

**APROXIMACIÓN A LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA DE ANACRONEURIA
(PLECOPTERA: PERLIDAE), EN LA PARTE MEDIA DEL RÍO GAIRA
(HACIENDA LA VICTORIA)**

TATIANA K. SIERRA LABASTIDAS

SHISLEY A. REYES PICON

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA, D.T.C.H.**

2005

**APROXIMACIÓN A LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA DE ANACRONEURIA
(PLECOPTERA: PERLIDAE), EN LA PARTE MEDIA DEL RÍO GAIRA
(HACIENDA LA VICTORIA)**

TATIANA K. SIERRA LABASTIDAS

SHISLEY A. REYES PICON

**Trabajo de grado para optar al título de
Biólogo**

Director

Ms.C. GUILLERMO RUEDA DELGADO

Asesora

Ms. C. MARIA DEL CARMEN ZÚNIGA DE CARDOSO

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA, D.T.C.H.**

2005

BB
00023
ej 1

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, Agosto 2005

DEDICATORIA

A Dios, por estar presente en todos los momentos de mi vida.

A mi madre y mi hermana, por su apoyo incondicional.

A Miguelangel Tamaris Sierra.

A mis demás familiares.

TATIANA K SIERRA LABASTIDAS

A mi madre por todo su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos y sobrinos por todo su cariño.

A Daniel por su paciencia y apoyo incondicional.

SHISLEY A. REYES PICON



AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarnos y permitirnos la culminación de nuestro trabajo de investigación.

A la profesora Maria del Carmen Zúñiga de Cardozo, por su gran colaboración durante la realización del trabajo.

Al profesor William López por su colaboración, por los aportes brindados y por su ayuda incondicional.

Al Profesor Guillermo Rueda Director del Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales Tropicales (G.I.T.C.H.) por su asesoría, ayuda logística y financiera.

Al profesor Luís Manjarres por su colaboración y asesoría en el procesamiento de los datos.

Al Señor Mickey Weber y su esposa Claudia, por permitirnos la estancia en la Hacienda La Victoria y por toda su colaboración.

A los trabajadores de la Hacienda La Victoria, especialmente a los señores Nelson, Jorge y Miguel por la ayuda prestada.

A nuestros compañeros Biólogos Cesar Tamaris, Isaac Romero, Rodrigo Turizo, Cristóbal Escobar, Roberto Guerrero, Jorge Luna por su gran colaboración y ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestros compañeros Biólogos en formación, Jair Deluque, Borish Cuadrado Lina Maria Ramos por toda su colaboración.

Las Autoras

A mi madre Sergina Labastidas, por su constante apoyo y por todos los esfuerzos y sacrificios realizados en pro de mi formación académica.

A mi hermana Lisseth Paola, por su compañía, invaluable apoyo y colaboración.

A Cesar Enrique, por su ayuda y motivación durante la realización de mi trabajo de grado.

A Adriana mi compañera de tesis, por su gran ayuda.

TATIANA K. SIERRA LABASTIDAS

A mi madre Carmen Picon por su dedicación, amor y apoyo incondicional para la realización de mis metas.

A mis hermanos Rubiela, Fidelina, America, James y sobrinos por su apoyo y cariño.

A mis amigos Jurys, Jair, Cristóbal y Roberto por estar conmigo en los momentos difíciles y buenos a través carrera.

A Taty mi compañera de tesis y Cesar por su gran colaboración.

A Daniel y Joche por enseñarme lo bonito de esta profesión.

SHISLEY A. REYES PICON

RESUMEN

Dentro de los insectos acuáticos el orden Plecoptera, se constituye en un componente importante de la entomofauna de ecosistemas dulceacuícolas en términos de abundancia, diversidad y distribución. Cumplen un rol destacado en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros insectos y vertebrados. El propósito del estudio fue realizar una aproximación a la producción secundaria, a partir de la medición de la biomasa y las tallas de individuos del género *Anacronetia* colectado durante cuatro meses en tres coriotos en la parte media del río Gaira (Serranía de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta). Adicionalmente se describieron las dietas, para identificar posibles diferencias en el contenido estomacal de las distintas tallas. Se colectaron en total 1230 individuos, de seis morfo especies *A. sp. U*, *A. sp. V*, *A. sp. W*, *A. sp. X*, *A. sp. Y*, *A. sp. Z*. Los individuos se clasificaron en cinco tallas, según la relación ancho de la cabeza (mm) Vs longitud total (mm) y ancho de la cabeza (mm) Vs peso seco (mg). Se encontraron diferencias en la distribución de las tallas entre muestreos, pero no entre coriotos. Existen diferencias significativas en el número de individuos entre las tallas, y entre los diferentes coriotos siendo la hojarasca el de mayores abundancias (763) y el de menor (86) piedra. La biomasa total media fue $0.0978 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$, las tallas intermedias fueron las que más contribuyeron a este valor. La producción total fue $0.02962 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, observándose que las tallas pequeñas e intermedias son la que sustentan la producción. No se encontró relación entre el contenido estomacal y las tallas, los restos vegetales y los detritos fueron los más frecuentes.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
2.1 PRODUCCIÓN SECUNDARIA.....	5
2.2 GENERALIDADES	7
2.3 BIODIVERSIDAD, DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA DE PLECOPTERA.....	8
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. ÁREA DE ESTUDIO	12
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1 FASE DE CAMPO	14
5.2 FASE DE LABORATORIO.....	16
5.2.1 Frecuencia-Talla	16
5.2.2 Identificación de las Morfo Especies.....	16
5.2.3 Estimación de Biomasa	16
5.2.4 Análisis de Contenido Estomacal.....	17
5.2.5 Cría de ninfas y Asociación con el Estado Adulto.....	17
5.2.6 Procesamiento de Datos.....	18
6. RESULTADOS	20
6.1 FRECUENCIA TEMPORAL DE TALLAS.....	21
6.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS TALLAS EN LOS CORIOTOPOS	22
6.3 BIOMASA Y PRODUCCIÓN SECUNDARIA	23
6.4 HÁBITOS ALIMENTICIOS	24
6.5 DESCRIPCIÓN DE LAS MORFOS ESPECIES	26
6.6 ASOCIACIÓN NINFA - ADULTO	29
7. DISCUSIÓN	31
7.1 FRECUENCIA TEMPORAL DE TALLAS	31
7.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS TALLAS EN CORIOTOPOS	32
7.3 BIOMASA Y PRODUCCIÓN	33
7.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL	35
8. CONCLUSIONES	37
9 RECOMENDACIONES	38
10. BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculos de Producción Secundaria para el género <i>Anacroneuria</i> de la parte media del río Gaira (Sector Honduras).....	24
Tabla 2. Frecuencia de aparición y porcentajes de las diferentes categorías o ítems alimenticios en cada una de las tallas. RV: restos vegetales, RA: restos animales, H: hongos, M: microalgas, D: detritos.	25
Tabla 3. Datos de individuos preemergentes colectados para la cría.	30
Tabla 5. Cálculos de producción para diferentes taxas de macroinvertebrados tomados de literatura, en los que se aplica el método de Frecuencia de Tallas (Hynes & Coleman, 1968; Benke, 1979).	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio parte media del río Gaira, Hacienda la Victoria (Sector Honduras).....	12
Figura 2. Regresión lineal entre el ancho de la cabeza (mm) y la longitud total (mm) de los individuos del género <i>Anacroneuria</i>	20
Figura 3. Regresión lineal entre el ancho de cabeza (mm) y el peso seco (mg) de los individuos del género <i>Anacroneuria</i>	20
Figura 4. Frecuencia de distribución de las tallas del género <i>Anacroneuria</i> en los muestreos realizados de Marzo – Junio, en la parte media del río Gaira (Sector Honduras).	22
Figura 5. Distribución de las tallas del género <i>Anacroneuria</i> , en los coriotopos estudiados.....	23
Figura 6. Número total de observaciones de los ítemes alimenticios encontrados en los estómagos analizados para cada talla. RV: restos vegetales, RA: restos animales, H: hongos, M: microalgas, D: detritos.....	26
Figura 7. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp U. a. Cabeza, b. Pronoto, c. Fémur anterior derecho, d. Tergito abdominal X, e. Cerco derecho, parte media y f. Cerco derecho parte terminal.....	28
Figura 8. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp V. a. Cabeza, b. Pronoto, c. Fémur anterior derecho, d. Tergito abdominal X, e. Cerco derecho, parte media y f. Cerco derecho parte terminal.	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre las tallas.....	51
Anexo 2. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre los diferentes muestreos.....	52
Anexo 3. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre los coriotopos.....	53
Anexo 4. Registro fotográfico del análisis de contenido estomacal de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i>	54
Anexo 5. Fotografía de los adultos del género <i>Anacroneuria</i>	59
Anexo 6. Variación pluviométrica en el sector de Minca, durante el ciclo hidrológico anual precipitación media desde 1980 hasta 2004. Estación metereológica Minca. Fuente: IDEAM	61

1. INTRODUCCIÓN

Las estimaciones de producción secundaria tienen una destacada importancia ecológica en estudios de poblaciones debido a que este parámetro integra densidad, biomasa, voltinismo, crecimiento individual y supervivencia de la población en una sola expresión numérica (Añón-Suarez & Albariño, 2001 y Benke, 1984 en Taylor, 2001). Así, la información de historia de vida y producción secundaria son aspectos que podrían ser considerados de mucha importancia en la realización de estudios acuáticos (Taylor, 2001).

La producción secundaria es definida como la cantidad de biomasa producida por una población animal por unidad de área o volumen, a través de una unidad de tiempo, la cual puede proveer información cuantitativa del rol de los individuos de una especie en los procesos del ecosistema (Benke, 1984 en Taylor, 2001).

La magnitud y dinámica de la producción secundaria de un organismo o una población son funciones bioenergéticas, captura y flujo (o destino) de la energía siendo una propiedad dinámica del ecosistema (Taylor, 2001).

La importancia de la producción secundaria de los macroinvertebrados a menudo ha sido poco valorada en los estudios limnológicos, en comparación con la producción primaria. Los métodos para la estimación de la productividad primaria acuática han

sido consignados generalmente en textos de ecología por décadas, pero raramente se encuentran acompañados de descripciones de métodos de producción secundaria (Benke, 1993). La medida de la producción secundaria de macroinvertebrados de ríos a menudo no requiere más información de la que se toma durante un estudio básico de poblaciones, como son las muestras cuantitativas tomadas a intervalos de tiempo regulares. Los métodos para estimar la producción se pueden dividir en dos categorías básicas: el de cohortes (grupo de individuos nacidos en el mismo periodo de tiempo) reconocidas y cohortes no reconocidas. Las técnicas de las cohortes reconocidas son frecuentemente empleadas cuando es posible seguir una cohorte a través del tiempo. Cuando una población no puede seguirse como una cohorte a partir de los datos de campo, es necesario usar la técnica de cohortes no reconocidas para estimar la producción secundaria (<http://www.montana.edu/wwwbi/staff/kerans/bio439/module7.pdf>).

Hay dos métodos diferentes para estimar la producción secundaria a partir de los datos de cohortes no reconocidas, 1) El método de crecimiento instantáneo y 2) El método de frecuencia-talla (Size Frequency SF), propuesto por Hynes & Coleman (1968) y modificado por Benke (1979), este último es frecuentemente usado en ríos (Benke, 1993). Lo interesante del método de Hynes para cuantificar la producción de invertebrados acuáticos es que no requiere el reconocimiento de cohortes individuales y que puede ser aplicado a poblaciones. Este método fue originalmente propuesto para estudios de fauna béntica completa, sin embargo en la actualidad se considera que resulta mucho más precisa su aplicación a estudios de una sola especie o grupos de especies similares (Benke, 1979).

