

## **Descripción General de la Cuenca Alta del río Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela**

Authors: Lasso, Carlos A., Señaris, Josefa Celsa, Lasso-Alcalá, Oscar M., and Flores, Ana Liz

Source: Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca Alta del Río Cuyuní, Guayana Venezolana: 41

Published By: Conservation International

URL: <https://doi.org/10.1896/054.055.0108>

---

BioOne Complete ([complete.BioOne.org](https://complete.BioOne.org)) is a full-text database of 200 subscribed and open-access titles in the biological, ecological, and environmental sciences published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Complete website, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at [www.bioone.org/terms-of-use](https://www.bioone.org/terms-of-use).

Usage of BioOne Complete content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

---

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

## Capítulo 5

### Macroinvertebrados acuáticos de los ríos Cuyuní y Uey, cuenca del Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela

Julian Mora-Day, Célio Magalhães, Mayida El Souki y Ligia Blanco-Belmonte

#### RESUMEN

Se estudió la riqueza y distribución de los macroinvertebrados acuáticos colectados en el río Uey (cuenca baja, media y alta) y en el río Cuyuní (antes y después de la confluencia con el Uey), sistema del Esequibo, Estado Bolívar, Venezuela. Las colectas fueron realizadas durante 13 días de enero del 2008 con redes, salabardos y manualmente, considerando la heterogeneidad de hábitats. Se colectaron 778 individuos, incluidos en 82 especies de anélidos, moluscos y artrópodos. El orden decreciente de los grupos en cuanto a riqueza de especies y abundancia fue: Insecta, Crustacea, Mollusca y Annelida. Los órdenes con mayor riqueza de especies fueron Odonata (30 spp.), Coleoptera (9 spp.), Hemiptera (7 spp.), Decapoda (7 spp.) y Ephemeroptera (6 spp.). Estos dominaron también en términos de abundancia, con valores que van desde 35 (Hemiptera) hasta 348 individuos (Decapoda). Adicionalmente, se recolectaron especies de Trichoptera (5 spp.), Díptera (4 spp.), Plecoptera (3 spp.), Megaloptera (1 spp.), Isopoda (4 spp.), Gastropoda (4 spp.), Bivalvia (1 sp.) y Annelida (1 sp.). Se amplió la distribución geográfica de los cangrejos *Fredius estevisi* y *Microthelphusa bolivari*, de los moluscos *Pomacea* sp. y *Pisidium* sp. y se reporta por primera vez para Venezuela el efemeróptero *Leentvaaria palpalis*, el belostomátido *Weberella rhomboides* y el isópodo *Parischioscia omissa*. Las cinco áreas focales muestreadas exhibieron una tendencia similar en el patrón de riqueza y abundancia, con un recambio de especies marcado a lo largo del gradiente ecológico y altitudinal. Sin embargo, y en general, se observó un reemplazo de especies de insectos acuáticos con los cambios hidrológicos y el tipo de sustrato en el gradiente del río; el cambio en la composición de especies observada también fue producto de la perturbación antrópica por minería, dada la relación entre el aumento de la concentración de sólidos totales en suspensión y la composición de especies en el río Cuyuní luego de la confluencia con el río Uey. Este último estuvo menos impactado por minería, fue el mejor muestreado y el que presentó mayor abundancia y riqueza de macroinvertebrados, por lo que debe ser considerado como un área prioritaria para la conservación de biodiversidad.

#### INTRODUCCIÓN

Los invertebrados acuáticos representan un componente faunístico diverso, que incluye larvas y adultos de un elevado conjunto de especies de insectos, crustáceos, moluscos y anélidos, entre otros. La dominancia de los insectos puede superar el 70% de la densidad total de organismos en los ecosistemas acuáticos (Pringle y Ramírez 1998, Blanco-Belmonte 2006). En conjunto, los invertebrados son importantes para la biota de estos ambientes por la transferencia de energía a través de los niveles tróficos, ya sea como eslabones intermedios o finales de la cadena alimenticia (Wallace y Webster 1996, Schoenly et al. 1992, Seastedt y Crossley 1984). Las investigaciones de taxonomía, biología, ecología y biogeografía del grupo han sido orientadas principalmente a los taxa que resultan de interés para la salud humana y a los que son una fuente de alimento para el hombre. Específicamente, los insectos se han utilizado como bioindicadores de calidad de agua por su sensibilidad o resistencia a las intervenciones de origen antrópico (McCafferty 1981, McGeoch y Chown 1998, Segnini 2003).

En el sur de Venezuela se ha incrementado el interés científico por los estudios generales de invertebrados en ambientes dulceacuícolas (Blanco-Belmonte 1990, 2006, Blanco-Belmonte et al. 1998, 2004, Vásquez et al. 1990, Rosales et al. 2002, 2008, García y Pereira 2003, Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008), los cuales son útiles para la toma de decisiones en materia de conservación. En términos taxonómicos, los insectos del orden Odonata han sido estudiados por Racenis (1957, 1968), De Marmels (1981, 1982abc, 1985, 1989ab, 1990abc, 1991abc, 1992ab, 1993, 1997, 2001, 2003), Limongi (1983) y Belle (1992ab, 1994); el orden Ephemeroptera por Peters y Edmunds (1972), Pescador y Peters (1990), Derka (2002), Blanco-Belmonte et al. (2003); el orden Hemiptera por Nieser (1975) y el orden Coleoptera por Bachmann (1968), Miller y Spangler (2008) y Spangler (1981, 1985ab, 1987). En la Guayana venezolana los mayores avances del conocimiento de los crustáceos fueron generados a partir de la década de los ochenta, con publicaciones que incluyen inventarios, descripciones de un importante número de especies y estudios biogeográficos de las tres familias de camarones (Palaemonidae, Euryrhynchidae y Sergestidae) y las dos familias de cangrejos (Pseudothelphusidae y Trichodactylidae), que habitan estos cuerpos de agua (Rodríguez 1980, 1982ab, 1992; Pereira 1982, 1985, 1986; Pereira y Lasso 2006; Rodríguez y Pereira 1992 y Rodríguez y Suárez 2003). A pesar de que se han realizado algunas colectas esporádicas de crustáceos y moluscos dulceacuícolas en la zona del alto Cuyuní el conocimiento de estos grupos es limitado, sobre todo si se contrasta con las cuencas Orinoco, Maracaibo y Caribe, que son las mejor estudiadas de Venezuela. En Guyana destacan trabajos de moluscos como los de Pain (1946, 1956) quien estudió el género *Pomacea*, de la familia Ampullaridae. Sin embargo, la taxonomía del grupo en la Guayana venezolana no contiene grandes actualizaciones por la falta de especialistas y de expediciones científicas de interés malacológico. La presencia de los camarones en la cuenca del río Cuyuní fue registrada por Pereira (1982) y Rodríguez (1982a), mientras que los cangrejos fueron estudiados por Rodríguez (1992) y Magalhães y Türkay (1996). La compilación más reciente de la literatura de los crustáceos decápodos dulceacuícolas de las Guayanas fue realizada por Magalhães y Pereira (2007), reportándose para la cuenca del Cuyuní seis especies de camarones de las familias Palaemonidae y Euryrhynchidae, y cinco especies de cangrejos, incluidos en las familias Trichodactylidae y Pseudothelphusidae. En esa publicación se destaca que la subcuenca Cuyuní, no fue incluida directamente dentro de las siete áreas prioritarias de conservación de Guayana, principalmente por la baja riqueza de especies reportada en la escasa literatura disponible de esta subcuenca del Esequibo para la fecha de dicho estudio.

Con el objetivo de llenar los vacíos de información, en la última década se han generado avances importantes sobre el conocimiento de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en la Guayana venezolana. Específicamente a través de las evaluaciones rápidas de biodiversidad (AquaRAP), realizadas en los ríos Caura, Paragua (Caroní), Ventuari, Orinoco y delta del Orinoco (García y Pereira 2003, Magalhães y Pereira 2003, Capelo et al. 2004, Pereira et al. 2004, Pereira et al. 2006, Pereira

y García 2006, Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008). Estos inventarios representan una primera aproximación al conocimiento de riqueza de especies y distribución de estos organismos en ríos con poca intervención humana. Como un aporte directo a dicha iniciativa, el presente trabajo constituye una evaluación rápida de diversidad de la fauna de macroinvertebrados acuáticos de los ríos Cuyuní y Uey, el cual proporciona un inventario de especies, conocimiento de sus áreas de distribución y principales amenazas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos fueron realizados desde el 18 al 30 de enero de 2008, en los ríos Uey y Cuyuní, cuenca del Esequibo. Se recolectaron los macroinvertebrados acuáticos (mayores de 2 milímetros) en 36 estaciones de muestreo. Las estaciones se distribuyeron en cinco áreas focales (AF) para cubrir la heterogeneidad de hábitat. Bajo río Uey (AF1) con 12 estaciones, medio Uey (AF5) con seis estaciones, alto Uey (AF4) con siete estaciones, río Cuyuní antes de la confluencia con el Uey (AF2) con cinco estaciones y Cuyuní después de la confluencia con el Uey (AF3) con seis estaciones (Apéndice 5). Por razones de logística y cercanía al campamento base, el esfuerzo de muestreo realizado en el bajo Uey fue considerablemente superior al desplegado en las áreas focales restantes. También es importante destacar que la estación AF5:21B es una pequeña quebrada secundaria o afluente al cauce principal del río Uey, que corresponde a la estación AF5:21, y puede ser ubicada con la misma coordenada, pero fueron consideradas de forma individual para analizar su composición específica por separado. Las estaciones 5, 11, 12, 23 (Área Focal 1), 30 (Área Focal 2), 36 y 41 (Área Focal 4) no pudieron ser muestreadas por el componente de macroinvertebrados. En las colectas de macroinvertebrados que ocupan charcos temporales, quebradas, playas y cauces principales de ríos se revisaron los diferentes ambientes y micro-hábitat: hojarasca, troncos, ramas y raíces sumergidas, vegetación emergente, fango, rocas, arena, aguas claras, negras y blancas o intervenidas por minería. El esfuerzo de colecta fue relativamente constante: tres personas durante dos horas por estación. Los muestreos nocturnos fueron realizados con nasas, durante un periodo mínimo de 12 horas y en algunos casos recolectas manuales. En los muestreos diurnos se utilizaron: redes de mano y playeras con diferentes aberturas de malla; en algunas estaciones se tamizaron los sedimentos con un cernidor de 2 milímetros de poro, para extraer la infauna.

Los ejemplares fueron fijados en etanol 70% o formal al 10%, acorde al requerimiento y tamaño de las muestras. En el laboratorio todos los ejemplares fueron preservados en etanol 70%, separados e identificados con las claves y guías taxonómicas especializadas para cada grupo zoológico. Entre ellas destacan para los Crustáceos: Holthuis (1952), Pereira (1982), Rodríguez (1982ab, 1992) y Melo (2003) y para los insectos: Naumann (1991), Roldán (1996), Epler (1996), Stehr (1991), Fernández y Domínguez (2001), Hamada y Marques (2003), Ferreira-Peruquetti y Fonseca-Gessner (2006). Los crustáceos y moluscos fueron ingresados en las colecciones

de Crustáceos y Malacología del Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS), Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Campus Caracas y en el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA), Brasil. Los otros grupos de invertebrados se mantendrán como una colección de referencia en MHNLS y en el Muestrario de Insectos de la Estación Hidrobiológica de Guayana de la Fundación La Salle.

Los datos básicos registrados en cada área focal fueron las abundancias y el número de especies por estación. Las comparaciones de composición de especies entre estaciones y entre áreas focales fueron realizadas mediante un análisis de agrupamiento, basado en el coeficiente de similitud de Jaccard. Este se basa en datos binarios (presencia/ausencia de especies), toma en cuenta el número de especies comunes y el total de especies encontradas en las muestras; sus valores comprenden desde 0 hasta 1, donde la máxima similitud se alcanza con el valor de 1. El programa utilizado fue PAST 1.79 (Hammer et al. 2008).

