

Entomofauna acuática del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano, con énfasis en Ephemeroptera y Plecoptera

María del Carmen Zúñiga^{1*}, William Cardona¹, Carlos Molineri², Julián Mendivil¹, Carlos Cultid¹, Ana Marcela Chará¹ & Alan Giraldo³

1. Grupo de Investigaciones Entomológicas, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia; maczuniga@gmail.com; williamcardona@gmail.com; chalcidoidea88@gmail.com
2. Instituto de Biodiversidad Neotropical-CONICET, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina; carlosmolineri@gmail.com
3. Grupo de Investigaciones en Ecología Animal, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia; ecologia@univalle.edu.co

Recibido 18-X-2013. Corregido 20-XI-2013. Aceptado 19-XII-2013.

Abstract: Aquatic entomofauna from Gorgona National Natural Park, Colombian Pacific, with emphasis in Ephemeroptera and Plecoptera. Gorgona is a Colombian continental island that biogeographically belongs in the Choco region. This work constitutes a first approximation to the aquatic insects, with emphasis in Ephemeroptera and Plecoptera: distribution, ecology, and associations to the continental mainland. Between October 2010 and June 2011, immature and adult specimens were collected in five streams of the island's Western sector using entomological nets, Malaise traps, and light traps. A total of nine orders, 28 families, 39 genera and 16 species of aquatic insects were found. New geographical records for Gorgona include: Dytiscidae (Coleoptera), *Zelus*, *Farrodes* and *Terpides* (Ephemeroptera), *Leucotrichia* and *Wormaldia* (Trichoptera), *Laccodytes*, *Neoelmis* and *Pheneps* (Coleoptera), *Maruina* and *Limonia* (Diptera). As part of this study, four new species for each, Ephemeroptera and Plecoptera, were found. *Leptohiphes jodiannae*, *L. maculatus* and *Hagenulopsis esmeralda* are recorded for the first time for Colombia. *Farrodes caribbeanus*, *F. roundsi*, *Hagenulopsis zunigae*, *Zelusio principalis* and *Anacroneuria choco* are reported for the first time for the National Park. The high abundance of families, genera, and species is similar to that of low order streams in the tropic mainland, particularly those associated to the Choco bio-geographical province. Rev. Biol. Trop. 62 (Suppl. 1): 221-241. Epub 2014 February 01.

Key words: Aquatic entomofauna, Ephemeroptera, Plecoptera, Gorgona National Natural Park, Colombia, Choco biogeographical province.

La isla Gorgona y el islote de Gorgonilla conforman el área insular de mayor extensión en el pacífico colombiano. Debido a sus características geográficas y morfológicas (35km de distancia en línea recta a la zona continental y profundidades menores a los 120m), se consideran formaciones insulares continentales (Giraldo, 2012). De acuerdo con su vegetación, la isla contiene elementos típicos de la provincia del Choco biogeográfico, albergando una alta diversidad en todos los grupos, donde se destacan por su riqueza las plantas vasculares (Vásquez, Cortés, Calero, Soto & Torres,

2012). Aunque en isla Gorgona los insectos son dominantes en términos de abundancia y riqueza, su diversidad y patrones de distribución han sido poco documentados, siendo la vegetación, los mamíferos y las aves los más conocidos (Alberico, 1986; Naranjo, 1986; Beltrán & Naranjo, 1988; Murillo & Lozano, 1989; Cadena, Gómez, Andrade & Peñuela, 1990; Rangel, 1990; Rangel, Fuentes & Uribe, 1990).

En términos generales, la entomofauna se destaca por su abundancia, diversidad taxonómica, ecosistemas colonizados, microhábitats ocupados y variedad de funciones ecológicas

realizadas (Jacobsen, Shultz & Encalada, 1997; Sites, Willing & Linit, 2003). Participan activamente en el ciclo de los nutrientes y constituyen un recurso básico en la alimentación de organismos acuáticos y terrestres como peces, anfibios, aves, murciélagos, e incluso otros insectos. Su rápida respuesta a cambios ambientales los hace atractivos en estudios de conservación, monitoreo de la biodiversidad y bioindicación de impactos causados por actividades humanas. Varios grupos de insectos, entre ellos los acuáticos, pueden ser usados para evaluar el efecto de la fragmentación sobre los ecosistemas y los procesos ecológicos; la perturbación de los ambientes naturales por efecto de actividades humanas, la evaluación de la contaminación de las corrientes hídricas y de áreas para la conservación (Cairns & Pratt, 1993; Kremen et al., 1993; Resh, Myers & Hannaford, 1996; Didham, Ghazoul, Stork & Davis, 1996; Escobar, Halfpeter, Solis, Halfpeter & Navarrete, 2008).

En zonas tropicales los esfuerzos de investigación dirigidos a la caracterización de las comunidades de insectos acuáticos y su relación con factores ambientales están pobremente documentados, condición aún más recurrente en los ambientes insulares (Boyero & Bailey, 2001; Gómez-Aguirre, Longo-Sánchez & Blanco, 2009; Longo-Sánchez, Gómez-Aguirre, Blanco & Zamora-González, 2009). La mayoría de los trabajos de investigación que abordan la entomofauna acuática tienen una baja resolución taxonómica. Esta situación restringe el estudio y comprensión de los patrones biogeográficos a nivel específico en las zonas insulares y continentales (Lomolino, Riddle, Whittaker & Brown, 2010). Además, dificulta realizar una adecuada valoración de la biodiversidad con fines de conservación (Hunter & Gibbs, 2006; Gromm, Meffe & Carroll, 2006).

Con respecto a la entomofauna acuática, en isla Gorgona se destacan los trabajos desarrollados por Cala (1990), Zapata, Beltrán, Collazos & Prah (1991), Vásquez, Naundorf & Zamora (1996) y Zamora, Vásquez & Naundorf (1996). Recientemente, Longo-Sánchez et al. (2009) estudiaron los cambios multianuales

y espaciales de la composición y estructura de la comunidad de insectos acuáticos en algunas quebradas de la isla. Gómez-Aguirre et al. (2009) y Blanco (2009), analizaron la calidad fisicoquímica de las corrientes hídricas, así como la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y sus patrones espaciales en quebradas de las vertientes este y oeste de isla Gorgona, durante dos periodos hidrológicos contrastantes. Sin embargo, estos trabajos han sido dirigidos a estados inmaduros y en el mejor de los casos las identificaciones se realizaron a nivel de género. En el presente trabajo se hace énfasis en dos de los órdenes para los cuales se dispone de mayor información y el conocimiento taxonómico está más avanzado en la región.

Ephemeroptera es uno de los órdenes dominantes y diversos entre la entomofauna acuática. En Colombia se conocen nueve familias, 59 géneros y 67 especies (Zúñiga, Molineri & Domínguez, 2004; Dias, Zúñiga & Bacca, 2009; Dias, Bacca & Ferreira, 2011; Molineri 2010a; Gutiérrez & Reinoso-Flórez, 2010; Molineri, Cuz & Emmerich, 2011; Salinas, Dias, Salles & Bacca, 2011), que representan 64.3% de las familias, 57.3% de los géneros y 12.2 % de las especies citadas para Sur América. Son considerados los insectos alados más primitivos y poseen una característica única entre ellos, como es la de presentar un estadio alado supernumerario entre la ninfa y el adulto denominado subimago, que generalmente emerge al crepúsculo y muda a imago dentro de las 24 horas siguientes, conformando enjambres o vuelos nupciales que, en general, ocurren temprano en la mañana o al final del día (Domínguez, Molineri, Pescador, Hubbard & Nieto, 2006; Domínguez, Molineri & Nieto, 2009a).

Plecoptera es un componente importante de la entomofauna de ecosistemas dulceacuícolas. Las ninfas son sensibles a la contaminación orgánica y la degradación del hábitat, por tal razón, son buenos bioindicadores de calidad de agua. Su abundancia y riqueza parecen estar condicionadas a factores combinados como la calidad del agua, el sustrato y la vegetación

de ribera (Zúñiga, 2010). Cumplen un papel importante en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros insectos y vertebrados. En Colombia, solo hay dos familias reportadas, pero la más importante en abundancia y diversidad es Perlidae. Tiene amplia presencia a nivel mundial, incluye 51 géneros y cerca de 800 especies, siendo la familia de mayor riqueza específica del orden. En el Neotrópico exhibe la mayor frecuencia, abundancia y diversidad y se conocen diez géneros, entre los cuales *Anacroneuria* es dominante (Stark, Froehlich & Zúñiga, 2009). En Colombia se reportan 61 especies para este género, de las cuales el 70% se ubica en la región natural andina y 20% en la región del pacífico, principalmente en el sector que corresponde al Valle del Cauca (Zúñiga, 2010).

El objetivo del presente trabajo es hacer un nuevo aporte al conocimiento de la entomofauna acuática y su ecología en las corrientes hídricas de isla Gorgona, aumentando la resolución taxonómica conocida para algunos grupos. Por primera vez, se hace una aproximación a nivel específico para los órdenes Ephemeroptera y Plecoptera. Adicionalmente, con la información obtenida se espera aportar nuevos elementos para el análisis de las relaciones faunísticas de la isla con la región continental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El territorio emergido del Parque Nacional Natural (PNN) Gorgona comprende las islas de Gorgona y Gorgonilla. Esta área natural protegida tiene una extensión terrestre de 1431.28has con alturas entre 0 y 338msnm y se encuentra ubicada en el departamento del Cauca, al sur del pacífico colombiano (2°47'-3°6' N y 78°6'- 78°18' W). Biogeográficamente la isla Gorgona se encuentra en la provincia chocoana o pacífica de Colombia (Rangel, 1990). La temperatura atmosférica es en promedio de 27°C, registrándose niveles de precipitación anuales de 6694mm, evapotranspiración anual de 1200mm y humedad relativa cercana al 90% (Rangel & Rudas, 1990).

