidae, Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Caenidae. Guzmán (2003) hizo un estudio paralelo a este sobre la variación temporal de la comunidad de ninfas de ephemeroptera en el Río Teusacá y descubrió ninfas de las familias Baetidae (*Baetodes*, *Deceptiviosa*) y Leptohyphidae (*Leptohyphes*). El género *Deceptiviosa* nunca había sido reportado en este río.

## 3. Metodología

### 3.1 Sitio de Estudio

El estudio se realizó en la vereda el Hato que hace parte de la zona del Río Tuesacá y sus coordenadas geográficas son 4° Norte 38' 9,2" y 74° Occidente 0' 35". La zona es rural, la actividad antrópica es alta ya que hay una gran cantidad de viviendas y como a 30 metros del sitio de muestreo existe un puente que hace parte de la carretera que comunica las viviendas del sector. En el sector existe una desembocadura de un arroyo pequeño de aproximadamente 80 cm de ancho, el cual es un aporte de agua que no ha sido intervenida.



**Figura 1:** Sitio específico del río en donde se hicieron los muestreos.

El sustrato del río es rocoso y se encuentran muchas rocas salientes grandes que orientan el cauce y en algunos sectores se forman remansos pequeños en

donde la corriente es más lenta. El ancho del río en este sitio es de 10 metros, la pendiente es baja y tiene hoyas de poca profundidad.

Hay una vegetación riparia que cubre las orillas y constantemente aporta materia orgánica debido a las abundantes precipitaciones y, por lo tanto, el aumento de los niveles del agua. Inmediatamente a la vegetación riparia, se encuentran zonas de pastizales que pueden ser inundadas en la época de lluvias, pero esto nunca pasó durante los meses del muestreo.

### **3.2 Muestreo**

Se hicieron doce muestreos, durante tres meses, cada quince días. Al comenzar el periodo de lluvias se muestreó cada ocho días para tener una mejor aproximación de las variaciones que puede tener la comunidad en este tiempo. Cada muestreo tuvo dos partes: en la tarde de 6 a 7pm y al siguiente día, al amanecer, de 5 a 6am. Se empleó un frasco diferente cada media hora en todas las colectas.

Los individuos se recolectaron utilizando una trampa de luz que consta de una sabana blanca que la sostiene un marco metálico. Al frente de este, se colgó un bombillo como fuente de luz blanca (ver Figura 2). Los subimagos se dejaron en cajas de cartón hasta la última muda, pero la mayoría morían pocos minutos después de ser metidos en estas. Los imagos fueron removidos, de la sabana, con pinzas untadas de alcohol al 70% y se introdujeron en frascos del mismo para conservarlos.

Se tomaron las mediciones del caudal en todos los días de muestreo que son los mismos datos que Guzmán (2003) obtuvo en su estudio.



**Figura 2:** Trampa de luz empleada para la captura de individuos.

### **3.3 Fase de Laboratorio**

En el laboratorio se separaron los individuos según su sexo y taxón identificado, y también se hizo un conteo de todos los adultos colectados. Se disectaron alas anteriores, posteriores y genitalia de los machos para definir el mínimo nivel taxonómico posible con la ayuda de la clave para ninfas y adultos de Domínguez *et al.* (2001).



Se hicieron montajes permanentes y se realizaron ilustraciones de caracteres diagnósticos de los taxa determinados. También se enviarán duplicados a los especialistas en cada familia para verificar las determinaciones.

### **3.4 Análisis de Datos**

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa Statistix. Se hizo una prueba no paramétrica, Kruskal-Wallis, para estudiar si existían diferencias significativas en la cantidad de individuos encontrados en los diferentes muestreos y también diferencias entre la mañana y tarde.

También se comparó el comportamiento de la distribución a lo largo del tiempo con las variaciones sufridas por factores físicos como el caudal y la precipitación.

Finalmente se hizo una comparación de los cambios en la distribución de adultos con los datos encontrados para la distribución de ninfas, estudio que fue realizado por Camilo Guzmán simultáneamente a este. También se hizo una comparación con los datos almacenados en la base de datos de LAZOEI, en donde se encuentran estudios similares para zonas con características muy parecidas a la zona de este estudio e incluso se encuentran estudios en la misma zona.

## 4. Resultados

### 4.1 Captura de Individuos

Se colectaron un total de 257 individuos, 76 imagos fueron colectados en la mañana y todos pertenecen a la familia Leptohyphidae. De los 76 individuos, 54 son machos y 22 hembras.

En la tarde se colectaron 181 individuos. Sólo cayeron 41 subimagos de los cuales 37 fueron machos de la familia Leptohyphidae, y 4 machos de la familia Baetidae.

Los 140 individuos restantes fueron imagos, representantes de las tres familias: Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Baetidae. De la familia Leptohyphidae, se colectaron 102 individuos. De estos, 34 fueron hembras y 68 machos. Cayeron 13 hembras de la familia Leptophlebiidae y 25 hembras de la familia Baetidae.

### 4.2 Descripciones e Ilustraciones

Se determinaron tres familias entre los individuos colectados tanto en la mañana como en la tarde: Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Baetidae.

- **Jornada de la mañana**

Sólo se colectaron individuos que pertenecen a la familia Leptohyphidae. Posiblemente pertenecen al género *Tricorythodes*.

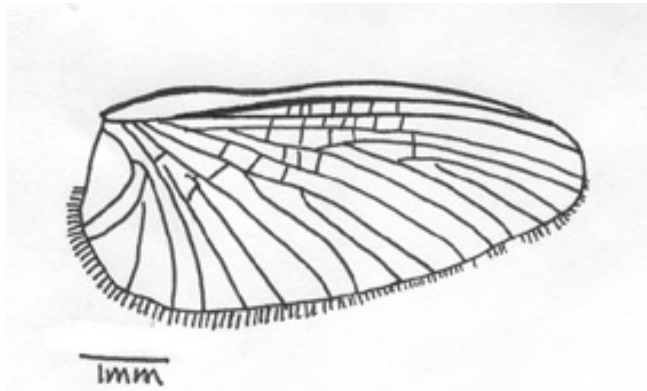
#### **Morfo- especie 1:**

Los individuos son muy parecidos a los que reporta Emmerich (2002) como *Tricorythodes Ulmer sp1*, pero presentan algunas diferencias en la genitalia y

patrón de coloración. Es posible que se trate de una especie diferente, pero es necesaria la confirmación de los especialistas.