La riqueza global para todo el estudio fue estimada mediante técnicas de estimación paramétrica y no paramétrica, basadas en la distribución de especies entre las muestras y curvas de rarefacción basadas en las muestras (Colwell y Coddington 1994, Sena 2003, Colwell et al. 2004). Se aplicaron cuatro estimadores: Chao1, Jackknife de primer orden como estimadores no paramétricos basados en las especies únicas (Colwell y Coddington, 1994, Sena 2003). El estimador paramétrico fue el de Michaelis-Menten cuya expresión describe el comportamiento de las curvas de acumulación de especies (Sena 2003, Colwell et al. 2004, Colwell 2006). La curva de acumulación empírica fue construida con los valores observados (riqueza observada) mediante el método analítico propuesto por Mao Tau (Colwell et al. 2004, Colwell 2006). Todas estas curvas fueron contrastadas con la curva de frecuencia acumulada de especies a través de las muestras. Igualmente, el estimador Mao Tau (riqueza observada en el conjunto empírico de muestras) fue utilizado para comparar la riqueza entre áreas focales (AF). La ventaja de dicho estimador es que permite la comparación estadística entre muestras a través de sus intervalos de confianza y su estimación está basada en datos de presencia-ausencia (incidencia) entre las muestras. El cálculo de todos los estimadores se realizó con el programa Estimates versión 8.0 (Colwell 2006).

## RESULTADOS

En las cinco áreas focales muestreadas fueron colectados 778 individuos, pertenecientes a 82 especies de Annelida, Mollusca y Artrópoda (Apéndices 6 y 7). Los insectos estuvieron representados por siete órdenes y exhibieron la mayor abundancia (389 individuos) y la mayor riqueza (65 especies). En orden decreciente figuraron los crustáceos, los moluscos de las clases Gastropoda y Bivalvia y los anélidos (Tabla 5.1).

Los órdenes más abundantes de la clase Insecta presentaron, adicionalmente, la mayor riqueza de especies como se observa en la figura 5.1. Destacan los Odonata con 199 individuos y 30 especies, los Ephemeroptera con 73 individuos y seis especies, los Coleoptera con 49 individuos de

nueve especies y los Hemiptera con 35 individuos y siete especies. Los órdenes Plecoptera, Trichoptera, Diptera y Megaloptera fueron menos representativos, sus abundancias y riquezas fueron iguales o inferiores a 15 individuos y cinco especies.

Los crustáceos del orden Isopoda incluyeron cuatro especies, una de hábitos terrestres (*Parischioscia omissa*) y tres de hábitos acuáticos. El orden Decapoda incluyó a los camarones Caridea y a los cangrejos Brachyura. Los camarones *Macrobrachium brasiliense* y *Palaemonetes carteri*, ambos de la familia Palaemonidae, presentaron la mayor abundancia del muestreo. Los cangrejos presentaron menor abundancia y mayor riqueza que los camarones, con dos especies de la familia Trichodactylidae y tres de Pseudothelphusidae. La primera de ellas presentó la mayor abundancia, con 21 individuos de la especie *Poppiana dentata* y 12 de *Sylviocarcinus pictus*, ambas distribuidas, principalmente, en la parte baja (AF1 y AF2) de las cuencas estudiadas. La familia Pseudothelphusidae estuvo representada por el pequeño cangrejo *Microthelphusa bolivari*, colectado en el bajo río Uey (AF1), específicamente en los alrededores de una pequeña quebrada de aguas claras, ubicada en el bosque (Las Malocas). También incluyó a dos especies del género *Fredius*, que aparecieron principalmente en cuerpos de agua lóticos y pedregosos del río Uey. De ellas, *Fredius estevisi* fue la más abundante (12 individuos) y apareció en las áreas focales del alto (AF4) y medio (AF5) río Uey, mientras que *Fredius beccarii* solo fue colectada en la cuenca baja (AF1) y media (AF5) de dicho río.

Con la mitad del esfuerzo de muestreo (18 estaciones) desplegado en toda la zona se alcanzó a colectar 62 especies, lo que representó el 76% del total de las especies encontradas. A partir de este punto los incrementos de la pendiente fueron intermitentes y menos pronunciados, pero el esfuerzo de colecta realizado en las 36 estaciones no permitió la plena saturación de la curva de frecuencia acumulada de aparición de especies (Figura 5.2). Al comparar esta última con la curva observada se encontró una tendencia similar, dado que se basa en datos de incidencia de las muestras (Colwell et al. 2004), pero igualmente no alcanzó un valor asintótico. Ambas curvas están por debajo de los demás estimadores, debido a que sus fórmulas se basan en distintos parámetros (Figura 5.2). Así, Chao1 y Jackknife de primer orden, se basan en las especies raras, representadas por un solo individuo (singletons) o por dos individuos (doubleton). En estos resultados el número de especies “singletons” y “doubleton” aumentan con el número de muestras, haciendo que la estimación esté por encima de la curva observada (Sena 2003). Por otro lado, el estimador paramétrico Michaelis y Menten considera en su cálculo la riqueza máxima obtenida, riqueza de las muestras y número de individuos en las muestras, por lo que no es sesgado por el número de especies “singleton”. Sin embargo, este estimador puede sobreestimar la riqueza de especies cuando el número de muestras es bajo (Sena 2003). Aunque los distintos estimadores son sensibles a diferentes condiciones, la riqueza de especie estimada por Jackknife de primer orden y Michaelis-Menten tienden a converger, pero siempre por encima de la curva empírica. Esto sumado a que con ninguno de los estimadores se

alcanzó un valor asintótico, indica que la riqueza de especies de la comunidad es superior a la observada.

Finalmente, estos resultados se deben en gran parte a que el componente de macroinvertebrados incluye diversos filos. Sin embargo, considerando estos resultados y tomando en cuenta que el presente estudio representa una evaluación rápida de diversidad de un grupo rico en especies, se espera que mayores esfuerzos permitan la colecta de especies aun no reportadas.

**RESULTADOS POR ÁREAS FOCALES**

**Área focal 1 (AF1): Bajo Uey**

Esta área focal incluye la mayor cantidad de estaciones de muestreo - 12 estaciones - abarcando diversos tramos del cauce principal (estaciones: 3, 7, 8 y 10) y quebradas afluentes de aguas claras, negras y blancas o intervenidas por minería (estaciones: 1, 2, 4, 6, 9, 13, 14 y 15). En total fueron recolectados 366 ejemplares incluidos en 44 especies de los phylum Annelida, Mollusca y Artropoda. La clase Insecta estuvo representada por 31 especies de cinco órdenes y una abundancia de 175 individuos. El orden Odonata exhibió una elevada riqueza, con 17 especies y una abundancia de 101 individuos (Figura 5.3). Los crustáceos también fueron abundantes, con 174 individuos. Sus especies más representativas fueron los camarones *Macrobrachium brasiliense* y *Palaemonetes carteri* con 54 y 84 individuos, respectivamente.

Las estaciones mostraron diferencias en los valores de riqueza, abundancia y composición de especies. La diversidad de microhábitat disponibles para los macroinvertebrados en las quebradas, pequeñas y medianas, que drenan al río Uey, reflejaron la mayor riqueza de especies (Figura 5.4). Junto a estas quebradas de aguas claras y negras figuró la estación 2, que a pesar de estar intervenida por la minería mostró valores de riqueza y abundancia relativamente elevados. La estación 8, ubicada en el cauce del Uey, estuvo representada por bejucos o lianas que cuelgan desde los árboles y cuyos extremos se encuentran ligeramente sumergidos en la porción superficial del río. Este microhábitat lótico resultó de particular interés por contener la mayor riqueza de especies de insectos acuáticos (larvas y adultos) en el cauce principal, incluidos los insectos *Melanocacus mungo*, *Elasmothermis* sp., *Filogenia* sp. y *Weberiella rhomboides* que no aparecieron en las otras estaciones ni áreas focales (Apéndice 7). Las playas arenosas y fangosas (estaciones: 3, 10, y 7), en el cauce principal del Uey,

fueron pobres en microhábitat y exhibieron menor riqueza de especies.

La quebrada y pozas en el bosque en la transecta a La Maloca (estación 14) se caracterizaron por la baja abundancia de insectos, con la recolecta de solo un individuo de *Dibolocelus* sp. No obstante, contuvo una riqueza de crustáceos decápodos relativamente elevada (4 especies), incluido el pequeño cangrejo *Microthelphusa bolivari*, que no apareció en las otras áreas focales y el cangrejo *Fredius beccarii*, que solo fue recolectado en esta y en una quebrada similar (estación 15), de agua clara y cauce reducido, pero con un lecho pedregoso.

Esta área focal fue la que presentó mayor abundancia y riqueza de especies de crustáceos y moluscos, agrupados en las figuras bajo la categoría de otros macroinvertebrados. Las estaciones ubicadas en las quebradas afluentes presentaron los mayores valores de abundancia, de forma similar a los datos de de riqueza (Figuras 5.4 y 5.5). Las elevadas abundancias de individuos en las estaciones 2, 6 y 9 estuvieron representadas principalmente por los camarones de la especie *Palaemonetes carteri*, mientras que en la quebrada de la estación 13 correspondió a los camarones de la especie *Macrobrachium brasiliense*. Comparando la composición faunística entre las distintas estaciones se observa un alto recambio de especies. El dendrograma o análisis de agrupamiento basado en presencia y ausencia de especies clasificó las estaciones en tres grupos (Figura 5.6). Las quebradas de aguas claras y escaso caudal que discurren por el bosque en el trayecto a La Maloca (estaciones 14 y 15); las playas y lianas ubicadas en el cauce principal del río Uey (estaciones 3, 7, 8 y 10) y, aisladas de estas, figuraron las diferentes quebradas que desembocan al Uey (estaciones 1, 2, 4, 6, 9 y 13). A pesar de que la estación 9 es una quebrada de agua clara y la estación 2 corresponde a un área impactada por minería, de aguas blancas por la remoción de sedimentos, presentaron la mayor similitud del grupo de afluentes al cauce del Uey (Figura 5.6). Por otra parte, la ausencia de insectos y la elevada frecuencia de aparición de los camarones propiciaron la mayor similitud entre las playas del cauce principal (Apéndice 7). Las escasas afinidades faunísticas existentes entre el conjunto de estaciones del cauce principal y las del bosque de La Maloca reflejan las marcadas diferencias ente estos ambientes, caracterizados además por una baja riqueza de especies.

**Área Focal 2 (AF2): río Cuyuní, antes de la confluencia con el río Uey**

En esta área focal se muestrearon cinco estaciones: cuatro corresponden a quebradas afluentes del río Cuyuní (estaciones: 16, 17, 19 y 20) y una a la playa arenosa en el cauce principal (estación 18). Entre las quebradas, la estación 16 estuvo intervenida por minería, las restantes se caracterizaron por presentar aguas claras y negras. Se colectaron 85 individuos repartidos en 19 especies de insectos, crustáceos y anélidos. Los insectos fueron los más representativos, con 44 individuos y 14 especies de los ordenes Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Ephemeroptera y Diptera (Figura 5.7). Los odonatos mostraron los mayores valores de abundancia (31 individuos) y riqueza (8 especies). Los crustáceos figuraron con 40 individuos de las especies *Macrobrachium brasiliense*, *Palaemonetes carteri*, *Poppiana dentata* y *Sylviocarcinus pictus*.

**Tabla 5.1.** Riqueza y abundancia de los phylum colectados durante el RAP Alto Cuyuní 2008. El phylum Artropoda fue dividido en la clase Insecta y en el subphylum Crustacea.