Es una localidad con abundantes cursos de agua de los cuales, aproximadamente 25 son de carácter permanente. Para este trabajo fueron seleccionadas cinco quebradas del sector oriental de la isla: Aeropuerto, Ilú, Iguapoga, Pizarro y Chorro del Cura. Información geográfica de las localidades de muestreo se encuentran consignadas en el Cuadro 1. Las aguas lóxicas en isla Gorgona, aunque presentan diferencias entre ellas en aspectos biogeoquímicos y de nutrientes, son de buena calidad sanitaria y ambiental, claras, con niveles de oxígeno disuelto cercano a la saturación, neutro-alcalinas, semiduras, pobres en nitrógeno y gas carbónico disuelto y con una conductividad relativamente alta para aguas dulces naturales (Vásquez et al., 1996; Blanco, 2009).

Muestreo: Para el desarrollo del trabajo se estudiaron estados inmaduros y adultos de insectos acuáticos. Los estados inmaduros fueron capturados en febrero (periodo seco) y junio (periodo lluvioso) de 2011. Los micro hábitats evaluados fueron: piedras grandes (P), grava y canto (GrC) y hojarasca (H), para lo cual se utilizaron pinzas y redes entomológicas tipo D y Surber, con área de barrido de 0.09m² y 500m² de poro de red.

Los adultos fueron recolectados mediante trampas de luz con pantalla y trampas tipo led (luz blanca y negra), en cinco campañas realizadas entre octubre de 2010 y junio de 2011. Las trampas fueron ubicadas en la vegetación del corredor ribereño de cada cuerpo de agua, en vegetación del bosque asociado a los senderos y en árboles entre 5 y 20m de altura. También se usaron trampas tipo Malaise ubicadas entre 2 y 4m de altura. Todos los tipos de muestreo fueron realizados durante diferentes períodos de tiempo (4 a 48h), pero principalmente en la noche entre las 18:00 y 21:00h.

Los especímenes (inmaduros y adultos), fueron preservados en frascos con alcohol etílico al 80%. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de Molineri (2003), Domínguez et al. (2006), Domínguez & Fernández (2009). Para el nivel de especie, fue necesario realizar disecciones y montajes en

CUADRO 1
Localidades de recolección en el PNN Gorgona (octubre 2010-junio 2011)

TABLE 1
Localities where we collected in the PNN Gorgona (October 2010-June 2011)

Código	Descripción	Localidad	Latitud (N)	Longitud (W)	Altitud (msnm)
QAe	Quebrada Aeropuerto	Sendero Playa Blanca-Azufrada-arriba intersección	2° 57' 29,5"	78° 10' 53,1"	25
QAe _A	Quebrada Aeropuerto	Sendero Playa Blanca-Azufrada-arriba intersección	2° 56' 56,7"	78° 10' 50,1"	10
QI	Quebrada Ilú	Sendero Acueducto-Bocatoma acueducto	2° 59' 22,7"	78° 10' 06,0"	75
QI _A	Quebrada Ilú	Sendero Acueducto	2° 58' 03,4"	78° 10' 45,2"	20
QIg	Quebrada Iguapoga	Sendero La Chonta-Cruce	2° 58' 11,9"	78° 10' 42,4"	30
QIg _A	Quebrada Iguapoga-alta	Sendero Cerro Trinidad	2° 58' 27,5"	78° 11' 00,7"	170
QPz	Quebrada Pizarro	Sendero Playa Yundigua-arriba intersección	2° 58' 43,7"	78° 10' 29,0"	10
QChC	Quebrada Chorro del Cura	Sendero Cerro Trinidad-arriba del poblado	2° 58' 21,5"	78° 10' 43,4"	90
QChC _A	Quebrada Chorro del Cura	Sendero Cerro Trinidad-parte baja	2° 58' 15,0"	78° 10' 40,1"	40
SAC	Sendero Acueducto	Vegetación del bosque asociado	2° 57' 11,9"	78° 10' 13,5"	100
SAC _A	Sendero Acueducto	Vegetación del bosque asociado	2° 57' 12,5"	78° 10' 12,2"	96
SCTr	Sendero Cerro Trinidad	Vegetación del bosque asociado	2° 58' 02,3"	78° 10' 09,0"	63
SLCh	Sendero La Chonta	Vegetación del bosque asociado	2° 58' 03,4"	78° 10' 45,2"	14
SLCh _A	Sendero La Chonta	Vegetación de ribera	2° 58' 04,4"	78° 10' 42,7"	35
SPY	Sendero Playa Yundigua	Vegetación claro del bosque	2° 58' 43,7"	78° 10' 29,0"	10
SPY _A	Sendero Playa Yundigua	Vegetación inicio del sendero	2° 58' 32,3"	78° 10' 17,0"	33
SPB-Az	Sendero Playa Blanca-Azufrada	Vegetación claro del bosque	2° 57' 01,6"	78° 11' 15,2"	13
PPal	Playa Palmeras	Vegetación cerca casa de huéspedes	2° 56' 38,6"	78° 12' 05,0"	44
PPal _A	Playa Palmeras	Vegetación cerca casa de huéspedes	2° 56' 28,6"	78° 12' 21,4"	28
PR	Piedra Redonda	Vegetación	2° 56' 08,6"	78° 11' 09,4"	32

bálsamo de Canadá de la genitalia de adultos machos, piezas bucales, patas y algunas otras estructuras en ninfas, de acuerdo con el grupo. En algunos casos se recurrió a bibliografía especializada para cada taxón en particular y a descripciones originales de las especies identificadas. Todos los ejemplares se encuentran depositados en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV).

Para cada grupo taxonómico identificado fue contado el número de individuos presentes en las muestras, así como el número de órdenes que representan la entomofauna de la isla Gorgona. Para los grupos que se tiene el nivel de conocimiento taxonómico suficiente, fue registrado y contado el número de familias y géneros dentro de cada orden. En el caso de Ephemeroptera y Plecoptera, también fue

contado el número de especies. Con la información obtenida para estos dos grupos, fueron elaborados mapas de los registros conocidos en el continente y los nuevos registros establecidos para la isla. Para esto fue utilizado el sistema Geographic Coordinate System: GCS Bogotá, Datum: D Bogotá y el software ESRI® ArcMap 10.0 licencia ArcInfo.

RESULTADOS

Fueron capturados 3 263 ejemplares (1 454 en estado inmaduro y 1 809 adultos). La entomofauna acuática del PNN Gorgona, estuvo representada en nueve órdenes, 26 familias, 36 géneros y 16 especies. Ephemeroptera fue el orden de mayor presencia porcentual (48.51%), seguido de Trichoptera (34.66%),

Diptera (8.34%), Plecoptera (4.63%) y Coleoptera (3.06%) (Fig. 1). Ephemeroptera además presentó la mayor riqueza de familias, géneros y especies en la muestra. Trichoptera fue el segundo orden en abundancia con ocho familias y 13 géneros. De Diptera fueron encontradas cinco familias, pero solo cuatro géneros fueron identificados debido a la dificultad en cuanto a disponibilidad de claves e información taxonómica para los grupos neotropicales del orden (Cuadro 2). A partir de las formas inmaduras, se incluyen como nuevas citas para Gorgona a *Leucotrichia* y *Wormaldia* (Trichoptera), *Maruina* y *Limonia* (Diptera). Coleoptera a pesar de tener una frecuencia poblacional baja, exhibió alta riqueza de familias (cinco) y géneros (13), 47% de los cuales correspondieron a Elmidae y en este trabajo se registran por primera vez para la isla la familia Dytiscidae y los géneros *Laccodytes*, *Neoelmis* y *Pheneps*. Con menos del 1% de frecuencia relativa se encontraron Odonata, Hemiptera, Lepidoptera y Megaloptera. Información detallada en cuanto al registro de la entomofauna, estado, distribución espacial, altitudinal y microhábitats de recolecta se presentan en el Cuadro 2. Con la información obtenida más el trabajo realizado por Longo-Sánchez et al. (2009), son incrementados los registros para la isla a 31 familias y 54 géneros.

Ephemeroptera en isla Gorgona estuvo caracterizado por tres familias, nueve géneros y 11 especies, cuatro de ellas nuevas para la ciencia (Cuadro 2). Fueron registradas las familias Baetidae, Leptohiphidae y Leptophlebiidae. Las formas inmaduras tuvieron menos ejemplares capturados (741) que los subimagos e imagos (842).

Baetidae presentó una frecuencia intermedia dentro del orden (Fig. 2A), la mayoría de los individuos recolectados fueron ninfas, encontrándose solamente 12 adultos. Se identificaron tres géneros: *Baetodes* Needham & Murphy fue el más abundante (Fig. 2B); a partir de las ninfas, se cita una nueva especie (en proceso de descripción), registrada en todas las quebradas y microhábitats evaluados. *Cloeodes* Traver fue el segundo en abundancia, con una morfoespecie sin definición taxonómica por la inmadurez de los ejemplares capturados. Se encontró en todas las corrientes, excepto en la quebrada Ilú y en diferentes microhábitats. *Zelus* Lugo-Ortiz & McCafferty (1998) es el género de menor frecuencia poblacional respecto de la familia (Fig. 2B), cuya especie identificada *Z. principalis* Lugo-Ortiz & McCafferty (1998), amplía su distribución geográfica para la región natural del Pacífico, incluida la parte insular del sur de Colombia.

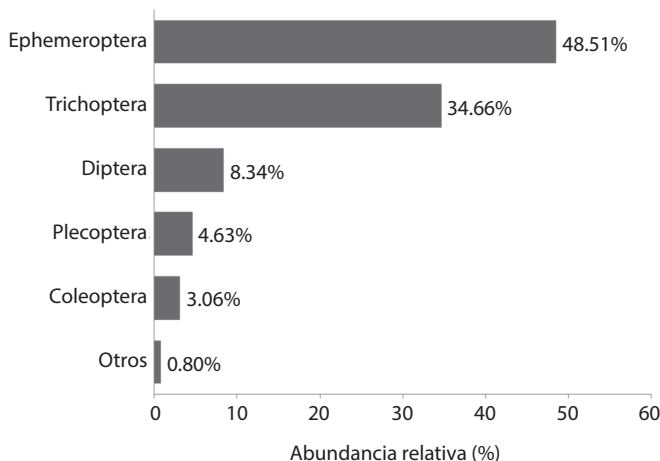


Fig. 1. Abundancia relativa de los órdenes de Insecta en isla Gorgona.

Fig. 1. Relative abundance of Insecta orders in Gorgona Island.