Varios modelos han relacionado la producción de invertebrados bénticos a partir de biomasa, peso individual, temperatura del agua, o alguna combinación de variables. Estos modelos representan una gran ventaja para el entendimiento de la ecología de una población y son usados para predicciones, debido a que el investigador simplemente colecta datos de biomasa, temperatura y peso que puede usar en la ecuación "predictiva" para calcular la producción, y pueden ser aceptables para algunas decisiones de manejo de recursos (Meter, 1991 en Benke, 1993).

Estudios de producción secundaria que integran aspectos ecológicos de la comunidad o población, hacen referencia especialmente a eficiencias ecológicas y los hábitos alimenticios, permitiendo conocer el rol trófico de muchas comunidades de invertebrados en los sistemas acuáticos (Benke, 1993).

Dentro de los insectos acuáticos el Orden Plecoptera, se constituye en un componente importante de la entomofauna de ecosistemas dulceacuícolas en términos de abundancia, diversidad, distribución y cumplen un rol destacado en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros insectos y vertebrados. Hasta la fecha el conocimiento que se tiene del Orden Plecoptera a nivel nacional y regional corresponde principalmente a estudios taxonómicos, y son escasos los trabajos sobre su biología y ecología en el neotrópico (Zúñiga, 2004), a pesar de su amplio uso como indicadores de calidad del agua (Roldan, 1998).



En el presente estudio se midió la biomasa y las tallas de individuos del género *Anacroneuria* Klapálek colectados en un periodo de cuatro meses en tres coriotopos en una estación del río Gaira, Serranía de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M.), con el fin de determinar la tasa de producción secundaria, las posibles variaciones entre coriotopos y cambios temporales durante un periodo de transición hidrológica. El trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto de Lineamientos para un programa de aseguramiento de la oferta hídrica del río Gaira a partir de la integralidad biológica de la cuenca, (Serranía San Lorenzo, S.N.S.M.), que realiza el Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales Tropicales (G.I.C.H.T.) de la Universidad del Magdalena.

2. ANTECEDENTES

2.1 Producción Secundaria

La importancia de la producción secundaria de los macroinvertebrados a menudo ha sido poco valorada en los estudios limnológicos en general, especialmente en comparación con la producción primaria. Al inicio de 1990 Benke (1993), realiza una compilación de 159 estudios a nivel mundial de producción de invertebrados de ríos. La mayoría de estos trabajos corresponden a reportes técnicos no publicados y tesis de grado de Norte América. Casi el 72% de todas las estimaciones de producción son de Norte América y cerca del 20% de estas corresponden a Europa, existe poca información sobre la producción de los trópicos.

Benke (1993) destaca el estudio detallado de Elliot (1981) quien demostró una relación entre la historia de vida, producción, tasas de crecimiento, características de hábitats y distribución espacial de *Phylopotamus montanus* Donovan (Trichoptera, Phylopotamidae), y el intento de Lugthart & Wallace (1992) por evaluar el rol funcional de los organismos de ríos, analizando la producción en un pequeño río de los Apalaches después de la aplicación de un insecticida. Muchos estudios europeos han tratado la influencia del enriquecimiento orgánico en la producción relativa de varios taxones de invertebrados (Flossner, 1976, 1980, 1982; Zelinka et al, 1977; Lazim & Learner, 1986; Losos, 1984 en Benke, 1993).

Otros estudios de este tipo son los realizados por Meyer & Poepperl (2003), quienes cuantificaron la producción secundaria de los invertebrados en un río no perturbado de Europa Central. Shieh et al (2003) compararon la abundancia, biomasa y producción de la comunidad de macroinvertebrados a lo largo de un río impactado por actividades urbanas y agrícolas.

Varios trabajos integran la producción secundaria con otros aspectos ecológicos, especialmente los referidos a los hábitos alimenticios, dentro de tales estudios se encuentran los desarrollados por Benke & Wallace (1980), quienes realizaron estimaciones de producción, eficiencias ecológicas y análisis de contenido estomacal para seis especies de tricópteros, con el fin de estimar la importancia relativa de diferentes tipos de alimentos a partir de la producción y la cantidad absoluta de comida ingerida. Stagliano & Whillies (2002), estimaron y cuantificaron la estructura y el funcionamiento de la comunidad de macroinvertebrados para estimar la producción secundaria en el río Prairie (Norte América). Por su parte O'hop et al, (1984), compararon la producción de *Peltoperla maria* Needham & Smith (Plecoptera, Peltoperlidae) en dos ríos al sur de la montaña Apalache. Salas & Dudgeon (2003), cuantificaron la producción secundaria para diferentes especies de Ephemeroptera aplicando el método de frecuencia-talla y el de crecimiento instantáneo.

2.2 Generalidades

Los plecópteros son un Orden pequeño de insectos acuáticos, de los cuales se han descrito en el mundo alrededor de 2000 especies, están considerados dentro de los grupos más primitivos de aspecto ortopteroide. Se distribuyen en todos los continentes excepto la Antártica, y desde el nivel del mar hasta los 5600 m en el Himalaya (Theischinger, 1991; en Romero, 2001). Se caracterizan por presentar ninfas totalmente acuáticas, y con algunas excepciones, ligadas exclusivamente a los ambientes lóticos, las ninfas se encuentran generalmente en aguas de corrientes rápidas, turbulentas, frías y altamente oxigenadas, por esta razón se consideran buenos bioindicadores de calidad de agua (Romero 2001).

En cuanto a sus hábitos alimenticios, aunque han sido poco estudiados, se conoce que la dieta ingerida por las ninfas de plecópteros, puede ser muy variada dependiendo de la especie, estado de desarrollo, hora del día y disponibilidad de recursos. Algunas especies por ejemplo, son detritívoras o predadoras durante todo su desarrollo, en cambio otras podrían presentar cambios en sus hábitos alimenticios durante el proceso de desarrollo. El análisis del contenido estomacal indica que los cambios de herbívoros-detritívoros en los primeros estadíos a omnívoros-carnívoros en los periodos siguientes son comunes (Merritt & Cummins, 1984).

En la actualidad se encuentran reportados para América del Sur 47 géneros de este Orden. De las 15 familias descritas a nivel mundial, se encuentran en América del Sur

Diamphipnoidae, Eustheniidae, Austroperlidae, Gripopterygidae, Notoneuriinae y Perlidae. En la región Neotropical las dos familias que están más ampliamente distribuidas son Gripopterygidae y Perlidae, esta última familia, incluye 10 géneros y aproximadamente 280 especies descritas, que se encuentran distribuidas en toda América del Sur. *Anacroneuria* es el género dominante y de mayor diversidad, representado por 218 especies nominales. En Colombia se registran 52 especies válidas de *Anacroneuria* y una de *Klapalekia* Klapálek, ésta última conocida solo por la especie tipo, y se registra un individuo de la familia Gripopterygidae, para la cuenca del río Coello en el departamento del Tolima (Barreto et al, 2004). En la región del Caribe se reportan dos especies en la Sierra Nevada de Santa Marta, *Anacroneuria caraca* Stark y *A. marta* Zúñiga & Stark (Zúñiga et al, 2000; Zúñiga et al, 2001; Zúñiga & Stark, 2002; Zúñiga et al, en prensa).

2.3 Biodiversidad, Distribución y Ecología de Plecoptera

En Suramérica los trabajos taxonómicos y redescriptiones realizadas de Plecoptera se puede decir que son muchos, algunos como Stark (2001a) quien realiza una sinopsis de Perlidae en el Neotrópico, Dorvillé & Froehlich (2001), elaboraron una descripción de la ninfa *Kempnyia tijucana* Dorvillé & Froehlich, Hamada & Cruceiro (2003) proporcionan una clave ilustrada para identificación de ninfas de Perlidae del Brasil.

En cuanto a trabajos de diversidad y distribución de Plecoptera, Stark (2004), presenta nuevas especies y registros Andinos de *Anacroneuria*, y para el Brasil Bispo et al,

(2002), estudiaron la distribución espacial de las ninfas de Plecoptera en un río de montaña. Otro importante aporte es el de Stark (1995), el cual presenta nuevos registros de especies del genero *Anacroneuria* para Venezuela, el mismo autor en 1998 registra 26 especies de *Anacroneuria* para Costa Rica e incluye 18 descripciones de nuevas especies para Panamá y en 1999 y 2001b realiza descripciones de *Anacroneuria* para el Noreste de Suramérica. Por su parte Maldonado et al, (2002), elaboran descripciones y registros de *Anacroneuria* para Venezuela. Stark & Zúñiga (2003) reportan las especies que hacen parte del complejo *guambiana* de Suramérica.

Dentro de los estudios de biología y ecología o historia natural se pueden señalar el de Fureder et al, (2003), quienes realizaron análisis de contenido estomacal e isótopos estables para estimar la utilización de alimento en algunas especies de Ephemeroptera y Plecoptera, también los desarrollados por Dorvillé & Froehlich (2001), que elaboraron una descripción de la ninfa *Kempnyia tijucana* en Brazil, considerando aspectos importantes de su desarrollo, biología y hábitos alimenticios. Otros estudios ecológicos donde se realizan análisis de contenido estomacal son los de Froehlich & Oliveira (1997), Dorvillé & Froehlich (2001) y Tamaris-Turizo & Turizo (2004), quienes reportan una gran variedad en los ítemes alimenticios consumidos lo que permite dilucidar su rol trófico en el ecosistema, ya que observaron una dieta preferentemente carnívora en los individuos evaluados.

Estudios recientes aportan información sobre historia natural y ecología del Orden Plecoptera, en particular referida a la transformación de ninfas-adultos, patrones de emergencia, periodos de vuelo y relación de ninfas con la calidad del agua y del hábitat tales como, Zúñiga (2004), Ballesteros (2004), Earle (2003) y Zúñiga et al (2003) y recientemente se logro la asociación ninfa-adulto del morfo *Anacroneuria sp. W* (en proceso de identificación) para la parte alta de la S.N.S.M. (Tamaris-Turizo & Turizo. 2004).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Aportar al conocimiento de la auto-ecología y taxonomía del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae), mediante una aproximación a la producción secundaria, durante los meses de marzo – junio, en la parte media del río Gaira.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Cuantificar la biomasa y la frecuencia de talla del género *Anacroneuria* (Plecoptera) en la parte media del río Gaira, Hacienda La Victoria (Sector Honduras).
- ✓ Identificar la distribución de las tallas de plecópteros en diferentes coriotopos.
- ✓ Describir las dietas e identificar las posibles diferencias del contenido estomacal entre las tallas de las ninfas del género *Anacroneuria*.
- ✓ Realizar descripciones taxonómicas y establecer las posibles asociaciones ninfa-adulto de las morfo-especies del Orden en estudio.

4. ÁREA DE ESTUDIO

Los muestreos se realizaron en la parte media del río Gaira, departamento del Magdalena. El río tiene una longitud de 32.53 km y se extiende entre los 11°52'56" N, 11°10'08" N, 74°46'22" W y 74°01'07" W (Frayter et al, 2000). La estación de muestreo Hacienda La Victoria (Sector Honduras), está ubicada a 900 msnm entre los 11°07'44.2" N y 74°05'35.8" W (Figura 1).

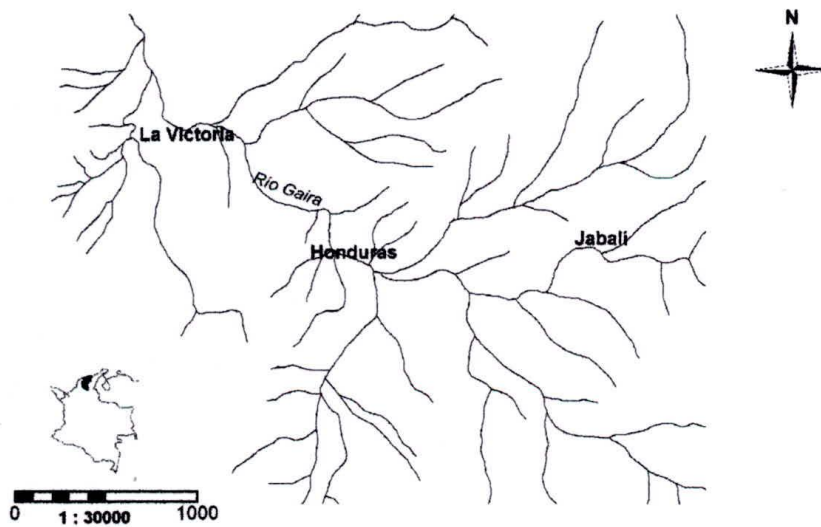


Figura 1. Ubicación del área de estudio parte media del río Gaira, Hacienda la Victoria (Sector Honduras).

