

**EVALUACIÓN DEL HÁBITAT Y EL TIPO DE ALIMENTACIÓN DE LOS  
PLECÓPTEROS DE LA PARTE ALTA DEL RÍO GAIRA, DEPARTAMENTO DEL  
MAGDALENA, COLOMBIA**

**CESAR ENRIQUE TAMARIS TURIZO  
RODRIGO RAFAEL TURIZO CORREA**

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

**2004**

**EVALUACIÓN DEL HÁBITAT Y EL TIPO DE ALIMENTACIÓN DE LOS  
PLECÓPTEROS DE LA PARTE ALTA DEL RÍO GAIRA, DEPARTAMENTO DEL  
MAGDALENA, COLOMBIA**

**CESAR ENRIQUE TAMARIS TURIZO  
RODRIGO RAFAEL TURIZO CORREA**

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

**Directora**

**Ms. C. MARIA DEL CARMEN ZÚNIGA DE CARDOSO**

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

**2004**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, noviembre del 2004

## DEDICATORIA

*A Dios.  
A mis padres y hermanos, por su gran apoyo.  
A mi familia, por su respaldo.*

**CESAR TAMARIS**

*A Dios por estar presente en cada momento y permitir que pueda alcanzar cada una de mis metas. A mis padres y hermanos, por apoyarme y levantarme el ánimo en los momentos difíciles. Y a todas aquellas personas que buscan y construyen el conocimiento en pro del desarrollo y adecuado manejo de nuestros ecosistemas.*

**RODRIGO TURIZO**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirnos culminar con éxito nuestra pequeña investigación y ayudarnos a superar cada uno de los inconvenientes durante el transcurso del estudio.

A la profesora Maria del Carmen Zúñiga de Cardoso, Por su valiosa colaboración y dedicación en la ejecución de este documento y por su acogimiento para la pasantía.

Al profesor Guillermo Rueda Delgado y a los demás miembros del Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales Tropicales (G.I.C.H.T.), por su asesoría, apoyo financiero y logístico.

A la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), porque su participación en este proyecto vital para su ejecución.

Al profesor Eduino Carbonó, por su ayuda con la identificación de las plantas.

A la familia Cardoso Zúñiga por su hospitalidad en la ciudad de Cali durante la pasantía.

A la familia Trujillo Ortega, por su colaboración durante las visitas a la Estación Experimental San Lorenzo.

**Los autores**

A mis padres, Berta Turizo y Victor Tamaris, por el apoyo y la confianza que tienen en mí.

A mis hermanos Ivan y Diana, y demás miembros de mi familia por su importante apoyo y fortaleza.

A mi novia Taty, por ser un respaldo tan importante.

### **CESAR TAMARIS**

A mis padres, Evaristo Turizo y Mirian Correa y a mis hermanos Emperatriz, Rubis y Daniel, por su apoyo financiero y emocional para lograr con éxito mis metas.

### **RODRIGO TURIZO**

BB  
00016  
Ej. 1



## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
2.1 Sistemática	5
2.2 Aspectos ecológicos	7
2.2.1 Patrones de emergencia	7
2.2.2 Hábitos alimenticios	9
2.2.3 Hábitats	10
2.2.4 Calidad de agua	10
3. OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. ÁREA DE ESTUDIO	13
4.1 Selección de estaciones	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1 Fase de campo	16
5.1.1 Colecta de material biológico	16
5.2 Fase de laboratorio	18
5.2.1 Cría de ninfas y asociación con el estado adulto	18

5.2.2	Identificación de las morfo especies	20
5.2.3	Análisis de contenido estomacal	21
6.	PROCESAMIENTO DE DATOS	22
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1	Caracterización fisicoquímica e hidrológica de la zona de estudio	23
7.2	Composición del Orden Plecoptera	25
7.3	Descripciones de las morfo especies	27
7.4	Asociación ninfa – adulto	34
7.4.1	Descripción del adulto asociado	35
7.5	Variación temporal de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i>	36
7.6	Distribución espacial de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i>	40
7.7	Hábitos alimenticios	44
8.	CONCLUSIONES	48
9.	RECOMENDACIONES	51
10.	BIBLIOGRAFÍA	53
	ANEXOS	60



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos de aforo de la estación la Cascada. Fuente G.I.C.H.T	24
Tabla 2. Algunos parámetros fisicoquímicos tomados en la estación La Cascada (1560 m. s. n. m.). Fuente: G.I.C.H.T.	25
Tabla 3. Composición y abundancia de los adultos en la Estación Quebrada San Lorenzo.	26
Tabla 4. Contenido estomacal de las ninfas juveniles de <i>Anacroneuria</i> colectados en la estación la Cascada.	46
Tabla 5. Contenido estomacal de ninfas maduras de <i>Anacroneuria</i> colectados en la estación la Cascada.	46



## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Ubicación del área de estudio y delimitación de la cuenca hidrográfica del río Gaira.	14
Figura 2. Cámara de crianza.	19
Figura 3. Sistema de cría adaptado: vasos de acuario.	19
Figura 4. Variación pluviométrica en el sector de San Lorenzo, durante el ciclo hidrológico anual.	23
Figura 5. Composición y abundancia relativa de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i> en la estación La Cascada.	26
Figura 6. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp. W.	29
Figura 7. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp. X.	30
Figura 8. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp. Y.	32
Figura 9. Características morfológicas de <i>Anacroneuria</i> sp. Z.	33
Figura 10. Características morfológicas del adulto asociado.	35
Figura 11. Abundancias de las morfo especies durante los meses de muestreo	36
Figura 12. Variación temporal de las abundancias del género <i>Anacroneuria</i> por coriotopo.	38

Figura 13. Dendrograma de similaridad de abundancias durante los meses de estudio.	39
Figura 14. Abundancia de las morfo especies en los coriotopos.	41
Figura 15. Dendrograma de similaridad entre las abundancias de los coriotopos.	43
Figura 16. Análisis de Correspondencia Simple entre las morfo Especies y los coriotopos.	44
Figura 17. Algunos de los ítems encontrados los estómagos de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i> analizados.	45



## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Parámetros fisicoquímicos tomados el 4-iv-2004 en la estación La cascada.	61
Anexo 2. a. Análisis de la inercia de los datos entre coriotopos; b. Análisis de la inercia de los datos entre morfo especies; c. Proporción de la inercia de los datos en los tres factores (ejes o planos).	62
Anexo 3. Registro fotográfico del Análisis de Contenido Estomacal de las ninfas del género <i>Anacroneuria</i> .	63

## RESUMEN

La Sierra Nevada de Santa Marta, presenta un sistema aislado de montañas, las cuales brindan un ambiente propicio para el desarrollo de una amplia variedad de macroinvertebrados acuáticos, como lo Plecópteros, grupo que se caracteriza por vivir principalmente en aguas frías, de corrientes, oxigenadas y oligotróficas, además de ser indicadores de calidad de agua y estado de conservación de los ecosistemas. Este estudio pretende aumentar el conocimiento de la biodiversidad del grupo Plecoptera en la Sierra Nevada de Santa Marta, asociar los estadios ninfa-adulto de los organismos del mismo grupo y conocer la distribución espacial y temporal de las ninfas del Orden en la zona de estudio. Para tal efecto se realizaron colectas de ninfas y adultos, además de la cría de ninfas preemergentes. En la parte alta del río Gaira se colectaron machos adultos de *Anacroneuria marta* y dos morfotipos hembras distintos a esta especie y ninguna de las asociadas, mientras que las ninfas se nombraron provisionalmente como *A. sp. W*, *A. sp. X*, *A. sp. Y* y *A. sp. Z*, de las cuales la más dominante y frecuente fue *A. sp. Y*, morfo especie que se aproxima a las ninfas asociadas de *A. caraca*. Se logró asociar la ninfa de *A. sp. W* con su adulto macho correspondiente, morfo especie que no corresponde a ninguna anteriormente reportada para la zona. Se encontró que la gravilla en corriente rápida es el coriotopo con mayores abundancias, y la piedra con las menores, posiblemente se encuentra relacionado con la disposición de alimento y protección que brinda el coriotopo gravilla durante la época de lluvias, en el coriotopo sedimento no se encontró ningún Plecóptero asociado. El análisis de contenido estomacal de las ninfas del género *Anacroneuria*, muestra que no existe diferencia entre las dietas entre las morfo especies estudiadas y que su dieta principalmente es carnívora, además se encontró diferencia entre la dieta de ninfas juveniles (pequeñas) y maduras (grandes).

## 1. INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen el grupo de organismos que mayor diversidad presenta sobre la tierra. El número de especies conocido en el mundo hasta hoy sobrepasa el millón, pero se calcula que puede llegar a más de ocho millones. El único grupo medianamente comparable es el de los hongos, se calcula que existe un millón y medio de especies (Amat 2000). En la actualidad los insectos han resultado ser vitales en la ejecución de variadas investigaciones biológicas, pero generalmente orientadas hacia la especialización y subvaloración de los ambientes ecológicos, desafortunadamente, es que en muchos casos, se ignoran las relaciones e información existente entre los insectos y las comunidades humanas.

El conocimiento de la fauna bentónica en el trópico Americano es escaso e incompleto, Hurlbert *et al.* (1981) En: Roldán (1988), presentó una extensa bibliografía sobre los estudios que se han realizado en Sur América, los cuales se refieren principalmente a Brasil, Argentina, Uruguay y Chile, por lo que su ubicación geográfica hace que pertenezcan a sistemas ecológicos bastante diferentes a la de los países del cinturón tropical. Sin embargo, algunos grupos más abundantes y diversos de esta comunidad como los efemerópteros y tricópteros se han tenido avances importantes en el conocimiento de varias

familias y géneros a nivel sudamericano, Domínguez et al. (2001) y Angrisano y Korob (2001) presentan claves e ilustraciones actualizadas que incluyen correcciones e importantes adiciones a la literatura disponible para la identificación de los taxa de la región.



En cuanto a Colombia, son muy pocos los estudios que se han realizado, y para varios grupos no existe aún un solo reporte, contrario a esto Estados Unidos y Europa, donde se dispone de claves hasta el nivel de especie para la mayor parte de su fauna existente en éstos países y con un estado así de conocimiento, se puede trabajar con índices bióticos y de diversidad, lo cual refleja con claridad y detalle la estructura de la comunidad, sus microhábitats y sus nichos ecológicos (Roldán 1999). Recientemente Zúñiga et al. (2004) y Muñoz-Quesada (2004) realizan una revisión del estatus del conocimiento de los Órdenes Ephemeroptera y Trichoptera para Colombia y actualizan el registro de las taxa presentes en las diferentes regiones naturales del país, incluyendo nuevos registros de distribución.

La descripción de los grupos taxonómicos de invertebrados y la clasificación del sustrato ecológico de acuerdo con las características específicas del hábitat y calidad fisicoquímica del ambiente que lo sustenta, es una relación que permite seleccionar aquellos organismos que de manera más representativa pueden ser utilizados como indicadores de calidad de corrientes superficiales, los cuales se hallan muy diversificados presentándose como grupos dominantes de insectos

inmaduros, sensibles a la polución orgánica, los Efemerópteros, Plecópteros, Tricópteros y Coleópteros (Zúñiga 1996).

El conocimiento de la entomofauna en los diferentes ecosistemas acuáticos en Colombia es escaso, por lo tanto, es prioritario desarrollar trabajos que contribuyan a la investigación de la biodiversidad, taxonomía, distribución geográfica y ecología básica de los diferentes grupos de macroinvertebrados, a través de investigaciones que incluyan actividades como el inventario que posteriormente permitan la elaboración de claves taxonómicas para la identificación hasta el nivel de especie.

El conocimiento sobre la diversidad y distribución de los Plecópteros se ha incrementado en la última década debido al interés que ha despertado este grupo en las aplicaciones biológicas como en el campo de la bioindicación, ya que se encuentran asociadas a corrientes rápidas, oxigenadas y oligotróficas. Por esto es importante realizar estudios que conduzcan al conocimiento de la ecología de los Plecópteros en las diferentes regiones naturales de Colombia y, en particular, en zonas de alta biodiversidad y endemismo como es la Sierra Nevada de Santa Marta.



La región del caribe colombiano, la cual se caracteriza por un alto índice hídrico, presenta un sistema aislado de montañas y ambientes propicios para el desarrollo de una amplia variedad de macroinvertebrados en la zona de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta. A pesar de estas condiciones son escasos los trabajos y publicaciones sobre la entomofauna acuática de esta región, encontrándose actualmente un vacío acerca del inventario, distribución, abundancia y diversidad de los Plecópteros, entre otros grupos.

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto *Evaluación Rápida Ambiental de la Estrella Hidrográfica de San Lorenzo*, que realiza el Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales Tropicales (G.I.C.H.T.) de la Universidad del Magdalena, el cual pretende estimar el estado de conservación de la cuenca hidrológica del río Gaira, en la cuchilla de San Lorenzo, contribuyendo a mejorar la información disponible sobre la diversidad y ecología del Orden Plecoptera en la región.

## 2. ANTECEDENTES



### 2.1 SISTEMÁTICA

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).