CUADRO 2
Listado de entomofauna acuática en el PNN Gorgona (octubre 2010- junio 2011)

TABLE 2
List of aquatic entomofauna in the PNN Gorgona (October 2010-June 2011)

Taxón	Estado	Distribución	Altura msnm	Sustrato	Observaciones
Ephemeroptera					
Betidae					
<i>Baetodes</i> sp. nov.	Ninfas	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	P, GrC, H	Nueva especie
<i>Cloeodes</i> sp.	Ninfas	QAe, QChC, QIg, QPz	10 a 170	GrC, H	
<i>Zelusia principalis</i>	Ninfas	QChC, QI, QPz	10 a 90	GrC, H	Nueva cita para la isla
Leptohyphidae					
<i>Leptohyphes jodiannae</i>	Ninfas Adultos	QAe, QAe _A , QChC, QIg, QIg _A , QI, QI _A , QPz, SAc, SCTr, SLCh	10 a 170	P, GrC, H VgR, Bq	Nueva cita para Colombia Primer registro del adulto
<i>Leptohyphes maculatus</i>	Ninfas	QIg, QI	30 a 75	GrC	Nueva cita para Colombia
<i>Tricorythodes</i> sp. nov.	Ninfas Adultos	QAe, QChC, QChC _A , QIg, QI, QPz, SCTr, SLCh, SPY _A	10 a 90	GrC, VgR, Bq	Nueva especie
Leptophlebiidae					
<i>Farrodes caribbianus</i>	Ninfas Adultos	QI, QI _A , QChC, QChC _A , SCTr, SPB-Az, PPal _A	13 a 90	GrC, P, H, VgR, Bq	Nuevo registro para la isla
<i>Farrodes roundsi</i>	Ninfas Adultos	QAe, QChC, QChC _A , QIg, QI, QI _A , QPz, SAc, SCTr, SLCh, SPY	10 - 170	GrC, P, H, V VgR, Bq	Nuevo registro para la isla
<i>Hagenulopsis esmeralda</i>	Adulto	QChC	90	VgR	Nueva cita para Colombia
<i>Hagenulopsis zunigae</i>	Ninfas Adultos	QChC, SPB-Az, SPY	13 - 90	VgR Bq	Primer registro para la isla
<i>Hagenulopsis</i> spp.	Ninfas	QAe, QChC, QIg, QIg _A , QI, QPz	10 - 170	GrC	Ninfas sin asociación
<i>Terpides</i> sp. nov.	Ninfas Adultos	QChC, QChC _A , QIg, QIg _A , QI, QPz	10 - 170	GrC, H, VgR	Nueva especie
<i>Thraulodes</i> sp. nov.	Ninfas Adultos	QAe, QChC, QChC _A , QIg, QIg _A , QI, QPz, SCTr, SLCh	10 - 170	GrC, P, H VgR, Bq	Nueva especie.
Plecoptera					
Perlidae					
<i>Anacroneuria choco</i>	Adultos	SAc, SAc _A , SCTr	63 a 100	VgR, Bq	Nuevo registro para la isla
<i>Anacroneuria</i> sp. 1	Adultos	QChC, QChC _A , SCTr	40 a 90	VgR	Nueva especie
<i>Anacroneuria</i> sp. 2	Adultos	QChC, PR	32 a 90	VgR, Bq	Nueva especie
<i>Anacroneuria</i> sp. 3	Adultos	QAe _A , QChC	10 a 90	VgR	Nueva especie
<i>Anacroneuria</i> sp. 4	Adultos	SCTr	63	VgR	Nueva especie
<i>Anacroneuria</i> spp.	Ninfas	QAe, QAe _A , QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, P, H	Ninfas sin asociación
Trichoptera					
Calamoceratidae					
<i>Phylloicus</i> sp.	Adulto	QPz	10	VgR	
Glossosomatidae	Ninfas	QAe, QChC, QIg, QI	25 a 90	GrC, P	
Hydropsychidae					
<i>Leptonema</i> spp.	Larvas Adultos	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, P, H VgR, Bq	

CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

Taxón	Estado	Distribución	Altura msnm	Sustrato	Observaciones
<i>Macronema</i> spp.	Larvas Adultos	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, P, H VgR, Bq	
<i>Smicridea</i> spp.	Larvas Adultos	Quebradas: QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, P, H VgR	
Hydroptilidae	Adultos	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 90	VgR	
<i>Leucotrichia</i> spp.	Larvas	QAe	25	GrC	Nuevo registro para la isla
Leptoceridae					
<i>Nectopsyche</i> spp.	Larvas Adultos	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	25 a 170	GrC, H, VgR	
Philopotamidae					
<i>Chimara</i> spp.	Larvas	QChC, QIg, QI, QPz	10 a 90	GrC, P	
<i>Wormaldia</i> spp.	Larvas	QAe	25	P	Nuevo registro para la isla
Polycentropodidae					
<i>Polycentropus</i> sp.	Adulto	QIg	170	GrC	
Coleoptera					
Dytiscidae					
<i>Laccodytes</i> sp.	Adultos	SPY	15	Sed ¹	Nuevo registro para la isla
Elmidae					
<i>Disersus</i> sp.	Larvas Adultos	QChC, QI, QPz QAe	10 a 90 25	GrC, H GrC	
<i>Macrelmis</i> sp.	Larvas	QChC, QIg	30 a 90	GrC, H	
<i>Microcylloepus</i> sp.	Adultos	QAe, QIg, QI	25 a 75	GrC, H	
<i>Neelmis</i> sp.	Larvas Adultos	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 90	GrC, H	Nuevo registro para la isla
<i>Phanocerus</i> sp.	Larvas Adultos	QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, H	
Psephenidae					
<i>Pheneps</i> sp.	Larvas	QAe, QChC, QIg, QI,	25 a 170	GrC, H	Nuevo registro para la isla
Ptilodactylidae					
<i>Anchitarsus</i> spp.	Larvas	QAe, QChC, QIg, QI,	25 a 170	GrC, H	
Scirtidae					
<i>Elodes</i> sp.	Larvas	QAe, QIg, QPz	10 a 30	GrC, H	
Diptera					
Ceratopogonidae					
Chironomidae	Larvas	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 90	GrC, H, P	
Psychodidae					
<i>Maruina</i> sp.	Larvas	QIg	30 a 170	GrC, P	Nuevo registro para la isla
Simuliidae					
<i>Simulium</i> spp.	Larvas	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	10 a 170	GrC, H, P	
Tipulidae					
<i>Hexatoma</i> sp.	Larvas	QAe, QChC, QIg, QI, QPz	25 a 170	GrC	

CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

Taxón	Estado	Distribución	Altura msnm	Sustrato	Observaciones
<i>Limonia</i> sp.	Larva	QIg	30	GrC	Nuevo registro para la isla
Hemiptera					
Gerridae					
<i>Brachymetra</i> sp.	Adultos	QchC	90	SupAg ²	
<i>Potamobates</i> sp.	Adultos	QchC	90	SupAg ²	
<i>Tachygerris</i> sp.	Adultos	QchC	90	SupAg ²	
Vellidae					
<i>Rhagovellia</i> spp.	Adultos	QChC, QIg	30 a 170	GrC	
Crambidae					
<i>Petrophila</i> sp.	Larvas	QAe	25	P	
Megaloptera					
Corydalidae					
<i>Corydalis</i> sp.	Larvas	QAe	25	P	
Odonata					
Coenagrionidae					
<i>Argia</i> spp.	Ninfas	QIg, QI	75 a 170	GrC	
Gomphidae	Ninfas	QIg, QI	75 a 170	GrC	
Megapodagrionidae	Ninfas	QIg, QI	75 a 170	GrC	
Platystictidae					
<i>Palaemnema</i> sp.	Ninfas	QI	75	GrC	

1. Recolectados en charca temporal formada por agua lluvia en el sendero que del poblado conduce a playa Yundigua.
2. Captura directa en la superficie del agua de la quebrada El Chorro del Cura.

Leptohiphidae ocupó el tercer lugar en abundancia relativa (Fig. 2A) con respecto al total de ejemplares del orden. Esta familia estuvo representada por los géneros *Leptohiphes* Eaton y *Tricorythodes* Ulmer (Fig. 2C). *Leptohiphes* fue el género menos abundante en la familia y fueron identificadas dos especies que son registros nuevos para Colombia: *L. jodiannae* Allen y *L. maculatus* Allen (Allen, 1967) (Fig. 3A). Los adultos de estos taxones fueron capturados con trampas de luz blanca y negra, tipo pantalla y leds, en la vegetación del corredor ribereño de las quebradas y principalmente en el dosel del bosque aledaño a varios senderos. La identificación de *L. jodiannae* fue realizada a partir de ninfas recolectadas en todas las quebradas estudiadas y con preferencia en sustratos rocosos del lecho, logrando la asociación entre el estado ninfal

y su correspondiente adulto macho y hembra, que eran desconocidos. La identificación de *L. maculatus* también fue realizada a partir de ninfas capturadas en las quebradas Ilú e Iguapoga. *Tricorythodes* fue el género más abundante en la familia, una especie nueva fue identificada y se encuentra en proceso de descripción a partir de ninfas e imagos machos y hembras. La asociación fue obtenida a partir de una ninfa madura pre emergente y con ayuda de una cámara de cría colocada directamente en la corriente.