Taxón	Número de especies	Número de individuos
Annelida	1	6
Mollusca	5	26
Crustacea	11	357
Insecta	65	389
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>778</b>

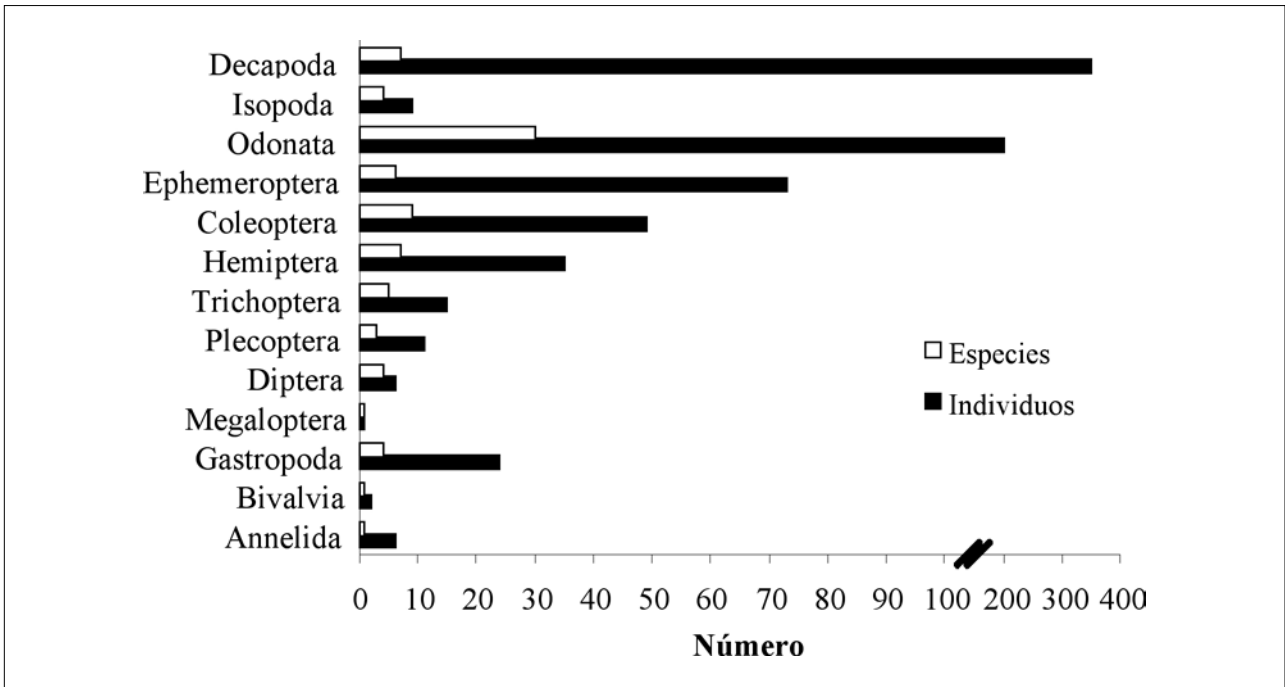


Figura 5.1. Riqueza y abundancia de los órdenes de Artropoda, clases de Mollusca y de los Annelida colectados durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

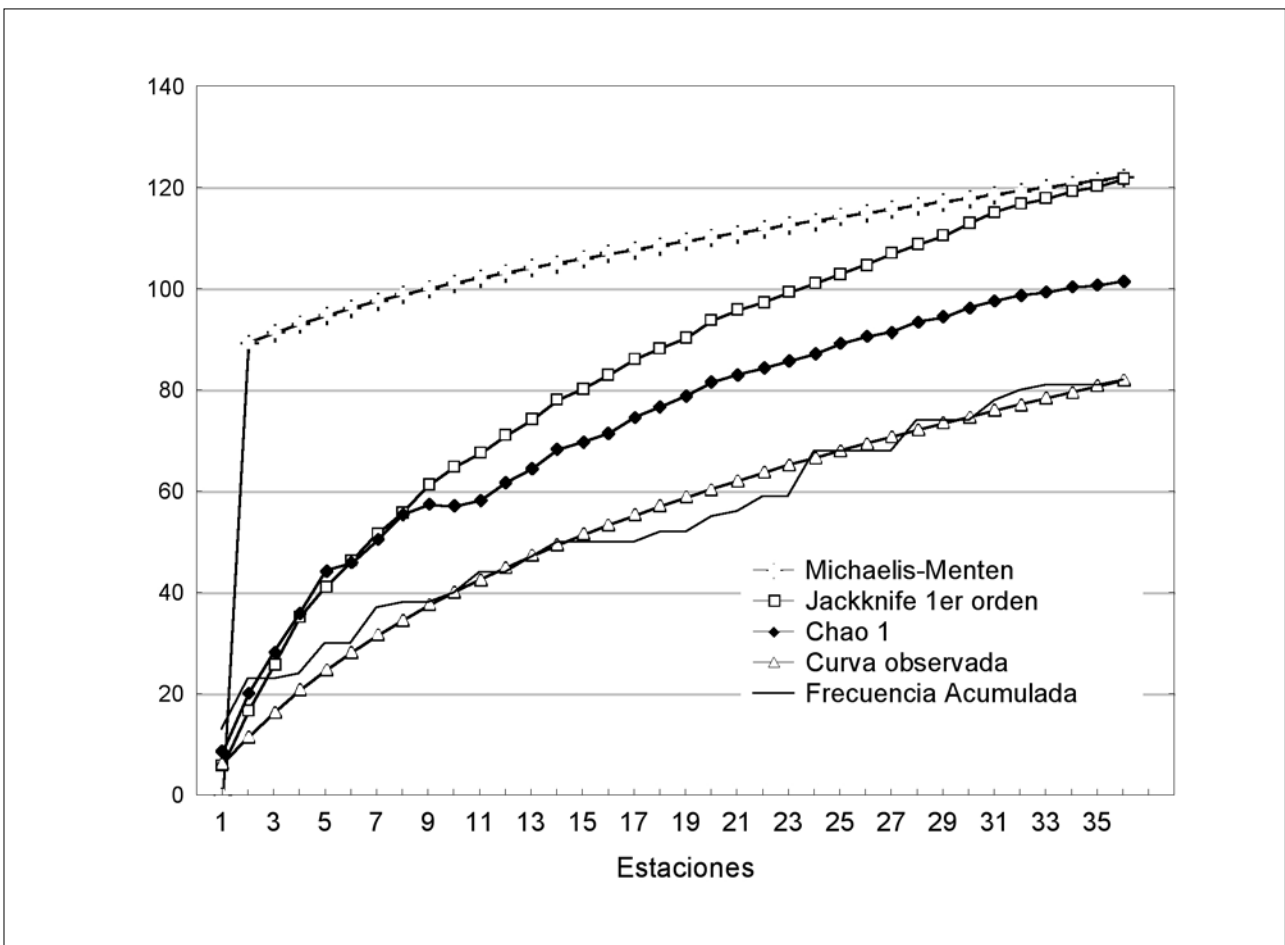
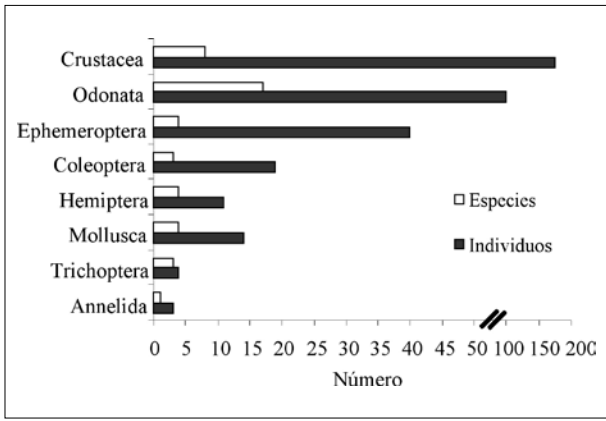
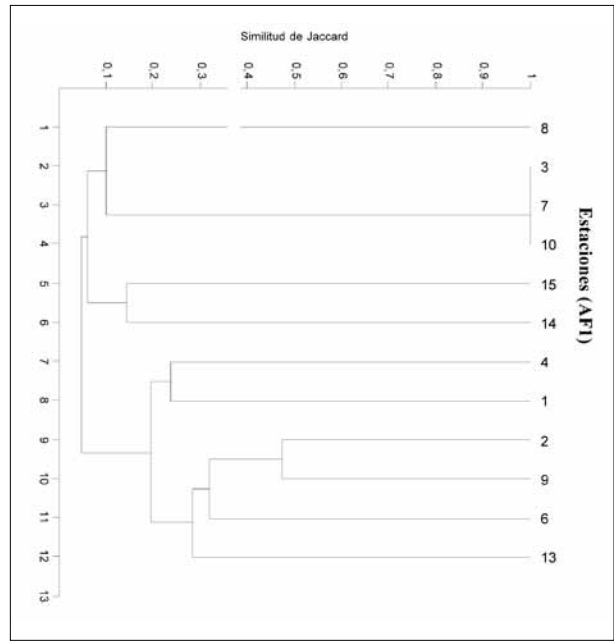


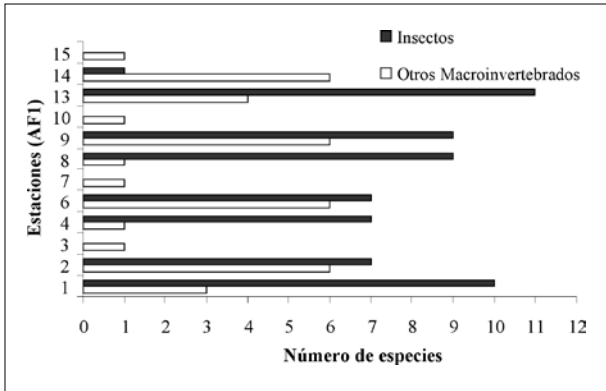
Figura 5.2. Curvas de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados durante el RAP Alto Cuyuní 2008 para cada estación muestreada. Curvas: frecuencia acumulada, Valores observados (Sobs.), “Chao 1”, “Jackknife de primer orden”, “Michaelis y Menten”.



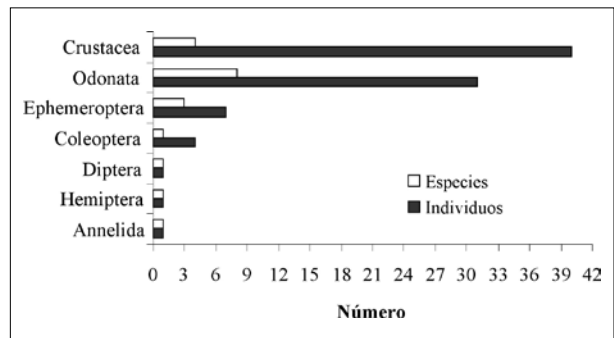
**Figura 5.3.** Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos colectados en el Área Focal 1 (AF1) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



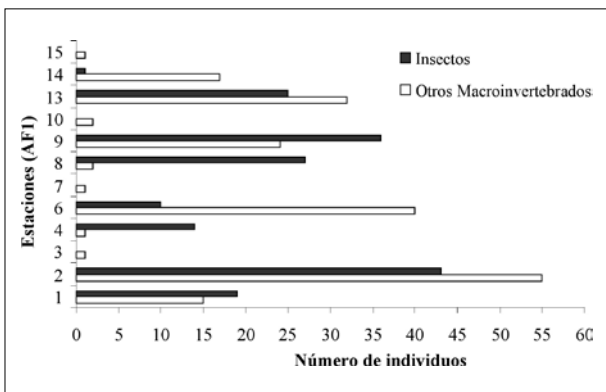
**Figura 5.6.** Similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos entre las estaciones del Área Focal 1 (AF1) muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008 -dendrograma basado en el índice de Jaccard.



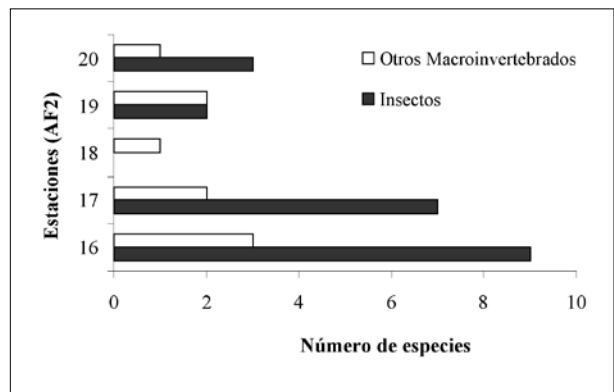
**Figura 5.4.** Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 1 (AF1) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.a



**Figura 5.7.** Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Área Focal 2 (AF2) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



**Figura 5.5.** Abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 1 (AF1) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



**Figura 5.8.** Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 2 (AF2) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

La mayor riqueza y abundancia se observó en la estación 16, con 12 especies y 28 individuos y en la estación 17, con 9 especies y 21 individuos (Figura 5.8 y 5.9). Es importante destacar que a pesar del estado de intervención antrópica, la estación 16 fue la mejor representada. Si se considera la baja abundancia de las muestras se puede afirmar que la frecuencia de aparición de especies fue relativamente elevada. Los valores de abundancia encontrados en la estación 19 (quebrada de agua clara) también fueron relevantes y correspondieron principalmente a los individuos colectados del camarón *Macrobrachium brasiliense*. Por otra parte se reportó la ausencia de insectos en las colectas del cauce principal (estación 18).

Se observó un recambio de especies entre las estaciones; en la figura 5.10 se expone el agrupamiento de las estaciones acorde a su afinidad faunística. Las estaciones 18 y 19 solo compartieron la especie *Macrobrachium brasiliense*, mientras que las estaciones 16 y 20 compartieron el cangrejo *Poppiana dentata* y dos especies de Odonata (*Brachymesia* sp. y Corduliidae sp.) (Apéndice 7). La quebrada de aguas claras (estación 17) fue disímil, principalmente por contener cinco especies únicas dentro del área focal (*Ebegomphus=Cyanogomphus conchinus?*, *Trepobates* sp.1, Leptophlebiidae sp.1, Chironomidae sp.1 y Annelida sp.) (Apéndice 7).