Los machos miden aproximadamente 5.2mm y presentan una coloración general castaño oscuro con tonalidades más claras (Emmerich 2002). Los ojos son pequeños, negros y laterales. Tienen un ocelo medio pequeño y los laterales grandes, blancos con base negra. El tórax es castaño oscuro, casi negro.

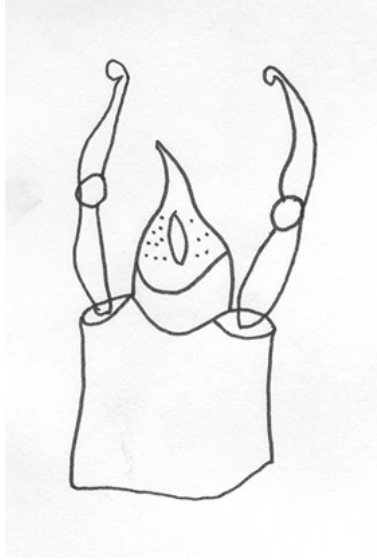
El ala anterior mide 7.1mm, es grisácea y las venas del área costal son café oscuro, especialmente las C, SC y R (Fig. 3).



**Figura 3:** Ala anterior de *Tricorythodes*

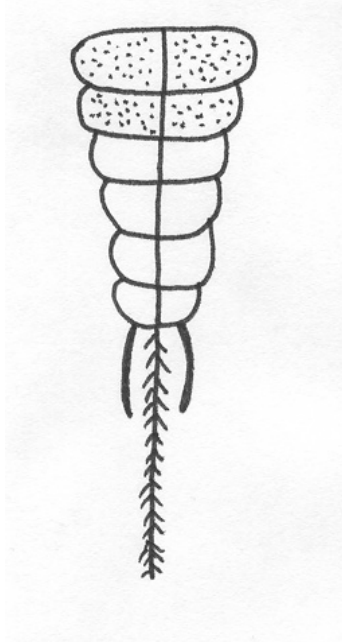
Los terguitos abdominales en la parte anterior son negros con un poco de castaño claro y en la parte posterior y lateral tienen manchas blancas.

Los cercos miden 15mm y el filamento terminal 17mm. Son transparentes y sus segmentos largos. Forceps trisegmentados. El segundo segmento tiene una base globosa. Los penes están fusionados, pero no presentan la hendidura que Emmerich describe. Sin embargo, en la parte apical son cafés oscuros, con unos puntos blancos que sólo se ven con el microscopio. Lateralmente están curvados en dirección dorsal (Fig. 4).



**Figura 4:** Genitalia macho Tricorythodes

Las hembras son más robustas y oscuras. Miden 5.5mm y el tórax es de un castaño más oscuro, casi negro. Los terguitos abdominales en la zona dorsal, en la mitad, tienen una línea mas pronunciada. Los primeros terguitos tienen unos puntitos de color crema hacia amarillos esparcidas. Los terguitos VII-X son totalmente negros. Lateralmente, el abdomen es transparente y se pueden ver los huevos. Los cercos miden 2mm y son duros. El filamento terminal es mucho mas largo, 12mm, son opacos, pilosos y más gruesos que los cercos (Fig. 5).



**Figura 5:** Abdomen hembra *Tricorythodes*

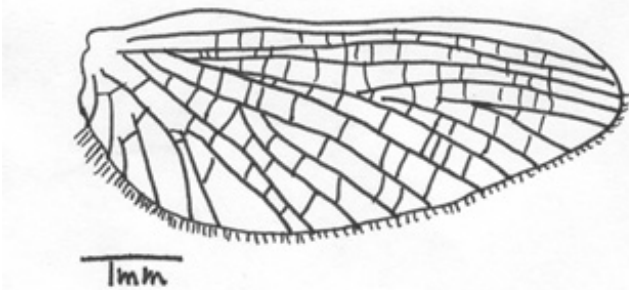
- **Jornada de la Tarde**

Se colectaron individuos de las tres familias:

**Familia Leptohyphidae**

*cf. Leptohyphes*

Género cercano a *Leptohyphes*. Todos los machos de este género son imagos, nunca se colectaron subimagos. El tamaño aproximado de los machos es de 5.5mm. Los ojos son negros, pequeños y laterales. La coloración del tórax es café claro con un tinte blanco y el borde posterior del metanoto es negro. Uñas tarsales de un par diferente entre sí, una aguda y la otra roma. El ala anterior mide 7.5mm y la posterior 1.3mm, de color café. La posterior tiene una proyección costal aguda ubicada cerca de la base del ala y tiene dos venas longitudinales. Las venas son café oscuras (Fig. 6 & 7).



**Figura 6:** Ala anterior macho *Leptohyphes*

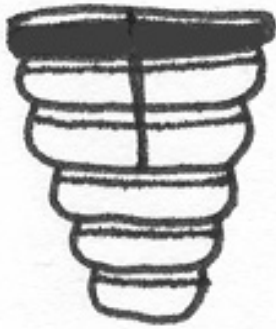


**Figura 7:** Ala posterior

Los terguitos abdominales son color crema en la parte anterior con manchas negras que se difunden hacia la parte posterior. En los terguitos II a X hay una línea negra que los atraviesa. Los últimos dos segmentos son negros con castaño claro. El filamento terminal mide 15mm y los cercos 12mm. Los fórceps son trisegmentados, de color castaño claro y los penes están divididos en forma de “T”.

Las hembras que se colectaron fueron todas imagos y sus caracteres son muy parecidos a los que Emmerich (2002) describe para *Leptohyphes sp.* que posiblemente son de una especie de *Leptohyphes* del tipo “T”, sin embargo es necesario que los especialistas lo confirmen. Son muy parecidas a los machos imagos que se colectaron.