Leptophlebiidae exhibió la mayor abundancia, distribución y riqueza (Fig. 2A). Fueron identificados cuatro géneros: *Farrodes* Peters, *Hagenulopsis* Ulmer, *Terpides* Demoulin y *Thraulodes* Ulmer, de los cuales *Farrodes* y *Terpides* son nuevos registros para la isla. *Farrodes* es el género de mayor frecuencia

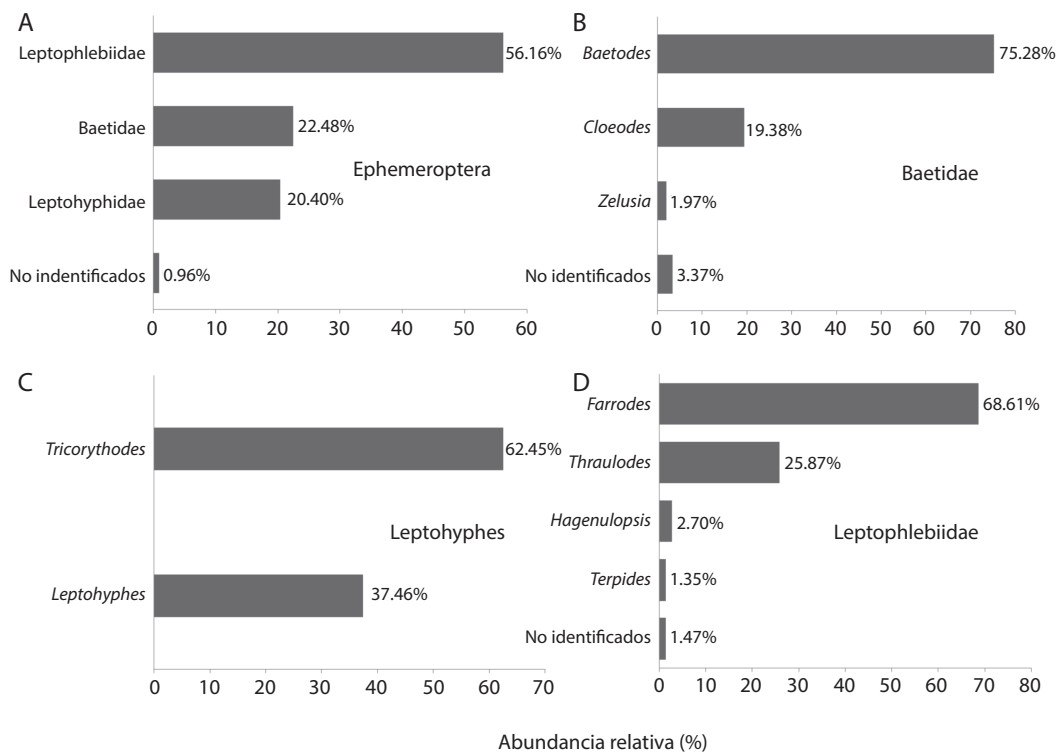


Fig. 2. Abundancia relativa de familias y géneros de Ephemeroptera en isla Gorgona.
Fig. 2. Relative abundance of Ephemeroptera families and genera in Gorgona Island.

poblacional entre los Leptophlebiidae (Fig. 2D), con dos especies identificadas: *F. caribbeanus* (Traver) (1943) y *F. roundsi* (Traver) (1947), cuyas ninfas fueron capturadas en todas las quebradas y los subimago e imago, machos y hembras, en la vegetación de ribera y en varios ambientes boscosos aledaños a los senderos (Fig. 3B). A diferencia de *F. caribbeanus*, que solamente fue capturado en dos quebradas del sector oriental, *F. roundsi* presentó amplia distribución a lo largo de todas las corrientes estudiadas y, entre los adultos del género, fueron dominantes (92%).

La captura de adultos de *Hagenulopsis* en isla Gorgona fue baja (cinco ejemplares) y las ninfas se encontraron dispersas en todas las quebradas evaluadas, pero con una baja abundancia relativa dentro de Leptophlebiidae (Fig. 2D). Es reportada por primera vez para

Colombia *H. esmeralda* Domínguez, Molineri & Bersosa (Domínguez, Molineri & Mariano, 2009b), a partir del único imago macho capturado con trampa de luz en la vegetación de orilla de la Quebrada Chorro del Cura (Fig. 3C). Aunque los imago muestran un patrón traslúcido muy definido en algunos segmentos del abdomen, no pudo ser establecida una asociación confiable ninfa-imago. Adicionalmente se cita *H. zunigae*, Domínguez, Molineri & Mariano (Domínguez et al., 2009b), quien amplía su rango de distribución a la región insular del pacífico sur de Colombia y cuya caracterización fue posible con base en un imago macho y varias hembras recolectadas con trampa Malaise en claros del bosque y con trampa de luz blanca y negra en la vegetación de orilla de la quebrada Chorro del Cura (Fig. 3C).

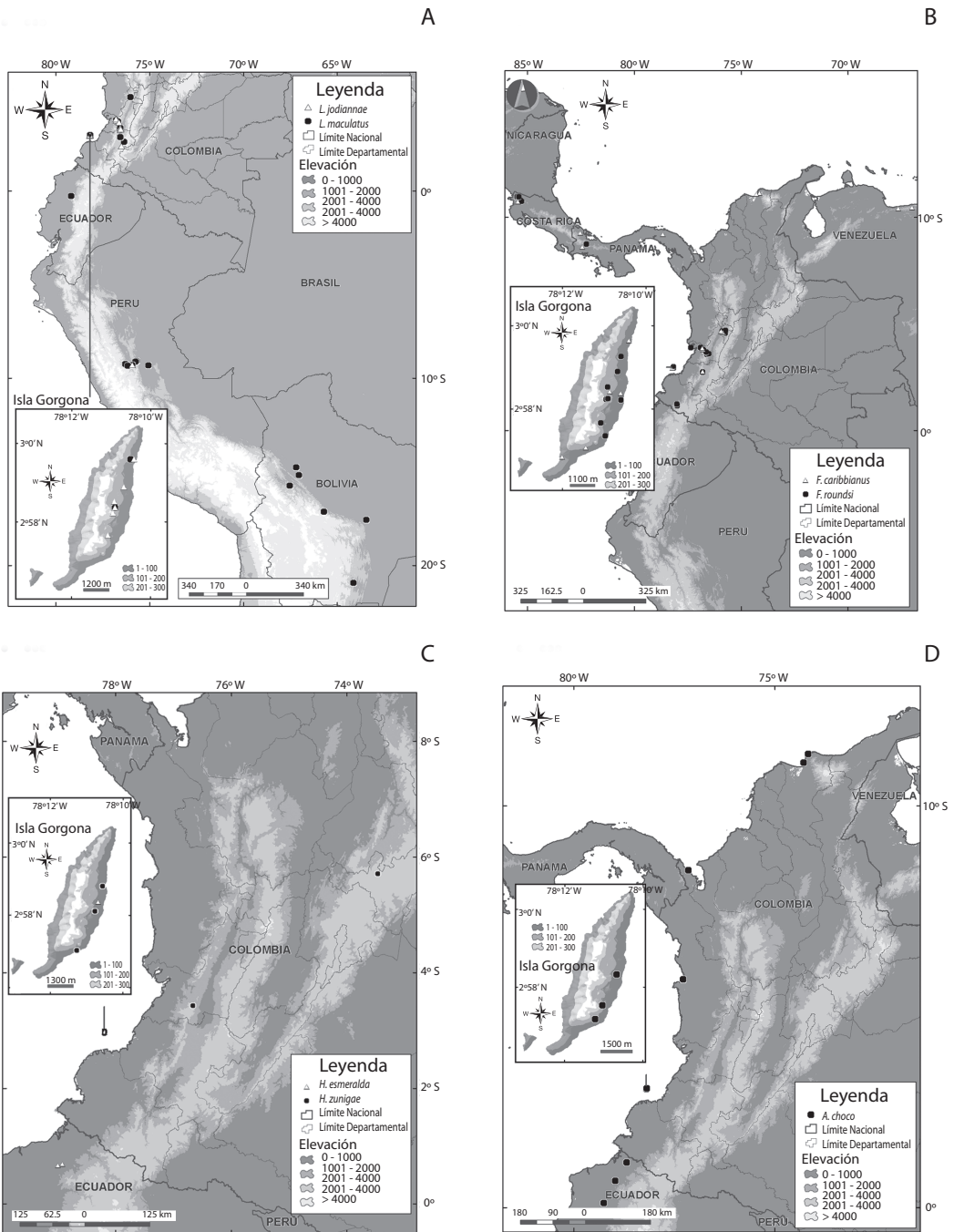


Fig. 3. (A) Distribución de *Leptohyphes jodiannae* y *L. maculatus*. (B) Distribución de *Farroses caribbeanus* y *F. roundsi*. (C) Distribución de *Hagenulopsis esmeralda* y *H. zunigae*. (D) Distribución de *Anacroneria choco*.

Fig. 3. (A) Spatial distribution of *Leptohyphes jodiannae* y *L. maculatus*. (B) Spatial distribution of *Farroses caribbeanus* y *F. roundsi*. (C) Spatial distribution of *Hagenulopsis esmeralda* y *H. zunigae*. (D) Spatial distribution of *Anacroneria choco*.

Terpides presentó una amplia distribución, pero fue un taxón poco abundante entre los Leptophlebiidae de la isla (Fig. 2D). Los pocos adultos fueron recolectados con trampas de luz blanca y negra en la vegetación de orilla de las quebradas evaluadas y las ninfas en corrientes con sustratos rocosos tipo grava y canto, paquetes de hojarasca, más no en piedras de mayor tamaño. Estos individuos corresponden a una nueva especie en proceso de descripción, asociada en todos sus estadios. Este es el tercer registro de una especie del género para América del Sur y la primera para Colombia. Los subimagos de la especie presentan una diferencia marcada con respecto a los imagos en la coloración de algunas celdas en las alas anteriores.

Thraulodes fue el segundo género en abundancia entre los Leptophlebiidae (Fig. 2D), con una nueva especie en proceso de descripción y asociada en todos sus estadios. En las cinco quebradas fueron recolectadas ninfas ocupando todos los microhábitats evaluados. De igual manera, los imagos machos y hembras fueron capturados con trampa de luz de pantalla en la vegetación de orilla y con trampas de luz tipo leds, suspendidas en árboles del bosque cercano a los senderos.

El orden Plecoptera en el PNN Gorgona estuvo representado exclusivamente por la familia Perlidae y el género *Anacroneturia* Klapálek, con 4.63% de abundancia relativa entre la entomofauna acuática. En el periodo de muestreo las ninfas fueron frecuentes, pero no abundantes y la gran mayoría de ellas correspondían a tallas pequeñas o primeros estadios de desarrollo. Aunque fueron encontradas ninfas en todas las corrientes acuáticas, los adultos capturados, en su gran mayoría, estuvieron asociados con la vegetación de orilla de solo una quebrada. Fueron identificadas cinco especies: *A. choco* Stark & Bersosa (Zúñiga, Stark, Vásconez, Bersosa & Vimos, 2006) y cuatro nuevas para la ciencia en proceso de descripción, recolectadas principalmente en la noche, a partir de las 19:00h, mediante trampas de luz blanca y negra en el corredor ribereño de la quebrada Chorro del Cura y con trampas de luz

tipo leds y Malaise ubicadas en árboles entre 5 y 10m de altura y en la vegetación del bosque asociado a los senderos. En horas del día, dos ejemplares adultos fueron encontrados en vuelo y en reposo en la vegetación.