Los adultos son voladores y dependiendo de la especie pueden ser diurnos, crepusculares o nocturnos y permanecen en el suelo o en las piedras, cerca al agua. La emergencia de los adultos en países de clima tropical ocurre durante todo el año, la cópula tiene lugar en la vegetación o piedras cercanas al agua y el macho atrae o se comunica con la hembra, a través del tamborileo o drumming (golpe del abdomen sobre la superficie dura) (Hannada *et al.* 1997).

En la actualidad se encuentran reportados para América del Sur 47 géneros de este Orden. De las 15 familias descritas a nivel mundial, encontramos 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:** Se extiende por la parte oeste de América del Sur desde el sur hasta Perú y Colombia. Hacia el este se encuentra en las montañas del sur, sureste y centro de Brasil. El primer reporte de la familia Gripopterygidae para Colombia es reciente y se ubica en el río Coello, Departamento del Tolima, en zona de alta montaña o páramo, a 3533 m.s.n.m. (Barreto *et al.* 2004).

**Perlidae:** Esta familia, incluye 10 géneros: *Kapalekia*, *Onychoplax*, *Enderleina*, *Inconeuria*, *Kemphyella*, *Kempnyia*, *Macrogynoplax*, *Nigroperla*, *Pictetoperla*, *Anacroneuria* y aproximadamente 280 especies descritas, se encuentra en toda América del Sur y comprenden formas tanto oligo como poliestenotermas (Stark 2001).

*Anacroneuria* Klapálek es el género dominante y de mayor diversidad, representado por 218 especies nominales, muy poco conocidas en su biología, historia natural, ecología, filogenia y distribución; Para las especies registradas en

Colombia, solo para el 10% de ellas se conoce la asociación de la ninfa y su correspondiente adulto. (Zúñiga 2004 (b); Zúñiga *et al.* 2004), por esto es de importancia la realización de estudios de asociación ninfa- adulto, ya que facilitaría la taxonomía de este grupo y a su vez ayudaría en estudios ecológicos debido a que estos organismos son utilizados como indicadores de calidad de agua.

En Colombia se registran 52 especies válidas de *Anacroneuria* y 1 de *Klapalekia*, ésta última conocida solo por la especie tipo. Las especies del género *Anacroneuria* están distribuidas principalmente en la Región Natural Andina con 39 especies, en la Región Amazónica se registran 2 especies, en la región Natural del Pacífico 8 especies y en la región del Caribe se reportan 2 especies en la Sierra Nevada de Santa Marta (*Anacroneuria caraca* y *A. marta*) y 1 para el Parque Nacional Natural Tayrona (*A. choco*) (Zúñiga *et al.* 2000; Zúñiga *et al.* 2001; Zúñiga & Stark 2002; Zúñiga 2004).

Para la identificación de las especies se utiliza principalmente la genitalia de los machos, el patrón de coloración de la cabeza y el pronoto, el IX esternito en los machos y el VIII en las hembras y la longitud de las alas anteriores.

## **2.2 ASPECTOS ECOLÓGICOS**

### **2.2.1 Patrones de Emergencia**

La emergencia y transformación de ninfas en adultos tiene lugar casi todo el año y difiere entre las especies, dependiendo de la temperatura del agua de la altitud y latitud. Los machos proceden a las hembras en la emergencia, la cópula tiene lugar en la vegetación o en las piedras cerca del agua. Los machos atraen o se comunican con las hembras golpeando el abdomen contra una superficie dura, denominándose a este proceso tamborileo o “*drumming*”; este tamborileo puede inducir un comportamiento similar en las hembras para conducir a la cópula. En algunas especies no se ha observado cortejo previo y se cree que los colores vivos de su cuerpo sirvan de atracción para el sexo opuesto (Theischinger 1991. en: Romero 2001).

En Colombia se reportaron los patrones de emergencia para *Anacroneuria anchicaya*, *A. caraca*, *A. cordillera* y *A. portilla*, las cuales emergen sobre la superficie o en la parte inferior de las piedras cerca de la orilla del cuerpo de agua. *A. anchicaya* siendo la especie más abundante durante los muestreos presentó un pico de emergencia entre las 19:00 y las 22:00, mientras que *A. caraca* lo presentó entre las 20:00 y 21:00, *A. cordillera* emerge entre las 02:00 y las 03:00 y *A. portilla* mostró gran actividad entre las 19:00 y las 23:00 con emergencias

esporádicas durante este tiempo. Los patrones de emergencia nocturna pueden interpretarse como una estrategia de los organismos de áreas tropicales para protegerse de la radiación solar, deshidratación y los depredadores y se observa además un fenómeno de sincronización como estrategia de aislamiento reproductivo (Zúñiga *et al.* 2003).

### **2.2.2 Hábitos Alimenticios**

Entre los estudios ecológicos que se han realizado en este grupo se encuentran los análisis del contenido estomacal llevados a cabo por Froehlich & Oliveira (1997) y Dorvillé & Froehlich (2001), donde reportan una gran variedad en los *items* alimenticios consumidos lo que permite dilucidar su rol trófico en el ecosistema. Los autores reportan una dieta preferentemente carnívora en los individuos evaluados.

Los hábitos alimenticios han sido poco estudiados, aunque se conoce que la comida 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 son, por ejemplo, detritívoras o predadoras durante su desarrollo, aunque, otros podrían cambiar sus hábitos alimenticios en el proceso de desarrollo.

El análisis del contenido estomacal indica que los cambios de herbívoros-detritivoros en los primeros instars a omnívoros-carnívoros en los periodos siguientes son comunes (Merritt & Cummins 1984).

Según Dorvillé & Froehlich (2001) en el estudio del contenido estomacal de *Kempnyia tijucana* (Perlidae), se encontró una gran variedad de alimento consumido, aunque su dieta es principalmente carnívora, como fue reportado previamente para la familia Perlidae y especialmente para este género por Froehlich & Oliveira (1997).

### **2.2.3. Hábitats**

Los Plecópteros reportados en los ríos Suramericanos se encuentran principalmente distribuidos en la zona de corrientes rápidas, hasta el momento no se han reportado organismos del género *Anacroneuria* en sedimentos arenosos, aunque no están restringidos a un sustrato específico. Los estudios sobre distribución espacial de organismos del Neotrópico son escasos, Froehlich & Oliveira (1997) aportan información sobre las preferencias del género *Kempnyia* en el sur este del Brasil y Rincón (2002) para el género *Anacroneuria* en Colombia. Ballesteros (2004) evalúa los hábitats de cuatro especies del Valle del

Cauca y reporta que estos organismos prefieren la hojarasca y la piedra por su disponibilidad de alimento y estabilidad del sustrato.



#### 2.2.4. Calidad del agua

Entre los invertebrados acuáticos, los Plecoptera constituyen uno de los Órdenes más importantes por su sensibilidad a los cambios en las condiciones del hábitat y calidad del agua, además de su susceptibilidad al enriquecimiento de carga orgánica residual, y el déficit de oxígeno (Zúñiga 2004a). En este aspecto, en Colombia la mayoría de trabajos están relacionados con estudios sobre las comunidades bentónicas como base para la utilización de diferentes tipos de índices bióticos que interpretan el impacto de la contaminación orgánica sobre cuerpos de agua receptores. Evaluaciones en donde se incluye

información a nivel específico y su relación con calidad de agua son escasas. Ballesteros (2004) y Grisales et al. (2002) en el sur occidente de Colombia, realizaron estudios de bioindicación, donde evidenciaron una fuerte asociación entre la calidad del agua y la abundancia de *Anacroneuria* que tienden a ubicarse entre aguas de óptima y buena calidad, en cuyo caso parecen estar condicionadas a factores ambientales combinados como el sustrato y la vegetación riparia, además de la calidad del agua.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar algunas características ecológicas como los hábitats y tipo de alimentación de las ninfas de Plecópteros y realizar una contribución sobre la biodiversidad del Orden en la parte alta del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✧ Describir las morfo especies de ninfas de Plecópteros presentes en la parte alta del río Gaira.
- ✧ Establecer asociaciones entre ninfas y adultos de los Plecópteros a través de crías de ninfas en condiciones de laboratorio.
- ✧ Describir los hábitos alimenticios de las ninfas del Orden Plecoptera en la zona de estudio.
- ✧ Determinar la distribución espacial de las ninfas del Orden en los diferentes coriotopos.

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

El muestreo se realizó en el departamento del Magdalena, corregimiento de Bella Vista, Sector San Lorenzo, parte alta del río Gaira. Esta cuenca hidrográfica se encuentra ubicada en la vertiente nor-occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, tiene su nacimiento a una altitud de 2750 m. s. n. m., en la cuchilla de San Lorenzo, el área total de la cuenca es de 10464,3 ha. tiene una longitud de 32,53 km entre los 11°52'56"N, 11°10'08"S, 74°46'22"E y 74°01'07"W (Fig. 1), (Frayter *et al.* 2000); la zona de estudio posee una vegetación muy conservada y una precipitación media anual de 2446 mm.

##### 4.1 Selección de las estaciones de muestreo

Se establecieron dos estaciones de muestreo en la parte alta del río Gaira, con base en un estudio exploratorio donde se consideró la accesibilidad, forma y el ancho del lecho y buen estado de conservación de la zona.

**Estación La Cascada:** Se localiza a los 11°10'2'' N y 74°10'41.5''W y a una altitud de 1560 m. s. n. m., Es una zona con laderas muy inclinadas (forma de garganta), el lecho presenta una heterogeneidad de microhábitats con zonas de rápidos y lentos, además de un tramo recto pedregoso con poca pendiente.

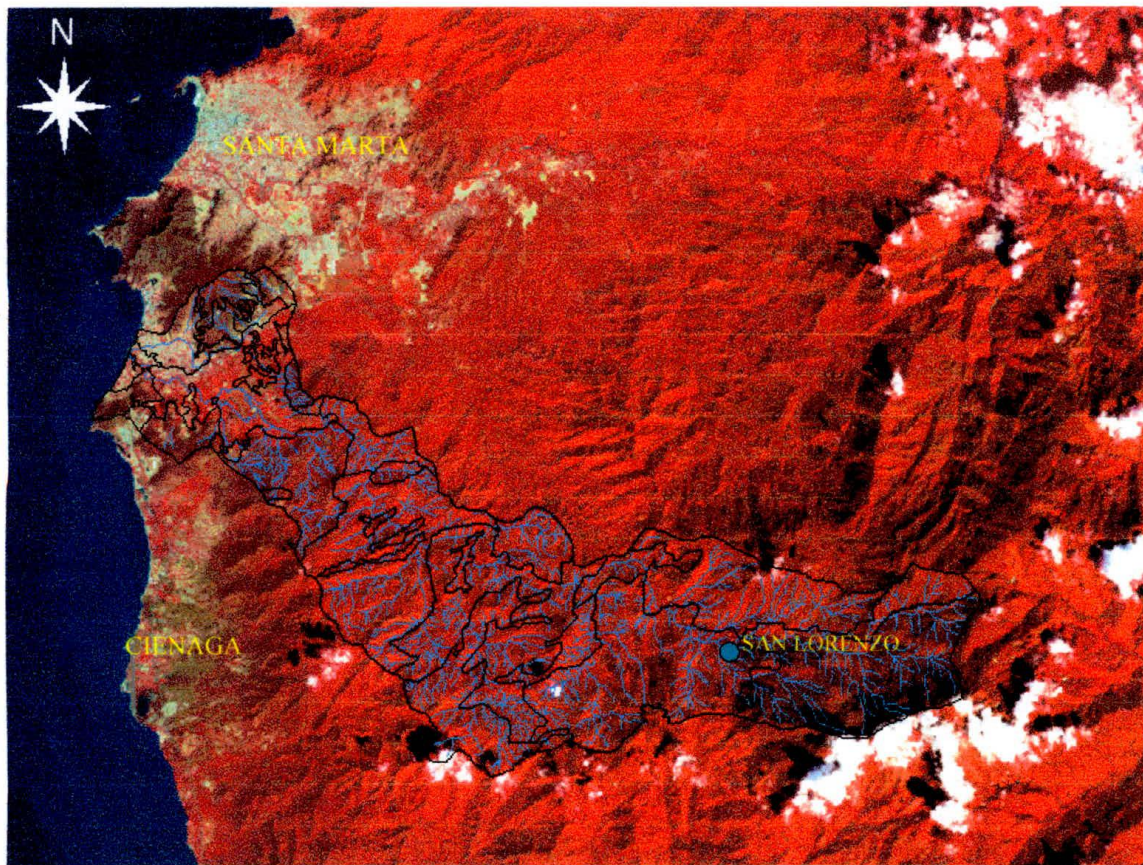


Figura 1. Ubicación del área de estudio y delimitación de la cuenca hidrográfica del río Gaira, Fotografía satelital LANDSAT, Fuente: cortesía INTROPIC

La vegetación es arbustiva, altamente conservada, donde predominan *Calatola costarisensens* (gallinazo), *Tovomita weddeliana*, *Rondeleti sp.*, *Croton bogotanus*, *Pouteria argaucoencium* y *Clusia multiflora*, lo que garantiza un gran aporte alóctono al río, en esta estación se tomaron en el mes de abril algunos parámetros fisicoquímicos como el oxígeno, la temperatura, pH y conductividad, los cuales se midieron utilizando el método de Winkler, un termómetro digital testo 915-1 (-50...+400 °C), un pH-metro VWR brand y un conductímetro VWR brand respectivamente, además se midió el caudal del río con ayuda de un molinete.