#### Área Focal 3 (AF3): río Cuyuní, después de la confluencia con el río Uey

Se muestrearon seis quebradas (estaciones 24 a la 29) afluentes al cauce principal del río Cuyuní. Las estaciones 24, 25, y 28 son de aguas claras y las estaciones 26 y 27 están intervenidas por minería. En el área focal se colectaron 64 individuos y 21 especies, con una mayor representatividad de la clase Insecta (44 individuos y 15 especies), fundamentalmente de los órdenes Odonata y Coleoptera (Figura 5.11). Entre los coleópteros es importante mencionar la presencia de la familia Dytiscidae con cinco especies. El subphylum Crustacea figuró con 19 individuos y cinco especies. Las especies numéricamente dominantes fueron el camarón *Macrobrachium brasiliense* y el odonato *Aeshnosoma forcipula*, con 15 y 13 individuos respectivamente.

Entre la infauna resultó de particular interés el bivalvo *Pisidium* sp. por su baja abundancia y frecuencia de aparición en las colectas de la estación 24. Esto pudo también ser un efecto de su pequeño tamaño (3 mm), similar al de las piedras de cuarzo entre las que vive. La estación 25 presentó la mayor abundancia con 18 individuos y una riqueza de cinco especies, incluidas las dos de camarones palaemónidos y tres de los insectos odonatos. La estación 26 estuvo intervenida por la actividad minera, presentó una riqueza semejante a las otras estaciones, con seis especies y una abundancia baja de apenas un individuo por cada una de ellas. En las estaciones 28 y 29 solo se registraron insectos, con mayores valores de riqueza (6 especies) y abundancia (11 individuos) en la primera de ellas (Figuras 5.12 y 5.13).

De forma semejante a los resultados encontrados en las áreas focales anteriores, la similitud de especies de macroinvertebrados entre las estaciones es baja (Figura 5.14). Las estaciones con mayor similitud fueron la 28 y la 29, que compartieron apenas 30 % de similitud, debido principalmente a dos especies de coleópteros del género *Copelatus*

(Dytiscidae). De ellas *Copelatus* sp.1 apareció también en la estación 26, lo que contribuyó con su agrupación (Apéndice 7). Luego figuró la similitud entre las estaciones 25 y 24, quienes presentaron en común las especies de odonatos *Aeshnosoma forcipula* y *Brachymesia* sp. La estación 27 quedó aislada por compartir solo la especie del camarón *Macrobrachium brasiliense* con la estación 25.

#### Área focal 4 (AF4): alto río Uey

En esta área de las cabeceras del río Uey se muestrearon siete estaciones, situadas entre los 583 y 600 metros de altitud, representando la zona de mayor elevación en el estudio. Las estaciones 37 y 38 presentaron agua clara y las estaciones 35, 39, 40, 42 y 43 agua negra. Se colectaron 84 individuos, distribuidos en 22 especies de macroinvertebrados acuáticos. La clase Insecta fue la más representativa, con 73 individuos y 20 especies, incluidas en siete órdenes (Figura 5.15). Los Odonata exhibieron una abundancia de 26 individuos y una riqueza de seis especies, seguidos de los Hemiptera con 11 individuos y cuatro especies. Los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera y Trichoptera presentaron valores iguales o inferiores a tres especies y 10 individuos. Contrastando los crustáceos con las otras áreas muestreadas se observó una reducción de la abundancia, solo se logró colectar nueve individuos de la especie *Fredius estevisi*, cangrejo que reemplazó a las especies de crustáceos de tierras más bajas (Figura 5.15).

La estación 35 representa un brazo marginal de la cabecera del río Uey donde se colectaron 43 individuos, incluidos en 13 especies de crustáceos e insectos. En la estación 40, que es otra quebrada afluente, se reportaron 35 individuos incluidos en 10 especies (Figuras 5.16 y 5.17). Estas dos estaciones incluyeron los hábitats típicos de la zona, por lo que fueron seleccionadas para caracterizar el área. En las cinco estaciones restantes solo se colectaron ejemplares del cangrejo *Fredius estevisi*, resultado que obedeció a diferencias en el esfuerzo de muestreo desplegado por efectos de logística

En cuanto a composición de macroinvertebrados, las estaciones 35 y 40 no presentaron ninguna especie de insecto en común, incluso algunas de ellas no fueron colectadas en las otras áreas focales (Apéndice 7). Tal es el caso de una especie de Ephemeroptera, cuatro de Odonata, dos de Plecoptera, una de Hemiptera, dos de Diptera y tres de Trichoptera.

#### Área focal 5 (AF5): medio río Uey

Esta fue muestreada a partir del punto en que cambian las características típicas del cauce principal del bajo Uey, aguas arriba de AF1. Las estaciones 21 y 22 fueron ubicadas en el cauce principal, donde la profundidad del río disminuye, la velocidad de la corriente aumenta y el lecho está constituido por rocas sumergidas de canto rodado. La primera estación fue subdividida para muestrear la desembocadura de una pequeña quebrada de fondo fango-arenoso (21B), que drena a dicho cauce principal. La estación 33 constituyó un brazo marginal de aguas negras y caudal muy reducido, que discurre por un substrato de arena y piedras. También se incluyeron dos sitios de muestreo en el bosque de las estribaciones de la Serranía de Lema: la estación 32, que es una zona cenagosa por donde drenan pequeñas quebradas de aguas claras y



la estación 31, que comprende una quebrada caudalosa que drena al margen derecho del río Uey, de aguas negras, corrientes, con fondo de rocas emergentes de canto rodado y una pendiente elevada. En estas dos últimas el esfuerzo de muestreo fue menor por efectos de tiempo y lejanía del campamento base, con énfasis en el grupo de los crustáceos.

En las seis estaciones se colectaron 179 individuos, incluidos en 27 especies de crustáceos, moluscos e insectos. El camarón *Macrobrachium brasiliense* fue el macroinvertebrado más abundante de las colectas, con 102 individuos de los 115 encontrados para las cinco especies de crustáceos. Los órdenes de insectos Odonata, Ephemeroptera y Hemiptera aparecieron con valores de abundancia comprendidos entre 16 y 13 individuos (Figura 5.18). En términos de riqueza los odonatos fueron los más representativos e incluyeron ocho especies, seis géneros y cuatro familias. Los moluscos gastrópodos quedaron representados por *Pomacea glauca* y por el caracol *Doryssa cf. gracilis*. De esta última especie se colectaron pocos ejemplares, pero se pudo observar que es considerablemente abundante en los rápidos y zonas pedregosas del cauce principal del medio Uey.

En la estación 21 del cauce principal se observó la mayor riqueza, con 12 especies, mientras que en el otro tramo de este río (estación 22) y en las dos quebradas laterales (estaciones 21B y 33) la riqueza fue similar, de siete a ocho especies cada una (Figura 5.19). Los valores de riqueza y abundancia de las estaciones 31 y 32 están subestimados, por el bajo esfuerzo de muestreo desplegado, y representan colectas puntuales donde se reportaron tres juveniles del cangrejo *Fredius estevisi*, tres individuos del camarón *Macrobrachium brasiliense*, un isópodo terrestre y una larva del plecóptero *Anacronaura* sp.1.

En la estación 21 la abundancia relativamente alta de *Macrobrachium brasiliense* (84 individuos) y en menor proporción de *Fredius beccarii* (6 individuos) fue colectada con un elevado esfuerzo de nasas, las cuales permanecieron por más de 24 horas en el agua. La abundancia de insectos fue similar en las estaciones del cauce principal del Uey y en sus quebradas laterales (21, 21B, 22 y 33) incluyeron entre 11 y 15 individuos cada una (Figura 5.20).

La composición de especies varió considerablemente entre las estaciones, y en general se observaron bajos valores de similitud de Jaccard entre ellas (Figura 5.21). La estación 31 quedó aislada de las demás porque en ella solo se pudo colectar el cangrejo *Fredius estevisi* (Apéndice 7). De acuerdo a este análisis de agrupamiento, las estaciones restantes quedaron reunidas en dos grupos con similitudes inferiores al 30 %, por su carácter heterogéneo en cuanto a las condiciones ambientales. Probablemente, un esfuerzo de muestreo mayor podría reflejar más similitud en la composición de invertebrados de las estaciones 21 y 22, que constituyen ambientes del cauce

**Comparación entre áreas focales**

En general la riqueza de especies y la abundancia parecen no variar considerablemente cuando el esfuerzo de muestreo o número de estaciones muestreadas por área focal fue equivalente (Figura 5.22). No obstante, se observaron diferencias en la composición de especies de macroinvertebrados acuáticos entre las cinco áreas focales

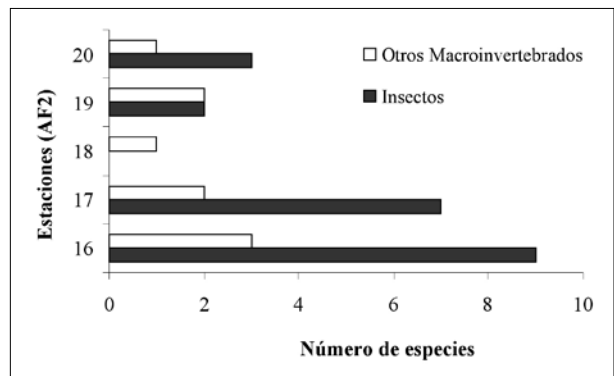


Figura 5.8. Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 2 (AF2) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

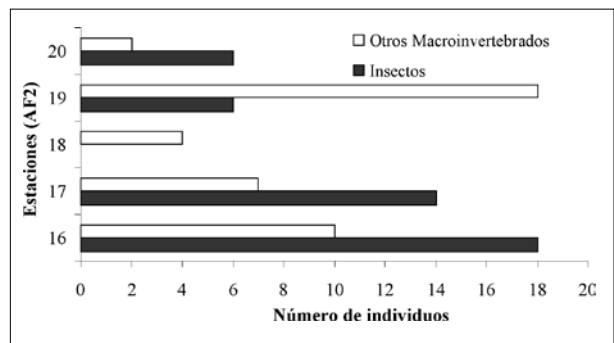


Figura 5.9. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 2 (AF2) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

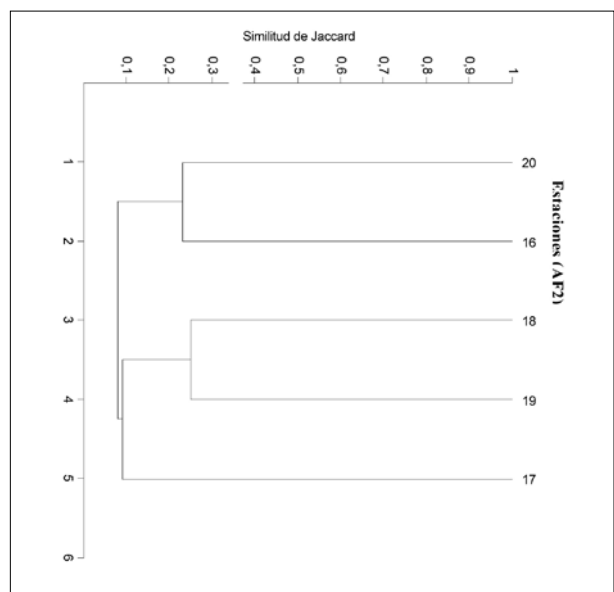


Figura 5.10. Similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos entre las estaciones del Área Focal 2 (AF2) muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008 -dendrograma basado en el índice de Jaccard.