4.1 Descripción del Sitio

Se caracteriza por presentar una temperatura ambiente promedio multianual de 15 °C, el bosque ripario en esta estación presenta predominio de especies en el estrato

arbóreo superior (> 24 m), con entrelazamiento de las copas de los mismos, dando como resultado una cobertura cerrada del dosel (Rueda-Delgado et al, 2005). El cauce del río en esta zona se caracteriza por poseer corrientes rápidas, es un sistema pedregoso (Grimaldo, 2001).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Fase de Campo

El material fue colectado a intervalos de 20 días durante cuatro meses, desde marzo hasta junio del 2005, comprendiendo la transición entre los periodos de aguas bajas y altas del río, en los coriotopos hojarasca, piedra y gravilla, entre las 09:00 y las 12:00 horas.

Hojarasca: Se colectaron cuatro réplicas de hojarasca en cada sector del río (riberas izquierda y derecha, centro), cada una equivalente a 100 g (peso húmedo), y se pesaron con ayuda de un dinamómetro. Posteriormente se lavaron en bandejas cubiertas con una malla de allí se seleccionaron las ninfas preemergentes que se llevaron a cámaras de crianza, mientras que las ninfas inmaduras y el material biológico restante fue fijado con alcohol al 96%.

Para determinar el área muestreada en la hojarasca se tomó una réplica en cada sector del río que fue llevada al laboratorio, en donde las hojas fueron lavadas y secadas en papel periódico, posteriormente el área de cada una fue medida empleando un planímetro marca Sokkia. Se calculó el área promedio de los 300 g de hojarasca



Adicionalmente se realizaron capturas nocturnas entre las 6:30 y 8:30 p.m., utilizando dos lámparas recargables Panasonic de luz blanca y una tela blanca (2 m x 1.5 m), la cual era colocada en una de las riberas del río. Los individuos colectados se conservaron en frascos con alcohol al 96 %.

5.2 Fase de Laboratorio

5.2.1 Frecuencia-Talla

Las ninfas inmaduras fueron separadas por coriotopos y contadas, posteriormente con ayuda del estereoscopio (Nikon modelo Z2000) se midieron para obtener el ancho de la cabeza y el largo total (desde la cabeza hasta la parte final o apical del último segmento abdominal), utilizando papel milimetrado.

5.2.2 Identificación de las Morfo Especies

Las ninfas inmaduras luego de ser separadas por coriotopos y tallas se identificaron utilizando las descripciones de Zamora & Roessler, 1995; Stark et al, 1999; Zúñiga & Stara, 2002; Maldonado et al, 2002 y Tamaris-Turizo & Turizo, 2004.

5.2.3 Estimación de Biomasa

De cada talla se separó el 50 % de los organismos, los cuales fueron destinados a este análisis. Los individuos inicialmente se retiraron del alcohol y se pasaron a papel secante durante 24 h y para obtener peso seco al aire.

Posteriormente, se llevaron a la estufa (Velocombinat Medizin-U. labor technik bipzig) a 60 °C, por 24 h para obtener el peso seco de los organismos, que luego fueron llevados a la mufla (Vulcan A-550) a 500 °C por 2 horas para determinar por combustión el peso seco libre de ceniza (Shieh et al., 2003). Todos los pesos se obtuvieron con ayuda de una balanza analítica (Explore Ohaus \pm 0.1 g).

5.2.4 Análisis de Contenido Estomacal

Se tomaron 48 individuos al azar de cuatro tallas (0.1-.05, 0.6-1.0, 1.1-1.5, 1.6-2.0), para este análisis. Se efectuó la extracción del estómago que fue fragmentado en un porta objeto con glicerina y fijado con esmalte por un día. Posteriormente las placas fijadas se observaron en microscopio convencional (Nikon Eclipse E200 a 10x y 40x), los ítems alimenticios se discriminaron en cinco categorías: detritos, restos vegetales, restos animales, hongos y microalgas (Tamaris-Turizo & Turizo, 2004).

Durante las observaciones se cuantificó la frecuencia de aparición de cada ítem alimenticio en cada uno de los estómagos analizados.

5.2.5 Cría de ninfas y Asociación con el Estado Adulto

Las ninfas preemergentes se transportaron en cámaras de crianza al Laboratorio de Microbiología de la Universidad del Magdalena, en donde se realizó la cría.

Las cámaras de crianza fueron construidas con vasos de icopor de un diámetro de 11 cm y una altura de 20 cm, constan de una malla (ojo de 500 μm) en la parte superior para evitar la salida de los organismos cuando emerjan, además cuentan con aperturas laterales cubiertas por mallas que permiten el flujo de agua (Tamaris-Turizo et al, 2004), éstas cámaras se instalaron en una nevera de icopor con dos aireadores que permitían la oxigenación del agua. La temperatura promedio fue de 21 °C, y el fotoperiodo de 12 horas luz.

5.2.6 Procesamiento de Datos

La estimación de la producción secundaria se realizó utilizando el método de frecuencia-talla descrito por Hynes & Coleman, 1968 y modificado por Benke, 1979 aplicado para el género *Anacroneuria*. La producción fue calculada con la fórmula

$P = k (i / \sum \Delta N W)$ donde

P: es producción ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)

i : es el número de tallas

N : es la densidad. ($\text{N}^{\circ} \cdot \text{m}^{-2}$)

W : es el peso (mg)

k: n días del estudio

En este trabajo el tiempo k fue de 122 días, correspondientes al período de muestreo.

Se realizó una regresión lineal simple entre el ancho de la cabeza y el largo total, así mismo se realizó con el ancho de la cabeza y el peso seco de los individuos, para

observar la posible relación existente entre estas y así poder establecer las diferentes tallas. Se realizó el test no paramétrico de Kruskal – Wallis para conocer si existen diferencias en el número de individuos entre los muestreos, y en el número de individuos encontrados entre las tallas así como también para establecer posibles diferencias del número de individuos entre los coriotopos.

Para el análisis de contenido estomacal se realizó estadística descriptiva aplicando una Tabla de contingencia con una prueba de Chi-cuadrado, para observar la relación entre ítemes alimenticios y las tallas.

Todos estos análisis se realizaron con la ayuda del paquete estadístico de STATGRAPHIS plus 4.0.

6. RESULTADOS

Los individuos se clasificaron en cinco tallas, según la relación significativa de ancho de la cabeza (mm) Vs longitud total (mm) del género *Anacroneuria* (Figura 2) ($n= 654$, $r^2= 0.81$, $P < 0.01$) y según la relación ancho de la cabeza (mm) Vs peso seco (mg) ($n= 79$, $r^2= 0.067$, $F= 5.61$, $P < 0.05$), lo cual mostró una relación significativa entre estas variables (Figura 3).

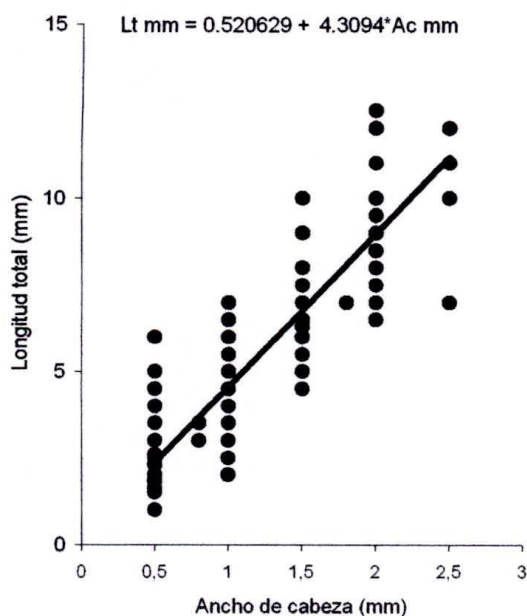


Figura 2. Regresión lineal entre el ancho de la cabeza (mm) y la longitud total (mm) de los individuos del género *Anacroneuria*.

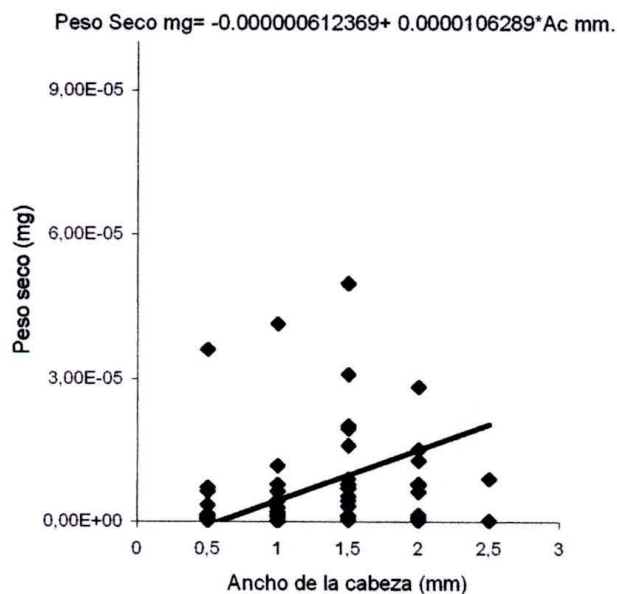


Figura 3. Regresión lineal entre el ancho de cabeza (mm) y el peso seco (mg) de los individuos del género *Anacroneuria*

6.1 Frecuencia Temporal de Tallas

Se obtuvo un total de 1230 individuos, en los seis muestreos realizados durante los meses de Marzo a Junio, en la Hacienda La Victoria (Sector Honduras), los individuos fueron divididos en 5 tallas de acuerdo con la regresión ancho de la cabeza (mm) Vs longitud total (mm) y ancho de la cabeza (mm) Vs peso seco (mg) (Figura 2 y 3 respectivamente). El resultado de la prueba de Kruskal – Wallis, para comparar el número de individuos colectados entre cada una de las tallas, muestra que existen diferencias significativas ($P < 0.05$), notándose que las tallas menores (0.1-0.5 y 0.6-1.0 mm), presentaron en todos los casos el mayor número de individuos mientras que las tallas mayores (1.6-2.0 y 2.1-2.5 mm) mostraron menor número de individuos (anexo 1).

Los resultados obtenidos reflejan diferencias en cuanto a la distribución de las tallas durante los muestreos, notándose que las talla pequeña y las intermedias se presentan durante todo el período de estudio mientras, que las tallas grandes están ausentes en muchos de los muestreos (Figura 4). El test de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas en el número de individuos entre los muestreos ($P < 0.05$) (anexo 2), el número de individuos colectados en el segundo muestreo (principios del mes de Abril) presenta, diferencias significativas con respecto al encontrado en los demás muestreos, también se presentan diferencias entre el tercero y quinto muestreo (finales de Abril y comienzos de Junio, respectivamente).