Debido a las condiciones de accesibilidad y de orden social en esta estación se realizaron las colectas diurnas de ninfas para el estudio de la distribución espacial en diferentes coriotopos y las ninfas preemergentes para la asociación con su correspondiente estadio adulto.

**Estación Quebrada San Lorenzo:** Se localiza a los 11°06'48''N y 74°03'26''W, y a una altitud de 1990 m. s. n. m., y aproximadamente a 20 minutos de la estación experimental de San Lorenzo, el lugar se caracteriza por presentar pendiente fuerte con forma de garganta, el lecho está dominado por rocas macizas, característicos de ríos ritrales; en las riberas las especies vegetales más abundantes son algunas palmas como *Ceroxylum sp.*, *Chamaedorea linearis*, *Ch. Pinnatiformis* y *Euterpe precatoria* también se encuentran algunos árboles como *Croton bogotanus*, *Vochysia ferroquina* y *Miconia thaezans*. En esta estación alterna, se realizaron colectas adicionales de ninfas preemergentes para el estudio de asociación y las colectas nocturnas de organismos adultos. En esta estación no se hizo el estudio de la distribución espacial de las ninfas debido a que el lugar no presentó variedad de coriotopos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 FASE DE CAMPO

#### 5.1.1 COLECTA DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Los muestreos se realizaron durante la primera semana de cada mes entre abril y septiembre del 2004, cubriendo la época de incremento en las precipitaciones.

Durante cada muestreo se realizó una breve descripción de las condiciones físicas del sitio de estudio y posteriormente se tomaron muestras de las formas inmaduras de los Plecópteros en los coriotopos presentes.

Los estados inmaduros se colectaron modificando la técnica de los coriotopos de Braukmamm (1987) (En: Rincón 1996) entre las 08:00 y las 11:00 horas, se estudiaron ocho coriotopos y en cada uno de estos se tomarán tres réplicas.

**Hojarasca:** Con ayuda de una red Surber se colectó la hojarasca en corriente lenta (HCL) y rápida (HCR), una porción equivalente a 1L, la cual se secó al aire libre durante dos días y luego en estufa Memmert a 108°C durante dos horas, el peso máximo fue 63.2 g y el mínimo 34.2 g, con un promedio de 41 g.

**Piedra:** La colecta realizó manualmente con dos personas entrenadas, durante diez minutos y se realizó en corriente lenta (PCL) y rápida (PCR), las piedras analizadas tenían entre 18 y 23 cm de largo y de 10 –15 cm de ancho.

**Gravilla:** Se muestreó en corriente lenta (GCL) y rápida (GCR) haciendo un barrido con una red Surber de 0.09 m<sup>2</sup>, durante cinco minutos, luego se realizó una pesquisa del material colectado.

**Sedimento:** Se muestreo en corriente lenta (SCL) y rápida (SCR) utilizando el tubo Ruemmer de 0.1 m de diámetro y 0.5 m de alto, el cual se enterró 0.15 m en el sedimento.

El coriotopo macrófita no se analizó por estar ausente durante los meses de estudio.

El material biológico colectado en los diferentes coriotopos se separó en ninfas inmaduras (pequeñas) y preemergentes (grandes), las primeras se conservaron en campo en alcohol etílico al 70% y las últimas se mantuvieron vivas y se transportaron al laboratorio en viales plásticos a temperatura ambiente.

Para la captura de los adultos se montaron trampas de luz utilizando lámparas recargables Panasonic de luz blanca, las muestras se colectaron manualmente entre las 18:00 y las 20:30 horas, teniendo en cuenta que la actividad de los adultos es principalmente nocturna (Zúñiga *et al.* 2003). Los especímenes se conservaron por separado en frascos de alcohol etílico al 70%, adicionalmente se revisaron piedras, troncos y riberas del lecho para buscar ninfas que se encontraran en proceso de emergencia.

## **5.2 FASE DE LABORATORIO**

### **5.2.1 CRÍA DE NINFAS Y ASOCIACIÓN CON EL ESTADO ADULTO**

Se llevó a cabo en la estación experimental de San Lorenzo, donde las ninfas preemergentes se transportaron por separado a las cámaras de crianza, construidas con vasos de icopor de un diámetro de 11 cm y una altura de 20 cm, constan de una malla (ojo de 500  $\mu$ m) en la parte superior que sirve para evitar la salida de los organismos cuando emerjan, además cuentan con aperturas laterales cubiertas por mallas que permiten el flujo continuo de agua, éstas cámaras fueron instaladas en el sistema de vasos de acuario (Fig. 2).

El sistema de cría de vasos de acuario, modificado, constó de tres piscinas consecutivas y escalonadas las cuales terminaron en canales con una inclinación

aproximada de 45 grados lo cual permitió la caída de agua, simulando pequeñas cascadas, con el fin de producir un aumento en la velocidad de flujo y oxigenar el agua (Fig. 3), la cual se mantuvo a una temperatura de  $13 \pm 2$  °C, con aireación constante y fotoperiodo de 12 horas de luz, las dimensiones de cada pecera fueron las siguientes:

Alto: 0.25 m      largo: 0.6 m      Ancho: 0.5 m.



Figura 2. Cámara de crianza





Figura 3. Sistema de cría adaptado: vasos de acuario

### **5.2.2 Identificación de las morfo especies**

En el laboratorio de Microbiología de la Universidad del Magdalena se realizó una descripción morfológica de las ninfas donde se separaron los organismos por morfo especies, teniendo en cuenta la forma y coloración de las manchas del pronoto y cabeza, la disposición de las espinas y tricomas en el fémur de la primera pata y la longitud de las ninfas preemergentes.

Posteriormente se separaron en frascos previamente rotulados de acuerdo con los coriotopos, estaciones y morfo especies para los correspondientes conteos; los organismos que no se lograron identificar con su morfo especie correspondiente, no se tuvieron en cuenta. La identificación de los adultos se realizó en Universidad del Valle, Santiago de Cali, con la tutoría de la profesora Maria Del Carmen Zúñiga de Cardozo, utilizando las claves y descripciones de Stark (1995), Stark, *et al.* (1999). Zúñiga & Stark (2002), Maldonado, *et al.* (2002), Stark & Zúñiga (2003) y Zúñiga *et al.* (2004).

### **5.2.3 Análisis del contenido estomacal**

Siguiendo la metodología de Froehlinch & Oliviera (1997) y Dorvillé & Froehlinch (2001), se tomaron cinco ejemplares por morfo especie de las ninfas jóvenes y maduras, a las cuales se le hizo un estudio del contenido estomacal. Para este fin se realizó la extracción del estómago y luego se fragmentó sobre una superficie de glicerina para ser analizado al microscopio, donde se separó en detritos, fragmentos de plantas, animales, hongos y microalgas.

## 6. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se utilizó la estadística descriptiva para conocer la distribución de los morfo especies en los coriotopos y la distribución de las morfo especies durante los meses de estudio.

Los coriotopos de las estaciones se clasificaron a partir de la abundancia de cada una de los morfo especies usando el índice de Bray & Curtis del subprograma CLUSTER del paquete estadístico PRIMER 5.2.2, para evaluar la similaridad entre los coriotopos estudiados y entre los meses de estudio.

Para conocer la afinidad de las morfo especies por los coriotopos, se realizó un análisis de correspondencia simple, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 10.0 para windows.

El contenido estomacal se analizó cualitativamente según la porción que ocupaba en el estómago, y se agruparon en cuatro categorías: hongos, fragmentos de plantas, microalgas y animales, además se compararon descriptivamente las variaciones de éstos contenidos entre las ninfas jóvenes y maduras.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA E HIDROLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La parte alta del río Gaira presenta un régimen pluviométrico monomodal, donde los periodos de lluvia se inician el mes de abril y finalizan en noviembre, seguido de la época seca que comprende de diciembre a marzo, de acuerdo con el registro histórico (1982 - 2003) de las precipitaciones medias mensuales de la estación meteorológica San Lorenzo (Fig. 4).

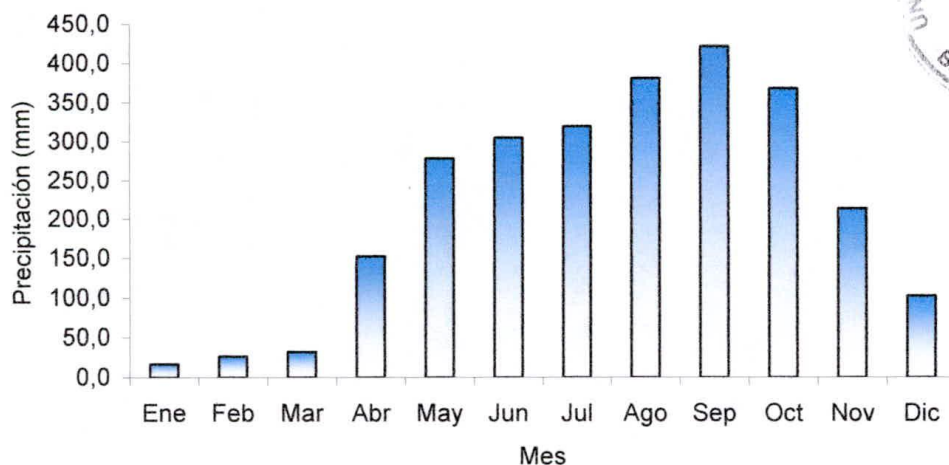


Figura 4. Variación pluviométrica en el sector de San Lorenzo, durante el ciclo hidrológico anual. Precipitación media mensual (1982-2003), Estación meteorológica San Lorenzo. Fuente: IDEAM.

La variación pluviométrica se evidenció con cambios en el lecho, durante los meses de abril y mayo se presentaron en los lechos seco y húmedo gran aporte de materia orgánica y presencia de algas filamentosas asociadas a piedras y guijarros de las zonas ribereñas, evidenciando estabilidad del nivel del agua, mientras que en los meses de junio a septiembre, los lechos presentaron poca materia orgánica, compuesta principalmente por hojas recién caídas, aguas turbias y aumento del lecho húmedo.

En la Estación la Cascada se observó el aumento de la velocidad y caudal del río en el mes de agosto, consecuentes al aumento pluviométrico en la zona (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de aforo de la estación la Cascada. Fuente: Grupo de Investigación en Cuenclas y Humedales Tropicales (G.I.C.H.T).

<b>Aforos</b>	<b>Datos hidrológicos</b>			
	Ancho (m)	Área sección (m <sup>2</sup> )	Vel. media (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
4 de abril del 2004	3,5	0,492	0,241	<b>0,118</b>
8 de agosto del 2004	3,5	0,77	0,626	<b>0,482</b>

La caracterización fisicoquímica del agua se realizó en el mes de abril del 2004, refleja que son aguas oligotróficas, poco mineralizadas, con un sistema buffer estable, oxigenadas, con altos valores de DQO y de sólidos (suspendidos y totales); estos dos últimos parámetros presentaron valores atípicos, que pueden estar relacionados con el efecto de las lluvias presentadas durante el muestreo (Tabla 2; Anexo 1).

Tabla 2. Algunos parámetros fisicoquímicos tomados en la estación La Cascada (1560 m.s.n.m.). Fuente: G.I.C.H.T.

PARÁMETRO	VALOR
pH	6.69
Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	12.5
Oxígeno (mg/L)	6.9
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	16.6

## 7.2 COMPOSICIÓN DEL ORDEN PLECOPTERA

Todos los ejemplares inmaduros y adultos colectados corresponden al Género *Anacroneuria*, Familia Perlidae. Durante los seis meses de muestreo (abril-septiembre del 2004) se colectaron en los sitios establecidos para el estudio 114 ninfas y 20 adultos del género en referencia.

Las ninfas pertenecen a cuatro morfo especies siendo *A. sp. Y* la morfo más abundante con el 49.2%, seguido por *A. sp. W* con el 23.7%, *A. sp. X* tuvo una

ocurrencia del 22.8% y *A. sp. Z* con el 4.3% (Fig. 4), evidenciando una fuerte dominancia por *A. sp. Y*, durante los cuatro primeros muestreos (Fig 5).

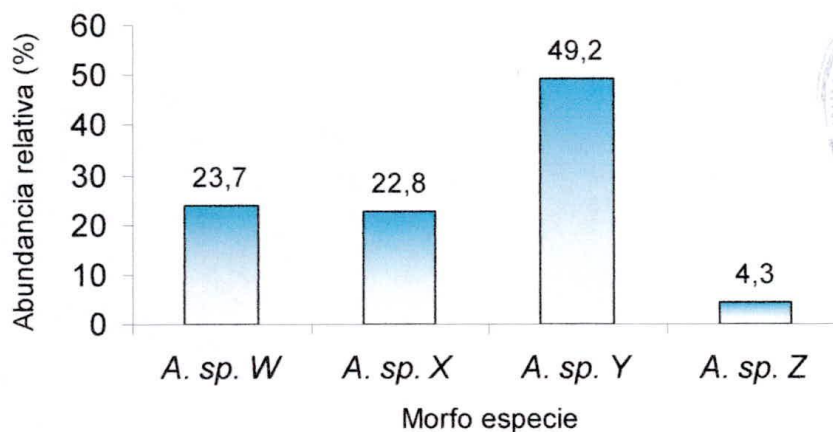


Figura 5. Composición y abundancia relativa de las ninfas del género *Anacroneuria* en la estación La Cascada.