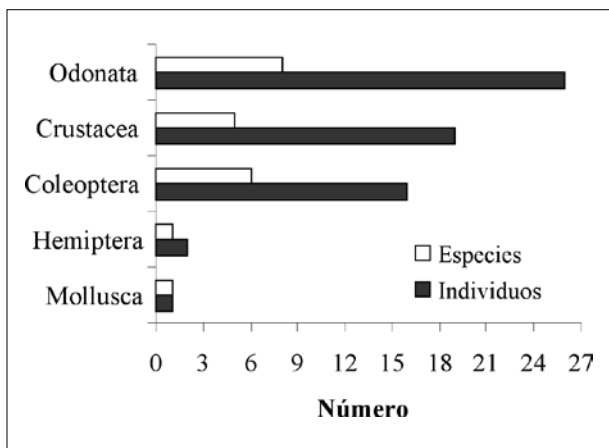


Figura 5.11. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Área Focal 3 (AF3) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

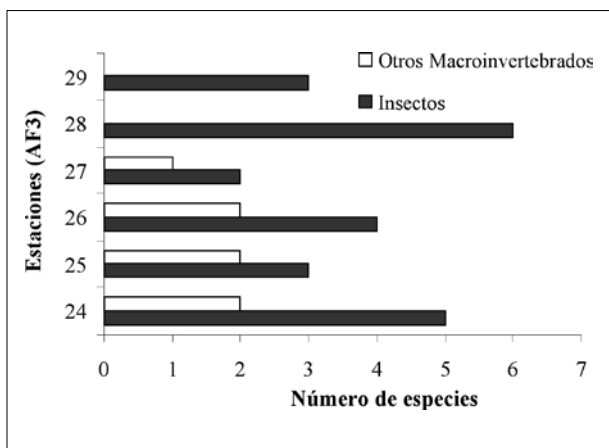


Figura 5.12. Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 3 (AF3) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

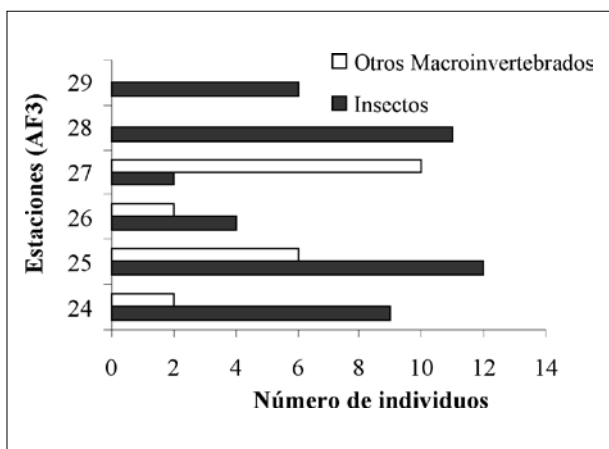


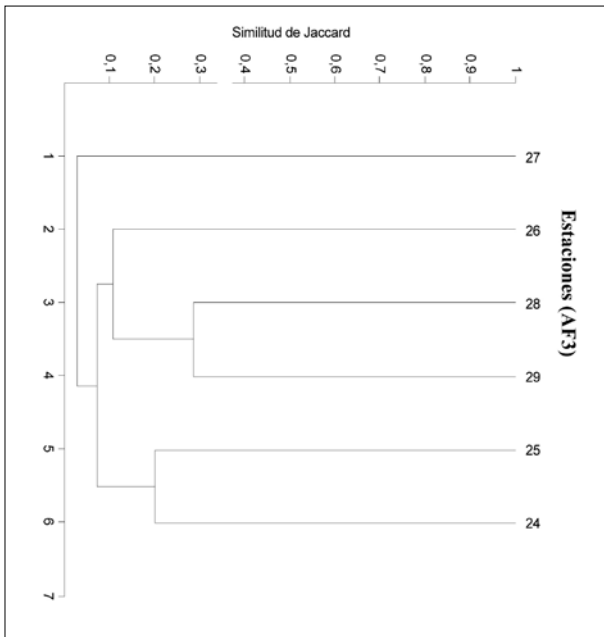
Figura 5.13. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 3 (AF3) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

muestreadas. Esta variación en composición parece estar asociada a los cambios en el gradiente altitudinal que va desde la zona ritrónica (cabeceras, AF4) caracterizada por una mayor pendiente y mayor velocidad de corriente, pasando por el piedemonte, zona de transición donde se mezclan aguas de flujo rápido y lento y sustrato rocoso (piedemonte, AF5), y finalizando en la zona potámica donde hay mayor profundidad y flujo de agua lento. La recolecta de muestras en doce estaciones del bajo río Uey (AF1) permitió realizar una caracterización representativa de esta área focal, con los mayores valores de abundancia (366 individuos) y riqueza (44 especies) de macroinvertebrados acuáticos. Luego se encuentran las seis estaciones muestreadas en la cuenca media del río Uey (AF5), con 27 especies y una abundancia de 179 individuos. Los mayores valores de abundancia de estas dos áreas focales (AF1 y AF5) fueron producto de las elevadas proporciones en que aparecieron los camarones de la familia Palaemonidae. En las áreas focales del río Cuyuní (AF2 y AF3) se realizó un esfuerzo de colecta similar al del medio Uey (AF5), entre 5 y 6 estaciones cada una, pero sus abundancias (64 a 85 individuos) y riquezas (19 a 21 especies) fueron menores, con variaciones relativamente pequeñas entre ellas. La riqueza de especies encontrada en la cabecera del Uey (AF4) estuvo condicionada por un bajo esfuerzo de muestreo, particularmente en el grupo de los insectos, colectados en solo dos estaciones.

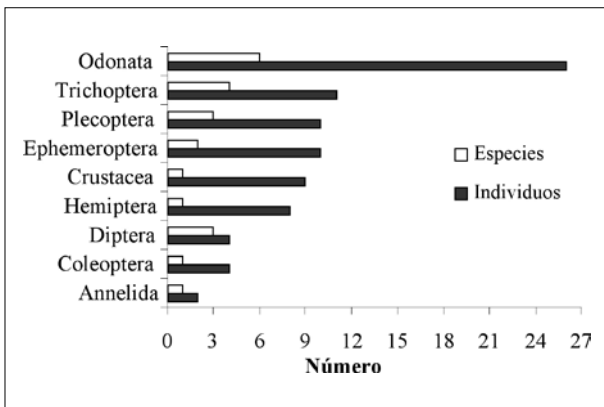
La comparación de las curvas de rarefacción basada en muestras, evidenció que no hubo variación significativa de la riqueza de especies entre áreas focales (Figura 5.23a). Aunque las áreas focales del bajo río Uey AF1 y Alto Uey AF4 estuvieron más alejadas, sus intervalos de confianza se superponen, indicando que no existen diferencias significativas entre sus riquezas (Figura 5.23 b).

En cuanto a la composición de especies, el dendrograma de agrupamiento mostró similitudes relativamente bajas de la composición de especies de macroinvertebrados entre las cinco áreas focales, con un recambio de especies a lo largo del gradiente altitudinal. El área más disímil y aislada geográficamente fue la cabecera del río Uey (AF4). Ésta reúne especies de insectos características de ambientes lóticos y de crustáceos típicos de tierras altas, que fueron poco comunes o que incluso no se encontraron en las áreas focales restantes (Figura 5.24). La composición faunística en la zona media y bajas del muestreo fue más homogénea y se dividió en dos grupos: las áreas más afines, de mayor riqueza de especies en el río Uey (AF1 y AF5) y las áreas más impactadas por minería, ubicadas en el río Cuyuní (AF2 y AF3).

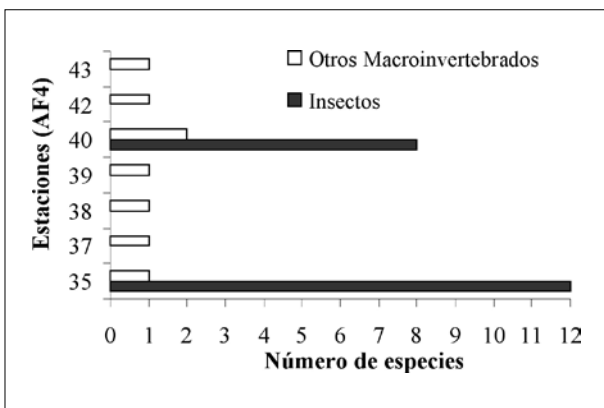
Esta variación en la composición se debió principalmente a los insectos, los cuales reflejaron un claro cambio a lo largo del gradiente. Es importante destacar que los órdenes asociados a buena calidad de aguas y bien oxigenadas como son Ephemeroptera, Plecoptera. Trichoptera fueron más frecuentes en las áreas focales AF4 y AF5 (Tabla 5.2), mientras que estuvieron ausentes (Plecoptera) o en muy baja frecuencia (Ephemeroptera y Trichoptera) en las restantes áreas focales. Las áreas focales AF1, AF2 y AF3 estuvieron representadas principalmente por Odonatos, Hemiptera y Coleoptera.



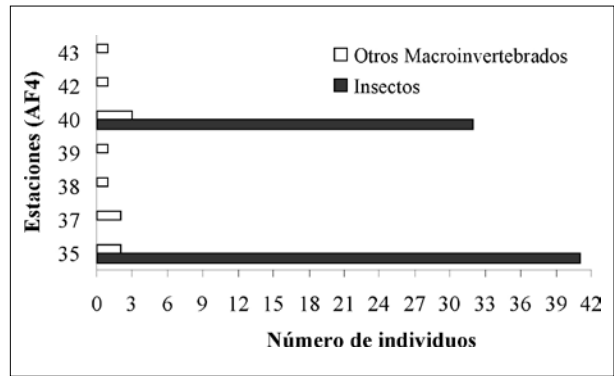
**Figura 5.14.** Similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos entre las estaciones del Área Focal 3 (AF3) muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008 - dendrograma basado en el índice de Jaccard.



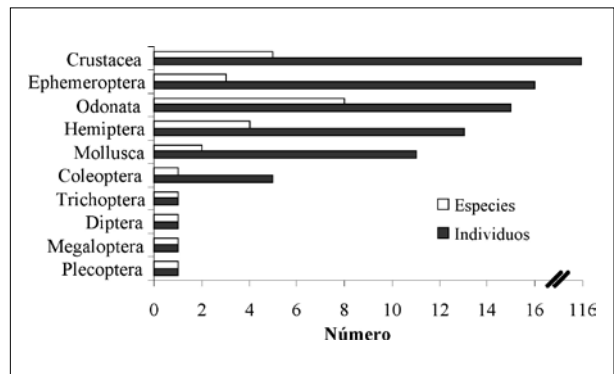
**Figura 5.15.** Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Área Focal 4 (AF4) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



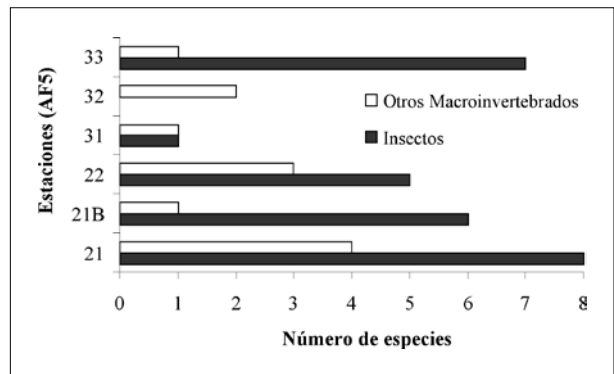
**Figura 5.16.** Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 4 (AF4) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



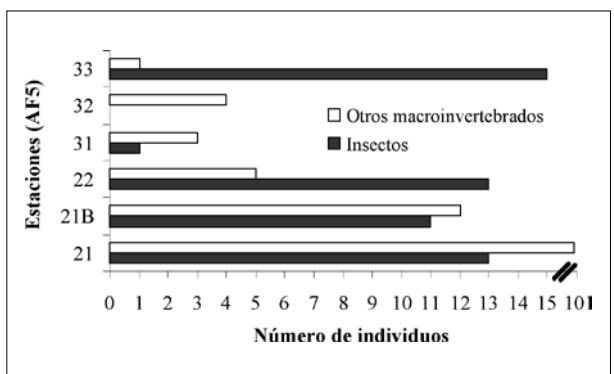
**Figura 5.17.** Abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 4 (AF4) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



**Figura 5.18.** Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el Área Focal 5 (AF5) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



**Figura 5.19.** Riqueza de especies de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 5 (AF5) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.