El cuerpo de las hembras mide aproximadamente 5mm. Los cercos miden 8mm y el filamento terminal 10mm. El tórax es castaño claro con un poco de crema en los extremos (derecho e izquierdo) y el borde posterior del metanoto es negro también. El abdomen es más robusto y los terguitos abdominales son negros en la parte posterior con un color crema en la parte lateral. Los últimos tres segmentos están curvados y ahí es donde está una masa esférica amarilla de huevos adherida. En la parte anterior de cada segmento el color es blanco, es una línea transversal muy fina. Los segmentos II a VII también presentan la línea negra en la mitad (Fig. 8).



**Figura 8:** Abdomen hembra *Leptohyphes*

El ala anterior mide 8.5mm y es café, con las venas también del mismo color pero más oscuro. No presentan alas posteriores.

### **Familia Leptophlebiidae**

cf. *Thraulodes*

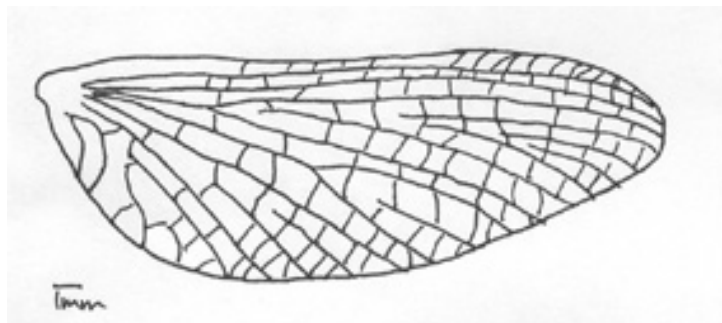
Probablemente género *Thraulodes*. Se capturaron únicamente hembras, las cuales son muy parecidas a *Thraulodes* sp. 5 que Emmerich (2002) reporta, sin embargo presentan diferencias en el patrón de coloración y por tal motivo no se asegura que pertenezcan a la misma especie, posiblemente se trate de una especie diferente.

Estas hembras miden 9.8mm, los ojos son negros, pequeños y laterales. El tórax es castaño claro con tintes blancos y negros. Los terguitos abdominales I a VI son café oscuros, casi negros. El color de los últimos cuatro es un café mas claro, pero el último terguito es aun más claro que el resto. Está presente la línea media dorsal muy oscura, pero no negra. El inicio y final de los primeros seis segmentos tienen una banda delgada blanca. Los cercos son blancos con unas bandas gruesas café oscuras en la mitad y una pequeña en el comienzo de cada división (Fig. 9).



**Figura 9:** Abdomen hembra *Thraulodes*

Las alas anteriores miden 14mm, presentan una gran cantidad de venas transversales, y las posteriores 2.4mm, con una proyección no muy marcada en la parte costal. Las alas son transparentes, sus venas son cafés y tienen un gran número de venas transversales (Fig. 10 & 11).



**Figura 10:** Ala anterior *Thraulodes*



**Figura 11:** Ala posterior

## **Familia Baetidae**

*cf. Callibaetis*

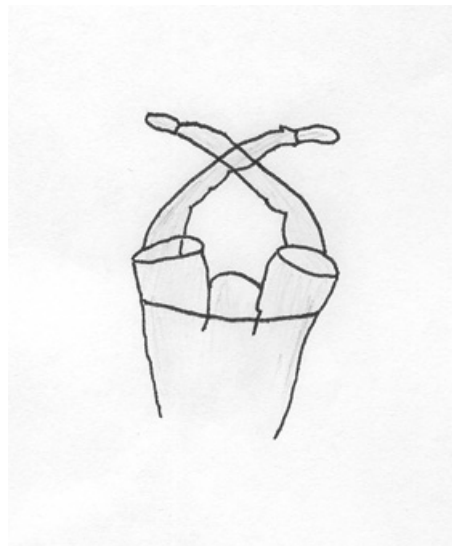


Se colectaron cuatro machos subimagos que no están muy bien conservados. Las alas estan muy deterioradas, pero se parecen mucho a las de las hembras encontradas, así que sólo se hizo la disección de las alas de las hembras. No se puede asegurar que pertenezcan al género *Callibaetis*, entonces es necesario la confirmación. Sin embargo, es importante resaltar que Emmerich en su estudio no capturó individuos de este género.

Los machos miden 6.3mm. Los ojos son naranja claro con un tinte café, estan desarrollados dorsalmente y formando un turbante. El tórax es color crema con castaño en la parte posterior del metanoto. Los terguitos abdominales I a VI son transparentes en la parte dorsal y lateralmente tienen un color castaño-rojizo.

Los últimos cuatro segmentos son blancos con vinotinto. Los cercos miden 13mm, son transparentes con líneas castaño oscuras en las divisiones entre segmentos. No tienen filamento terminal.

Las alas están en muy mala condición y por eso no se dibujaron. El ala anterior mide 8mm y las posteriores 1.4mm. Los fórceps son trisegmentados, castaños oscuros (Fig. 12).



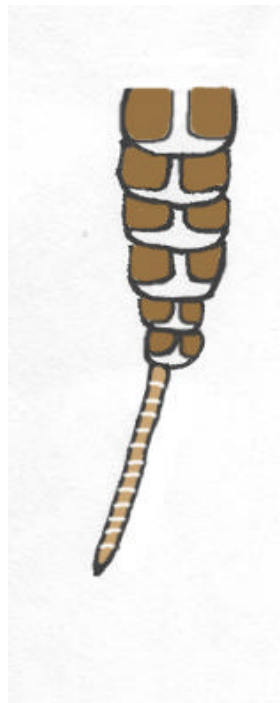
**Figura 12:** Genitalia *Callibaetis*

### *Género 1*

Las hembras colectadas tienen las alas muy parecidas a los machos subimagos descritos, pero tienen un patrón de coloración diferente, por lo cual no se puede

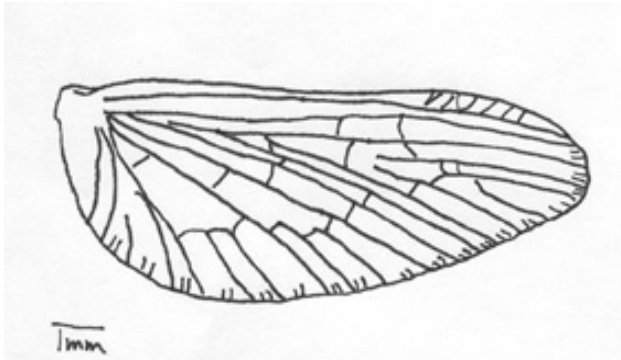
asegurar si son de la misma morfo especie que los machos *Callibaetis* ya que con las guías es posible llegar al género sólo con los machos. Tampoco se parecen a ninguna de las hembras reportadas por Emmerich (2002) en su trabajo.