La Tabla 3 resume la composición de los adultos encontrados durante los muestreos. La confirmación e identificación definitiva aún se encuentran en estudio.

Tabla 3. Composición y abundancia de los adultos en la Estación Quebrada San Lorenzo. Cf: putativa; M: macho y H: hembra

ESPECIES	MUESTREOS										
	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	
<i>Anacroneuria marta</i>	3		3		3						
<i>Anacroneuria cf. marta</i>							1		1		
<i>Anacroneuria sp.1</i>		2		3		3					
<i>Anacroneuria sp. 2</i>		1									

Los adultos machos colectados con trampa de luz, corresponden básicamente a *Anacroneuria marta*, y las hembras no asociadas con ninguna especie conocida, corresponden a dos morfos, donde predominó *A. sp.1*. Con la información disponible *A. marta* es una especie endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, la cual se ha reportado para el pie de monte en el río Don Diego y la parte media del río Gaira (Zúñiga *et al.* 2004), por tal razón su presencia en la parte alta del río Gaira se convierte en un nuevo registro de distribución para la zona.

### 7.3 DESCRIPCIONES DE LAS MORFO ESPECIES

A continuación se describen las ninfas de las morfo especies reportadas en el estudio.

#### ***Anacroneuria. sp. W***

**Cabeza:** Mancha marrón oscura delante de los *ocelli*, excepto por una gran mancha clara en forma de "M", dos pequeñas manchas ovaladas delante de la mancha en forma de "M", *ocelli* grandes (Fig. 6a).



**Tórax:** Pronoto marrón oscuro ovalado, con manchas claras, asimétricas y dispersas hacia las zonas marginales o laterales. Tres bandas delgadas longitudinal en posición media dorsal. Fémur de la pata derecha anterior alargado, cubierto de pelos, salvo una banda longitudinal central. Hilera de pequeñas espinas que se extienden desde la base axial anterior hasta el borde superior. Primer tercio basal posterior, con una fila transversal de espinas cortas, seguidas de espinas largas y dispersas desde el borde externo hasta el extremo apical. Borde inferior del fémur con pelos largos desde la base axial hasta la parte articulada con la tibia (Fig. 6b).

**Abdomen:** Marrón claro en la parte dorsal, que aumenta su tonalidad en los dos últimos segmentos, con una mancha clara ovalada en posición media dorsal del último segmento abdominal (Fig. 6c). Con cercus donde los segmentos basales se proyectan con espinas, mientras en los segmentos apicales se proyectan con pelos (Fig. 6d-e).

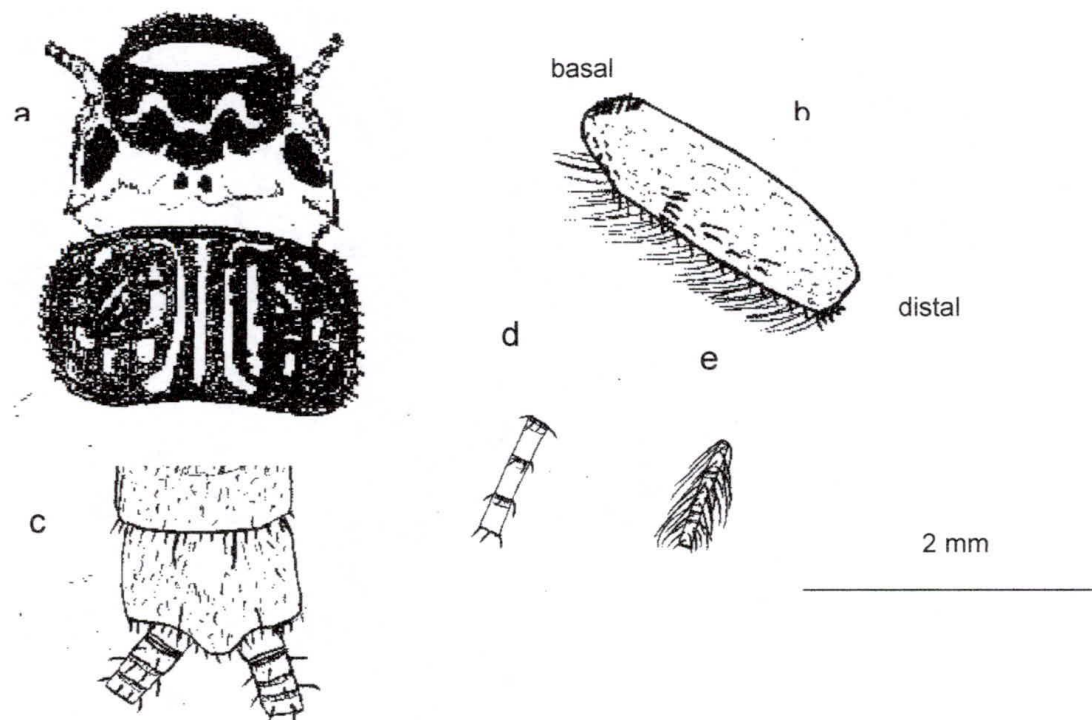


Figura 6. Características morfológicas de *Anacroneuria sp. W.* a. cabeza y pronoto; b. Fémur anterior derecho; c. Tergitos abdominales IX y X; d. Cercus derecho, parte media; e. Cercus derecho, parte terminal. Dibujado por los autores.

### ***Anacroneuria. sp. X***

**Cabeza:** Ocelli mediano, área marrón oscura delante de los ocelli, separado por una mancha clara poco evidente en forma de "M" (Fig. 7a).

**Tórax:** Pronoto marrón y ovalado con márgenes laterales más oscuros, en los cuales las bandas longitudinales delgadas son evidentes, manchas laterales difusas. Fémur de la pata anterior cubierto de pequeños pelos, salvo una delgada franja media longitudinal y de un área triangular ubicada en el primer tercio basal,

la cual se encuentra delimitada por una hilera de pequeñas espinas que se extienden de forma transversal desde la base y bordean el margen superior, también está delimitada en su borde distal por una hilera transversal de 7 espinas largas, seguidas de algunas espinas medianas dispersas. Con pelos largos que cubre un poco más de la mitad (menos de las 2/3 partes) del borde inferior del fémur (Fig. 7c).

**Abdomen:** dorsalmente es marrón oscuro. En el último segmento abdominal aumenta la tonalidad (Fig. 7b), con cercus, donde los segmentos basales se proyectan con espinas, mientras que en los segmentos apicales se proyectan con pelos (Fig. 7d-e).

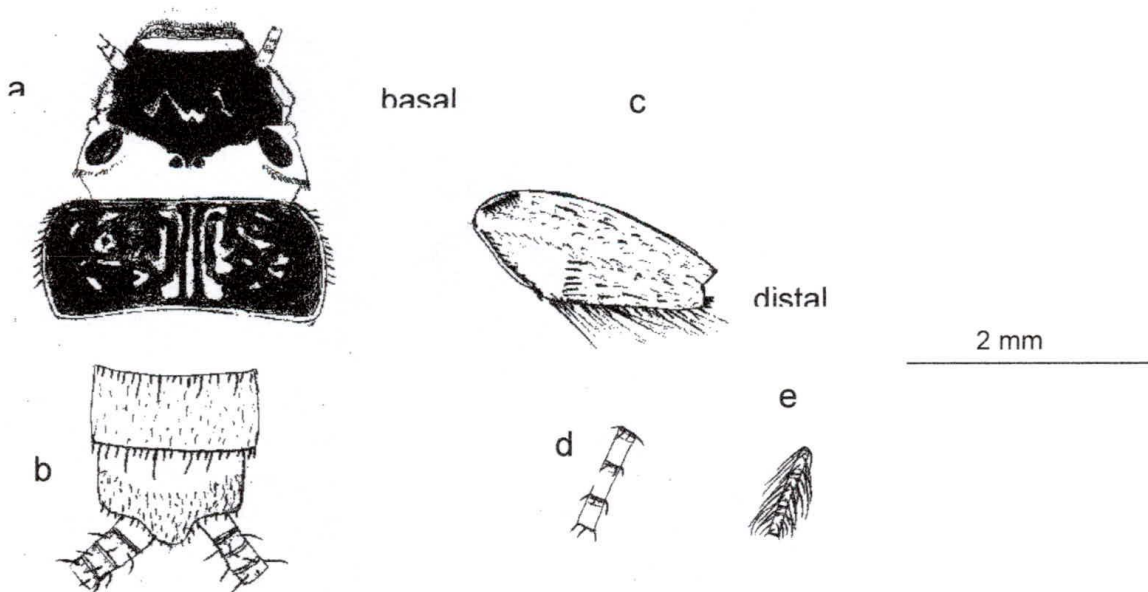


Figura 7. Características morfológicas de *Anacroneuria* sp. X. a. cabeza y pronoto; b. tergitos abdominales IX y X; c. Fémur anterior derecho; d. Cercus derecho, parte media; e. cercus derecho, parte terminal. Dibujado por los autores.

### ***Anacroneuria. sp. Y***

**Cabeza:** Ocelli pequeños; área marrón oscura a nivel de los ocelli, separado por una mancha clara poco evidente en forma de "M" (Fig. 8a).

**Tórax:** Pronoto marrón y ovalado con márgenes laterales de igual tonalidad. Con bandas longitudinales delgadas y manchas dispersas con las partes laterales difusas. Fémur de la pata anterior derecha cubierto totalmente de tricomas pequeños, excepto de un área triangular ubicada en el primer tercio basal, el cual se encuentra delimitada por una hilera de pequeñas espinas que se extienden desde la base y bordean el margen superior hasta el extremo apical junto a la articulación con la tibia, también está delimitada en su borde distal por una hilera transversal de 6 espinas largas. Posterior a ellas, en ambos lados del fémur se encuentran dispersas varias hileras de espinas medianas. Borde inferior del fémur con tricomas largos que comienzan desde la mitad hasta la parte articulada con la tibia. Los pelos cubren las 2/3 partes de la longitud total de la base inferior del fémur (Fig. 8b).

**Abdomen:** Dorsalmente marrón oscuro. Con el último segmento abdominal más oscuro que el anterior (Fig. 8c). Con cercus donde los segmentos basales se proyectan con espinas, mientras en los segmentos apicales se proyectan con tricomas (Fig. 8d-e).

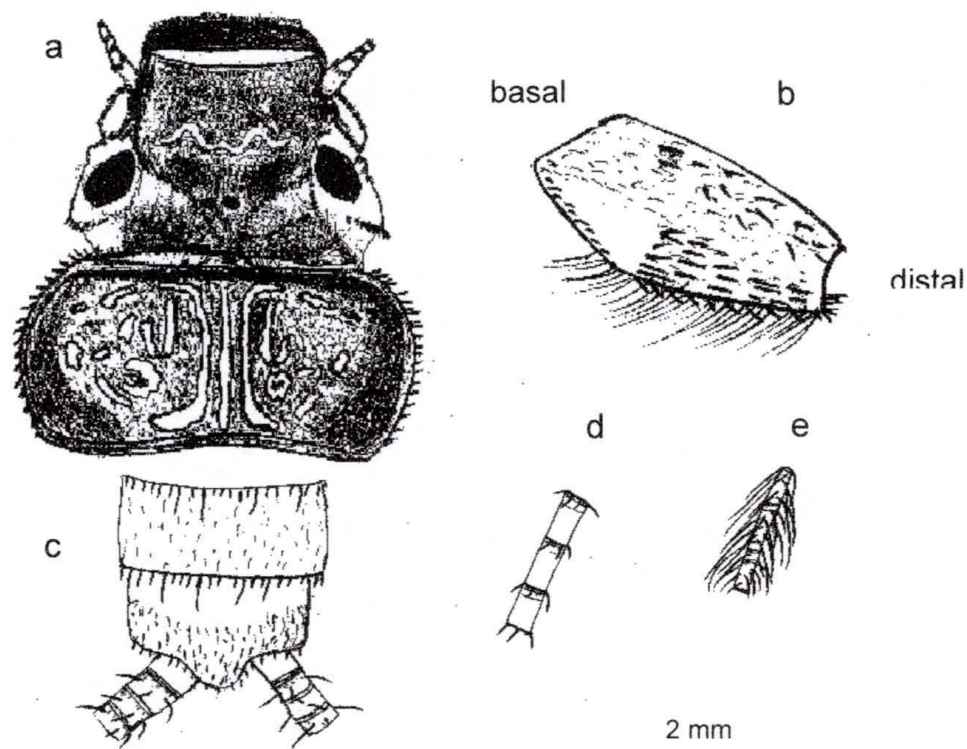


Figura 8. Características morfológicas de *Anacroneuria sp. Y.* a. cabeza y pronoto; b. Fémur anterior derecho; c. Tergitos abdominales IX y X; d. Cercus derecho, parte media; e. Cercus derecho, parte terminal. Dibujado por los autores.