El registro de *A. choco* en el PNN Gorgona amplía su distribución a la zona sur del pacífico colombiano en su parte insular (Fig. 3D). La identificación se realizó con base en ejemplares hembras recolectadas con trampas de luz, en la vegetación de ribera de la quebrada Chorro del Cura y en el dosel del bosque asociado a los senderos del acueducto y Cerro Trinidad (trampas de luz tipo leds y Malaise), en alturas entre 5 y 10m.

DISCUSIÓN

Los órdenes que presentaron mayor abundancia, frecuencia poblacional y riqueza de géneros, aunque con algunas diferencias en términos de familias, en general muestran un patrón similar al encontrado por Gómez-Aguirre et al. (2009) y Longo-Sánchez et al. (2009) en quebradas de la vertiente este y oeste de Gorgona, y por Boyero & Bailey (2001) en una pequeña corriente de la isla Coiba, en el pacífico panameño. A nivel de orden la dominancia fue similar, siendo Ephemeroptera, Coleoptera y Diptera las más abundantes. A nivel de familia, se destacan en los diferentes trabajos Leptophlebiidae, Chironomidae, Elmidae y Baetidae. La principal diferencia con los trabajos mencionados se presentan para el orden Trichoptera. En el caso de la isla Coiba ninguna familia ni género de este grupo estuvo presente en más del 50% de las muestras. Estas diferencias radican probablemente en variaciones temporales en la dinámica de la población en estas poblaciones. Estos estudios por su carácter puntual no permiten conocer el patrón de distribución de las mismas.

Longo-Sánchez et al. (2009) encontraron que la mayoría de familias estuvieron representadas por un solo género con pocos morfotipos, sin embargo, el patrón general del presente trabajo corresponde a familias con varios géneros y especies. La mayor frecuencia poblacional de

Leptophlebiidae (Ephemeroptera), concuerda con la información de los autores citados, sin embargo, para Perlidae (Plecoptera) y Baetidae (Ephemeroptera), también registradas como abundantes, su composición fue diferente en este estudio. Baetidae presentó frecuencia intermedia entre los Ephemeroptera y con respecto a la entomofauna acuática total mostró un porcentaje menor. Perlidae, aunque solo registra un género rico en especies, no se encontró entre los taxones de mayor abundancia.

Estas discrepancias podrían tener su origen en el carácter puntual y bajo número de muestreos, además de variaciones propias de la dinámica poblacional que es desconocida en la isla para estos grupos. La distribución temporal y espacial de los diferentes taxones tiene una relación importante con los periodos climáticos que caracterizan esta zona del trópico húmedo, en particular para los adultos y sus procesos de emergencia. Un mejor conocimiento de la composición del ensamble de la entomofauna acuática en Gorgona debe ser abordado mediante estudios de diversidad a largo plazo que involucren el mayor número de quebradas tanto del sector occidental como del oriental, así como evaluaciones en diferentes escalas (local y regional) con buena resolución taxonómica que permita identificaciones a nivel de especie, no solo de las formas inmaduras, sino también de los adultos como parte complementaria de sus ciclos vitales.

A continuación se discuten aspectos ecológicos, taxonómicos y de distribución para los géneros y especies de Ephemeroptera y Plecoptera encontrados en el PNN Gorgona, grupos con mejor resolución taxonómica en este trabajo.

Ephemeroptera: El registro del orden en isla Gorgona (tres familias, nueve géneros y once especies), equivale al 33.3% de las familias, 15.2% de géneros y 16.4% de las especies conocidas para el país. A pesar de la abundancia de formas adultas en los diferentes eventos de captura en Gorgona, no se observaron enjambres para ninguno de los taxones reportados. Los individuos adultos

fueron atraídos a las trampas de luz blanca y negra utilizadas, mostrando buena capacidad de desplazamiento vertical de vuelo, ya que fueron encontrados no solo en la vegetación de ribera sino también en el dosel del bosque, en árboles entre 2 y 20m de altura. Por tratarse de una primera aproximación al conocimiento de los adultos del orden, es necesario complementar la información obtenida en este trabajo con un esfuerzo mayor de colecta en diferentes espacios, horarios y periodos climáticos, para conocer la dinámica poblacional y los patrones de formación de enjambres como importante estrategia reproductiva de las especies.

Baetidae: En Colombia se registran 20 géneros y 19 especies de varias regiones naturales, con énfasis en la andina occidental y central (Zúñiga et al., 2004; Dias et al., 2009; Salinas et al., 2011). En Ephemeroptera, es una de las familias cuyas ninfas presentan el más amplio espectro ambiental con diferentes condiciones del hábitat, calidad del agua y tolerancia al incremento de materia orgánica biodegradable, pero con oxígeno disuelto aún aceptable (Zúñiga, Rojas & Mosquera, 1997; Zúñiga & Cardona, 2009).

A diferencia de Longo-Sánchez et al. (2009) que la reporta entre las familias abundantes del ensamble del PNN Gorgona, en nuestro estudio es uno de los de menor frecuencia relativa entre los Ephemeroptera, ubicándose con prelación en la película de las piedras y sustratos con canto y grava. Aunque no se conoce la dinámica de población para las especies de Ephemeroptera en la isla, los datos disponibles parecen evidenciar que en la época de muestreo las poblaciones de Baetidae no se encontraban en periodos de emergencia, situación que se corrobora con la mínima captura de individuos adultos y la presencia de *Cloeodes* en primeros estadios, a diferencia de Leptophlebiidae, con abundante cantidad de imagos para las especies de *Farrrodes*.

Baetodes: Habitan cuerpos de agua de diferente orden de magnitud, con preferencia en zonas de corriente rápida y microhábitats rocosos con lechos de canto, grava y arena,

donde se alimentan como raspadores de la biopelícula y, dentro de los Baetidae, es el género de mayor tolerancia y espectro en términos de calidad de agua y condiciones ecológicas del hábitat (Zúñiga et al., 1997; Domínguez et al., 2006). En Colombia, trabajos recientes de Salinas et al. (2011) reportan seis especies, ubicadas principalmente en la región andina occidental y central. La mayoría de las especies han sido descritas de ninfas, cuyos caracteres taxonómicos permiten una mejor separación. En Gorgona, Longo-Sánchez et al. (2009), no cita a *Baetodes* entre los géneros abundantes, pero si lo reporta con amplia distribución y, con excepción de una quebrada del sector occidental, fue encontrado en todas las corrientes seleccionadas para el estudio de los autores en referencia.

***Cloeodes*:** En la región sudamericana se registran 20 especies, pero ninguna es conocida en Colombia. En términos generales, no es un taxón frecuente ni abundante en la entomofauna acuática de corrientes hídricas en la región; su distribución y ecología están pobremente documentadas. Las ninfas toleran diferentes condiciones de calidad de agua y alteración del hábitat (Zúñiga et al., 1997; Domínguez et al., 2006). En el PNN Gorgona, aunque muy inmaduros y en primeros estadios, los ejemplares del género ocuparon sustratos rocosos y zonas con acumulación de hojarasca, información que concuerda con trabajos previos de Longo-Sánchez et al. (2009), quienes también reportan abundantes ninfas de *Cloeodes*, con amplia distribución a lo largo de todas las quebradas tanto del sector oriental como del occidental de la isla.

***Zelus*:** *Z. principalis* es la única especie incluida en este género monotípico que se conoce de Brasil, Colombia y Venezuela (Domínguez et al., 2006; Nieto, Grillet, Domínguez, Molineri & Guerrero, 2011) en donde se encuentra principalmente en la región andina (Zúñiga et al., 2004; Dias et al., 2009). Es un taxón de baja frecuencia y abundancia y se desconoce la asociación entre la ninfa y

su correspondiente imago macho y hembra, de igual manera que información sobre su distribución, ecología y la relación con la calidad del agua es muy incipiente. Con base en la identificación de material recolectado por Montoya & González (2008), la especie también se encuentra en isla de Palma, muy cerca de la parte continental (<2Km), en la costa pacífica del Valle del Cauca. Los especímenes recolectados en Colombia se ubican en corrientes hídricas de bajo orden, lechos rocosos y hojarasca, cuerpos de agua bien oxigenados y baja carga orgánica.

Leptohyphidae: Esta familia hace presencia en las Américas y es la tercera en diversidad, abundancia y distribución en el Neotrópico después de Leptophlebiidae y Baetidae (Domínguez et al., 2006; 2009a). En Colombia se conocen nueve géneros y 16 especies, ubicadas especialmente en la región natural andina (Zúñiga et al., 2004; Bacca et al., 2008; Dias et al., 2009). Las ninfas prefieren zonas de rápidos y sustratos rocosos en una gran variedad de hábitats y calidad de agua (Zúñiga et al., 1997) y Dos Santos, Molineri, Reynaga & Basualdo (2011) la reportan como una familia más sensible a la degradación ambiental que Leptophlebiidae.

Leptohyphes: Este género es el de mayor distribución y abundancia entre los Leptohyphidae citados para el país, donde se conocen cuatro de las 22 especies reportadas para el continente (Molineri, 2003; 2010b; Dias et al., 2009). En términos de calidad del agua, exhiben tolerancia a la contaminación orgánica incipiente, pero con niveles de saturación de oxígeno aceptables (Zúñiga et al., 1997; Zúñiga & Cardona, 2009). En estudios previos Longo-Sánchez et al. (2009), solo reportan ninfas en las quebradas Ilú e Iguapoga y no lo cataloga entre los géneros abundantes del ensamble de entomofauna acuática.