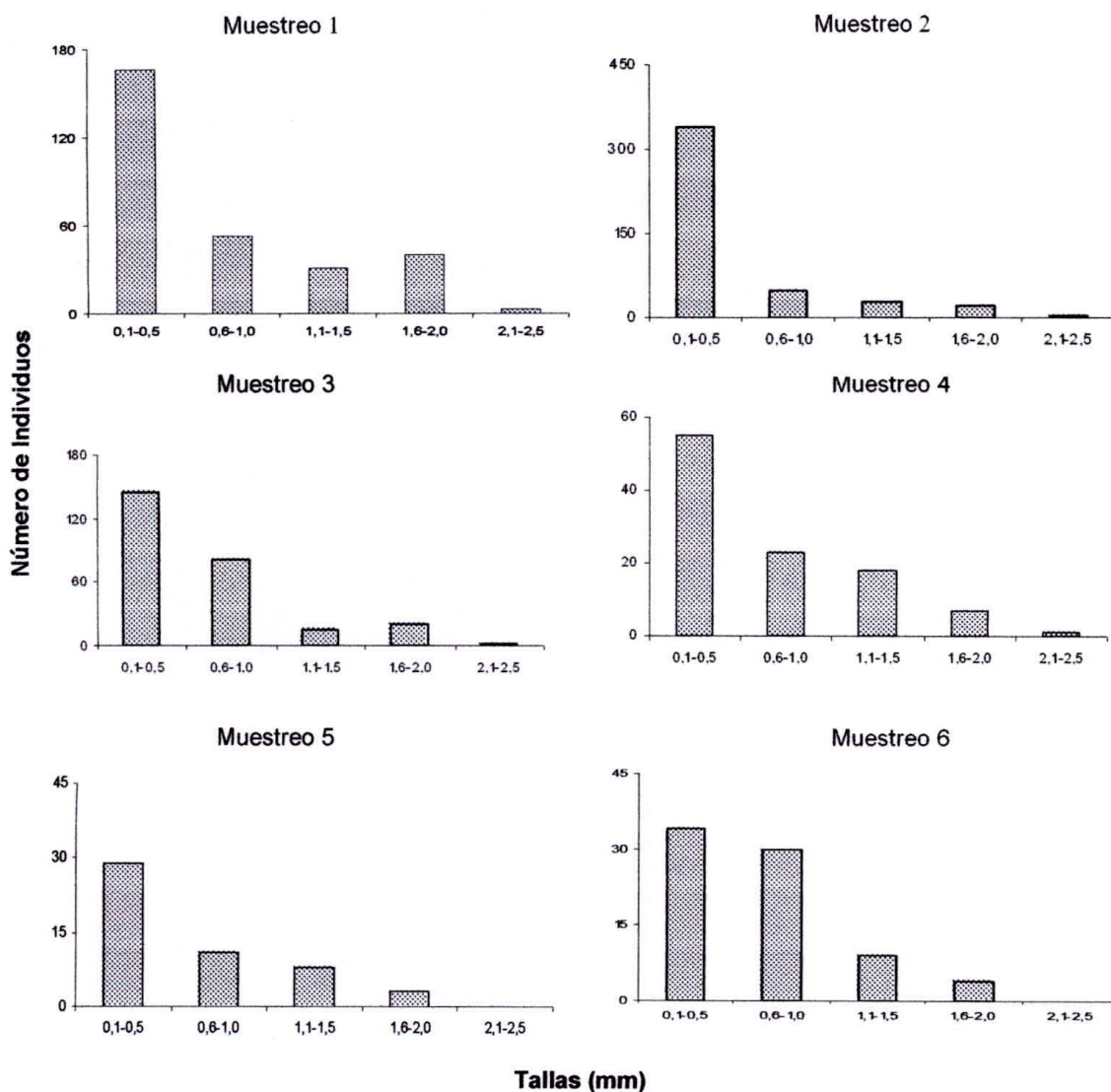


Figura 4. Frecuencia de distribución de las tallas del género *Anacroneturia* en los muestreos realizados de Marzo – Junio, en la parte media del río Gaira (Sector Honduras).

6.2 Distribución de las Tallas en los Coriotopos

Los resultados obtenidos no se observaron diferencias en la distribución de las tallas entre los diferentes coriotopos, ya que las diferentes tallas coexistieron en los tres coriotopos. En cuanto al número de individuos encontrados entre los coriotopos el test

de Kruskal – Wallis, mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) debido principalmente al bajo número de individuos encontrados en el coriotopo piedra.

En el coriotopo hojarasca fue donde se encontró un mayor número de individuos (763), seguido por la gravilla con 381 individuos y por último el coriotopo piedra con 86 individuos (Figura 5) (anexo 3).

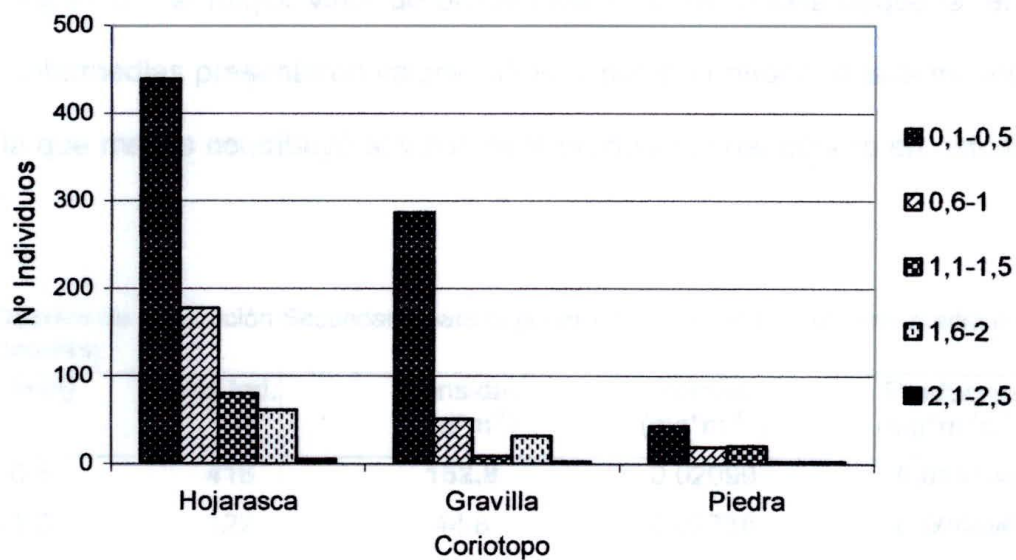


Figura 5. Distribución de las tallas del género *Anacroneuria*, en los coriotopos estudiados.

6.3 Biomasa y Producción Secundaria

Para los análisis de densidad, y producción se muestreó un área total de 2.27 m², distribuida en tres coriotopos: hojarasca con 0.7 m², piedra de 0.94 m² y gravilla con 1.08 m².

Se observaron valores altos de densidad en las tallas pequeñas (152.9 y 44.8 ind* m⁻²), mientras que los valores bajos de densidad fueron registrados en la talla grande (1.10 ind*m⁻²). La biomasa presenta un patrón diferente a la densidad, observándose valores altos en la tallas intermedias (0.1008 mg*m⁻²) y valores bajos en la talla grande (0.00485 mg*m⁻²). La producción total calculada por el método de frecuencia de tallas fue de 0.02962 mg*m⁻²d⁻¹, el mayor valor de producción es el de la talla pequeña, en general las tallas intermedias presentaron valores altos, y por el contrario la talla mayor (2.1-2.5 mm) es la que menos contribuyó al valor de la producción del género en estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Cálculos de Producción Secundaria para el género *Anacroneuria* de la parte media del río Gaira (Sector Honduras).

Talla (mm)	No Ind.	Densidad (ind*m ⁻²)	Biomasa (mg*m ⁻²)	Producción (mg*m ⁻² d ⁻¹)
0.1-0.5	416	152.9	0.02099	0.014146
0.6-1.0	122	44.8	0.07738	0.004496
1.1-1.5	60	22.0	0.10080	0.006564
1.6-2.0	43	15.8	0.07319	0.004378
2.1-2.5	3	1.10	0.00485	3.8227 x 10 ⁻⁵
Producción total: 0.02962 mg*m ⁻² d ⁻¹				
Biomasa total: 0.27724 mg*m ⁻²				
P/B: 0.008212				

6.4 Hábitos Alimenticios

Los resultados del análisis de contenido estomacal fueron realizados en 48 estómagos. Para este análisis no se tuvo en cuenta la clase de talla 2.1-2.5 mm, debido a la baja abundancia de individuos que presentó durante el estudio. El total de la observaciones

efectuadas indica que la dieta en las diferentes tallas, es muy variada, dentro de los ítemes alimenticios considerados el de mayor frecuencia de aparición, en todas las tallas fue restos animales con un total de 27.34 %, mientras que los restos vegetales tuvieron una menor frecuencia de aparición con 10.79 % (Tabla 2). El test de Chi-cuadrado muestra independencia entre el contenido estomacal y las diferentes tallas ($X^2:7,27$, GL: 12, P: 0,8395).

La dieta del género *Anacroneuria* incluye restos animales principalmente simúlidos, quironómidos, partes esclerotizadas de efemerópteros y plecópteros en menor número, y otros sin identificar, además restos vegetales, hongos, microalgas y detritos en menor proporción (anexo 4).

Tabla 2. Frecuencia de aparición y porcentajes de las diferentes categorías o ítemes alimenticios en cada una de las tallas. RV: restos vegetales, RA: restos animales, H: hongos, M: microalgas, D: detritos.

	RV	RA	H	M	D	Total entre Tallas
0,1-0,5	2	11	5	4	9	31
	1,44%	7,91%	3,60%	2,88%	6,47%	22,30%
0,6-1,0	3	8	3	8	8	30
	2,16%	5,76%	2,16%	5,76%	5,76%	21,58%
1,1-1,5	7	9	5	7	9	37
	5,04%	6,46%	3,60%	5,04%	6,47%	26,62%
1,6-2,0	3	10	7	11	10	41
	2,16%	7,19%	5,04%	7,91%	7,19%	29,50%
Total entre ítemes	15	38	20	30	36	139
	1,79%	27,34%	14,39%	21,58%	25,90%	100%

En todas las tallas los restos animales y los detritos predominan en la dieta, presentándose con mayor número de observaciones, mientras que restos vegetales, hongos y microalgas fueron observados en menor número. Los restos animales tienden a aumentar ligeramente a medida que se incrementa la talla y con ellos los

detritos, por el contrario los demás ítems alimenticios no presentan ninguna tendencia (Figura 6).

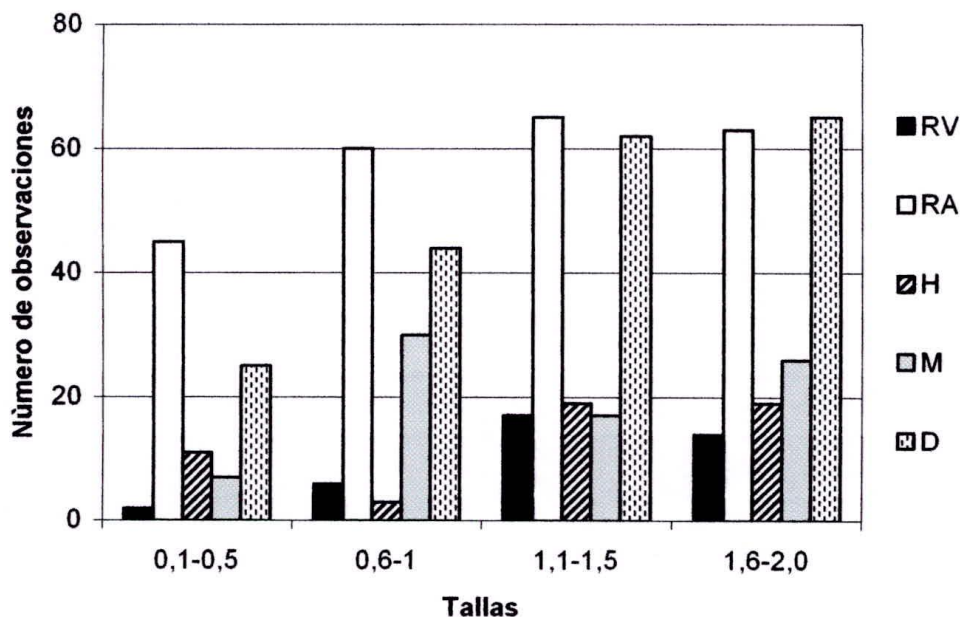


Figura 6. Número total de observaciones de los ítems alimenticios encontrados en los estómagos analizados para cada talla. RV: restos vegetales, RA: restos animales, H: hongos, M: microalgas, D: detritos.