### ***Anacroneuria sp. Z***

#### **Ninfa**

**Cabeza:** Ocelli medianos; área marrón oscura a hasta la parte posterior de los ocelli, separado por una mancha clara evidente en forma de "M" (Fig. 9a).

**Tórax:** Pronoto marrón y ovalado con márgenes laterales más oscuros. Pronoto con bandas longitudinales delgadas y claras. Fémur de la pata anterior derecha cubierto totalmente salvo excepto una delgada franja media longitudinal de

tricomas y un área triangular ubicada en el primer tercio basal. Borde inferior del fémur con tricomas largos que comienzan desde hasta la parte articulada con la tibia. Los pelos cubren entre 1/2 y 2/3 partes de la longitud total de la base inferior del fémur (Fig. 9b).

**Abdomen:** Dorsalmente marrón oscuro. Con el último segmento abdominal más oscuro que el anterior (Fig. 9c). Con cercus donde los segmentos basales se proyectan espinas, mientras en los segmentos apicales se proyectan pelos (Fig. 9d-e).

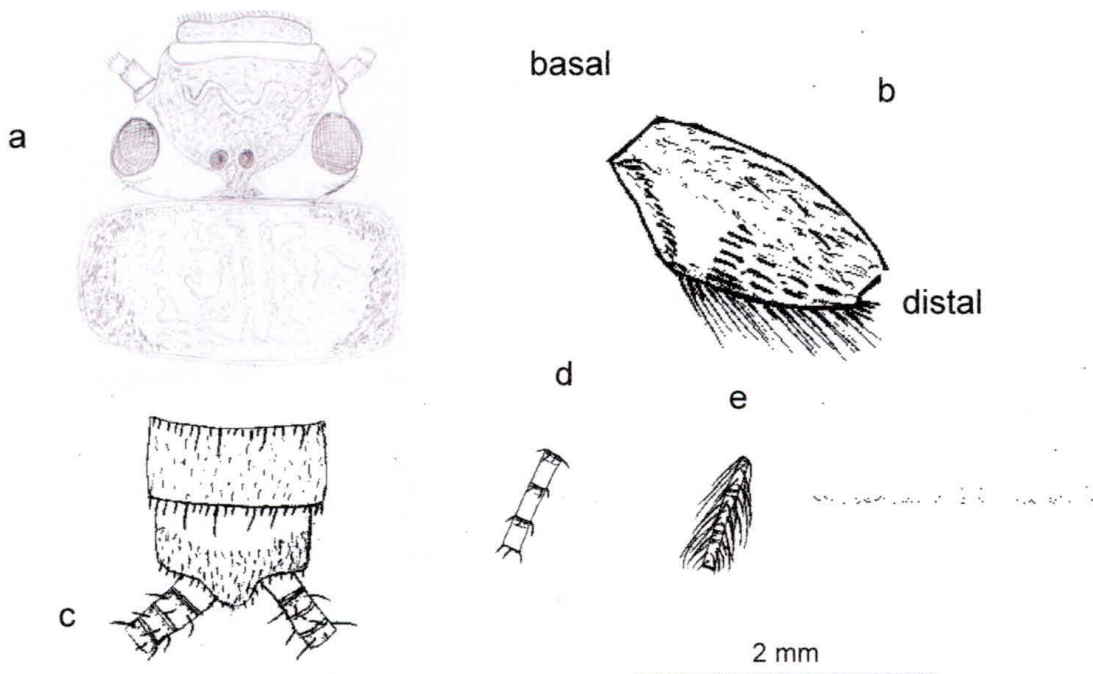


Figura 9. Características morfológicas de *Anacroneuria* sp. Z. a. cabeza y pronoto; b. Fémur anterior derecho; c. Tergitos abdominales IX y X; d. Cercus derecho, parte media; e. Cercus derecho, parte terminal. Dibujado por los autores.

#### 7.4 ASOCIACIÓN NINFA – ADULTO

Los organismos colectados para la cría, se caracterizaron por tener longitudes mayores de 10 mm y heterotecas oscuras y/o abultadas, de las 62 ninfas utilizadas para el bioensayo, se lograron criar seis, las cuales duraron entre 1 – 30 días para emerger y corresponden a un macho y cinco hembras. Estas no fueron asociadas con las especies conocidas, ni con las colectadas con la trampa de luz.

La temperatura parece ser el factor que más influyó en la cría de los Plecópteros, ya que cuando se trabajó con una pecera la temperatura del agua aumentó drásticamente provocando muertes masivas de los organismos, mientras que cuando se instalaron las tres peceras, la temperatura no superó 2°C con relación a la del ambiente y el tiempo de sobrevivencia aumentó

Por lo anterior, se recomienda realizar los ensayos de crianza en el mismo lecho del río o cerca al mismo, ya que el transporte de los organismos causa estrés y aumento en la temperatura del agua, aumentando la mortalidad de los Plecópteros.

#### 7.4.1 Descripción del Adulto Asociado

La ninfa corresponde a *A. sp. W* (Fig. 7), el adulto ♂ (Fig. 10), emergió en condiciones de laboratorio, las descripciones de la genitalia y el *esternum*, se encuentran en proceso de estudio.

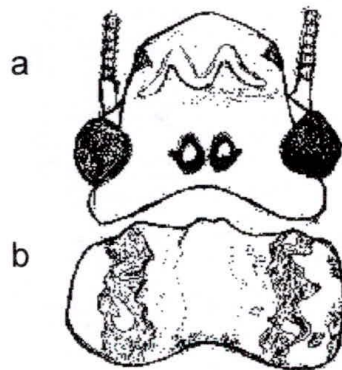


Figura 10. Características morfológicas del adulto asociado. a. cabeza; b, pronoto.

**Cabeza:** Color café claro, con una mancha en forma de "M" arriba de los *ocelli*, *ocelli* grandes, manchas oscuras o "lapets" en la base de las antenas (Fig. 10a).

**Pronoto:** Dos bandas longitudinales café oscuro en posición medio lateral, pronoto ovalado con invaginación en la parte media inferior (Fig. 10b).

**Longitud del ala anterior:** 12.1 mm



## 7.5 VARIACIÓN TEMPORAL DE LAS NINFAS DEL GÉNERO *Anacroneuria*

Durante los meses de abril a junio *A. sp. Y*, la morfo especie dominante, mostró un incremento gradual de su abundancia, seguido de un descenso en los meses de agosto y septiembre, que coincide con el aumento de las precipitaciones locales en estos meses (Fig. 4 y 5). *A. sp. W* y *A. sp. X* presentaron una abundancia baja y estable durante la mayoría de los meses de estudio, con excepción de los meses de mayo y agosto, en los cuales no se reportan las morfo especies *W* y *X* respectivamente; *A. sp. Z* solo se presentó en los meses de julio y septiembre y con abundancias muy bajas de 2 y 3 individuos (Fig. 11).

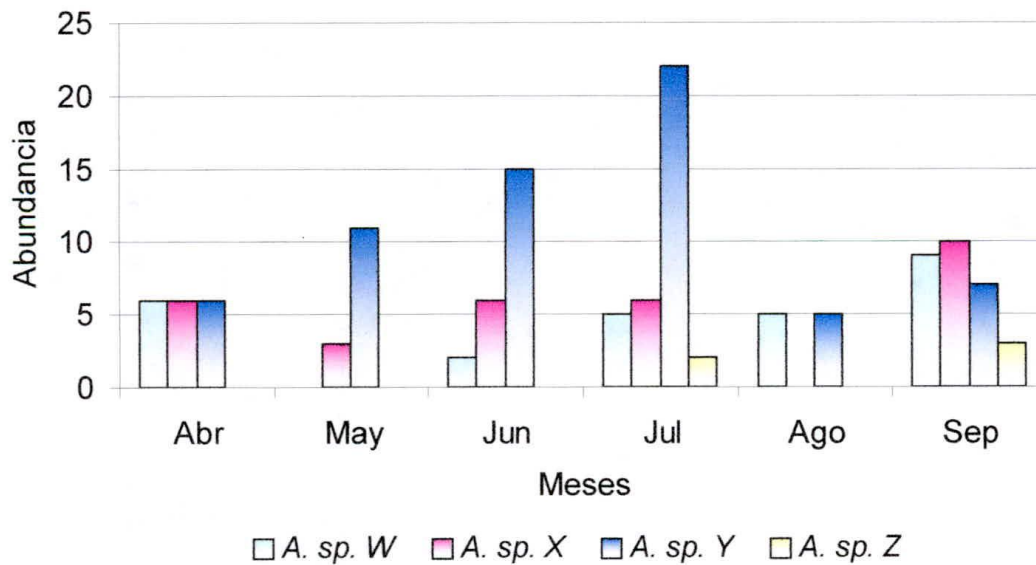


Figura 11. Abundancias de las morfo especies durante los meses de muestreo.

Durante el mes de agosto, en la parte alta de la cuenca del río Gaira se presentaron precipitaciones de altas intensidades y amplios periodos de retorno, lo que provocó erosión de la cuenca, arrastre de material alóctono y aumento del nivel de agua que modificó las condiciones físicas del lecho, y alteró la abundancia del género *Anacroneuria*, en especial de *A. sp.* Y, aunque se observa una rápida recuperación de la comunidad de Plecópteros durante el mes de septiembre.

El mes de mayo, corresponde al inicio de las precipitaciones para la zona, este cambio de las condiciones climáticas, produjo modificaciones en el lecho, lo que causó en la comunidad de Plecópteros una disminución en las abundancias. Los meses de junio y julio corresponden a la época de estabilidad pluviométrica para la zona, esto permite que las condiciones del lecho permanezcan constantes favoreciendo a la comunidad de Plecópteros, la cual mostró un pico de abundancia en los coriotopos HCL, GCR, GCL, PCR y PCL (Fig. 12) en el mes de julio; seguida de una disminución de la abundancia en todos los coriotopos con excepción a PCL, debido a las precipitaciones de altas intensidades ocurridas a finales del mes de julio. El ascenso de las abundancias en el mes de septiembre demuestra que los Plecópteros son organismos que se reponen fácilmente a los disturbios.



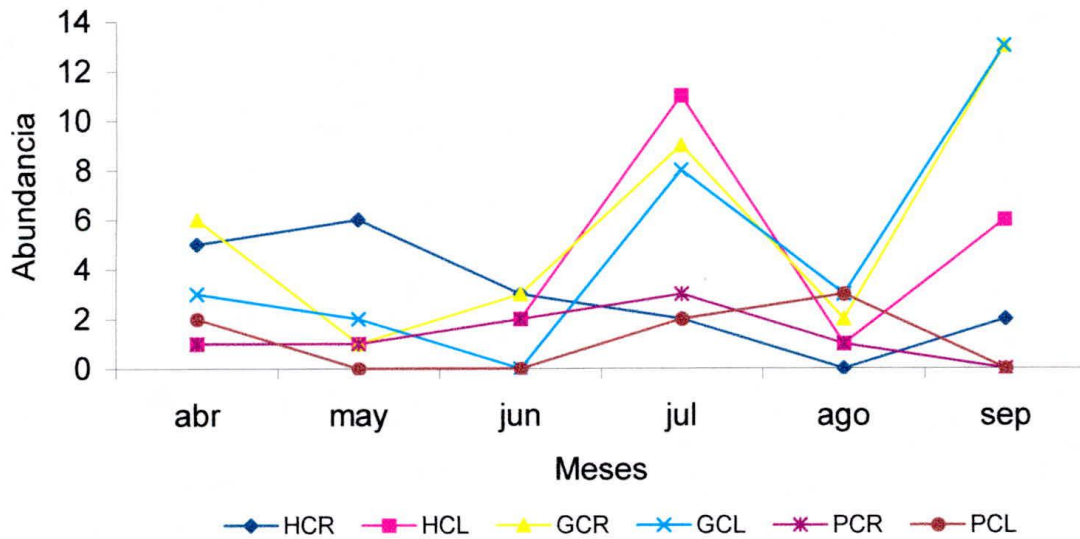
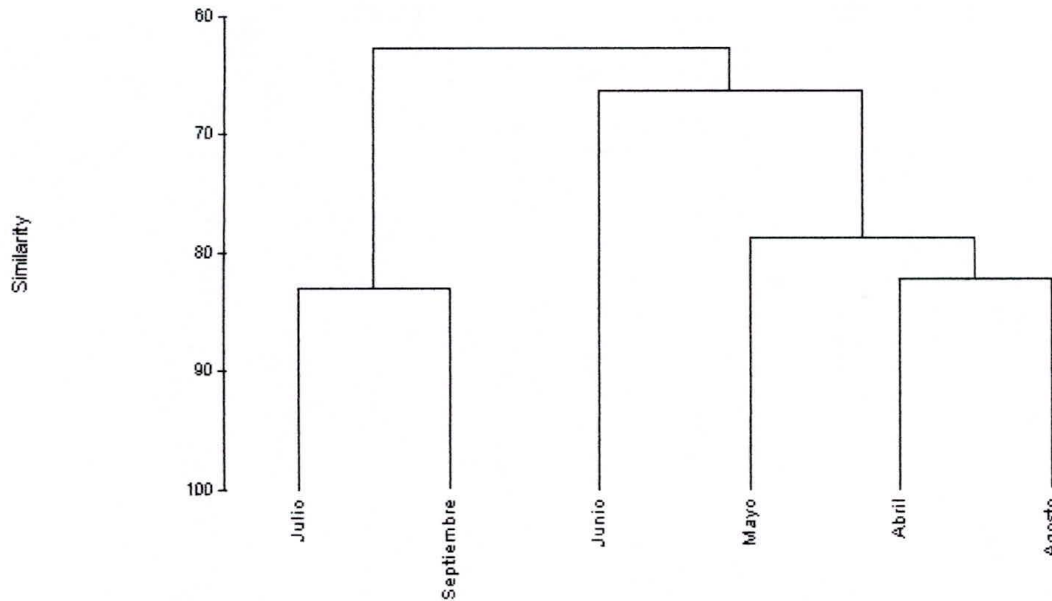


Figura 12. Variación temporal de las abundancias del género *Anacroneturia* por coriotopo.