Su cuerpo es estilizado, miden 7mm y son castaño-rojizas (oscuras). Los ojos son negros y laterales. El tórax es castaño con un poco de blanco. Los terguitos abdominales son castaños y tienen una línea blanca medial atravesando todos los segmentos. En la parte posterior de cada terguito también hay una línea blanca horizontal. Los cercos miden 12mm, son castaños y las divisiones entre cada segmento es blanco. No tienen filamento terminal (Fig. 14).

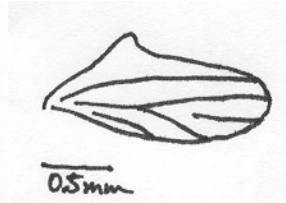


**Figura 14:** Abdomen hembra *Género 1*

Las alas anteriores miden 9.1mm y las posteriores 1.5mm, son transparentes y sus venas color castaño. Las alas posteriores presentan una proyección costal y muchas venas longitudinales (Fig. 15 & 16).



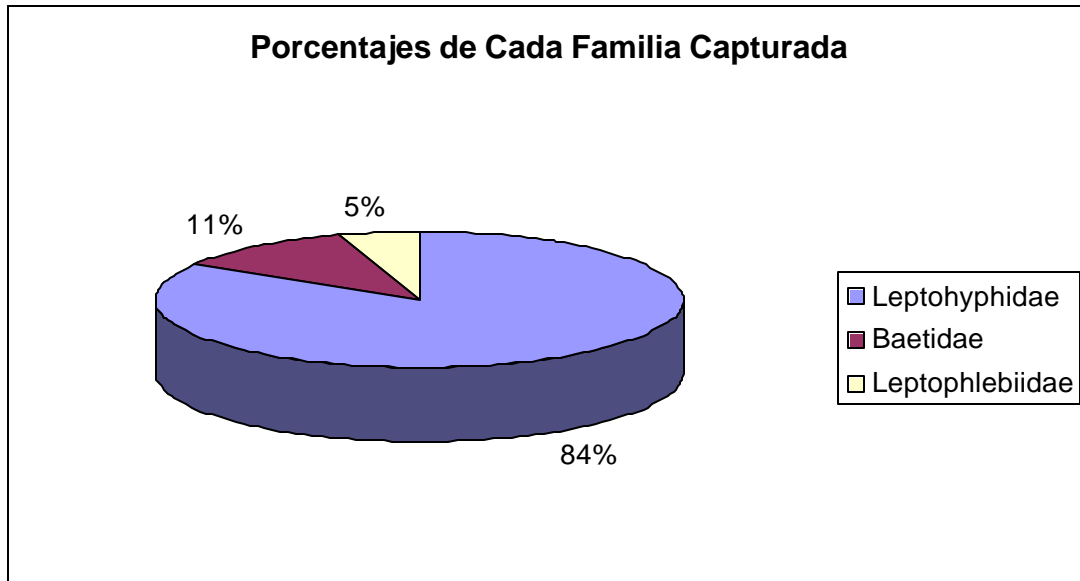
**Figura 15:** Ala anterior hembra *Género 1*



**Figura16:** Ala posterior

### 4.3 Estructura de la Comunidad

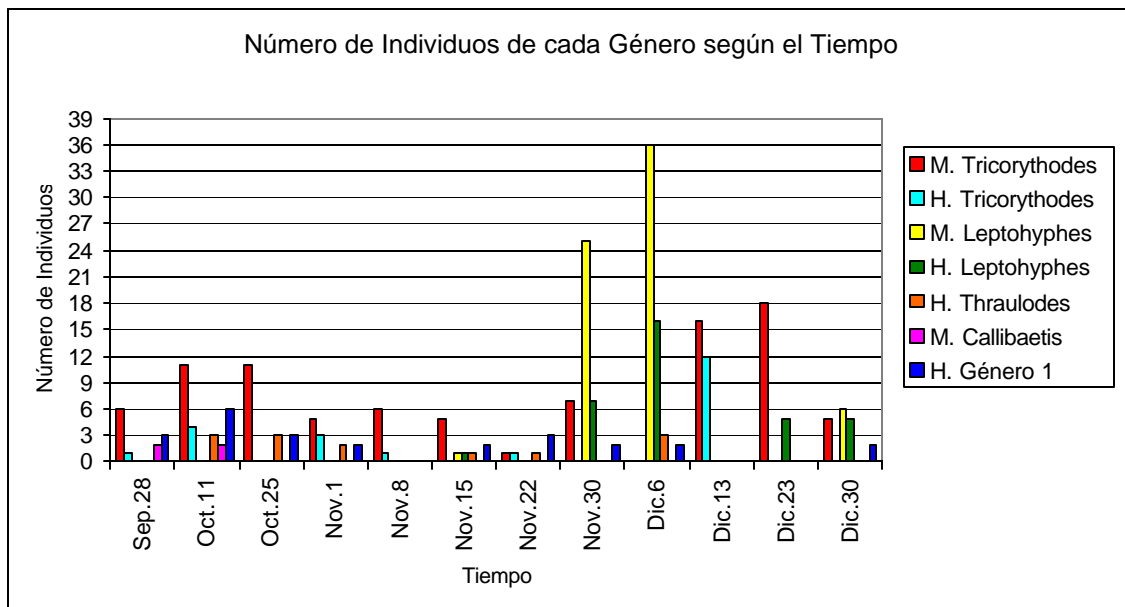
A lo largo del tiempo, se capturaron mas individuos de la familia Leptohyphidae, siendo el 84% del total de individuos colectados. El 11% de los individuos colectados pertenece a la familia Baetidae y el 5% a la familia Leptophlebiidae (Fig.17).