6.5 Descripción de las Morfos Especies

Las descripciones e identificaciones correspondientes a las morfos especies encontradas durante este trabajo, se realizaron con base en los caracteres de mayor importancia taxonómica (patrón de coloración de la cabeza y del pronoto, características del fémur y del último segmento abdominal).

Se encontraron seis morfo especies correspondientes a *Anacroneuria* sp. U, A. sp. V, A. sp. W, A. sp. X, A. sp. Y, A. sp. Z. en la parte media del río Gaira. Las cuatro últimas morfo especies fueron descritas previamente por Tamaris-Turizo & Turizo (2004) y los morfos A. sp. U y A. sp. V son descritos a continuación.

***Anacroneuria*. sp. U.**

Cabeza: Ocelos pequeños una mancha de color marrón clara postocelar. La mancha en forma de M es marrón clara poco evidente y tiene dos manchas claras en forma de “gotas” delante de los ocelos. La cabeza presenta una hilera de pelos que van desde la base de ésta hasta el final de los ojos (Figura 7a).

Pronoto: Ovalado, de color marrón claro exceptuando el margen que es marrón oscuro. Presenta tres bandas longitudinales en posición dorsal poco evidentes y manchas laterales o marginales claras y muy difusas (Figura 7b).

Fémur: Ovalado, cubierto de tricomas excepto por un área clara en forma de triángulo ubicada en el primer tercio basal y una banda longitudinal en posición central que se extiende desde parte basal hasta la distal. Presenta espinas transversales en la parte inferior desde las dos terceras partes del fémur hasta la parte distal y pelos que van desde la base del área triangular hasta la articulación con la tibia (Figura 7c).

Abdomen: Los primeros segmentos abdominales presentan una coloración marrón clara, que se intensifica desde el segmento VI. Cercos con pequeñas espinas en los segmentos basales y en los segmentos apicales se proyectan pelos (Figura 7d, e y f).

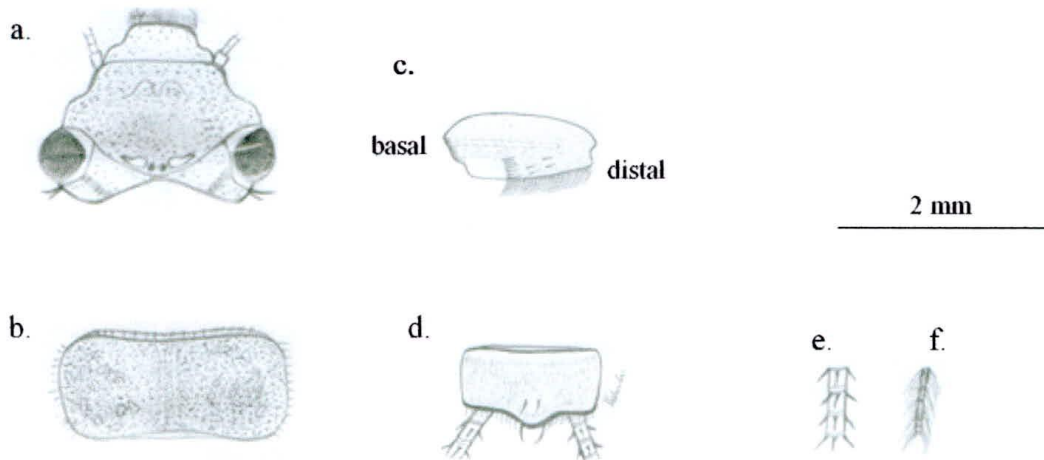


Figura 7. Características morfológicas de *Anacroneuria* sp U. a. Cabeza, b. Pronoto, c. Fémur anterior derecho, d. Tergito abdominal X, e. Cerco derecho, parte media y f. Cerco derecho parte terminal.

***Anacroneuria* sp. V**

Cabeza: Ocelos grandes, mancha marrón oscura preocelar con una sección que se extiende entre los ocelos. Mancha en forma de M marrón oscura y poco evidente.

Manchas claras en forma de “gotas” delante de los ocelos (Figura 8a).

Pronoto: Ovalado y de color marrón oscuro. Tiene tres bandas delgadas longitudinales en posición medio dorsal evidente, y manchas claras asimétricas dispersas hacia las zonas marginales (Figura 8b.)

Fémur: Alargado, cubierto de tricomas excepto por una banda longitudinal central que se extiende desde la parte basal a la distal, y un área en forma de triángulo en el primer tercio basal del fémur. Presenta pequeñas espinas dispersas en la parte superior y en la parte inferior. Dos hileras de espinas largas, transversales seguidas de espinas cortas dispersas. También presenta pelos desde la base hasta la articulación con la tibia (Figura 8c.).

Abdomen: Con tonalidad oscura que se intensifica en el último segmento abdominal. Presenta cercos cuyos segmentos basales presentan pequeñas espinas y en los segmentos apicales se proyectan pelos (Figura 8d, e y f).

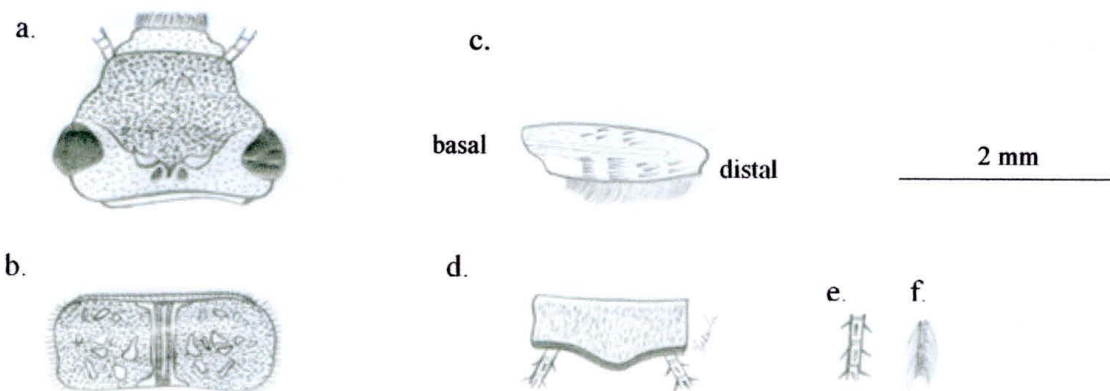


Figura 8. Características morfológicas de *Anacroneuria* sp V. a. Cabeza, b. Pronoto, c. Fémur anterior derecho, d. Tergito abdominal X, e. Cerco derecho, parte media y f. Cerco derecho parte terminal. Dibujado por Tatiana Sierra Labastidas.

6.6 Asociación Ninfa - Adulto

De los seis muestreos realizados para este estudio se pudo obtener ninfas preemergentes en los cuatro primeros muestreos (Tabla 3). Colectándose un total de

28 ninfas aptas para la cría, estos organismos se caracterizaron por presentar una talla promedio de 11 mm. Del total de ninfas preemergentes se lograron criar 18, en un tiempo promedio de 5 días, la eficiencia de la cría fue de 64 %.

Se lograron las asociaciones de las morfo especies *A. sp. U*, *A. sp. V* y *A. sp. W*. El morfo *A. sp. U* se obtuvo a partir de la asociación de 5 hembras, el morfo *A. sp. V* fue asociado de 5 machos y 5 hembras, el cual corresponde a *Anacroneuria caraca*, y el morfo *A. sp. W* fue asociado a partir de una hembra, lo cual permitió ampliar el rango de distribución de esta especie para la parte media del río Gaira, ya que anteriormente se había reportado para la parte alta del río en estudio (Tamaris-Turizo & Turizo, 2004).

Tabla 3. Datos de individuos preemergentes colectados para la cría.

Muestreo	No. Individuos Colectados	No. Individuos Emergidos	No. Individuos Muertos
1	13	5	8
2	8	7	1
3	5	4	1
4	2	2	0
Total	28	18	10

%Emergencia= 64; %Muertos= 36 %

Capturas nocturnas efectuadas ocasionalmente durante este estudio permitieron obtener 9 machos y 36 hembras para un total de 45 individuos, que corresponden principalmente a *Anacroneuria caraca* (anexo 5-2), es importante anotar que este fue uno de los morfos más abundantes durante las colectas diurnas lo cual nos podría indicar que este es una de las morfo especies que más contribuye al valor de la producción en este estudio. También se registra una hembra *Anacroneuria Sp.1* y un macho *Anacroneuria sp. 2* (anexo 5-1), en proceso de identificación ya que las

características de su genitalia no corresponden a ninguna de las especies reportadas para esta zona (Tabla 4).

Tabla 4. Composición y abundancia de los adultos en el sitio de estudio (Hacienda La Victoria).

ESPECIES	MUESTREOS					
	1		2		3	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<i>Anacroneuria caraca</i>	7		19	5	9	3
<i>Anacroneuria sp.1</i>	1					
<i>Anacroneuria sp.2</i>				1		

7. DISCUSIÓN

7.1 Frecuencia Temporal de Tallas

Los cambios pluviométricos en los ecosistemas lóticos Neotropicales representan un factor determinante en la composición y abundancias de los insectos acuáticos, el aumento de las precipitaciones ocasiona la disminución de la riqueza y abundancia (Rincón 1996, 2002). Bispo et al, (2002) registran las mayores abundancias de Plecoptera y particularmente del género *Anacroneuria* durante la época seca y las menores abundancias de estos durante la lluviosa. De igual manera Tamaris-Turizo & Turizo (2004), encontraron para la parte alta del río Gaira, las menores abundancias durante la época de lluvias.

El efecto de los cambios pluviométricos también se refleja en los resultados obtenidos en este estudio, ya que durante los tres primeros muestreos desde finales de marzo hasta finales de abril (época seca y transición), el número de individuos colectados fue mayor, que el presentado en los demás muestreos. A partir del tercer muestreo correspondiente al mes de mayo, se empieza a notar la disminución de los individuos coincidiendo con el inicio de las precipitaciones, las cuales provocan cambios físicos en el lecho del río y la deriva de muchos organismos. En los dos últimos muestreos (junio), se presenta un bajo número de individuos, sin embargo como consecuencia de la estabilización de las lluvias, el lecho no presentó muchos cambios, permitiendo que

el número de individuos también fuera estable entre estos dos muestreos (Anexo 6), este mismo comportamiento fue reportado por Tamaris-Turizo & Turizo (2004) para la S.N.S.M. y Rincón (1996, 2002) en Boyacá.

El mayor número de individuos de las tallas pequeñas, indicaría que la comunidad se encuentra en continuo crecimiento o que posiblemente hay una alternancia de generaciones entre las distintas especies del género *Anacroneuria* a través del periodo de estudio. En este estudio no se presentaron diferencias en la distribución de las tallas en los diferentes muestreos, por lo tanto estos resultados difieren con lo obtenido en regiones templadas donde hay una clara variación en la distribución de tallas de forma correspondiente a la estacionalidad térmica tal como lo registra K'rho (1997) en Slovakia, O'hop et al (1984) en USA y Benke et al (2001) en el sur este de USA.

7.2 Distribución de las Tallas en Coriotopos

La mayor abundancia de individuos en el coriotopo hojarasca obtenido en este estudio es similar a estudios previos registrados en el río Guachaca (Rueda et al, sin publicar), pero difiere de los resultados encontrados para la parte alta de esta Serranía (Tamaris-Turizo & Turizo, 2004 y Tamaris-Turizo et al, 2004) y de los estudios realizados en el Valle del Cauca donde reportan preferencia por la hojarasca, la piedra y la gravilla respectivamente (Zúñiga, 2004 y Ballesteros, 2004). Contrario a lo que señalan otros autores, quienes sugieren que las larvas de Plecoptera tienden a tener especificidad por

la temperatura del agua, tipo de sustrato y tipos de corrientes (Merrit & Cummins, 1984), esto difiere a los patrones de distribución observados en el trópico.