**Figura 5.20.** Abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados por estación en el Área Focal 5 (AF5) durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

**DISCUSIÓN**

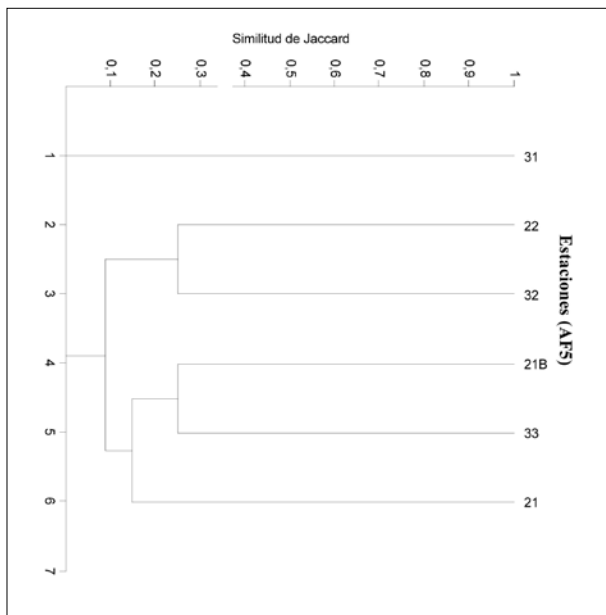
**Diversidad y distribución**

Los resultados permiten un mejor conocimiento de la composición y distribución de los macroinvertebrados acuáticos de la región del Escudo de Guayana, particularmente en lo que concierne a sus relaciones con la fauna de las cuencas del río Caroní-Orinoco y de las cabeceras de los ríos Mazaruní (Guyana) y Branco (Brasil). En la expedición se reportan por primera vez para Venezuela el leptoflébido perteneciente al grupo *Hermanella*, *Leentvaaria palpalis*, descrito para Surinam por Demoulin (1966) y encontrado recientemente en Brasil (Domínguez et al. 2001). También el belostomatido *Weberia rhomboidea* (Figura 5.25) el cual había sido colectado en la Guayana Francesa y Brasil (Nieser 1975) y el gómfigo *Ebegomphus conchinus* señalado para Surinam y Guayana. También, se reporta por primera vez para Venezuela el isópodo terrestre *Parischioscia omissa*, que contaba con registros anteriores para Guyana, Guyana Francesa y Brasil, en el Estado de Amapá (Leistikow 2001), ampliando de esta forma

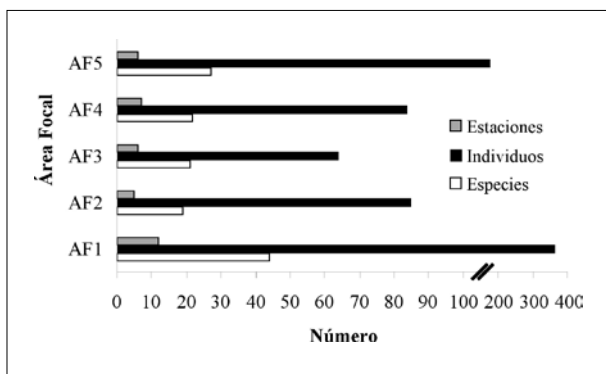
el conocimiento de sus límites occidentales de distribución geográfica. Por otra parte, es importante destacar el hallazgo de los moluscos *Pisidium* sp. y *Pomacea* sp. que posiblemente constituyen nuevos registros para el Cuyuní, en territorio venezolano. Para este grupo el conocimiento es bastante limitado por el reducido número de especialistas e investigaciones enfocadas a la zona de estudio.

El cangrejo *Fredius estevisi* representó una novedad para la cuenca del río Cuyuní, pues solo se tenían registros para la cuenca del río Caroní-Orinoco (Rodríguez y Pereira 1992, Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008) y en la cuenca amazónica (Magalhães y Pereira 2007). Entre los decápodos el cangrejo *Microthelphusa bolivari* es endémico del río Cuyuní. En la familia Pseudothelphusidae el género *Microthelphusa* se encuentra ampliamente distribuido por el norte de Suramérica, pero sus especies presentan una distribución fragmentada y establecida por límites altitudinales. Esta coleta de *M. bolivari* evidencia que la especie, reportada previamente por Rodríguez (1982b) para la parte alta de la cuenca (altura de 1.100 m) en el Escudo de Guayana, tiene una distribución altitudinal más amplia, alcanzando también su curso medio (altura de 150 m). El cangrejo *Fredius beccarii* también había sido considerado como endémico del Cuyuní (Rodríguez 1982b), posteriormente López y Pereira (1996) lo registraron en el sureste del Orinoco pero con bajas probabilidades de que se encuentre más al norte de la región. La cuenca alta del Cuyuní, ubicada en territorio venezolano, representa el límite norte de distribución del cangrejo *Sylviocarcinus pictus* y hasta los momentos el límite sureste de distribución de *Fredius estevisi*. En términos biogeográficos estos endemismos y límites de distribución de cangrejos destacan la importancia de la implementación de medidas de conservación ante la intensa actividad minera de la zona.

El número de especies de crustáceos decápodos encontrados (siete) resultó menor que las once especies ya conocidas para la cuenca del río Cuyuní, según la compilación de Magalhães y Pereira (2007). En contraste con las subcuencas del río Orinoco, la fauna de decápodos del presente estudio fue levemente más diversa que las seis especies reportadas en el inventario rápido del alto río Paragua (Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008), pero fue más pobre en relación a las diez especies encontradas durante la expedición del río Caura (Magalhães y Pereira 2003) y muy inferior a las 15 especies colectadas en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari (Pereira y García 2006). La diversidad de la región del medio río Cuyuní fue equivalente a la reportada en la cuenca del río Coppenam en Surinam, donde se han señalado ocho especies de decápodos. Respecto a la composición de especies, los camarones y cangrejos del Cuyuní y Uey fueron similares a los reportados en el Caura (Magalhães y Pereira, 2003) y en el Paragua (Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008). Esa similitud es más evidente en cuanto a los camarones Palaemonidae y cangrejos Trichodactylidae que en lo que respecta a los cangrejos Pseudothelphusidae. La semejanza de los ambientes estudiados también permite suponer que la composición faunística de las dos primeras familias podría ser extrapolada a otros tributarios del río Cuyuní y para la cuenca del río Esequibo, por lo menos en sus trechos medio y alto y, particularmente, en lo que refiere a la presencia de las especies *Macrobrachium brasiliense*,



**Figura 5.21.** Similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos entre las estaciones del Área Focal 5 (AF5) muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008 - dendrograma basado en el índice de Jaccard.



**Figura 5.22.** Abundancia, riqueza de especies y número de estaciones de cada una de las áreas focales muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008.

*Palaemonetes carteri*, *Poppiana dentata* y *Sylviocarcinus pictus*. En el bajo curso de esos ríos la riqueza de los decápodos cambia debido a la presencia de los camarones típicos de tierras bajas como *Macrobrachium amazonicum* o estuarinos como *Macrobrachium surinamicum* e incluso con la aparición de especies como *Euryrhynchus wrzesniewskii*, *Macrobrachium jelskii* y el cangrejo *Valdivia serrata* que son conocidos en ambientes del Cuyuní-Esequibo (Magalhães y Pereira 2007) pero que no fueron colectados, a pesar del intenso esfuerzo de muestreo.

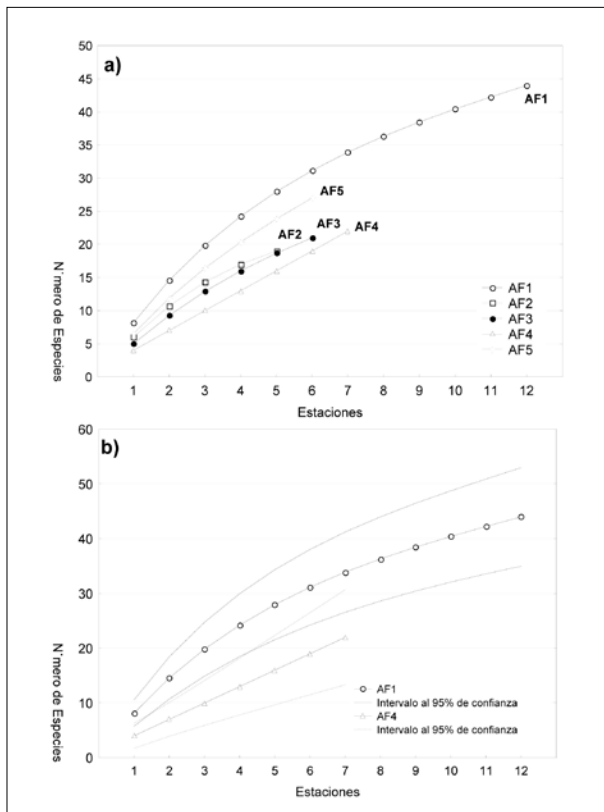
En cuanto a los órdenes de insectos acuáticos la composición de especies también fue similar a la reportada para los ríos Caura (García y Pereira 2003), Orinoco-Ventuari (Pereira et al. 2006) y Paragua (Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008). La diferencia de los resultados del Cuyuní-Uey, con los ríos mencionados, radica principalmente en la baja representatividad del orden Diptera, lo que puede ser explicado por la heterogeneidad de los hábitats muestreados, más que por desigualdades regionales. Este grupo resulta de gran importancia como indicador de calidad de agua (McCafferty 1981), y su familia Chironomidae es común o en algunos casos dominante en los sistemas lóticos de la Orinoquía (García y Pereira 2003, Pereira et al. 2006). Comparando los demás órdenes, Coleoptera y Hemiptera estuvieron representados por las mismas proporciones y familias que en los ríos Caura, Paragua y Orinoco-Ventuari, pero con menor riqueza de especies por familia. Es importante destacar que entre los coleópteros se encontró el género *Dibolocelus*, exclusivamente americano y común de ambientes lénticos con abundante vegetación.

Del Orden Hemiptera se colectaron los géneros bentónicos *Limnocois* y *Ambrysus*, que frecuentemente comparten el hábitat en cuerpos de agua lóticos bien oxigenados (López-Ruf et al. 2006) y se reportó por primera vez para Venezuela el género *Weberilla*. Plecoptera apareció con baja riqueza de especies y baja abundancia, al igual que en el estudio del Caura y Paragua. Los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera estuvieron representados en proporciones similares, con la diferencia de que el primero de ellos incluyó al género *Leentvaaria*, reportado por primera vez para Venezuela, un nuevo reporte de distribución geográfica de *Brasilocaenis irmleri* y, junto a esta, la familia Hydrobiosidae (Trichoptera) las cuales solo fueron reportadas en el río Paragua. Los odonatos estuvieron representados por varios géneros que contienen especies endémicas o de distribución restringida en la región de Guayana, como fueron: *Hetaerina*, *Acanthagrion*, *Argia*, *Aeshna*, *Progomphus*, *Telebasis* y *Erythrodiplax* (De Marmels 2003), igualmente reportados para el río Paragua (Mora-Day y Blanco-Belmonte 2008).

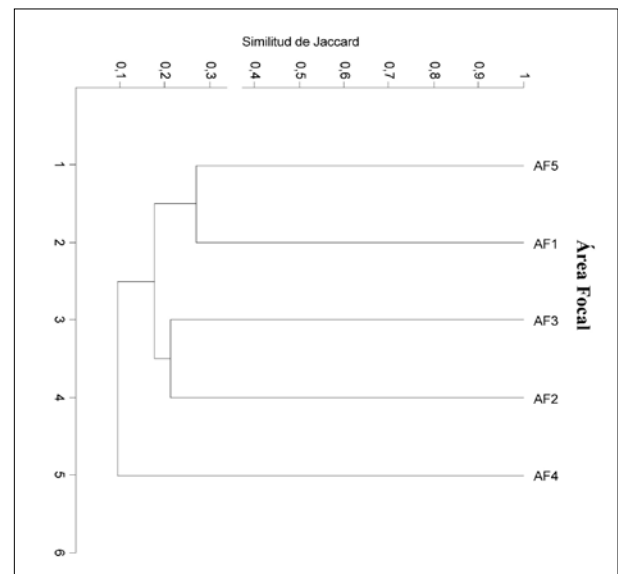
**Hábitat y amenazas**

Los ambientes explorados, disponibles para la fauna de macroinvertebrados no pueden ser considerados como únicos, teniendo en cuenta que sus características han sido previamente reportadas para otras subcuencas que drenan al río Orinoco, en el Escudo de Guayana. Sin embargo, la heterogeneidad de los hábitats disponibles para los macroinvertebrados en la zona estudiada de los ríos Cuyuní y Uey es inferior a la reportada en los ríos Ventuari, Caura y Paragua, los cuales presentan mayor diversidad de accidentes geográficos y un caudal superior.

Las áreas focales del medio y alto Uey presentan notables variaciones de las características del cauce principal a lo largo de su pronunciado gradiente altitudinal. La presencia de cuerpos de agua con rápidos, saltos de diversas alturas y substratos dominados por rocas de canto rodado dificultan el acceso de embarcaciones por vía fluvial, favoreciendo la conservación de sus ríos y quebradas. Diferencias más



**Figura 5.23.** Curvas de rarefacción basadas en muestras estimadas con la función de Mao Tau (Sobs.= riqueza observada) para las cinco áreas focales muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008. a) Curvas de rarefacción por área focal (AF), b) curvas de rarefacción de AF3 y AF4 mostrando sus intervalos de confianza.