**Figura 17:** Porcentajes de cada familia colectada en el estudio.

Al realizar las pruebas de Kruskal-Wallis para los diferentes muestreos, se encontró que hay diferencias significativas entre el número de individuos

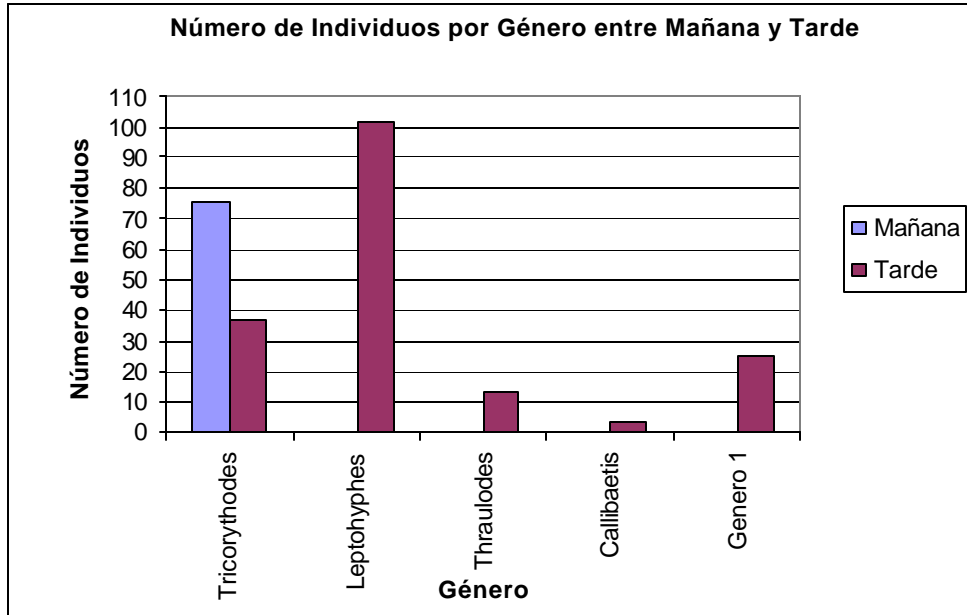
colectados para cada fecha de muestreo ( $p=0.0027$ ). Los géneros predominantes son *Tricorythodes* y *Leptohyphes*, mientras *Thraulodes*, *Callibaetis* y *Género 1* presentan los menores números de individuos. Se observó homogeneidad en la mayoría de los géneros, excepto el género *Leptohyphes* el cual presenta un pico en Nov. 30 y Dic. 6. Entre Sep.28 y Nov.22 no se observó un número representativo del género *Leptohyphes*. El género *Tricorythodes* presentó dos picos de abundancia, uno a mediados de Octubre y el otro mas pronunciado a mediados de Diciembre. El resto de géneros no presentan diferencias substanciales que permitan identificar un pico (Figura 18).



**Figura 18:** Número de Individuos colectados para cada uno de los géneros entre Septiembre 28 y Diciembre 30

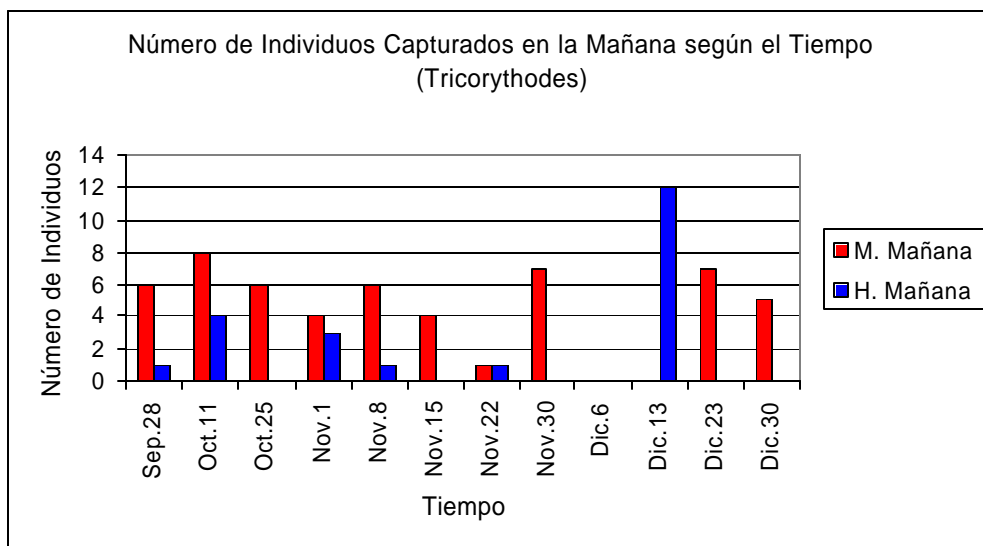
#### 4.3.1 Jornadas de la Mañana y Tarde

Según la prueba de Kruskal-Wallis, también se presentaron diferencias significativas entre los géneros encontrados en la mañana y la tarde ( $p=0.0000$ ), esto se puede ver claramente en la figura 19.



**Figura 19:** Número de individuos colectados para cada género en la mañana y tarde.

Los individuos colectados en la mañana pertenecen únicamente a la familia Leptohyphidae, género *Tricorythodes*. En los primeros días de Noviembre la cantidad de individuos decreció y en general a lo largo del mes se ve una caída en la densidad de machos y hembras. Durante todo el tiempo de muestreo hubo un número mayor de machos que de hembras, donde la proporción de machos es del 21.01% y la de las hembras el 8.56%. Las hembras presentaron un pico de abundancia considerable el 13 de Diciembre (Figura 20).



**Figura 20:** Número de Individuos *Tricorythodes* capturados en la mañana según el tiempo

En la tarde se colectaron la mayoría de individuos pertenecientes a las tres familias y los cinco géneros encontrados.

A mediados de Diciembre hay un pico en donde cayeron machos subimagos y hembras *Tricorythodes*, pero no machos imagos. Los subimagos de este género corresponden al 14.4% del total de individuos capturados.