La preferencia por el coriotopo hojarasca en este estudio se debe posiblemente a que este sustrato ofrece protección y disponibilidad de alimento a pesar de su poca estabilidad. Por su parte el sustrato gravilla además de ser muy estable ofrece refugio y disponibilidad de alimento, en contraste con la piedra que ofrece un *biofilm* adecuado para la alimentación de los raspadores es fácilmente lavado en las épocas de lluvia tal como lo argumenta Tamaris-Turizo & Turizo (2004).

7.3 Biomasa y Producción

Así en este estudio encontramos que la talla más pequeña (0.1-0.5 mm) presentó la densidad más alta y fue la que más contribuyó al valor de la producción del género *Anacroneuria*, mientras que la talla 2.1-2.5 mm con menor densidad, tuvo menor aporte en la producción. Esto es similar a lo encontrado en el estudio de *Peltoperla maria* el cual muestra que las densidades más altas se encontraron en las tallas pequeñas (< 3 mm de longitud) (O'hop et al, 1984), y al estudio de diferentes especies de Plecoptera realizado en Slovakia en donde las tallas más pequeñas, contribuyeron altamente en los resultados de la estimación de la producción secundaria (K'rno, 1997). Esto permite notar que la densidad no es el mejor método para comparar la importancia de los organismos a nivel del ecosistema, ya que en muchos estudios en donde solo se consideran las densidades numéricas puede arrojar conclusiones erróneas acerca del

rol que juegan estos organismos en el flujo de energía dentro de un ecosistema (O'hop, 1984).

Así mismo las tallas intermedias presentan densidades bajas pero valores altos de biomasa y producción, por el contrario la talla grande presentó un valor bajo de densidad, biomasa y producción, esto es similar a lo reportado por Taylor (2001), esto se debe a que las tallas pequeñas e intermedias sustentan una producción constante ya que estas tallas se mantuvieron en continúa renovación durante el periodo de estudio, manteniendo una constante disponibilidad energética para predadores de niveles tróficos superiores, la cual podría ser afectada por los periodos de altas precipitaciones, temperatura, fotoperiodo, la cantidad y calidad de alimento tal como lo señala Vannote & Sweeney (1980) en Añon Suarez & Albariño, 2001.

El valor de producción obtenido en este estudio es bajo comparado con los valores registrados para las zonas templadas, sin embargo es necesario considerar que la gran mayoría de estos estudios han sido realizados para comunidades enteras de macroinvertebrados y a escalas temporales de uno o más años, mientras que este estudio fue realizado para un solo género y por un período de cuatro meses, además de las diferencias climáticas. No obstante hay que señalar que el Orden Plecoptera es uno de los grupos de macroinvertebrados que más aporta a la producción secundaria en los sistemas lóticos, junto con otros grupos predadores como Megaloptera y Odonata (Benke et al, 2001 y Meyer & Poepperl, 2003) (Tabla 5).

Tabla 5. Cálculos de producción para diferentes taxas de macroinvertebrados tomados de literatura, en los que se aplica el método de Frecuencia de Tallas (Hynes & Coleman, 1968; Benke, 1979).

Taxa	Valor de Producción ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{y}^{-1}$)		
	Benke et al, 2001 (U.S.A.)	Meyer & Poepperl, 2003 (Europa)	Staligliano & Whiless, 2002 (U.S.A.)
Plecoptera	1847	5828	449.4
Megaloptera	1899		189.7
Odonata	1154		182.2
Tricoptetra	110		1585.4
Ephemeroptera		11014.5	3065.7
Coleoptera		1475.9	492
Diptera			10805.5

7.4 Análisis de Contenido Estomacal

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que no existe una dependencia o relación estadística entre el contenido estomacal y las diferentes tallas. Los restos animales fueron el componente de mayor importancia en la dieta del género *Anacroneuria* (evidenciando su comportamiento predador y su rol como controlador de otros grupos de insectos), seguido por los detritos, y al parecer existe una relación entre estos ítemes, que puede ser explicada por el hecho de que los restos animales o presas encontradas en su mayoría fueron larvas de simúlidos, quironómidos (colectores – filtradores) y efemerópteros (colectores o raspadores), organismos que son importantes intermediarios en la conversión del material vegetal y del detritos para la biomasa de los plecópteros (Siegfried & Knight, 1976), el detrito encontrado en el análisis podría ser en su mayor parte ingerido incidentalmente con la presa animal durante su actividad alimenticia (Riaño et al, 1997) o relacionada con el material consumido por la presa Tamaris-Turizo et al (sin publicar).



Dentro del contenido estomacal se encontraron pocos restos vegetales, hongos y microalgas, por lo cual se puede inferir que tienen poca importancia en la dieta del género *Anacroneuria*, a diferencia de esto para *Nemoura fulviceps* Klapálek (Plecoptera: Nemouridae) el estudio de contenido estomacal demuestra la predominante presencia de material vegetal indicando que el material animal es un suplemento ocasional de la dieta más que un componente principal (Luzón-Ortega & Tierno de Figueroa, 2003).

El contenido estomacal analizado muestra una gran variedad en los ítemes alimenticios consumidos, tal como previamente lo habían registrado para la familia Perlidae (Hynes, 1941, Harper & Stewart, 1984 en: Dorvillé & Froehlich, 2001). Sin embargo difiere de lo registrado por otros autores que sugieren que el alimento ingerido por las ninfas de plecópteros varía dependiendo de la especie, estado de desarrollo o a través del tiempo, (Merritt & Cummins, 1984; Riaño et al, 1997; Siegfried & Knight, 1976 y Teslenko, 1997), éste último sugiere que los cambios de las dietas podrían ocurrir durante el desarrollo, al parecer dependiendo de la estación o los cambios en la abundancia de la presa y coincide con lo encontrado en las ninfas de la parte alta del río Gaira (Tamaris-Turizo & Turizo, 2004).

Encontrar una gran variedad de ítemes alimenticios en la dieta del género en estudio nos permite suponer que durante el periodo de estudio las condiciones hidrológicas y la disponibilidad alimenticia se mantuvieron constantes, permitiendo una alta producción del ecosistema, la cual podría deberse a los altos contenidos de nitrógeno y fósforo

originados por la intervención antrópica de la cuenca tal como se encuentra registrado por Rueda-Delgado et al, (2005).

8. CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias en la distribución de las tallas durante los muestreos, pero no entre los coriotopos, sin embargo si se encontró diferencia significativa en la densidad de individuos en las diferentes tallas y en los coriotopos. A pesar de que la talla pequeña presentó una densidad alta, fueron las tallas intermedias las que aportaron el mayor valor de biomasa y sustentan el valor de la producción obtenido en este estudio. No se encontró relación significativa entre el contenido estomacal y las diferentes tallas. Estos resultados nos muestran que los estudios de producción y análisis de contenido estomacal son una herramienta fundamental para evaluar el estado de conservación de un sistema fluvial, ya que a pesar de los cambios hidrológicos presentados durante el periodo de estudio y la intervención antrópica a la que esta sometida la cuenca, la comunidad de Plecoptera mantuvo una disponibilidad energética constante permitiendo unos valores altos de producción.

9 RECOMENDACIONES

Es importante darle continuidad a este estudio, considerando una escala temporal más amplia, para aproximarnos más a la estimación de la producción del género *Anacroneuria* en esta Cuenca.

Realizar los estudios de producción con los individuos de la especie más abundante, para obtener un mejor conocimiento de la ecología y la dinámica de ésta.

Realizar este tipo de estudios con otros grupos taxonómicos, para conocer la dinámica de las comunidades de macroinvertebrados presentes en nuestros ecosistemas acuáticos.

Realizar bioensayos de cría que permitan realizar asociaciones y conocer su ciclo de vida, así como también establecer con mayor exactitud la dieta de los organismos, y el rol trófico de estos.

Acondicionar un espacio institucional para la elaboración de los bioensayos de este tipo y crear un sistema de refrigeración que permita controlar la temperatura durante el transporte de los organismos para evitar el estrés y la mortalidad de estos.

Que los estudios de biología y ecología se realicen paralelos a los estudios taxonómicos para obtener un mayor conocimiento del Orden.

10. BIBLIOGRAFIA

- Añon Suarez, D.A. & R.J. Alvariño. 2001. Life cycle and annual production of *Caenis* sp. (Ephemeroptera, Caenidae) in lake Escondido (Bariloche , Argentina). In: E. Dominguez (Ed). Kluwer Academic/Plenium Publishers. Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera.
- Barreto, G., G. Reinoso, G. Guevara, F. Villa. Distribución espacial y temporal de los plecópteros de la cuenca del río Coello, Departamento del Cauca. 2004. p.37 En: VI seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales, Montería, Colombia.
- Ballesteros, Y. 2004. Contribución al conocimiento del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en el Río Riofrío (Valle del Cauca). Tesis de Maestría, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad del Valle, Colombia.
- Benke, A.C. 1979. A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltines populations. *Limnology and Oceanography* (36): 690-708.

- Benke, A.C. 1993. Concepts and patterns of invertebrate production running waters.-Verh. Internat. Verein Limnol. (25): 15-38
- Benke, A.C. & J.B. Wallace. 1980. Trophic bases of production among net-spinning caddisflies in a Southern Appalachian stream. Ecology (61):108-118.
- Benke, A.C., J . B. Wallace, J. W. Harrison & J. W. Koebel. 2001. Food web quantification using secondary production analyses: predaceous invertebrates of the snag habitat in a subtropical river. Freshwater Biology (46): 329–346
- Bispo, P. C., C. G. Froehlich & L. G. Oliveira. 2002. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of Central Brazil. Braz. J. Boil. 62(3): 409-417.
- Dorvillé, L. F. & C. G. Froehlich. 2001. Description of the nymph of *Kempnyia tijucana* Dorvillé and Froehlich (Plecoptera, Perlidae), with notes on its development an biology, pp 385-392. In: E. Dominguez (Ed). Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera.
- Earle, J. I. 2003. Stonefly (Plecoptera) emergence patters and flight periods in Indian Cree Watershed, Pennsylvania, USA. pp 167-175 Gaino (Ed) Research update on Ephemeroptera and Plecoptera, University of Perugia, Perugia, Italy.

- Frayter, V., E. Jimenez, R. Pabon & O. Valero. 2000. Plan de manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Gaira. Tesis Ingeniero Agrónomo y Economía, Universidad del Magdalena, Santa Marta. Colombia, 46-47p.
- Froehlich, C. G. & L.G. Oliveira. 1997. Ephemeroptera and Plecoptera nymphs from riffles in low-order streams in southeastern Brazil, pp. 180-185. In: P. Landolt & M. Sartori (eds). Ephemeroptera and Plecoptera: Biology –Ecology – Systematics, Fribourg.
- Fureder, L, C. Welter & J. K. Jackson. 2003. Dietary and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) analyses in alpine Ephemeroptera and Plecoptera. Research update on Ephemeroptera and Plecoptera, Gaino (Ed), University of Perugia, Perugia, Italy. pp 39-45.
- Grimaldo, M. 2001. Inventario de macroinvertebrados asociados a las macrófitas en el río Gaira (Colombia). Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Colombia, 41p
- Hammada, N. & S. R. M. Coucerio. 2003. An illustrated key nymphs of Perlidae (Insecta, Plecoptera) genera in Central Amazonia, Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 47(3): 477-480.