La tendencia del coriotopo HCR es a disminuir desde el mes de junio, debido a que es un sustrato muy inestable y es arrastrado con facilidad por la corriente, la cual aumenta debido al incremento de las precipitaciones, por lo tanto los organismos que habitan en este sustrato derivan con facilidad, lo contrario ocurrió en la GCR, donde se observó un rápido incremento de las abundancias durante los meses de estabilidad pluviométrica, debido a las migraciones al ambiente hiporreico en búsqueda de un sustrato estable.



Fi

gura 13. Dendrograma de similaridad de abundancias durante los meses de estudio

El dendrograma de similaridad (Fig. 13) muestra que los meses de abril, mayo y agosto son similares respecto a su abundancia, debido a que en estos meses (mayo y agosto) se presentaron los cambios de precipitación más importantes de los meses de estudio, provocando modificaciones en el hábitat de los Plecópteros y por ende una disminución en su abundancia, el mes de junio corresponde a una época de estabilidad pluviométrica, evidenciado el poco cambio de las abundancias de las morfo especies, mientras que los meses de julio y septiembre, corresponden a los momentos donde se observa una recuperación de la comunidad de Plecópteros, que es posterior a los disturbios producidos por las fuertes lluvias.

Los Plecópteros se encuentran sujetos a los cambios pluviométricos, los cuales disminuyen su abundancia en las épocas de cambio de precipitaciones y presentan una recuperación rápida en los periodos de estabilidad.

## 7.6 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS NINFAS DEL GÉNERO *Anacroneuria*

El coriotopo de mayor preferencia por las ninfas del género *Anacroneuria* es GCR, con una abundancia relativa del 26.1% en el cual se presentaron todas las morfo especies con abundancias similares, con excepción a *A. sp. Z*, seguido por GCL y HCL, con el 21 y 19.3% respectivamente, mientras que la piedra es el coriotopo de menor preferencia para las morfo especies del género tipificado en este estudio. Esto es similar a lo encontrado por Tamaris-Turizo & Turizo (2004) en la parte media del río Gaira, pero difiere de lo encontrado por Ballesteros (2004) en el río Riofrío, en el Valle del Cauca, donde se reporta la mayor abundancia en el coriotopo hojarasca, seguido por la piedra y la gravilla, para las especies de *Anacroneuria* colectadas (*A. anchicaya*, *A. caraca*, *A. cordillera* y *A. portilla*).

Esta tendencia se debe a que la gravilla es un sustrato muy estable que ofrece refugio, protección y disponibilidad de alimento a los Plecópteros, en contraste con la piedra, aunque ofrece un *biofilm* adecuado para la alimentación de raspadores, es fácilmente lavado en las épocas de lluvia, así como la HCR, la cual es fácilmente arrastrada con el aumento de las precipitaciones.

*A. sp. Y* es la morfo especie que domina en todos los coriotopos, con excepción a la GCR, donde presentó la tercera mayor abundancia, siendo la especie con mayor distribución y abundancia entre los coriotopos. *A. sp. W* fue la morfo especie más abundante en el coriotipo GCR y el segundo con mayor abundancia en GCL, además el 70% de estos organismos se presentaron en este coriotipo. *A. sp. X* es la segunda morfo especie de mayor abundancia y se presenta en los coriotopos HCR, HCL, GCR, GCL y PCR, mientras que *A. sp. Z* solo se presentó en GCR, GCL y HCL y con las menores abundancias (Fig 14 y 15).

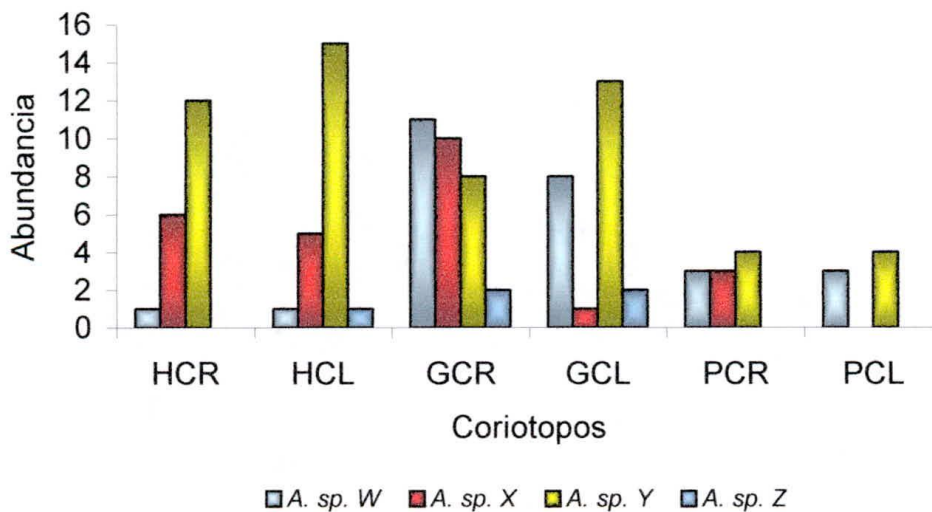


Figura 14. Abundancia de las morfo especies en los coriotopos.

La ausencia de los Plecópteros durante las pesquisas realizadas en los meses de estudio en el coriotopo sedimento, se encuentra asociada con los pocos organismos que habitan este coriotopo y que sirven de alimento a la comunidad de Plecópteros como lo observaron Dorvillé & Froehlich (2001) en *Kempnyia tijucana* y Ballesteros (2004) y Rincón (2002) en el género *Anacroneuria*.

Los coriotopos más similares en cuanto en abundancia son GCR y GCL, así como HCL, estos microhábitats conforman el primer grupo y presentaron las mayores abundancias durante el periodo de estudio, donde los Plecópteros aumentaron su población con la estabilidad hidrológica, además se presentaron descensos similares ocasionados por los cambios drásticos y eventos catastróficos, que resultaron de las altas precipitaciones. Los coriotopos PCL, PCR y HCR conforman un segundo grupo por ser los microhábitats que presentaron bajas abundancias en todos los muestreos, y se caracterizó por mostrar un descenso gradual con la temporada de lluvias (Fig. 15).

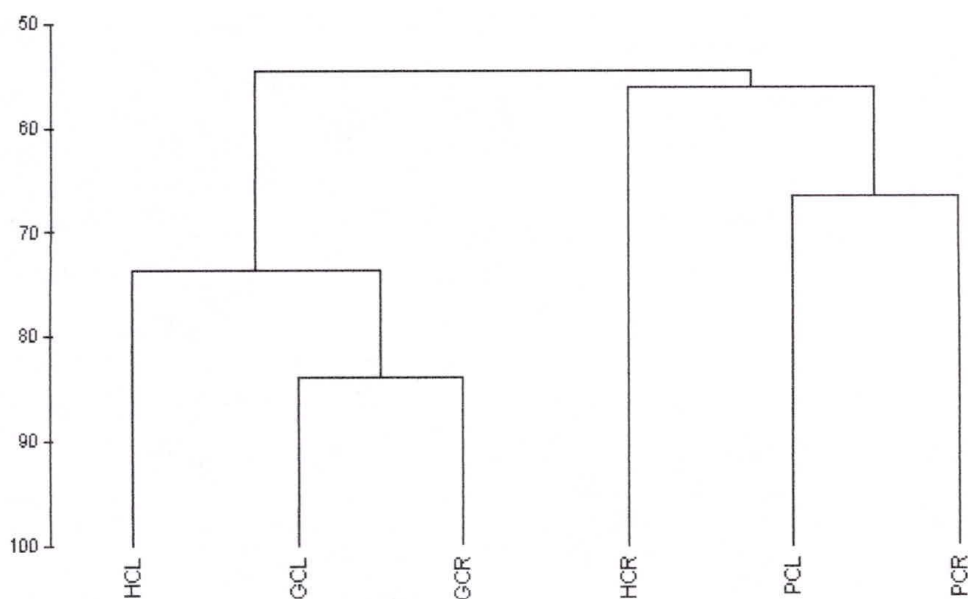


Figura 15. Dendrograma de similitud entre las abundancias de los coriotopos.

En la figura 16 se representan la asociación entre los coriotopos las morfo especies, teniendo en cuenta los dos primeros planos factoriales (eje o factores), ya que estos recogen la mayor parte de la inercia (92%) de la nube de datos (Anexo 2). La morfo especie *A. sp. W* se encuentra muy relacionada directamente con el coriotopo GCL e inversamente con la GCR, *A. sp. X* se relaciona solo con la GCR, la morfo especie *A. sp. Y* se encuentra muy asociada con los coriotopos HCL y HCR, y con menor fuerza con la GCL. La morfo especie *A. sp. Z* no se relaciona con ninguno de los coriotopos, al igual que los coriotopos PCR y PCL, no se relacionan con ninguna morfo especie por tener poca inercia en los planos factoriales representadas.



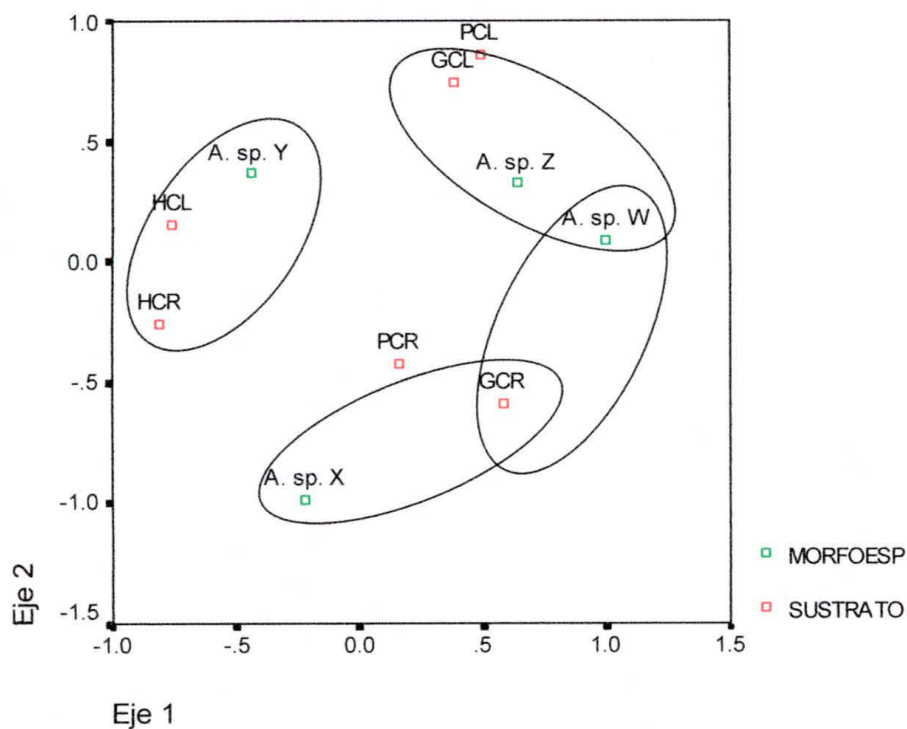


Figura 16. Análisis de Correspondencia Simple (representado en los dos primeros planos factoriales) entre las morfo especies y coriotosos.

## 7.7 HÁBITOS ALIMENTICIOS

*Anacroneuria sp. Z* no se tuvo en cuenta para este análisis debido a la baja abundancia que presentó en el estudio.

El contenido estomacal de las tres morfo especies analizadas, muestra que poseen en general, la misma dieta, la cual se caracteriza por ser muy variada y se encuentra representada principalmente por ninfas de efemerópteros, dípteros y odonatos, fragmentos de plantas, microalgas, detritus, hifas y conidias (Tablas 4 y 5) (Fig. 17) (Anexo 3); pero con tendencia carnívora, debido a que los restos

animales ocuparon mayor parte del contenido estomacal en los organismos analizados. Por su parte, la presencia de detritus, fragmentos de plantas, hongos y microalgas pueden estar relacionada con los *ítems* consumidos por la presa, y el coriotopo en los cuales habitan como ha sido registrado para la familia Perlidae y en especial para *Kempnyia tijucana* por Dorvillé & Froehlich (2001), Froehlich & Oliviera (1997) y para Las ninfas inmaduras del género *Anacroneuria* por Roback (1966) citado por Stewart & Stark (2002).