L. jodiannae, era conocida solamente de Perú y Ecuador, se desconocen muchos aspectos de su ecología. Trabajos en marcha sobre taxonomía, distribución y ecología de *Leptohyphes* en Colombia, realizados por la primera

autora de este artículo, muestran la presencia de la especie en la provincia del Chocó biogeográfico, principalmente en la región andina sur occidental del país, entre 300 y 1 300msnm (en prep.). *L. maculatus*, de la misma localidad tipo de *L. jodiannae*, está reportada para Perú, Ecuador y las Yungas de Bolivia (Molineri, 2010b). Con la información disponible en el trabajo citado acerca de la revisión de *Leptohyphes* en Colombia, se observa que en el país la especie se ubica con preferencia en la provincia del Chocó biogeográfico, en cuerpos de agua de bajo y mediano orden y en sustratos del lecho de tipo rocoso (Fig. 3A). En varias localidades de la región andina occidental, de igual manera que en la isla, *L. maculatus* y *L. jodiannae* son simpátricas y para la época del muestreo, la distribución y frecuencia poblacional de *L. maculatus* fue significativamente menor (5%) que la de *L. jodiannae* (95%).

Las diferencias marcadas que muestran en sus abundancias las especies simpátricas de *Leptohyphes*, de igual manera que en *Farrodes*, pueden interpretarse como una estrategia de segregación del periodo reproductivo, diferencias que han sido documentadas por Molineri & Zúñiga (2006), en relación con el horario de formación de enjambres y vuelos nupciales, en especies de *Leptohyphes* cercanas filogenéticamente y que comparten el mismo ambiente en los Andes centrales de Colombia.

***Tricorythodes*:** Se conocen 25 especies para América del Sur, cinco de ellas registradas en Colombia (Molineri, 2002; Zúñiga et al., 2004; Emmerich, 2007; Dias et al., 2009; 2011). En isla Gorgona, durante el período de muestreo la captura de ninfas fue baja (14 ejemplares), restringida a pocas corrientes con lecho de grava y canto mientras la abundancia y distribución de adultos, particularmente para los subimagos, fue mayor (188 ejemplares), encontrándose en la vegetación de orilla de todas las quebradas del estudio y en el dosel del bosque asociado con senderos (Cuadro 1). Durante los eventos de muestreo no se observaron enjambres o vuelos nupciales.

***Leptophlebiidae*:** En el Neotrópico es la familia más diversa y abundante, con amplia dispersión geográfica y altitudinal, seguida de cerca por Baetidae. En América del Sur se reportan 42 géneros y 164 especies, de las cuales en Colombia hacen presencia 17 géneros y 15 especies. En el PNN Gorgona los cuatro géneros y seis especies identificadas corresponden al 23.5% de los géneros y 40.0% de las especies conocidas para la familia en el país (Domínguez et al., 2006; 2009; Dias et al., 2009).

***Farrodes*:** Es uno de los géneros de *Leptophlebiidae* de mayor riqueza y distribución en el Neotrópico, con 12 especies para América del Sur, especialmente del sector nororiental (Domínguez, Molineri & Peters, 1996; 2006; Domínguez, 1999). En Colombia, están presentes *F. caribbeanus* y *F. roundsi* y las ninfas se ubican en una variedad de sustratos como piedra, hojarasca, grava y canto del lecho, corrientes de bajo y mediano orden, aguas bien oxigenadas y baja carga orgánica, hasta aquellas con contaminación orgánica incipiente (Zúñiga et al., 1997). Aunque el género originalmente estuvo registrado en las islas de las Antillas, su presencia es novedosa para la región insular del pacífico (Domínguez, 1999).

F. caribbeanus se conoce de todos sus estadios y está reportado para Costa Rica, Panamá y Colombia, donde se encuentra en el Chocó (región del caribe) y el Valle del Cauca, en varias localidades andinas y del pacífico, entre 180 y 2 000msnm (Zúñiga et al., 2004; Dias et al., 2009). Los nuevos registros de Colombia expanden su rango de distribución también al sector occidental del norte del continente (Fig. 3B). *F. caribbeanus* es simpátrica con *F. roundsi*, pero con una frecuencia poblacional muy baja en relación con el total de adultos del género (8%). *F. roundsi* también se conoce de Panamá, Costa Rica y Colombia, en varias localidades de la región andina occidental en los departamentos de Nariño y Valle del Cauca (20 a 2 000msnm) (Zúñiga et al., 2004; Dias et al., 2009). La presencia de esta especie en la parte insular, se complementa con el registro

de la misma, a partir de material colectado por Montoya & González (2008), en la isla de Palma (Valle del Cauca) muy cerca del continente. Con estas citas regionales, la especie parece tener, una distribución similar a su especie hermana *F. caribbeanus*, en el norte del continente (Domínguez, 1999; Domínguez & Zúñiga, 2009).

La presencia de gran cantidad de adultos machos y hembras en todos los eventos de muestreo, sugiere emergencias a lo largo del año. A la fecha se desconoce tanto para la región insular como para el continente, su dinámica poblacional y los picos de emergencia, que en las regiones continentales de clima tropical, generalmente se hallan asociadas con períodos climáticos. Aunque aún no hay suficientes registros para una mejor aproximación a la distribución neotropical de *F. roundsi* y *F. caribbeanus*, con la información disponible se observa que tienden a ubicarse en corrientes de bajo orden y buena calidad ambiental del agua, tanto en la zona del Chocó biogeográfico del continente como aquella que corresponde a la parte insular de la región tropical del pacífico en Colombia (Zúñiga et al., 2004; Domínguez & Zúñiga, 2009) (Fig. 3B).

Hagenulopsis: La más reciente revisión del género cita para el continente cinco especies, de las cuales el único registro para Colombia es *H. zunigae* (Domínguez et al., 2009b). Longo-Sánchez et al., (2009), reporta la captura de abundantes ninfas, de especies sin definir, en quebradas tanto del sector occidental como el oriental de la isla, pero no llegan a ser dominantes en la composición de la entomofauna.

H. esmeralda se conoce únicamente del material tipo en la Provincia de Esmeralda, al noroccidente de Ecuador, en zonas bajas (40msnm) y corrientes de mediano orden llamados esteros (Domínguez et al., 2009b). Los microhábitats de las posibles ninfas corresponden a los típicos sustratos rocosos de las quebradas de la isla y aguas de buena calidad ambiental, con corredor ribereño y bosques secundarios en buen estado. Es necesario allegar mayor información para corroborar si la

especie está restringida al Chocó biogeográfico, como parece inferirse con base en las dos localidades de Ecuador y Colombia (Fig. 3C).

Hagenulopsis zunigae Domínguez, Molineri & Mariano (Domínguez et al., 2009b) se conoce del material tipo de Colombia, ubicado en zonas protegidas de alta montaña (2000-2720msnm) en los Andes occidentales y orientales. Los inmaduros fueron recolectados en corrientes de bajo orden, óptima calidad de agua y buena cobertura vegetal de ribera y sectores aledaños. Se desconoce su dinámica de población y aspectos ecológicos y la presencia de la especie en dos regiones geográficamente apartadas, sugiere un patrón amplio de distribución. Los microhábitats corresponden a sustratos rocosos y aguas de óptima calidad. Con los pocos registros disponibles de la especie, es importante la búsqueda de material adicional para corroborar su alta dispersión geográfica y la tendencia que muestra su presencia en la provincia del Chocó biogeográfico (Fig. 3C).

Terpides: Es un taxón muy poco estudiado en aspectos taxonómicos, ecológicos y biogeográficos, con varias especies por describir (Domínguez et al., 2006). Trabajos recientes de Boldrini, Salles & Cabette (2009) adicionan una especie de Brasil al único registro conocido para América del Sur y complementan los adultos, ya que la especie era conocida solo de ninfas. La presencia de una nueva especie del género en isla Gorgona es el tercer registro para el continente sudamericano y el primero para Colombia.

Thraulodes: De distribución panamericana, es el género de mayor abundancia y dispersión geográfica y altitudinal entre los Leptophlebiidae sudamericanos, de donde se citan 31 especies, (Domínguez et al., 2006). En Colombia, el género también es muy diverso y abundante, pero solo se registran cuatro especies debido a la falta de revisiones actualizadas en donde sean tenidos en cuenta los imagos. En el país la gran mayoría de estudios relacionados con la entomofauna acuática se basan casi

exclusivamente en los estados inmaduros (Dias et al., 2009, Zúñiga & Cardona, 2009).

Trabajos previos de Longo-Sánchez et al. (2009) en diferentes periodos, ubican a *Thraulodes* entre los géneros más abundantes, distribuidos a lo largo de todas las quebradas de la parte oriental y occidental de la isla, pero sin ningún tipo de dominancia en la composición de la comunidad de insectos. En este trabajo, *Thraulodes* también se encuentra entre los géneros con mayor presencia en la isla, cuyas ninfas ocupan principalmente sustratos rocosos del lecho y la biopelícula de piedras de mayor tamaño. Las localidades de captura de la especie corresponden a quebradas de bajo orden, 2 a 5m de ancho de lecho húmedo, profundidad menor a 60cm, buena calidad ambiental de sus aguas y cobertura vegetal en la zona de ribera y bosques adenaños.

Plecoptera-Perlidae: En Colombia, aunque también se encuentra Gripopterygidae restringida a dos localidades alto andinas entre 3000 y 3500msnm (Zúñiga, Dias, Martínez, Zabala & Bacca, 2009), Perlidae exhibe amplio rango de distribución y reporta tres géneros (*Anacroneuria*, *Klapalekia* y *Macrogynoplax*), con gran riqueza de especies para *Anacroneuria*.

Anacroneuria: Género con presencia panamericana es dominante en la región Neotropical donde presenta el mayor rango de distribución geográfica y altitudinal. Se conocen alrededor de 320 especies válidas, menos del 10% de las cuales se hallan asociadas con su correspondiente ninfa (Stark et al., 2009).