- Hynes, H. B. N. & M. T. Coleman 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnology and Oceanography* (13): 569-573.
- Krno, I. 1997. Production and distribution of Stoneflies (Plecoptera) of Slovakia. P. Landolt & M. Sartori (Eds). *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics* p.199-204.
- Luzòn-Ortega, J. M. & J. M. Tierno de Figueroa. 2003. Some aspects of behaviour of *Nemoura fulviceps* (Plecoptera: Nemouridae). pp. 47-53. En: Gaino (Ed). *Research update on Ephemeroptera and Plecoptera*, University of Perugia, Perugia, Italy.
- Maldonado. V, B.P. Stark y C. Cresca. 2002. Description and record of *Anacroneuria* from Venezuela (Plecoptera: Perlidae). *Aquatic Insects* 24(3): 219 – 236.
- Merritt, R. W. & K. W. Cummins. 1984. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 2th ed. Kendall /Hunt, Dubuque. 182p.
- Meyer E. I. & R. Poepperl. 2003. Secondary production of invertebrates in a Central European mountain stream (Steina, Black Forest, Germany) - *Arch. Hydrobiol.* 158 (1): 25–42 Stuttgart.

- O'hop, J., J.B. Wallace & J.D. Haefner. 1984. Production of a stream shredder, *Pletoptera maria* (Plecoptera: Pletoperlidae) in disturbed and undisturbed hardwood catchments, *Freshwater Biology* (14): 13-21.
- Riaño P., A. Basagueren & J. Pozo. 1997. The life history and food habits of *Sophonoptera torrentium* (Plecoptera: Chloroperlidae) in Northern Spain. *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics* p.79-82
- Rincón-H, M. E. 1996. Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la Quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). *Rev. Colombiana de Entomología* 22(1):53-60.
- Rincón-H, M. E. 2002. Comunidad de insectos acuáticos de la quebrada Mamarramos (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 28(1):1001-108.
- Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN-Colombia. Colciencias - Universidad de Antioquia. Editorial. Presencia Ltda., Santa Fe de Bogotá. 217p.
- Romero, V. F. 2001. Plecoptera, pp. 93-96. En: H. R. Fernández & E. Dominguez (eds). *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos*

Sudamericanos. Serie: Ciencia y Técnica. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

- Rueda-Delgado G., T. De La Hoz-Rosales & M. Cantillo-Guerrero. (sin publicar). Estandarización de un protocolo de muestreo para organismos bénticos de pequeños ríos Tropicales: un caso de estudio (río Guachaca). Universidad del Magdalena, Vicerrectoría de Investigaciones, Fondo para la investigación y ciencias. Santa Marta, Colombia.
- Rueda-Delgado G., G. Cotes, E. Carbonó, W. López, M. Cantillo D. Serna y C. Tamaris. 2005. Lineamientos de una programa de aseguramiento de la oferta hídrica del río Gaira a partir de la integralidad biológica de la cuenca, Serranía San Lorenzo, Colombia (Magdalena). Convenio Dadma-Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Salas M. & D. Dudgeon. 2003. Life histories, production dynamics and resource utilisation of mayflies (Ephemeroptera) in two tropical Asian forest streams *Freshwater Biology*, (48): 485–499.
- Shieh, S-H., J. V. Ward & B. C. Kondratieff. 2003. Longitudinal changes in Macroinvertebrate production in a stream affected by urban and agricultural activities. *Arch. Hydrobiol.* 157 (4): 483–503.

- Siegfried, C. A. & A. W. Knight. 1976. Trophic relations of *Acroneuria* (*Calineuria*) *californica* (Plecoptera: Perlidae) in a Sierra Foothill Stream. *Environmental Entomology*. 5 (3): 575-581.
- Stagliano D. M. & M. R. Whiles. 2002. Macroinvertebrate production and trophic structure in a tall grass prairie headwater streams. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 21(1): 97-113.
- Stark, B. P. 1995. New species and records of *Anacroneuria* (Klapálek) from Venezuela (Insecta, Plecoptera, Perlidae). *Spixiana* 18 (3): 211-249.
- 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.
- Stark, B. P. 1999. *Anacroneuria* from northeastern South America (Insecta: Plecoptera: Perlidae). *Proceedings of the biological society of Washington*. 112(1):70-93.
- Stark, B. P. 2001a. A synopsis of Neotropical Perlidae (Plecoptera). pp. 405 – 422, E. Dominguez (Ed). En: *Trend in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic / Plenum Publishers.

- Stark, B. P. 2001b. Records and descriptions of *Anacroneuria* from Ecuador (Plecoptera: Perlidae). *Scopolia* (46):1-42.
- Stark, B. P. 2001c. Descriptions of *Anacroneuria* Spp. (Plecoptera: Perlidae) from the Upper Rio Amazonas Drainage, Colombia and Perú. *Acta Entomologica Slovenica*, 9 (2): 119-122.
- Stark, B. P. 2004. New species and records of Andean *Anacroneuria*. *Spixiana* (27): 67-81.
- Stark, B. P. & M. C. Zúñiga. 2003. The *Anacroneuria guambiana* complex of South America. pp 229-237. En: Gaino (Ed). *Research Update on Ephemeroptera and Plecoptera*. University of Perugia, Perugia, Italy.
- Stark, B. P., M. C. Zúñiga, A. M. Rojas & M. L. Baena. 1999. Colombian *Anacroneuria*: Descriptions of new and old species (Insecta, Plecoptera, Perlidae). *Spixiana* 22 (1): 13-46.
- Stead, T. K, J. M. Schmid-Araya & A.G. Hildrew. 2003. All creatures great and small: patterns in the stream benthos across a wide range of metazoan body size. *Freshwater Biology* (48): 532–547.

- Tamaris -Turizo, C. & R, Turizo. 2004. Evaluación del hábitat y el tipo de alimentación de los plecópteros de la parte alta del río Gaira, Departamento del Magdalena, Colombia. Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Colombia.

- Tamaris -Turizo, C., R. Turizo & G. Rueda-Delgado. 2004. Distribución de las tallas de *Anacroneuria* (Plecoptera-Perlidae) en el sector de Pozo Azul, río Gaira p126. En: ACL- LIMNOS. VI seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales, Montería, Colombia.

- Taylor, J. M. B.A. 2001. Life history and secondary production of *Caenis latipennis* banks (Ephemeroptera: Caenidae) in honey creek, Oklahoma. Thesis Master of Science, University of North Texas. pp. 96 www.famu.edu/acad/research/mayfly/pub_t/pubtaylorj2001p1.pdf.

- Teslenko, V. A. 1997. Feeding habits of the predaceous stoneflies in a salmon stream of the Russian Far East. Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics p.73-78

- Zamora G. H. & E. Roessler. 1995. Descripción morfológica y taxonómica de una nueva especies de *Anacroneuria* (Insecta-Plecoptera). Asoc. Col. Cienc. Biol. Bogota 9(1-2): 85-98.

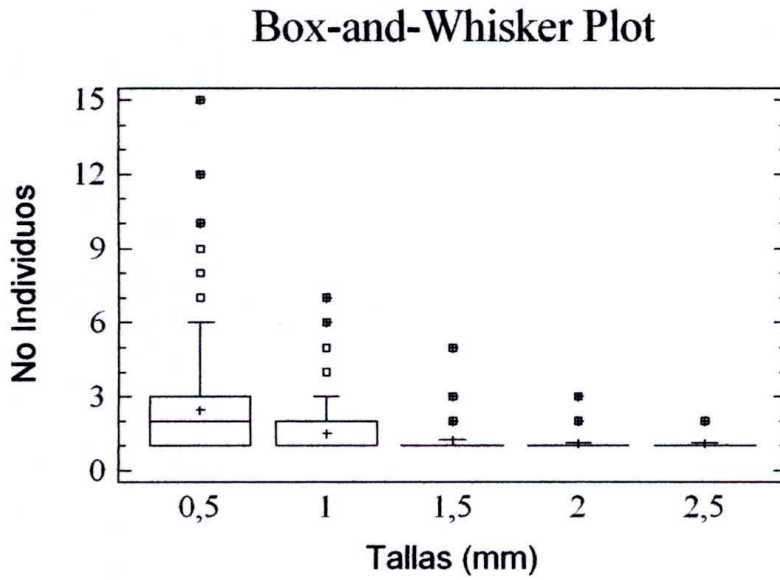
- Zúñiga, M. del C. 2004. Biodiversidad, distribución y ecología del Orden Plecoptera (Insecta) en Colombia: Potencial en bioindicación en calidad de agua. 17-21p. En: ACL-LIMNOS. VI seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales, Montería, Colombia.
- Zúñiga, M. del C. & B. P. Stark. 2002. New species and records of Colombian *Anacroneuria* (Insecta, Plecoptera, Perlidae). *Spixiana* 25(3): 209-224.
- Zúñiga, M. del C., B. P. Stark & L. C. Gutiérrez. 2000. *Anacroneuria caraca* STARK, 1995 Primer Registro de Plecoptera (Insecta) Para la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, 50p. En: ACL-LIMNOS. IV Seminario Nacional de Limnología, Santafé de Bogotá.
- Zúñiga, M. del C., Y. Ballesteros & M. Grisales. 2003. Nocturnal emergence patterns of four species of *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) in a Tropical Interandean Stream (Colombia-Southamerica), pp 13-14. In: Seventh North American Plecoptera Symposium, North American Plecoptera Society.
- Zúñiga, M. del C., B. P. Stark., A. M. Rojas & M. Baena. 2001. Distribution de *Anacroneuria spp* (Plecoptera: Perlidae) en Colombia. pp 301-304. E. Dominguez (Ed). In: Trends in Research Ephemeroptera and Plecoptera: (Perlidae) in Colombia.

- Zúñiga, M del C., B. P. Stark, J. J. Vásquez & D. Vimos. Colombian and Ecuadorian *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae). New Species, records and life stages. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental* (In press).
- <http://www.montana.edu/wwwbi/staff/kerans/bio439/module7.PDF>

ANEXOS

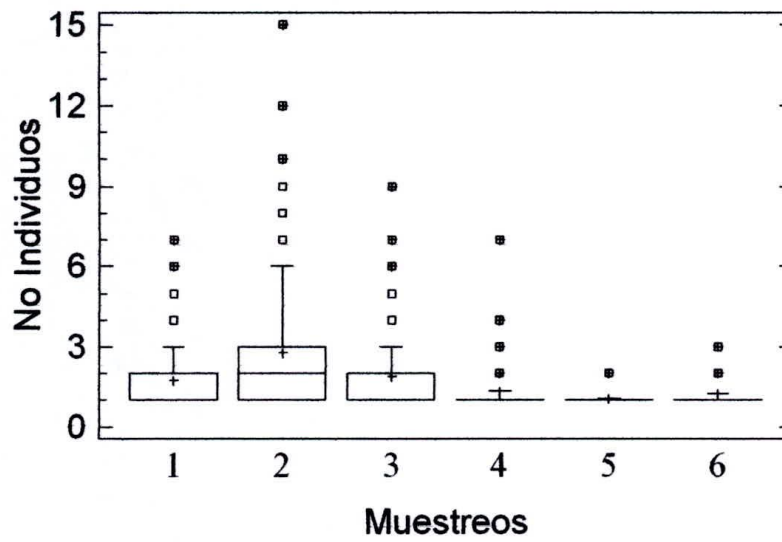


Anexo 1. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre las tallas.

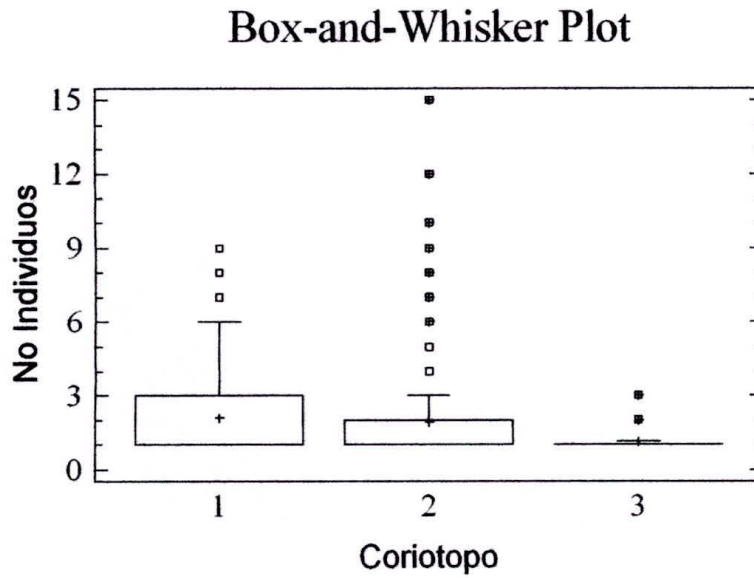


Anexo 2. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre los diferentes muestreos.