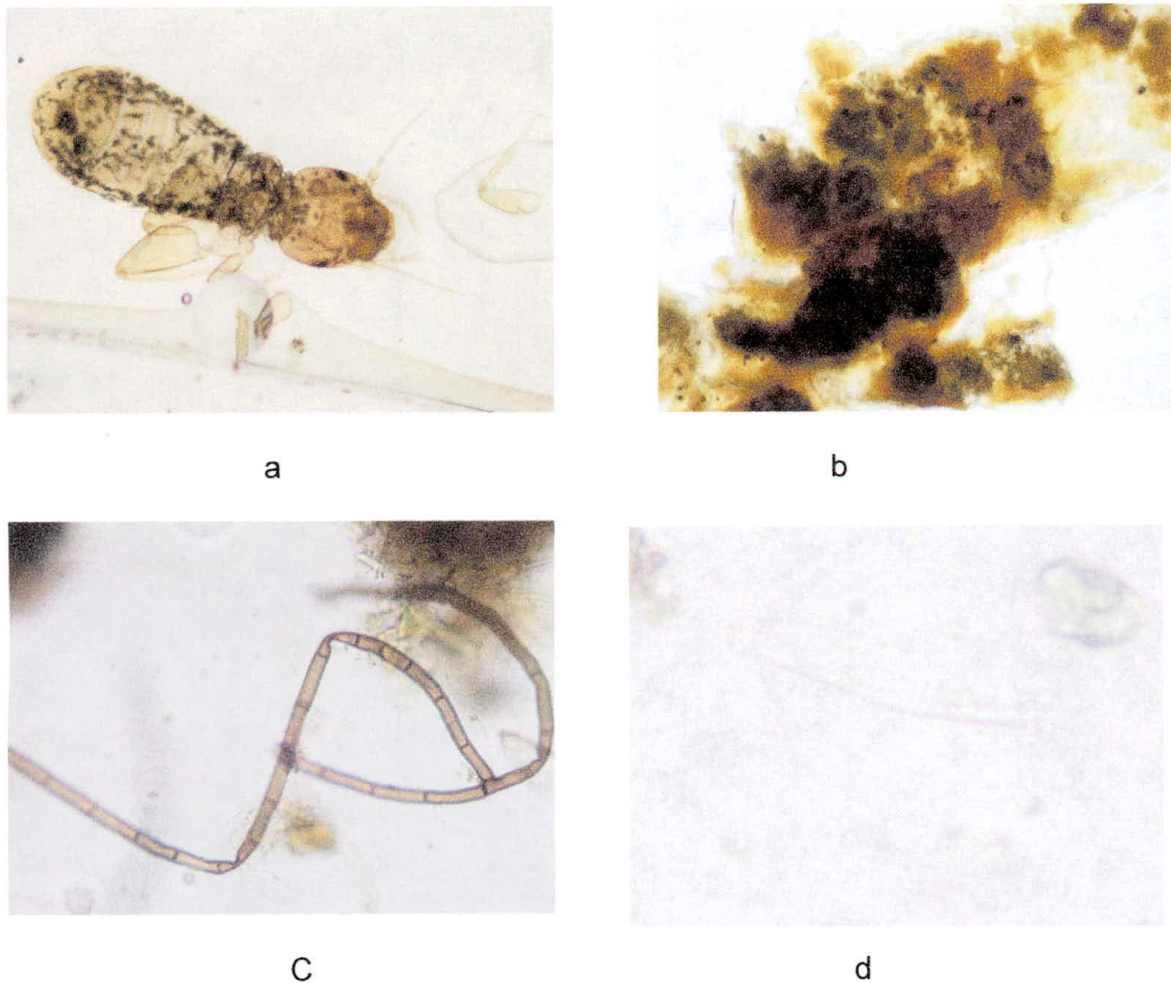


Figura 17. Algunos de los ítems encontrados los estómagos de las ninfas del género *Anacroneuria* analizados. a: larva de Odonato (10X), b: detritus (10X), c: hifa (40X) y d: microalga (Diatomea) (40X).

Las ninfas inmaduras del género *Anacroneuria* poseen una dieta muy variada, compuesta principalmente por dípteros (simúlidos y quironómidos), debido a que en sus estadios juveniles, capturan organismos de tallas que puedan consumir y que sean fáciles de predar, eso posiblemente justifica la ausencia de efemerópteros en los Plecópteros juveniles analizados (Tabla 4).

Tabla 4. Contenido estomacal de las ninfas juveniles de *Anacroneuria* colectados en la estación la Cascada (Presente:+ ; común: ++; abundante: +++).

Morfo especie	Animal		Hongos		Microalgas	Fragmento de hojas	Detritus
	Ephemeroptera	Díptera	Hifas	Conidias			
<i>A. sp. W</i>		+++	+	+	++		+
<i>A. sp. X</i>		+++		+	++	+	++
<i>A. sp. Y</i>		++		+	++		++

Las ninfas grandes guardan la misma composición de la dieta de las ninfas pequeñas, a diferencia que las ninfas maduras incluyen en su dieta a los efemerópteros y en un organismo analizado se encontró un Odonato (Tabla 5).

Tabla 5. Contenido estomacal de ninfas maduras de *Anacroneuria* colectados en la estación la Cascada (Presente:+ ; común: ++; abundante: +++).

Morfo especie	Animal		Hongos		Microalgas	Fragmento de hojas	Detritus
	Ephemeroptera	Díptera	Hifas	Conidias			
<i>A. sp. W</i>	+++	++	+		++	+	++
<i>A. sp. X</i>	+++	++	+	+	++		++
<i>A. sp. Y</i>		+++	+		++		++

Los organismos del género *Anacroneuria*, tienen características morfológicas que justifican los hábitos descritos, como son un aparato bucal (mandíbulas y maxilas) con alto desarrollo, estómago poco extenso y ojos grandes, además de ser buenos caminadores.

Sin embargo no se puede deducir el rol alimenticio o presentar grupos funcionales basados en el estudio de unas pocas especies, así como inferir los hábitats de las especies desconocidas o la posición de un género fundamentado en el estudio de sus congéneros (Merritt & Cummins, 1984)

Los estudios de análisis de contenido estomacal que se han realizado para los Plecoptera en Sudamérica no incluyen organismos del género *Anacroneuria*. El presente trabajo es el primero respecto al análisis de contenido estomacal para el Género *Anacroneuria* en Colombia.

## 8. CONCLUSIONES

En la cuenca alta del río Gaira - Estación La Cascada, se colectaron ninfas pertenecientes a cuatro morfo especies del género *Anacroneuria*, identificadas provisionalmente como *A. sp. W*, *A. sp. X*, *A. sp. Y* y *A. sp. Z*. La morfo especie más abundante fue *A. sp. Y*, la cual estuvo presente en todos los coriotopos y meses de muestreo. La de menor presencia fue *A. sp. Z*.

La morfo especie *A. sp. Y*. Corresponde a c.f. *A. caraca*, cuya confirmación dependerá de la cría y asociación de un macho. La población de ésta especie en la parte alta del río Gaira presenta similitud en los patrones de coloración de la cabeza y pronoto y caracteres del fémur con la descripción de Stark, 1995 y las asociaciones hechas por Ballesteros, 2004; aunque difieren del tamaño de los *ocelli* y la longitud total del cuerpo.

El sistema de cría adaptado fue adecuado para el proceso de emergencia y cría de individuos del cual emergieron seis organismos (cinco hembras y un macho) y se logró asociar una ninfa con su respectivo adulto.

Los adultos machos colectados en la cuenca alta del río Gaira corresponden a la especie *Anacroneuria marta* y las hembras a dos morfo especies no asociadas. *A. marta* es nuevo registro de distribución para la zona; la especie había sido descrita y reportada para la parte baja del río Don Diego y la cuenca media del río Gaira.

En el estudio se obtuvo la asociación ninfa – adulto de una especie que no corresponde a ninguna de las reportadas para la zona, y se encuentra en proceso de descripción y nominación, la ninfa de esta especie corresponde al morfotipo identificado como *Anacroneuria sp. X*. Otras asociaciones logradas corresponden a adultos hembras cuya identificación a nivel específico no es posible hasta tanto se obtenga la cría de su macho adulto correspondiente.

Con relación al hábitat, el coriotopo donde se presentaron las mayores abundancias fue la Gravilla de la corriente rápida (GCR), ya que es muy estable, ofrece refugio y alimento para los Plecópteros, además de buena oxigenación.

Los coriotopos Piedra en corriente rápida (PCR) y Piedra en corriente lenta (PCL), reportaron las abundancias más bajas durante todos los meses de estudio, debido a que el aumento de las lluvias lava las piedras y arrastra los organismos que viven sobre éstas.

Las abundancias encontradas en la hojarasca de corriente rápida (HCR) disminuyen con el aumento de las precipitaciones, esto se debe posiblemente al arrastre que sufre este coriotopo durante la época de lluvias.

En el coriotopo sedimento no se encontró durante los meses de muestreo ningún organismo asociado, esto está ligado a la inestabilidad del sustrato, baja asociación de organismos y los hábitos alimenticios de los Plecópteros.

Los análisis del contenido estomacal de las ninfas de *Anacroneturia* presentó una amplia variedad de alimento, entre ellos: restos de animales, hifas, conidias, fragmentos de plantas, detritus y microalgas.

Aunque entre las ninfas juveniles y maduras se observó una diferencia en los restos de animales consumidos, las primeras tienden a consumir quironómidos y simúlidos, mientras que las segundas incorporan a los Efemerópteros y Odonatos en su dieta. Siempre presentaron una tendencia carnívora.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es de importancia seguir con los ensayos de cría para lograr la identificación a nivel específico y la asociación ninfa - adulto de los morfo especies reportadas en la zona de estudio, con el fin de mejorar el conocimiento de la taxonomía, biología y ecología de los Plecópteros en la región Caribe.

Es necesario intensificar las colectas de adultos para obtener mayor información sobre la biodiversidad y distribución del Orden en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Para lograr la emergencia en el menor tiempo posible y evitar al máximo la mortandad de los individuos es necesario ubicar en el sistema de acuarios los individuos de mayor tamaño o que presenten las heterotecas oscuras o abultadas. Al parecer el factor ambiental que más afecta el éxito de la transformación de los plec6pteros es la temperatura.

Se recomienda realizar muestreos que cubran un período climático completo, con énfasis en épocas de transiciones para conocer la dinámica de la población y precisar las épocas de emergencia, lo cual facilita el proceso de asociación y cría.



Para definir el rol trófico del Orden, es necesario complementar el estudio mediante la evaluación del contenido estomacal de otras especies, a través de técnicas más precisas como el uso del micrómetro ocular, la técnica histológica de Cavender & Hansen (1970) En: Bello & Cabrera (1999) y los isótopos estables.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

Amat, G. 2000. Insectos de COLOMBIA. Vol. II. En: Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Física y Naturales. Bogota. 9p.

Angrisano E. B. & P.G. Korob. 2001. Trichoptera. 51-92p En : H. R. Frenández & E. Dominguez. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

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, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Valle, Colombia.

Barreto-V, G., G. Reinoso-F., G. Guevara-C. & F. Villa-N. 2004. Distribución espacial y temporal de los Plecópteros de la cuenca del río Coello, departamento del Tolima. En 37p : VI seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales.

Domínguez, E., M. D. Hubbard, M. L. Pescador, C. Molineri. 2001. Ephemeroptera. En: H. R. Fernández & E. Domínguez 17-53. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

Dorvillé, L. F. & C. G. Froehlich. 2001. Description of the nymph of *Kempnya tijucana* Dorvillé and Froehlich (Plecoptera, Perlidae), with notes on its development and biology, pp 385-392. In: E. Domínguez (Ed). Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera.

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.

Grisales, M., Zúñiga, M. del C., G. Rueda-Delgado. 2002. Aspectos ecológicos del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en un río inter andino (Valle del Cauca, Colombia). Resúmenes V Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de Limnología del Alto Amazonas. Leticia, Colombia

Hannada, S., Y. Isobe., y T. Oishi. 1997. Emergence sites as mate- encounter location in *Microperla brevicauda* (Kawai (Plecoptera: Peltoperlidae), pp 99 – 105, en: P. Landolt y M. Sartori, eds., Ephemeroptera and Plecoptera: Biology – Ecology – Systematics. Mauron - Tinguely y Lachat S. A. Fribourg - Swizerland.

Maldonado, V., B. P. Stark & C. Cressa. 2002. Description and Records 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. 2<sup>da</sup> ed. Kendall /Hunt, Dubuque. 182p.

Muñoz-Quesada, F. 2004. El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales, pp 319-349. En: F. Fernández et al. (eds.). Insectos de Colombia, Volumen 3. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

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. Editorial Presencia. Fondo FEN Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia 1, 78p.

Roldán, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Física y Naturales* 23(88):376

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.

Stark, B. P. 1995. New species and records of *Anacroneuria* (Klapálek) from Venezuela (Insecta, Plecoptera, Perlidae). Spixiana 18 (3): 211-249

Stark, B.P. 2001. A Sinopsis of Neotropical Perlidae (Plecoptera), pp 405- 422. In: E. Dominguez (ed.). Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic Plenum Publishers.

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

Stark, B. P. & Zúñiga, M. C. 2003. The *Anacroneuria guambiana* complex of South America (Plecoptera: Perlidae)pp 229-237. In: E. Gaino (ed). Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera, Italia.