En el primer periodo, del 28 de Septiembre al 22 de Noviembre de capturaron bajas densidades de individuos *Thraulodes*, *Callibaetis* y *Género 1*. En el segundo período, de Noviembre 22 a Diciembre 30, se encontraron de manera abundante individuos del género *Leptohyphes*. Los individuos de este género fueron colectados sólo después del quinto muestreo en la jornada nocturna, en el mes de Noviembre y Diciembre, siendo el 39.69% del total de individuos capturados. A finales de Noviembre hubo un aumento drástico de los machos que se pronunció más a principios de Diciembre. A finales de este último mes, hubo una caída radical y sólo en el penúltimo muestreo se colectaron más hembras que machos. El 26.46% fueron machos y el 13.23% hembras.

Hubo un aumento de los subimagos *Tricorythodes*, mientras que el número de *Thraulodes* disminuyó considerablemente. Los subimagos *Callibaetis* fueron capturados sólo en los primeros dos muestreos (Figura 21).

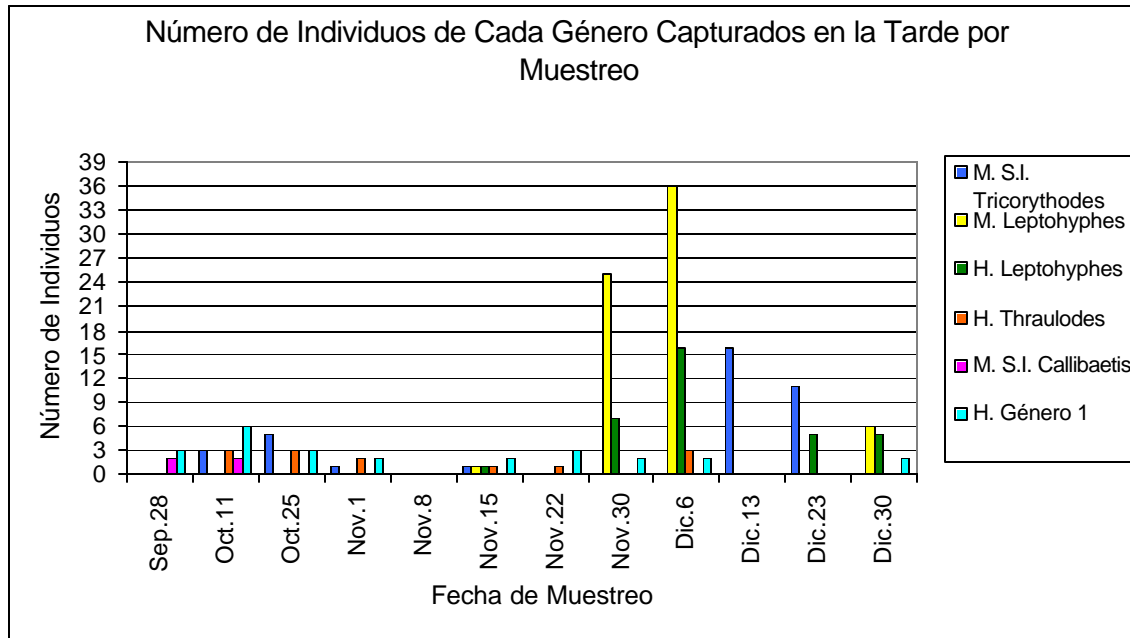


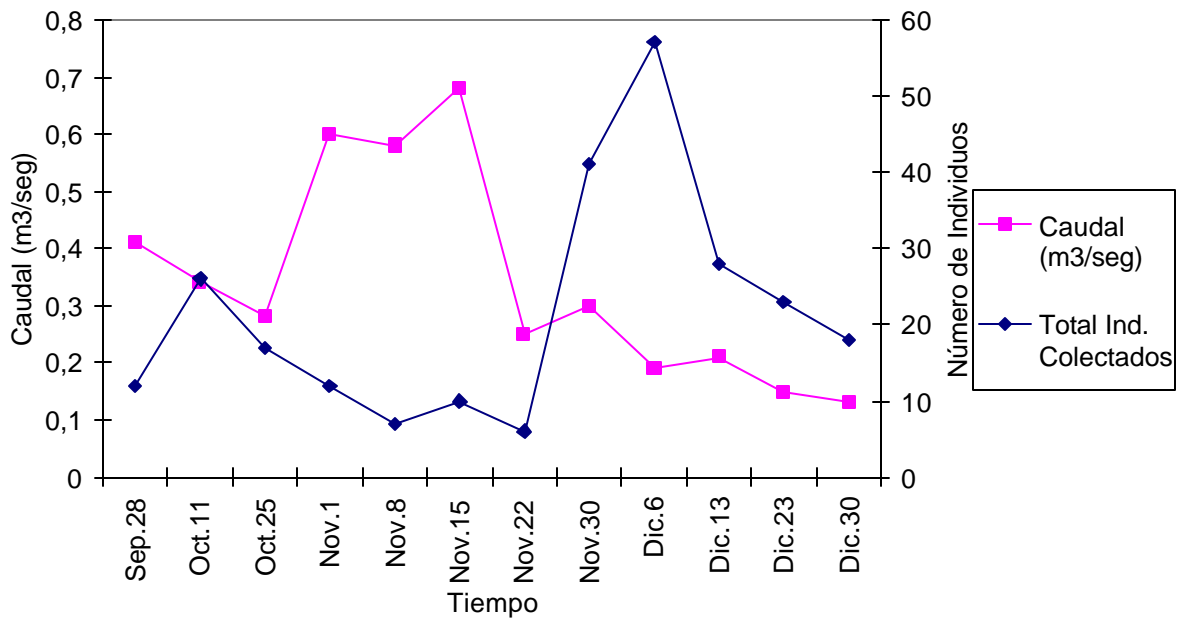
Figura 21: Número de individuos colectados para cada género en la tarde a lo largo del tiempo.

#### 4.3.2 Influencia del Comportamiento del Caudal en la Distribución Temporal de los Individuos

Los resultados de las mediciones del caudal muestran un aumento del mismo en los primeros días de Noviembre (segundo mes de muestreo) y decreció al final del mes. Este período coincide con el de mayores precipitaciones, produciendo el aumento del caudal (Datos tomados junto con Guzmán, 2003).