Box-and-Whisker Plot

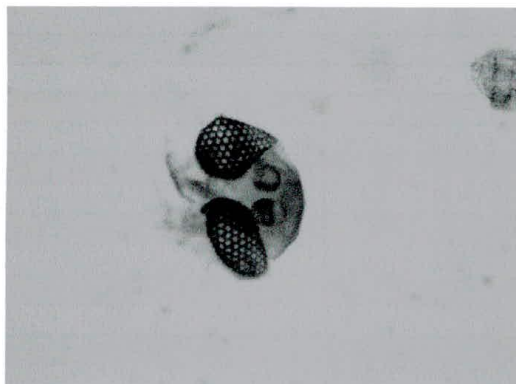


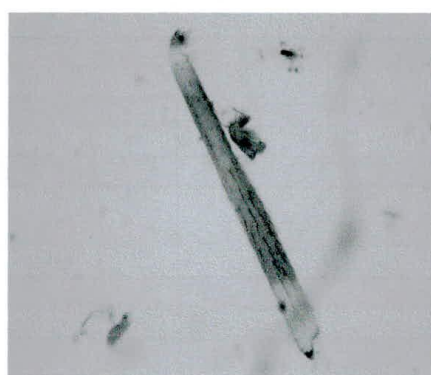
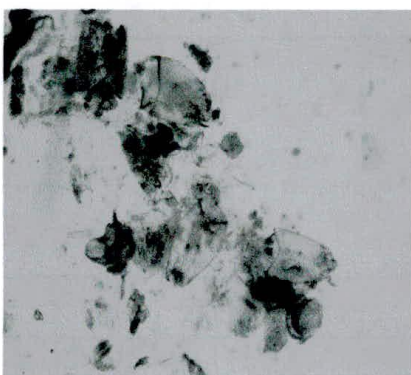
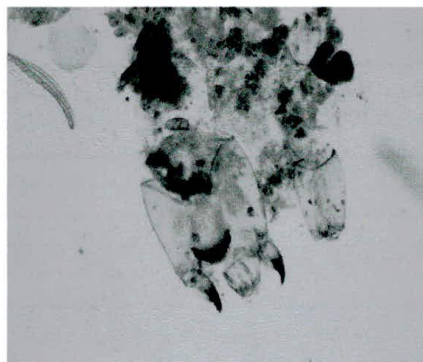
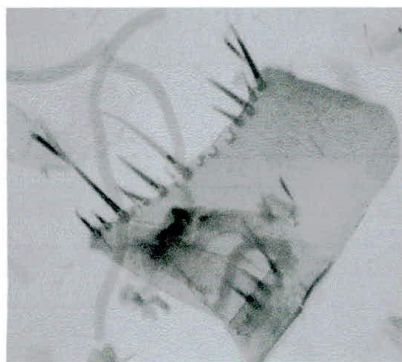
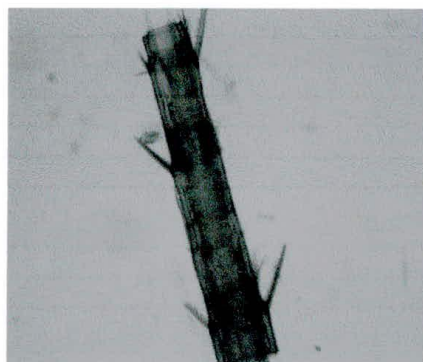
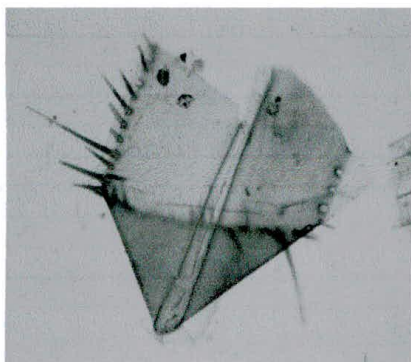
Anexo 3. Gráfica de comparación de medianas para determinar diferencias en el número de individuos entre los coriotopos.



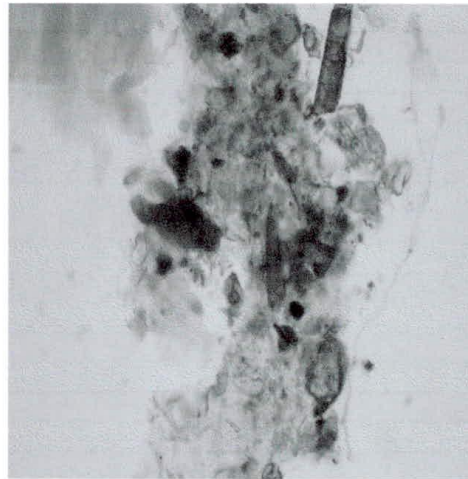
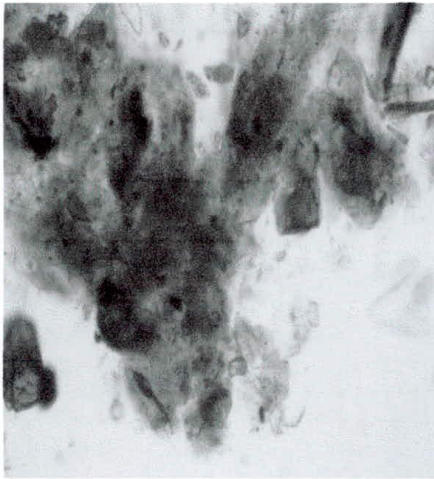
Anexo 4. Registro fotográfico del análisis de contenido estomacal de las ninfas del género *Anacroneuria*.

1 Restos animales encontrados en los estómagos analizados.

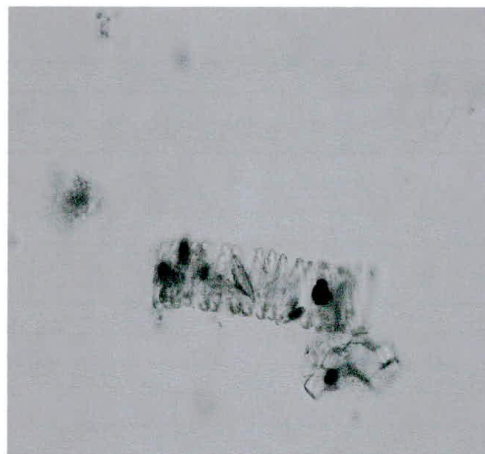




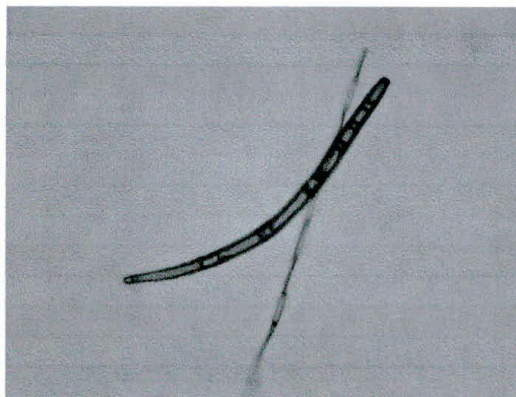
2. Detritus encontrado en los estómagos analizados



3. Microalgas encontradas en los estómagos analizados



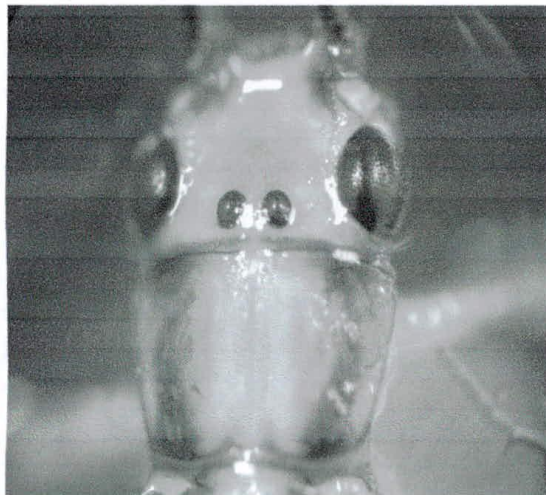
4. Hongos encontrados en los estómagos analizados



Anexo 5. Fotografía de los adultos del género *Anacroneuria*.

1. *Anacroneuria* sp. 2 a. Cabeza y Pronoto, b. aedeagus dorsal, c. aedeagus lateral y d. aedeagus ventral.

a



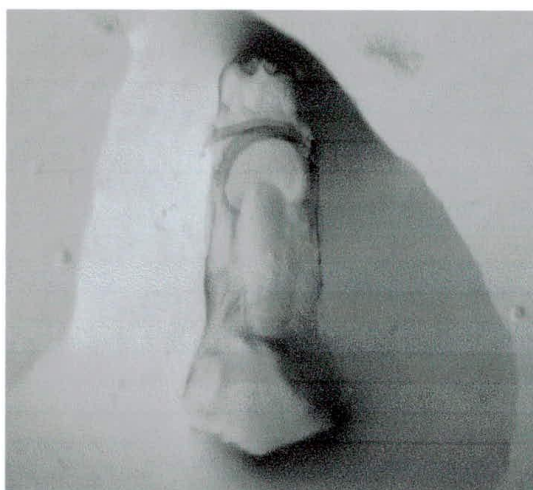
b



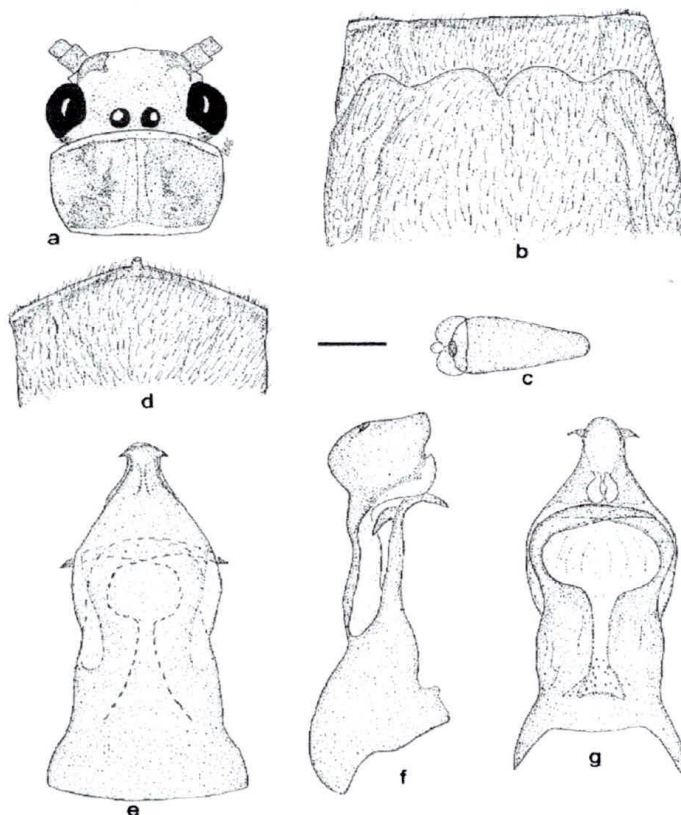
c



d



2. *Anacroneuria caraca* Stark a. cabeza, b. sternito VIII y IX de hembra, c. huevo, d. sternum de macho., e. aedeagus dorsal, f. aedeagus lateral g. aedeagus ventral Escala: 0.6 mm (a), 0.3 mm (b, d), 0.15 mm (c, e - g). Tomado de Ballesteros (2004)



Anexo 6. Variación pluviométrica en el sector de Minca, durante el ciclo hidrológico anual precipitación media desde 1980 hasta 2004. Estación metereológica Minca. Fuente: IDEAM.