En las dos jornadas de muestreo realizadas, fueron capturadas ninfas de primeros estadios o muy inmaduras; probablemente ésta sea la explicación de la baja captura de individuos adultos que, además, estuvieron restringidos a pocas localidades aunque en todas las otras corrientes se encontraron ninfas. Longo-Sánchez et al. (2009), con base en ejemplares en estado inmaduro, citan a Perlidae y *Anacroneuria* entre los taxones más abundantes de la isla, sin embargo, en nuestro estudio,

las ninfas fueron frecuentes en los cuerpos de agua, pero éstas no se encontraron en abundancia. Los adultos capturados, muestran gran riqueza de especies, la mayoría nuevas para la ciencia. La longitud alar, parámetro relacionado con el tamaño de un individuo adulto, en algunos de ellos solo alcanza 6mm, lo que permite catalogarlos como los individuos de menor talla entre todos las especies conocidas del género a nivel panamericano (Stark et al., 2009). Pimienta, Montealegre, Chacón de Ullua, González-Obando & López-Mejía (2008) también reportan ejemplares del orden en el dosel del bosque, capturados mediante el uso de fogging, en árboles entre 1 y 7m de altura. Recientemente, Shepard & Baumann (2011) citan por primera vez la presencia de plecópteros en el dosel de los bosques de Chile, pero para una fauna muy diferente a la que se encuentra en la región Neotropical.

En la parte continental, de acuerdo con estudios realizados en la región andina occidental del Valle del Cauca, la emergencia no es estacional y durante todo el año hay adultos de *Anacroneuria*, pero con picos de emergencia relacionados con los periodos climáticos y, en especial, con la transición entre la época seca y el inicio de la temporada de lluvias. Adicionalmente, la mayoría de las especies que comparten el hábitat presentan segregación en la emergencia nocturna como estrategia de aislamiento reproductivo, ya que el horario de los picos de emergencia no coincide entre las especies (Zúñiga, 2010). En la región insular se desconoce la riqueza del género, así como la asociación de las formas inmaduras con sus correspondientes adultos machos y hembras, de igual manera que la dinámica poblacional y la relación del periodo climático con los picos de emergencia y la transformación de ninfas en adultos.

A. choco, citada para isla Gorgona en la vegetación de ribera de la quebrada Chorro del Cura y en el dosel del bosque asociado a los senderos del Acueducto y Cerro Trinidad, se conoce a partir de adultos machos y hembras, pero se desconoce su asociación con las ninfas. Está distribuida en Ecuador y Colombia, en

donde se encuentra en las regiones naturales del caribe y pacífico, con predominio en zonas bajas del Chocó biogeográfico, incluidas las localidades en Ecuador (Fig. 3D). Con base en información disponible de la parte continental, los adultos-machos de esta especie aparentemente no son atraídos a las trampas de luz y las corrientes hídricas donde se encuentran las ninfas son de bajo orden, con abundantes zonas de rápidos, lecho rocoso, buena calidad del agua y el hábitat, niveles de oxígeno disuelto cercanos a la saturación y baja carga orgánica residual.

En conclusión, la riqueza de familias, géneros y especies es alta en el PNN Gorgona, siendo la composición de la entomofauna acuática muy próxima a la fauna de corrientes de bajo y mediano orden en zonas tropicales continentales de la región (Ballesteros, Zúñiga & Rojas, 1997; Zúñiga et al., 1997; Zamora, 2002, Sites et al., 2003; Posada & Roldán, 2003; Arias-Díaz, Reinoso-Flórez, Guevara-Cardona & Villa-Navarro, 2007; Jacobsen, Cressa, Mathooko & Dudgeon, 2008; Gutiérrez & Reinoso-Flórez, 2010; García, Cantera, Zúñiga & Montoya, 2009; Dos Santos et al., 2011). Estas relaciones entre la biota de la isla y sus afinidades, especialmente con la región chocoana-pacífica, también han sido documentadas por Rangel (1990) y Rangel & Aguirre (1993) para la flora, Baena (1993) para hormigas cazadoras del género *Pachycondyla*, Gómez-Aguirre et al. (2009) y Longo-Sánchez et al. (2009) para la entomofauna acuática, entre otros elementos faunísticos.

Aunque aún no se ha identificado concretamente el origen geológico de isla Gorgona (Kerr, 2005), el elevado porcentaje de similitud (65-70%) entre la flora del Chocó y la de la isla, sumado al bajo porcentaje de endemismos reportados, sugieren que Gorgona estuvo en contacto directo con el continente durante un largo tiempo (Rangel, 1990; Rangel & Aguirre, 1993; Kerr, 2005). Hay una alta similitud entre la entomofauna de isla Gorgona y la reportada para la región pacífica de Colombia, en especial en cuanto a la composición y riqueza de Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Plecoptera, los órdenes de mayor abundancia en

ambas regiones. Sin embargo, el conocimiento sobre la diversidad y los procesos ecológicos que rigen los ensambles de insectos acuáticos de regiones insulares del pacífico aún son incompletos (Smith, Covich & Brasher, 2003). En este sentido, los resultados del presente trabajo incrementan de manera significativa el conocimiento sobre la biodiversidad animal que alberga el PNN Gorgona. Además, se reportan nuevas especies de insectos terrestres para la isla (e.g. García-Aldrete, González-Obando & Sarria-Sarria, 2011), destacando aún más la relevancia del PNN Gorgona como área natural protegida para Colombia.

Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto la necesidad de intensificar el esfuerzo de investigación dirigido hacia el componente entomológico asociado a isla Gorgona. La detección de nuevos registros para Colombia y nuevas especies para la ciencia, ratifican la importancia de establecer estrategias y acciones de conservación que permitan conocer la estructura taxonómica de la entomofauna y a la vez garantizar su estabilidad ecológica y viabilidad en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Valle, al Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez y a Conservación Internacional por el apoyo económico para la realización del proyecto, al personal técnico y administrativo del PNN Gorgona, al Grupo de Investigaciones Entomológicas de la Universidad del Valle y, en especial, a Ricardo Cardozo-Zúñiga, Ranulfo González, Diana Torres, Gustavo Zabala, Stephany Valdés y Fabio Sarria por su valiosa ayuda y soporte logístico en las actividades de campo. A Carmen Elisa Posso y Ranulfo Gonzáles por la revisión de los ejemplares de Heteroptera y a Luis Salinas por los de *Baetodes*, Elizabeth Jiménez por facilitar bibliografía y a Carlos Ríos de Wildlife Conservation Society (WCS)-Programa Colombia por la elaboración de los mapas. Este trabajo estuvo amparado por el permiso de investigación PIBD DTSO 011-10 de la UAESPNN.

RESUMEN

Este trabajo constituye la primera aproximación al conocimiento de las especies que caracterizan la entomofauna acuática del PNN Gorgona, con énfasis en Ephemeroptera y Plecoptera, su distribución, ecología y relación con la parte continental. Entre Octubre de 2010 y Junio de 2011 se realizaron recolectas de estados inmaduros y adultos en cinco quebradas del sector oriental de la isla, con ayuda de redes entomológicas, trampas Malaise y de luz blanca y negra. Se registran nueve órdenes, 28 familias, 39 géneros y 16 especies. Por primera vez se reportan la familia Dytiscidae (Coleoptera) y los géneros: *Zelus*, *Farrodes* y *Terpides* (Ephemeroptera), *Leucotrichia* y *Wormaldia* (Trichoptera), *Laccodytes*, *Neoelmis* y *Pheneps* (Coleoptera), *Maruina* y *Limonia* (Diptera). Se encontraron cuatro especies nuevas de Ephemeroptera y cuatro de Plecoptera, en proceso de descripción. Además, *Leptohyphes jodiannae*, *L. maculatus* y *Hagenulopsis esmeralda* son primeras citas para Colombia. *Farrodes caribbeanus*, *F. roundsi*, *Hagenulopsis zunigae*, *Zelus principalis* y *Anacroneturia choco*, reportadas para el país, amplían su rango de distribución para el PNN Gorgona. La riqueza de familias, géneros y especies es alta y se considera una extensión de la fauna de corrientes hídricas de bajo y mediano orden del trópico continental, particularmente en la provincia del Chocó biogeográfico.

Palabras clave: Entomofauna acuática, Ephemeroptera, Plecoptera, Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia, Chocó biogeográfico.

REFERENCIAS

- Alberico, M. (1986). Los Mamíferos. In H. Von Prah & M. Alberico (Eds.), *Isla de Gorgona* (pp. 191-209). Biblioteca Textos Universitarios. Banco Popular. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Allen, R. K. (1967). New species of New World Lepto-hyphinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). *Canadian Entomologist*, 99: 350-375.
- Arias-Díaz, D. M., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G. & Villa-Navarro, F. A. (2007). Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia*, 29: 177-194.
- Bacca, T., Castillo, G., Rodríguez, M. & Dias, L. G. (2008). *Inventarios de los Ephemeroptera de Nariño* (Resúmenes XXXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN). Santiago de Cali, Colombia.
- Baena, M. L. (1993). Hormigas cazadoras del género *Pachycondyla* (Hymenoptera: Ponerinae) de la isla Gorgona y la planicie pacífica colombiana. *Boletín del Museo de Entomología*, 1: 13-21.
- Ballesteros, Y. V., Zúñiga, M. C. & Rojas, A. M. (1997). Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationships to water quality. In R. W. Holzenthal & O. S.Jr. Flint (Eds.), *Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera* (pp. 19-23). Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio, USA.
- Beltrán, J. W. & Naranjo, L. G. (1988). Adiciones a la avifauna de la isla Gorgona. *Lozania*, 56: 1-7.
- Blanco, J. F. (2009). Características físico-químicas de las quebradas del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 31: 123-140.
- Boldrini, R., Salles, F. F. & Cabette, H. R. S. (2009). Contribution to the taxonomy of the *Terpides* lineage (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *International Journal of Limnology*, 45: 219-229.
- Boyero, L. & Bailey, R. C. (2001). Organization of macro invertebrate communities at a hierarchy of spatial scales in a tropical stream. *Hydrobiología*, 464: 219-225.
- Cadena, A., Gómez, L. M., Andrade, G. & Peñuela, A. (1990). Notas sobre la fauna de murciélagos de Gorgona. En J. Aguirre & J. Rangel (Eds.), *Biota ecosistemas de Gorgona* (pp. 236-243). Fondo FEN-Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Cairns, J. Jr & Pratt, J. R. (1993). A history of biological monitoring using benthic macro invertebrates. In D. M. Rosenberg & H. Resh (Eds.), *Freshwater Bio monitoring and Benthic Macro invertebrates* (pp. 10-27). Chapman & Hall, Inc. New York, USA.
- Cala P. (1990). Biodiversidad en aguas dulces de la isla. En J. Aguirre & O. Rangel (Eds.), *Biota y ecosistemas de Gorgona* (pp. 261-274). Fondo FEN, Bogotá, Colombia.
- Dias, L. G., Zúñiga, M. C. & Bacca, T. (2009). *Estado actual del conocimiento de Ephemeroptera (Insecta) en Colombia* (Memorias XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología). Medellín, Colombia.
- Dias, L. G., Bacca, T. & Ferreira, P. F. (2011). *Tricorythodes caunapi*: a new species from the rain forest of the Colombian pacific (Ephemeroptera: Lepto-hyphidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37: 327-330.
- Didham, R. K., Ghazoul, J., Stork, N. E. & Davis, A. J. (1996). Insects in fragmented forest: a functional approach. *Trends in Ecology & Evolution*, 11: 255-260.
- Domínguez, E., Molineri C. & Peters, W. L. (1996). Ephemeroptera from Central and South America: New species of the *Farrodes bimaculatus* group with a key for the males. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(2): 87-101.