**Figura 5.24.** Similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos entre las cinco áreas focales muestreadas durante el RAP Alto Cuyuní 2008 - dendrograma basado en el índice de Jaccard.

acentuadas fueron observadas entre estas dos áreas focales y las tres áreas estudiadas en el bajo Uey y Cuyuní, las cuales exhiben una disponibilidad de hábitat muy similar entre sí, respecto al tipo de agua y de ambientes. Incluyen los cauces principales profundos de los ríos y sus tributarios, representados por quebradas de porte mediano y pequeño, sombreadas, poco profundas, de corrientes moderadas, con bancos de material orgánico (hojarasca, palos y troncos de árboles sumergidos), alternadas con pequeñas playas arenosas o fangosas.

Las quebradas afluentes del Cuyuní están sometidas a un mayor nivel de intervención antrópica y degradación ambiental que las del Uey por efecto de la intensa actividad minera. Los macroinvertebrados acuáticos que habita las inmediaciones de la confluencia de estos dos ríos presentan ciertas amenazas que afectan el desarrollo de sus comunidades. En algunas quebradas del bajo Uey (estación 2) y del Cuyuní (estaciones 16 y 26) donde se registró una riqueza de especies importante se está modificando el hábitat y la topografía natural de los cauces, con remoción de sedimentos e incrementos de la turbidez del agua que interfieren la respiración branquial de organismos acuáticos. La contaminación por el mercurio usado en la minería y los residuos de combustibles empleados para el funcionamiento de maquinas alteran los procesos físico-químicos y bióticos de los ecosistemas acuáticos, constituyendo compuestos letales para las larvas de insectos (De Marmels 2003). El impacto sobre los macroinvertebrados puede ser más duradero en estos cuerpos de agua típicamente oligotróficos y de baja productividad primaria, característico de quebradas poco soleadas en el bajo Uey y Cuyuní y de los saltos y rápidos del alto y medio Uey, lo que se refleja también en la reducida presencia de organismos zooplanctónicos.

Estos efectos de la minería se evidenciaron particularmente en los resultados de los insectos, los cuales fueron sensibles a los cambios, tanto de la mencionada heterogeneidad de hábitat, como de las zonas de mayor perturbación. Al igual que en los crustáceos y moluscos, la composición de especies de los insectos varió a lo largo de las distintas áreas focales, lo cual se relaciona con el cambio en el gradiente ambiental y altitudinal. La cabecera del río Uey se caracterizó por la presencia de grupos con



**Figura 5.25.** Detalle del margen del abdomen fuertemente aserrado entre los segmentos de *Weberiella romboides*.

altos requerimientos de oxigenación del agua, como ríos y quebradas líticas poco profundas (Stehr 1991, Fernández y Domínguez 2001, Maldonado 2001, Pérez y Segnini 2005). Estos grupos están representados principalmente por Plecoptera (*Anacroneturia*), Trichoptera (*Leptonema*) y Ephemeroptera (Leptophlebiidae), frecuentemente utilizados como indicadores de calidad de agua (Segnini 2003). El medio río Uey representa un área de transición entre la zona de flujo rápido y lento, por lo que exhibe mayor heterogeneidad de hábitat, y organismos que se adaptan a ambas condiciones. Se caracterizó por la presencia de Leptophlebiidae y *Campylocia anceps* (Ephemeroptera), asociadas a arroyos y Guerridae, Naucoridae (Hemiptera) y Gomphidae (Odonata) típicos de remansos y aguas poco profundas (Stehr 1991). A partir del bajo río Uey y el Cuyuní la mayoría de las especies registradas estuvieron asociadas a los hábitats de flujo lento y remanso. Entre ellas, las especies pertenecientes a las familias Naucoridae y Guerridae (Hemiptera), Gomphidae y Lestidae (Odonata) se registraron en el bajo río Uey. Mientras que, Libellulidae, Corduliidae (Odonata) y Dytiscidae (Coleoptera) caracterizaron la composición de especies en el río Cuyuní.

Aunque en general, se espera un reemplazo de especies de insectos acuáticos con los cambios hidrológicos y del tipo de sustrato en el gradiente de un río, el cambio en la composición de especies observada también fue producto de la perturbación antrópica por minería, dada la relación entre el aumento de la concentración de sólidos totales en suspensión y la composición de especies en el río Cuyuní luego de la confluencia con el río Uey, tal como lo reportan El Souki et al. (en prensa). Las condiciones de esta área con mayor turbidez del agua por efecto de la minería y disminución de la concentración de oxígeno disuelto, fue tolerada por algunas especies de Libellulidae, Corduliidae y Guerridae, familias que incluyen algunas especies que pueden soportar ciertos grados de perturbación (McCafferty 1981, Stehr 1991, Molano-Rendón y Morales-Castaño 2008). Adicionalmente, el mayor número de especies de Dytiscidae se encontró en esta área, sin embargo, se desconoce alguna tolerancia a perturbaciones.

Otro indicativo de la modificación de la comunidad de insectos acuáticos por la perturbación, es la ausencia de los grupos Plecoptera y Trichoptera en quebradas del bajo río Uey y río Cuyuní. Ephemeroptera disminuyó su frecuencia de aparición en las AF1 y AF2, que presentaron menor perturbación por minería, y no se observaron en el AF3.

Por último, aunque la riqueza global de especies de macroinvertebrados (todos los grupos) no varió a lo largo del gradiente, El Souki et al. (en prensa) reportan para los insectos que la riqueza de especies en el río Cuyuní luego de la confluencia con el río Uey (AF3) fue significativamente menor respecto al alto río Uey. Este es otro indicativo del impacto generado por la actividad minera y de la capacidad de respuesta de la comunidad de insectos acuáticos a este tipo de perturbación en la zona.

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

- La composición de especies y de hábitats fue similar a la reportada para otros tramos del Cuyuní-Esequibo y otras subcuencas del río Orinoco. La riqueza de especies de insectos del área estudiada fue elevada, respecto a la de crustáceos y moluscos.
- Se incrementó el conocimiento de la distribución geográfica de géneros y especies de insectos, crustáceos y moluscos acuáticos, con registros nuevos para la cuenca del Cuyuní y para Venezuela. A pesar de que se hicieron, por primera vez, coletas sistematizadas y dirigidas para esos grupos de animales, son necesarios estudios más profundos que comprendan otros sectores de la cuenca y en otros períodos climáticos.
- Las medidas de conservación deben estar enfocadas en el medio y alto Uey por su escaso nivel actual de intervención antrópica, y en la regulación de la intensa actividad minera del Cuyuní. También se debe considerar la protección del pequeño cangrejo *Microthelphusa bolivari* por su endemismo y baja abundancia.
- Los macroinvertebrados no representan un recurso con valor de uso en la zona, pero si resultan de interés para la conservación y para la salud humana, por el efecto del mercurio en la biología de algunos organismos y la transferencia de estos contaminantes químicos a través de las cadenas tróficas, hasta el hombre.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bachmann, A. 1968. Notas sobre los Hydrophilini de Venezuela (Coleoptera, Hydrophilidae). Memoria Soc. Cienc. Nat. La Salle 28 (81):281-300.
- Belle, J. 1992 a. Studies on ultimate instar larvae of neotropical Gomphidae, with description of *Tibiagomphus*, new genus (Anisoptera). Odonatologica 21(1): 1-24.
- Belle, J. 1992 b. A revision of the South American species of *Aphylla* Selys, 1854 (Odonata: Gomphidae). Zoologische Mededelingen 66 (1-15): 239-264.
- Belle, J. 1994. Three new neotropical Gomphidae from the genera *Archaeogomphus* Williamson, *Cyanogomphus* Selys and *Epigomphus* Hagen (Anisoptera). Odonatologica 23(1): 45-50.
- Blanco-Belmonte, L. 1990. Estudio de las comunidades de invertebrados asociados a las macrofitas acuáticas de tres lagunas de inundación de la sección baja del río Orinoco, Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. 49-50:71-107.
- Blanco-Belmonte, L. 2006. Dinámica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos del Bajo Caura durante diferentes ciclos hidrológicos (Venezuela). Tesis Magíster Scientarum, Universidad Nacional Experimental de Guayana. Bolívar Venezuela.
- Blanco-Belmonte, L., J. Neiff y A. Poi de Neiff. 1998. Invertebrate fauna associated with floating

- macrophytes in the floodplain lakes of the Orinoco (Venezuela) and Paraná (Argentina). Verh. Internat. Verein. Limnol. 26:2030-2034.
- Blanco-Belmonte L., V. Ruaise y J. Peters. 2003. The nymph of *Paramaka* SAVAGE & DOMÍNGUEZ (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). En: Gaino E. (Ed). Research update on Ephemeroptera & Plecoptera. Università di Perugia. Perugia, Italy. Pp. 117-121
- Blanco-Belmonte, L., A. Bastardo y J. Rosales 2004. Functional contribution of invertebrates, bacteria and fungi to leaf decomposition in a black water tropical River. Acta Biol. Venez. 24 (2):1-10.
- Capelo, J., J. García y G. Pereira. 2004. Diversidad de macroinvertebrados bentónicos del golfo de Paria y delta del Orinoco. En: Lasso, C.A., L.E Alonso, A.L. Flores y G. Love ( eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional. Washington DC. Pp.55-60.
- Colwell R. K. 2006. Estimates versión 8.0. Sitio Web: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. of the Royal Society (Series B) 345, 101-118.
- Colwell R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 85 (10): 2717-2727.
- De Marmels, J. 1981. Hallazgos de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. Bol. Ent. Venez. N. S. 2: 11-12.
- De Marmels, J. 1982 a. Dos náyades nuevas de la familia Megapodagrionidae (Odonata Zygoptera). Bol. Ent. Venez. N. S. 2: 89-93.
- De Marmels, J. 1982 b. Dos náyades nuevas de la familia Aeshnidae (Odonata: Anisoptera). Bol. Ent. Venez. N. S. 2: 102-106.
- De Marmels, J. 1982 c. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 2. Bol. Entomol. Venez. N. S. 4 (11): 85-91.
- De Marmels, J. 1985. *Acanthagrion dichrostigma* sp. n. y *Acanthagrion tepuiense* sp. n. de Venezuela (Odonata: Coenagrionidae). Bol. Ent. Venez. N. S. 4: 9-16.
- De Marmels, J. 1989 a. Odonata or dragonflies from Cerro de la Neblina. Acad. Cienc. Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas 25: 1-91.
- De Marmels, J. 1989 b. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 5. Bol. Entomol. Venez. N. S. 5(7): 54-57.
- De Marmels, J. 1990a. Nota sobre dos "formas" en *Acanthagrion fluviatile* (De Marmels, 1984) y una descripción de la náyade (Odonata: Coenagrionidae). Bol. Ent. Venez. N. S. 5: 116-122.
- De Marmels, J. 1990b. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 6. Bol. Entomol. Venez., N. S. 5: 193-195.
- De Marmels, J. 1990c. An updated checklist of Odonata of Venezuela. Odonatologica 19: 333-345.