Stewart, K. W. & B. P. Stark. 2002. Family Perlidae. *Anacroneuria* pp 323. In: Nymphs of North American Stonefly Genera (Plecoptera). The Caddis Press, Columbus, Ohio.

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

Zúñiga, M. del C. 1996. Contaminación de corrientes acuáticas. Universidad del Valle, facultad de ingeniería. Santiago de Cali, Colombia. 86p.

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. In: IV Seminario Nacional de Limnología, Santafé de Bogotá.

Zúñiga, M. del C., Stark, B., Rojas, A., & Baena, M. 2001. Distribution of *Anacroneuria* specie (Plecoptera; Perlidae) in Colombia. En: Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 301-304

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., J. Ballesteros & M. Grisales. 2003. Nocturnal Emergence Patterns of Four Species of *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) in a Tropical Interandean Stream (Colombia-Soutamerica), pp 13-14. In: Seventh North American Plecoptera Symposium, North American Plecoptera Society.

Zúñiga, M. del C. 2004 (a). El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia, pp 17-42. En: F. Fernández et al. (eds.). *Insectos de Colombia, Volumen 3*. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

Zúñiga, M. del C. 2004 (b). Biodiversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia: Potencial en bioindicación en calidad de agua. 17-21p. En: VI seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Embalses Neotropicales,

Zúñiga, M del C., B. P. Stark, J. J. Váscónez & D. Vimos. 2004. Colombian and Ecuadoran *Anacroneuria* (Plecoptera:Perlidae). New Species, records and life stages. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental* (In press).



# ANEXOS

Anexo 1. Parámetros fisicoquímicos tomados el 4-iv-2004 en la estación La cascada. Fuente: G.I.C.H.T.

Parámetro	Método	Abril
		Cascada
COLOR APARENTE	Visual	Cristalina
TEMPERATURA (°C)	Digital	16.6
Ph	Digital	6.69
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	Digital	12.5
Oxígeno Disuelto (mg/l O <sub>2</sub> )	Digital	6.9
ALCALINIDAD (mg /l CaCO <sub>3</sub> )	Volumetria con HCl	76
DUREZA (mg/LcaCO <sub>3</sub> )	EDTA	120
Sólidos suspendidos mg /l	Gravimetria	114
Sólidos totales mg /l	Gravimetria	216
Fósforo total (P-t) µg/l	Persulfato de Amonio según Koroleff	176.8
Fósforo soluble (PO <sub>4</sub> ) µg/l	Acido Ascórbico	39.1
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) µg/l	Sulfanilamida/ Colorimetría	2.3
Nitratos(NO <sub>3</sub> ) µg/l	Reducción con Cd-Cu/Colorimetría	201.3
Amonio(NH <sub>4</sub> ) µg/l	Azul de Indofenol (Sg. Strickland y Parsons)	<3.5
DQO mg/l	Digestión con dicromato de potasio	120

Anexo 2. Representación de los puntos de inercia por filas y por columnas en las tres dimensiones.

a. Análisis de la inercia de los datos entre coriotopos.

SUSTRAT	Masa	Puntuación en la dimensión			Inercia	Contribución						
		1	2	3		De los puntos a la inercia de la dimensión			De la dimensión a la inercia del punto			
						1	2	3	1	2	3	Total
HCR	.168	-.813	-.260	.240	.045	.306	.039	.072	.898	.073	.029	1.000
HCL	.195	-.759	.155	-.283	.044	.309	.016	.116	.922	.031	.047	1.000
GCR	.274	.580	-.587	-.168	.062	.254	.326	.058	.541	.442	.017	1.000
GCL	.212	.382	.745	-.241	.047	.085	.407	.092	.240	.725	.035	1.000
PCR	.088	.157	-.420	.587	.009	.006	.054	.228	.085	.480	.435	1.000
PCL	.062	.486	.862	.970	.026	.040	.159	.434	.201	.504	.295	1.000
Total activ	1.000				.234	1.000	1.000	1.000				

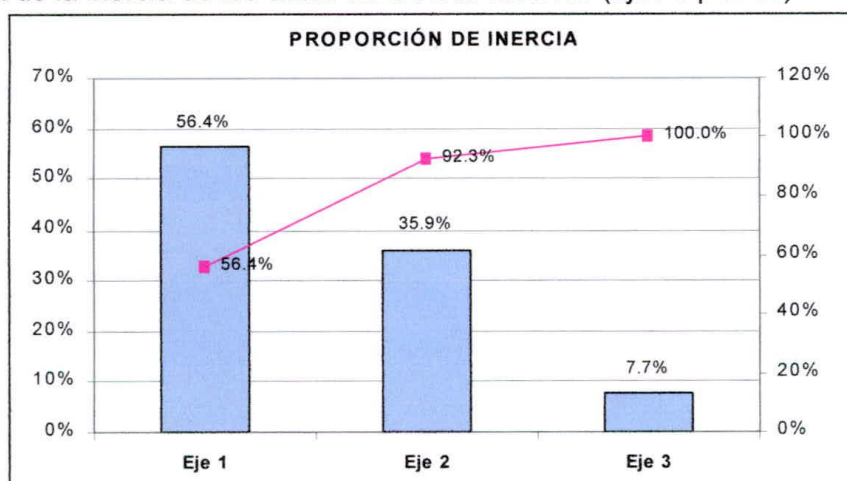
b. Análisis de la inercia de los datos entre morfo especies

Examen de los puntos columna

MORFOE	Masa	Puntuación en la dimensión			Inercia	Contribución						
		1	2	3		De los puntos a la inercia de la dimensión			De la dimensión a la inercia del punto			
						1	2	3	1	2	3	Total
A. sp. W	.239	.999	.093	.234	.089	.656	.007	.098	.973	.007	.020	1.000
A. sp. X	.221	-.222	-.989	-.041	.067	.030	.746	.003	.059	.940	.001	1.000
A. sp. Y	.496	-.440	.367	.052	.054	.264	.231	.010	.640	.356	.003	1.000
A. sp. Z	.044	.642	.325	-1.642	.024	.050	.016	.889	.276	.057	.667	1.000
Total activ	1.000				.234	1.000	1.000	1.000				

a. Normalización Simétrica

c. Proporción de la inercia de los datos en los tres factores (ejes o planos).

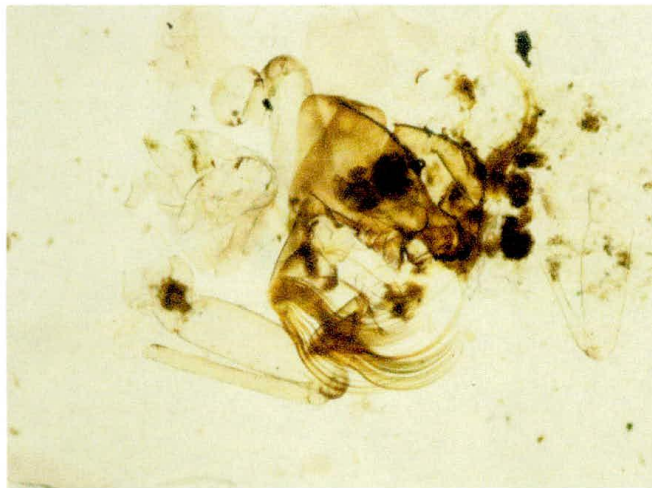


Anexo 3. Registro fotográfico del Análisis de Contenido Estomacal de las ninfas del género *Anacroneuria*.

1. Restos de animales encontrados en el estómago de las ninfas del género *Anacroneuria*.



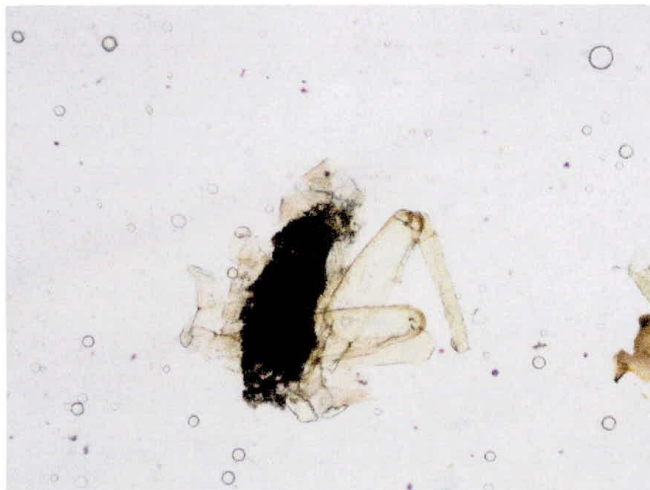
10X



10X



4X



4X



10X



10X

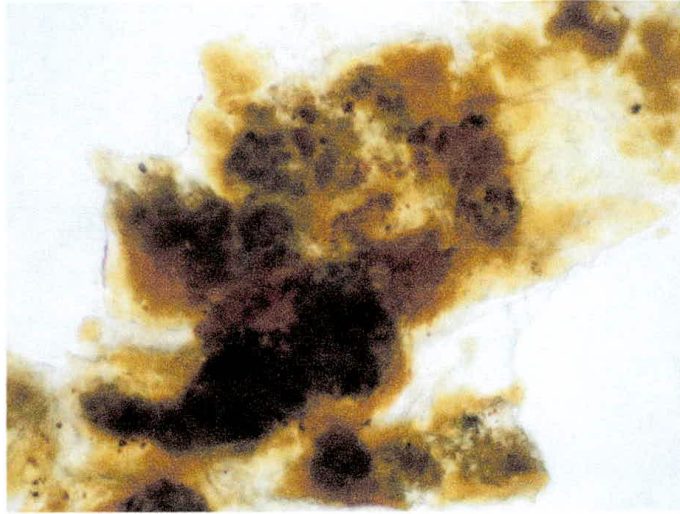


10X

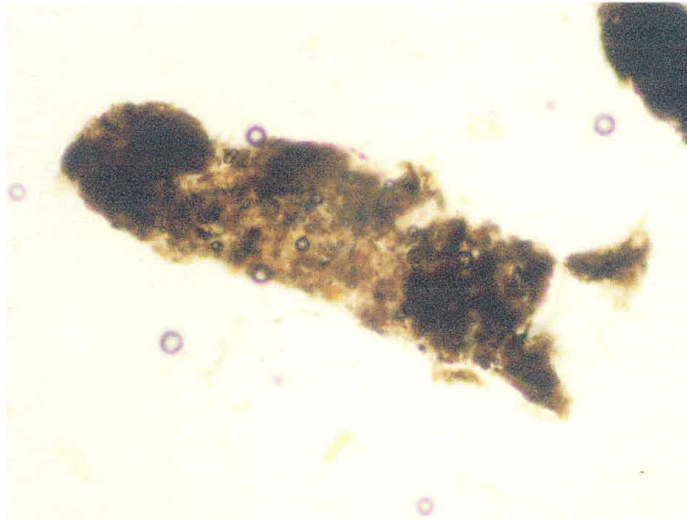


10X

2. Detritus encontrado en los estómagos de las ninfas del género *Anacroneuria*.



4X



4X

3. Hongos encontrados en los estómagos de las ninfas del género *Anacroneuria*.



40X



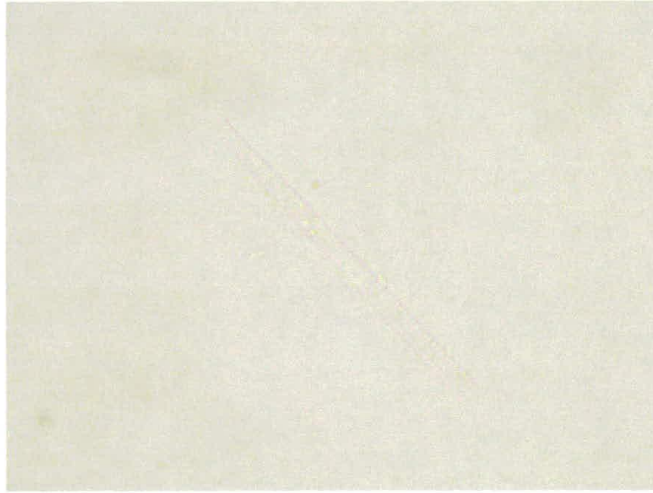
40X



40X



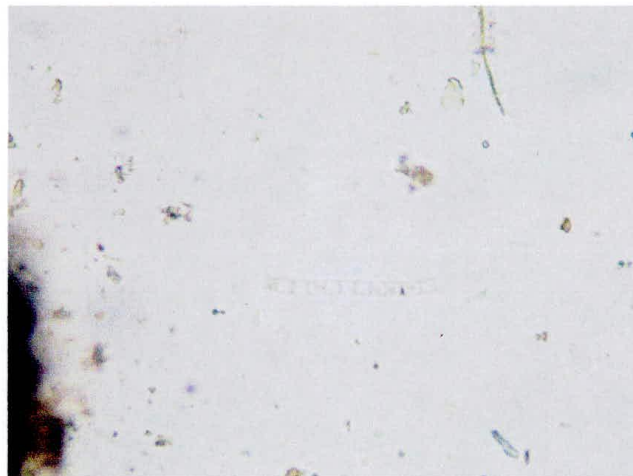
4. Microalgas encontradas en los estómagos de las ninfas del género *Anacroneuria*.



40X



40X



40X