Al comparar el comportamiento temporal del caudal con la distribución temporal del número de individuos para los dos géneros de la familia Leptohyphidae, se puede observar que hay una correspondencia parcial en donde en términos generales se puede decir que el aumento del caudal está asociado con la disminución en la captura del número de individuos (Figura 22).

Comportamiento de la Comunidad de Individuos en el Tiempo vs  
Comportamiento del Caudal



**Figura 22:** Comportamiento de la comunidad de individuos colectados en el tiempo vs. el comportamiento del caudal.

#### 4.4 Comparación con Estudio de Ninfas

Al comparar los resultados de este estudio con los obtenidos por Guzmán (2003), se ve que la distribución de adultos es bastante diferente a la de las ninfas ya que sólo colectó individuos pertenecientes a la familia Baetidae, géneros *Baetodes* y *Deceptiviosa*. Sólo encontró un individuo de la familia Leptohiphidae perteneciente al género *Leptohiphes*.

Aunque se colectaron ninfas de la familia Baetidae, casi totalmente, estos presentaron una disminución en los primeros días de Noviembre, momento en el cual el caudal aumentó y el período de lluvias fue mayor.



## 5. Discusión

Se encontró una baja diversidad de la comunidad de efemerópteros adultos del Río Teusacá ya que se identificaron individuos de sólo tres familias y posiblemente cinco géneros, los cuales han sido todos reportados para Colombia. La clasificación taxonómica de los individuos se pudo hacer con seguridad sólo hasta nivel de familia y se necesita la confirmación de los especialistas para los géneros a los que se llegaron. La mayoría de individuos de las familias Leptophlebiidae y Baetidae fueron hembras, siendo así más complicado llegar a definir el género ya que los caracteres no se ajustan a las descripciones presentes en la clave utilizada. Se usaron las descripciones realizadas por Emmerich (2002), pero sin embargo hay incertidumbre ya que es difícil sin la genitalia de los machos para saber el género y, eventualmente, la especie.

Emmerich (2002) capturó un número pequeño de individuos, pertenecientes a las tres familias encontradas en el presente estudio. Aquellos colectados en este trabajo presentan diferencias que pueden significar posibles especies distintas a las encontradas por él, pero se necesita la confirmación de los especialistas.

En cuanto a los cambios en la estructura de la comunidad se puede decir que están presentes gracias a la historia de vida del grupo en donde las hembras vuelan aguas arriba para ovipositar (Domínguez et al 2001). Por un lado, las ninfas se dejan arrastrar por la corriente para volver al sitio donde estuvieron sus padres, mientras que los adultos vuelan aguas arriba y por esto hay diferencias en la comunidad adulta emergente y la de ninfas colectados en el mismo lugar del río.

Esto también puede estar relacionado con la disminución de la densidad de individuos colectados durante la época de lluvias, cuando aumenta el caudal. Hubbard (1991) dice que los insectos acuáticos se enfrentan a un gran problema

para mantener las poblaciones cuando hay crecientes de las corrientes ya que las ninfas se arrastran aguas abajo. Con el tiempo puede haber una extinción local si las poblaciones disminuyen demasiado.

Con el aumento del caudal también es posible que se presenten cambios en el ambiente, donde la disponibilidad del alimento y la calidad se alteren, causando así cambios en la distribución de la comunidad (Guzmán 2003).

Los resultados obtenidos para la familia LeptoHyphidae pueden sugerir diferentes patrones de emergencia. El género *Tricorythodes* sigue un patrón de emergencia continuo, ya que cayeron individuos a lo largo de todo el muestreo. Muestran preferencia a emerger en la madrugada, lo cual puede indicar que el vuelo nupcial, apareamiento y ovoposición se den durante el día (Tole 2003).

Por otro lado, el género *LeptoHyphes* presenta un patrón de emergencia diferente, siendo este más estacional, emergiendo específicamente durante el último mes de muestreo donde comenzó la estación seca. Como se colectaron hembras y machos imagos sólo en la tarde, puede ser posible que la emergencia, el vuelo nupcial y el apareamiento se den en la misma noche (Tole 2003). Flojeras & Pringle (1995) afirman que en ambientes no estacionales algunos efemerópteros muestran patrones de emergencia estacionales.

Mosquera de Aguilera et al (1997), en un estudio realizado en el sur occidente Colombiano, afirma que los individuos de *Tricorythodes* fueron observados volando en la parte baja y al lado de los enjambres formados por *LeptoHyphes*. La diferencia en el momento de captura de cada uno de estos géneros de la familia LeptoHyphidae, para este estudio, puede explicarse con un cambio en la calidad del agua que puede estar produciendo algún tipo de competencia de las ninfas por el alimento. Esto pudo haberlas llevado a emerger en diferentes momentos del día, como se observó en este trabajo.

Según Muñoz y Ospina (1999) en un estudio de los Efemerópteros de la Sabana de Bogotá, *Thraulodes* no es un género abundante en los ríos, lo cual coincide con lo obtenido en este trabajo. Zúñiga de Cardozo et al. (1997) afirma que este género es muy sensible a la contaminación orgánica. Debido a la actividad antrópica en la zona, la calidad del agua no es óptima y esto puede explicar el bajo número de individuos colectados para este género. Lo mismo dice para el género *Callibaetis*. También colectaron individuos pertenecientes a los géneros *Tricorythodes* y *Leptohyphes* en el Río Teusacá y afirman que tienen una amplia distribución en alturas desde 2600 a 3010msnm.

Mosquera de Aguilera et al. (1997) afirman que en el laboratorio el paso de subimago a imago de *Callibaetis* fue entre las 11:30pm y 1:30am, lo cual puede explicar el bajo número de individuos reportados en este estudio. Además de esto, Zúñiga de Cardozo et al. (1997), reporta que los géneros *Leptohyphes* se adaptan a diferentes ambientes y condiciones acuáticas y están presentes en aguas contaminadas. Lo mismo reporta para el género *Tricorythodes*.