- De Marmels, J. 1991a. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 7. Bol. Ent. Venez. N. S. 6: 82.
- De Marmels, J. 1991 b. *Progomphus incurvatus bivittatus* subsp. nov. from Venezuela (Odonata: Gomphidae). Opusc. Zool. Flumin. 71: 1-7.
- De Marmels, J. 1991c. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 7. Bol. Ent. Venez. N. S. 6: 82.
- De Marmels, J. 1992 a. Dragonflies (Odonata) from the Sierras of Tapirapeco and Unturan, in the extreme south of Venezuela. Acta Biol. Venez. 14: 57-78.
- De Marmels, J. 1992 b. Odonata del Cerro Guaiquinima (Edo. Bolívar) y zonas aledañas. Bol. Ent. Venez. N. S. 7: 37-47.
- De Marmels, J. 1993. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 8. Bol. Ent. Venez. N. S. 8: 156-158.
- De Marmels, J. 1997. Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o poco conocidos. 9. Bol. Ent. Venez. N. S. 12: 151-152.
- De Marmels, J. 2001. Revision of *Megapodagrion* Selys, 1886 (Insecta, Odonata: Megapodagrionidae). Tesis Doctoral. Universität Zürich. Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät.
- De Marmels, J. 2003. Odonatos. *En*: Aguilera, M., A. Azocar y E. González-Jiménez (eds.). Biodiversidad en Venezuela. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología y Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Caracas, Venezuela. Pp. 312-325.
- Demoulin, G. 1966. Contribution a l'étude des Ephemeropteres du Surinam. Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg. 42 (37):1-22.
- Derka, T. 2002. *Massatella devani*, a new mayfly species from Venezuela's Highlands (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). Aquatic insects 24 (4):309-316.
- Dominguez, E., Ferreira, M.J. y C. Nieto 2001. Redescription and phylogenetic relationships of *Leentvaaria* Demoulin (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *En*: Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Ed. E. Dominguez. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp. 313-320.
- Edmondson, W. T. 1959. Fresh-Water Biology. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- El Souki, M., C. Lasso, L. Blanco-Belmonte, J. Mora-Day, C. Magalhães, D. Psapia, A. Mora, O. Farina y O. Lasso-Alcalá. 2009. Composición y distribución de la comunidad de insectos acuáticos en un gradiente fluvial del alto río Cuyuní, Guayana venezolana. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. (en prensa).
- Epler, J. H. 1996. Identification manual for the water beetles of Florida (Coleoptera: Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scirtidae). Final Report DEP Contract Number WM621. Department of Environmental Protection. Florida State, Tallahassee.
- Fernández, H. R. y E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.
- Ferreira-Peruquetti, P.S. y Fonseca-Gessner, A. A. 2006. Spatial distribution and seasonality of *Heliocharis amazona* Selys in a Cerrado area of Sao Paulo State, Brazil (Zygoptera: Dictyrididae). Odonatologica 35(1): 41-46.
- García, J. V. y G. Pereira. 2003. Diversidad de macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. *En*: Chernoff, B., A. Machado-Allison., K. Riseng y J. Montambault, (eds.). Una Evaluación Rápida de los Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca del Río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 28. Conservación Internacional. Washington, DC. Pp. 144-150.
- Hamada, N. y S. R. Marques. 2003. An illustrated key to nymphs of Perlidae (Insecta, Plecoptera) genera in Central Amazonia, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 47(3): 477-480.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2008. PAST - Palaeontological Statistics, ver. 1.79.
- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Allan Hancock Foundation Publications of the University of Southern California. Occasional Paper 12.
- Leistikow, A. 2001. Phylogeny and biogeography of South American Crinocheta, traditionally place in the family "Philosciidae" (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). Organisms, Diversity & Evolution 1: 239-240.
- Limongi, J. 1983. Estudio morfo-taxonomico de náyades en algunas especies de Odonata (Insecta) en Venezuela. Trabajo de Grado para la obtención del título de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela.
- López, B. y G. Pereira. 1996. Inventario de los crustáceos decápodos de las zonas alta y media del Delta del Orinoco, Venezuela. Acta Biol. Venez. 16: 45-64.
- López-Ruf, M., J. J. Morrone y E. P. Hernández. 2006. Patrones de distribución de las Naucoridae argentinas (Hemiptera: Heteroptera). Rev. Soc. Entomol. Argent., 65, (1-2): 111-121.
- Magalhães, C. y G. Pereira. 2003. Inventario de los crustáceos decapados de la cuenca del río Caura, estado Bolívar, Venezuela: Riqueza de especies, hábitat, aspectos zoogeográficos e implicaciones de conservación. *En*: Chernoff, B., A. Machado-Allison., K. Riseng y J. Montambault (eds.). Evaluación rápida de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Caura, estado Bolívar, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 28. Conservation International Washington, DC. Pp.151-159
- Magalhães, C. y G. Pereira. 2007. Assessment of the decapod crustacean diversity in the Guayana Shield region aiming at conservation decisions. Biota Neotropica 7 (2): 111-124.
- Magalhães, C. y M. Türkay. 1996. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae II. The genera *Forsteria*, *Melocarcinus*, *Sylviocarcinus*, and *Zilchiopsis* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Senckenbergiana biologica 75 (1/2): 97-130.



- Maldonado, V. 2001. Biodiversidad de plecópteras (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en Venezuela. Tesis Doctoral: Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic entomology. Science Books Internacional. USA.
- McGeoch, M. A. y S. L. Chown. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Tree*. 13: 46-47
- Melo, G. A. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do agua doce do Brasil. FAPESP. Sao Paulo, Brasil.
- Miller, K. B. y P. J. Spangler. 2008. Fontidessus Miller and Spangler, a new genus of Bidessini from Venezuela (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae) with three new species. *Zootaxa*, 1827: 45-52.
- Molano-Rendón F., y I.T. Morales-Castaño. 2008. Clasificación y hábitats de Gerridae (Heteroptera - Gerromorpha) en Colombia. *Acta biol. Colomb.* 13 (2): 41-60.
- Mora-Day, J. y L. Blanco-Belmonte. 2008. Macroinvertebrados acuáticos del alto río Paragua, Cuenca del Caroní, Estado Bolívar, Venezuela. *En: Seánaris J., C. Lasso y A. L. Flores (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la cuenca alta del río Paragua, estado Bolívar, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 49. Conservation International Washington, DC. Pp. 97-109.*
- Naumann, I. D. 1991. Insects of Australia. Segunda edición. CSIRO. Melbourne University Press. Canberra, Australia.
- Nieser, N. 1975. The water bugs (Heteroptera: Nepomorpha) of the Guyana Region. *Studies on the fauna of Suriname and Other Guyanas* 16 (59):1-304.
- Pain, T. 1946. Pomacea (Ampullaridae) of the British Guiana. *Proc. Malac. Soc. London.* 28: 63-76.
- Pain, T. 1956. Revision of the Melaniidae of the British Guiana and Surinam. *Basteria.* 20:19-105.
- Pereira, G. 1982. Los camarones del género *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) de Venezuela. Taxonomía y distribución. Trabajo de Ascenso, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Pereira, G. 1985. Freshwater shrimps from Venezuela III: *Macrobrachium quelchi* (De Man) and *Euryrhynchus pemoni*, n. sp. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from La Gran Sabana. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 98: 615-621.
- Pereira, G. 1986. Freshwater shrimps from Venezuela I: seven new species of Palaemoninae (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 99: 198-213.
- Pereira, G., J. V. García y J. Capelo. 2004. Crustáceos decápodos del bajo delta del río Orinoco, Venezuela: biodiversidad y estructura comunitaria. *En: Lasso, C.A., L.E. Alonso, A.L. Flores y G. Love (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservación Internacional, Washington, DC. Pp. 204-212.*
- Pereira, G. y J. V. García. 2006. Comunidad de crustáceos de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. *En: Lasso, C.A., J.C. Seánaris, L.E. Alonso y A.L. Flores (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, estado Amazonas, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional, Washington, DC. Pp.107-113*
- Pereira, G., J. V. García, A. Marcano, O. Lasso-Alcalá y R. Martínez-Escarbassie. 2006. Los macroinvertebrados bentónicos de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari. *En: Lasso, C.A., J.C. Seánaris, L.E. Alonso y A.L. Flores (eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, estado Amazonas, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional. Washington, DC. Pp. 96-106.*
- Pereira, G. y C. Lasso. 2006. A new species of *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Venezuelan Guayana. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 166: 133-139.
- Pérez, B. y S. Segnini. 2005. Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Ephemeroptera (Insecta) en un río tropical altiandino. *Entomotropica* 20 (1): 49-57.
- Pescador M. L. y W. L. Peters. 1990. Biosystematics of the Genus *Massartella* Lestage (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from South America. *Aquat. Insect* 12: 145-160.
- Peters W.L. y G.F., Jr. Edmunds. 1972. A revision of the generic classification of certain Leptophlebiidae from southern South America (Ephemeroptera). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 65: 1398-1414.
- Pringle, C. M. y A. Ramírez 1998. Use of both benthic and drift sampling techniques to assess tropical stream invertebrate communities along an altitudinal gradient, Costa Rica. *Freshwater Biology.* 39: 359-373.
- Racenis, J. 1957. El primer hallazgo de la familia Synlestidae (Odonata: Zygoptera) en Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 17: 26-27.
- Racenis, J. 1968. Los Odonatos de la Región del Auyan-tepui y de la Sierra de Lema, en la Guayana Venezolana 1. Superfamilia Agrionoidea. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 80 (28): 15 1-176.
- Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, G. 1982 a. Freshwater shrimp (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco basin and the Venezuelan Guayana. *J. Crust. Biol.* 2 (3): 378 - 391.
- Rodríguez, G. 1982 b. Les crabes d'eau douce d'Amerique. Famille des Pseudothelphusidae. *Collection Faune Tropicale*, 22. Editions Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer (ORSTOM), Paris, France.
- Rodríguez, G. 1992. The freshwater crabs of America. Family Trichodactylidae and supplement to the family Pseudothelphusidae. *Collection Faune Tropicale*, 31. Editions Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer (ORSTOM), Paris, France.
- Rodríguez, G. y G. Pereira. 1992. New species, cladistic relationships and biogeography of the genus *Fredius* (Crustacea: Brachyura: Pseudothelphusidae) from south America. *J. Crust. Biol.* 12: 297-311.

- Rodríguez, G. y H. Suárez. 2003. Crustáceos. *En*: Aguilera, M., A. Azocar y E. González-Jiménez (eds.). Biodiversidad en Venezuela. Fundación Polar Ministerio de Ciencia y Tecnología y Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Caracas, Venezuela. Pp. 289-311.
- Roldán, G. 1996. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Imprendes Presencia S. P., Fondo FEN, Colciencias, Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia.
- Rosales, J., Conrad, V., Dezzeo, N., Blanco-Belmonte, L., Knab-Vispo, C., González, N., Daza, F., Bradley, C., Gilvear, D., Escalante, G., Chacón N. y Geoffrey Petts 2002. Ecohydrology of Riparian Forest in the Orinoco River Basin. *En*: The Ecohydrology of South America Rivers and Wetlands. (Ed.) M. E. McClain. and Wetlands. (Ed.) M. Mc.Clain. Publicación Especial #6 de International Association of Hydrological Sciences. Pp. 93-110.
- Rosales, J., Blanco-Belmonte, L. y C. Bradley. 2008. 16. Hydrogeomorphological and Ecological Interactions in Tropical Floodplains: The Significance of Confluence Zones in the Orinoco Basin, Venezuela. *En*: Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future, Edited by Paul J. Wood, David M. Hannah and Jonathan P. Sadler. John Wiley & Son.
- Schoenly, K., R. Beaver y T. Haumier. 1992. On trophic relations of insect: a food web approach. *American Naturalist*. 137: 597-638.
- Seastedt, T. R. y D. A. Jr. Crossley. 1984. The influence of arthropods on ecosystems. *Bioscience*. 34:157-161.
- Segnini, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos*. 16(2): 45-63.
- Sena, L. 2003. Comparación teórico-práctica de varios métodos matemáticos para estimar el número total de especies de una comunidad a partir de muestras parciales. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Spangler, P. J. 1981. New and Interesting Water Beetles from Mt. Roraima and Ptari-tepui, Venezuela (Coleoptera: Dytiscidae and Hydrophilidae). *Aquatic Insects*, 3 (1): 1-11.
- Spangler, P. J. 1985a. Five New Species of the Predacious Water Beetle Genus *Hydrodessus* from Guyana and a Key to the Species (Coleoptera: Dytiscidae). *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.* 137: 80-89.
- Spangler, P. 1985b. A new genus and species of riffle beetle, *Neblinagen prima*, from the venezuelan tepui, Cerro de la Neblina (Coleoptera, Elmidae, Larinae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 87 (3): 538-544.
- Spangler, P. 1987. A new species of water penny beetle *Pheneps cursitatus*, from Cerro de la Neblina, Venezuela (Coleoptera: Dryopoidea: Psephenidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 89 (2): 219-225.
- Stehr, F. W. 1991. *Immature Insects*. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. Vol. I y Vol. II.
- Vásquez, E., Sánchez, L., Pérez, L. E. y Blanco-Belmonte, L. 1990. Estudios de hidrobiología y Piscicultura en algunos cuerpos de agua (Ríos, embalses, lagunas) de la cuenca baja del río Orinoco: Conocimiento actual y necesidades de futuros estudios. *En*: El río Orinoco como ecosistema. F. Weibezhan, H. Alvarez y W. Lewis Jr. (eds.). Impresos Rabel. C.A. Caracas. Pp. 301-336.
- Wallace, J. B. y Webster J. R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review of Entomology* 41:115-139.