En cuanto al método utilizado para capturar los individuos, se puede decir que es bueno para encontrar las familias presentes en el río, pero sería interesante aumentar el tiempo de muestreo para cada jornada y ver cómo es el comportamiento y distribución de los individuos más detalladamente a lo largo del día y la noche.

## 6. Conclusiones

Se encontró una baja diversidad de la comunidad de adultos Efemerópteros en el sitio de estudio ya que sólo se encontraron tres familias y cinco géneros, estando uno de estos géneros representado sólo por cuatro individuos.

La comunidad de adultos emergentes tiene una variación a lo largo del tiempo de estudio, especialmente la familia Leptohyphidae. El género *Tricorythodes* muestra un patrón de emergencia continuo y *Leptohyphes* uno estacional.

La estructura de la comunidad de adultos y ninfas es diferente ya que el comportamiento de estos es distinto y, por lo tanto, las variaciones de estas no son iguales en el mismo punto del río.

Se observa una relación inversamente proporcional entre el caudal y el número de adultos colectados, ya que en los momentos de muestreo donde el caudal fue mayor, el número de adultos disminuyó.

Los factores que más afectan la distribución de la comunidad son la historia de vida de la población, el comportamiento de enjambramiento y las condiciones hidrológicas del sistema, como el caudal.

## 7. Referencias Bibliográficas

ARIZA, A. 1998. Estudio de la colonización del Macrofitos en un río regulado de montaña tropical. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

CAMARGO, C. 2001, Variación Espacio-Temporal de la Comunidad de Ninfas de Ephemeroptera en la Quebrada Coquital del Chocó Biogeográfico (Costa Atlántica). Tesis de Pregrado. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

EAAB, 1996. Plan Integral de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrológica del Río Teusacá. Subdirección Científica. Volumen 1A. Inventario de Recursos: Hidrología, Hidrogeología y Climatología.

COLE, G. 1988, Manual de Limnología. Ediciones Hemisferio Sur, Argentina.

CUBILLOS, E. 1998. Estudio del Zoobentos profundo en el embalse de San Rafael utilizando sustratos artificiales. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

CURREA, A. 2002, Estudio de Adultos de Ephemeroptera en el Parque Nacional Natural Chiribiquete (Caquetá-Colombia). Tesis de Pregrado. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

DOMINGUEZ E., HUBBARD M. D., & PETERS W. L., 1992, Clave para Ninfas y Adultos de las Familias y Géneros de Ephemeroptera (Insecta) Sudamericanos. Biología Acuática Nº 16 Inst. Limnol. Dr. Raúl A. Ringuelet.

DOMÍNGUEZ. E., HUBBARD, M. D. & PESCADOR, M. L. 1994. Los Ephemeroptera en Argentina. *Insect. Ephem.* 33 (1).

DOMÍNGUEZ, E. 1995. Taller Internacional Sobre Sistemática y Bioecología de Ephemeroptera como Bioindicador de Calidad de Agua. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

DOMÍNGUEZ, E., HUBBARD, M. D., PESCADOR M. L. & MOLINIERI C., 2001, Capitulo 1 en Guía para la Determinación de Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Pp.17-53. Editores: Fernández H. y Domínguez E. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

EMMERICH, D.E. 2002. Relevamiento de la Fauna de Ephemeroptera (Insecta) adultos en cinco sitios de la Cordillera Oriental. Tesis de maestría. Departamento de ciencias Biológicas. Facultad de ciencias. Universidad de los Andes. Bogotá.

GUTIERREZ, J.C. 2000. Evaluación de la calidad del agua del Embalse de San Rafael e incidencia del aporte de las cargas de sus afluentes. Tesis Pregrado. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá. Volumen I.

GUZMÁN, C. 2003. Estudio de la Variación Temporal de la Comunidad de Ninfas de Ephemeroptera de un Pequeño Río Tropical Andinense. Tesis de Pregrado. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

HUBBARD, M.D. 1991. Theoretical and Practical Problems Involved in Determination of Upstream Flight Compensation in Lotic Aquatic Insects. Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera. J. Alba - Tercedor & A. Sánchez - Ortega (eds), Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida. p 359 - 366

McCAFFERTY, W.P. 1981. Aquatic Entomology, Science Books International, Boston. Chapter 7, pp92-97.

MOSQUERA de AGUILERA, S., ROJAS DE HERNÁNDEZ, A.M. & ZUÑIGA DE CARDOZO, M., 1997. Emergencia, Formación de Enjambres y Distribución de Algunas especies de Ephemeroptera del sur occidente Colombiano. Taller Internacional sobre Sistemática y Ecología de Ephemeroptera como Bioindicador de Calidad de Agua. Santiago de Cali, Colombia.

MUÑOZ, D. & OSPINA, R. 1999. Guía Para la Identificación Genérica de bs Ephemeroptera de la Sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos Géneros de adultos. *Actual Biol* 21(70): 47-60.

NAVAS, M.P. 2002. Estudio de la Comunidad Béntica en Zonas de Explotación Aurífera Artesanal del Alto Río San Juan. Tesis de Pregrado. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

REINOSO, G. Efemerópteros (Arthropoda: Insecta) del Río Combeima en el trayecto comprendido entre Juntas y el Totumo, Departamento del Tolima. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

ROLDÁN, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia.

ROZO, M. P. 2001. Determinación de la Comunidad de Adultos Emergentes de Ephemeroptera (Clase Insecta) y su Variación Diaria en una Quebrada en el Choco Biogeográfico (Costa Atlántica), Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

RUEDA-DELGADO, G. 1998. Distribución del Bentos en Ríos de Piedemonte Amazónico: Metodologías para su estudio, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

SÁNCHEZ, MARIO. 1987. Estudio de Dinámica Ecológica en Comunidades de Insectos Bentónicos del Río Las Ceibas, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

TOLE, O. 2000. Variaciones Espacio-temporales en la Emergencia de Adultos de Ephemeropteros y Tricópteros en un Pequeño Río Interandino. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

TOLE, O. 2003. Estudio Sobre la Biodiversidad y Patrones de Emergencia de Ephemeropteros en un Río Colombiano de Primer Orden, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá.

ZÚÑIGA, M.C., MOLINIERI, C. & DOMÍNGUEZ, E. 2003 El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. Documento en Prensa.