- Domínguez, E. (1999). Systematic cladistic and biogeography of the American genus *Farrodes* (Ephemeroptera, Leptophlebiidae, Atalophlebiinae). *Zoological Journal of the Linnean Society of London*, 126: 155-189.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M. L., Hubbard, M. D. & Nieto, C. (2006). Ephemeroptera of South America. In J. Adis, J. R. Arias, G. Rueda-Delgado & K. M. Wantzen (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*(pp. 644). Vol. 2. Pensoft, Moscow, Rusia.
- Domínguez, E. & Fernández, H. (Eds.). (2009). Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: Sistemática y Biología. Primera Edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Domínguez, E. & Zúñiga, M. C. (2009). First description of the nymph of *Farrodes roundsi* (Traver) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae, Atalophlebiinae) with comments on its phylogenetic relationships. *Aquatic Insects* (Supp. 1), 31: 73-81.
- Domínguez, E., Molineri, C. & Nieto, C. (2009a). Ephemeroptera. In E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología* (pp. 55-93). Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Domínguez, E., Molineri, C. & Mariano, R. (2009b). Revision of the South American species of *Hagenulopsis* Ulmer and *Askola* Peters (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) with description of six new species. *Zootaxa*, 2142: 29-44.
- Dos Santos, D. A., Molineri, C., Reynaga, M. C. & Basualdo, C. (2011). Which index is the best to assess stream health? *Ecological Indicators*, 11: 582-589.
- Emmerich, D. (2007). Two new species of *Tricorythodes* Ulmer (Ephemeroptera: Leptohyphidae) from Colombia. *Zootaxa*, 1561: 63-68.
- Escobar, F., Halffter, G., Solis, A., Halffter, V. & Navarrete, D. (2008). Temporal shifts in dung beetle community structure within a protected area of tropical wet forest: a 35 year study and its implications for long term conservation. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1534-1592.
- García, J. F., Cantera, J., Zúñiga, M. del C. & Montoya, J. (2009). Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (andén pacífico vallecaucano, Colombia). *Revista de Ciencias de la Universidad del Valle*, 13: 27-48.
- García-Aldrete, A., González-Obando, R. & Sarria-Sarria, F. A. (2011). Three new species of *Loneura* (Psocoda: Psocoptera: Ptiloneuridae) from Gorgona Island, Cauca, Colombia, with a new infrageneric classification. *Zootaxa*, 3050: 55-62.
- Giraldo, A. (2012). Geomorfología e hidroclimatología de isla Gorgona. In A. Giraldo & B. Valencia (Comps.), *Isla Gorgona, paraíso de biodiversidad y ciencia* (pp. 17-23). Programa Editorial Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Gómez-Aguirre, A. M., Longo-Sánchez, M. C. & Blanco, J. F. (2009). Macroinvertebrate assemblages in Gorgona island streams: Spatial patterns during two contrasting hydrologic periods. *Actualidades Biológicas*, 31(91): 161-178.
- Gromm, M. J., Meffe, G. K. & Carroll, C. R. (2006). Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA, USA.
- Gutiérrez, C. & Reinoso-Flórez, G. (2010). Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana*, 11: 23-32.
- Hunter, M. & Gibbs, J. (2006). Fundamentals of Conservation Biology. Blackwell Publishing. Malden, MA, USA.
- Jacobsen, D., Shultz, R. & Encalada, A. (1997). Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology*, 38: 247-261.
- Jacobsen, D., Cressa, C., Mathooko, J. M. & Dudgeon, D. (2008). Macroinvertebrates: Composition, life histories and production. In D. Dudgeon (Ed.), *Tropical Stream Ecology* (pp. 66-106). Academic Press (Aquatic Ecology Series), London, England.
- Kerr, A. C. (2005). La isla de Gorgona, Colombia: A petrological enigma? *Lithos*, 84: 77-101.
- Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T. I., Murphy, D. D., Noss, R. F. & Sanjayan, M. A. (1993). Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7: 796-808.
- Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J. & Brown, J. H. (2010). Biogeography. Sinauer Associates, Inc. Maden, MA, USA.
- Longo-Sánchez, M. C., Gómez-Aguirre, A. M., Blanco, J. F. & Zamora-González, H. (2009). Cambios multi-anales y espaciales de la composición y estructura del ensamblaje de insectos acuáticos en las quebradas perennes de la isla Gorgona, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 31: 141-160.
- Lugo-Ortiz, C. R. & McCafferty, W. P. (1998). Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. *Annales de Limnologie/International Journal of Limnology*, 34: 57-73.
- Molineri, C. (2002). Cladistic analysis of the South American species of *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Leptohyphidae) with the description of new species and stages. *Aquatic Insects*, 24: 273-308.
- Molineri, C. (2003). Revision of the South American species of *Leptohyphes* Eaton (Ephemeroptera: Leptohyphidae) with a Key to the Nymphs. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38: 47-70.

- Molineri, C. & Zúñiga, M. del C. (2006). New species of Leptohiphidae (Insecta: Ephemeroptera) from Colombia with evidence of reproductive time segregation. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 41: 139-151.
- Molineri, C. (2010a). A cladistic revisio of *Tortopus* Needham & Murphy with description of the new genus *Tortopsis* (Ephemeroptera: Polymitarciidae). *Zootaxa*, 2481: 1-36.
- Molineri, C. (2010b). Las especies de Leptohiphidae (Ephemeroptera) de las yungas de Argentina y Bolivia: diagnosis, distribución y claves. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69: 233-252.
- Molineri, C., Cuz, P. V. & Emmerich, D. (2011). A new species of *Asthenopus* (Ephemeroptera: Polymitarciidae: Asthenopodinae) from Brasil and Colombia. *Zootaxa*, 2750: 33-38.
- Montoya, D. M. & González, R. (2008). *Efemerópteros (Ephemeroptera: Insecta) asociados a una quebrada de segundo orden en isla de Palma, Bahía Málaga, Pacífico colombiano* (Resúmenes XXXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología). Cali, Colombia.
- Murillo, M. T & Lozano, C. (1989). Hacia la realización de una flórua del Parque Nacional Natural isla de Gorgona y Gorgonilla, Cauca-Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 12: 277-304.
- Naranjo L. G. (1986). Apuntes sobre la avifauna. En H. Von Prahl & M. Alberico (Eds.), *Isla de Gorgona* (pp. 191-209). Biblioteca textos universitarios. Banco Popular. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Nieto, C., Grillet, M. E., Domínguez, E., Molineri, C. & Guerrero, E. (2011). The Family Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from Venezuelan Guayana's Uplands. *Zootaxa*, 2808: 1-17.
- Pimienta, M. C., Montealegre, F., Chacón de Ullua, P., González-Obando, R. & López-Mejía, J. (2008). Diversidad de Artrópodos arbóreos en el Parque Natural Nacional Gorgona (Cauca, Colombia) (Resúmenes XXXV Congreso Nacional Sociedad Colombiana de Entomología). Santiago de Cali, Colombia.
- Posada, J & Roldán, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. *Caldasia*, 25: 169-192.
- Rangel, J. O. (1990). Tipos de vegetación. En J. Aguirre & O. Rangel (Eds.), *Biota y ecosistemas de Gorgona* (pp. 106-121). Fondo para la protección del medio ambiente FEN-Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Rangel, J. O. & Rudas, A. (1990). Aspectos microclimáticos. In J. Aguirre & O. Rangel (Eds.), *Biota y Ecosistemas de Gorgona* (pp. 41-51). Fondo FEN-Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Rangel, J. O., Fuentes, C. & Uribe, J. (1990). Aspectos biotipológicos y morfoecológicos de la vegetación. En J. Aguirre & J. O. Rangel (Eds.), *Biota y ecosistemas de Gorgona* (pp. 152-159). Fondo para la protección del medio ambiente FEN-Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Rangel, J. O. & Aguirre, J. (1993). La isla Gorgona y sus ecosistemas. En P. Leyva (Ed.), *Colombia Pacífico, Tomo 1*. Fondo FEN-Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Resh, V. H., Myers, M. J. & Hannaford, M. J. (1996). Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. In F. R. Hauer & G. A. Lamberti (Eds.), *Methods in Stream Ecology* (pp. 647-667). Academic Press. San Diego, California, USA.
- Salinas, L. G., Dias, L., Salles, F. & Bacca, T. (2011). Three new species of *Baetodes* Needham & Murphy (Ephemeroptera: Baetidae) from Colombia. *Zootaxa*, 3110: 61-68.
- Shepard, W. D & Baumann, R. W. (2011). Canopy fogging in the Valdivian forests of southern Chile produces stoneflies (Plecoptera). *Illiesia*, 7:127-132.
- Sites, R. W., Willing, M. R. & Linit, M. J. (2003). Macroecology of aquatic insects: A quantitative analysis of taxonomic richness and composition in the Andes mountains of northern Ecuador. *Biotropica*, 35: 226-239.
- Smith, G. C., Covich, A. P. & Brasher, A. M. D. (2003). An ecological perspective on the biodiversity of tropical island streams. *Bioscience*, 53:1048-1051.
- Stark, B. P., Froehlich, C. & Zúñiga, M. C. (2009). South America Stoneflies (Plecoptera). In J. Adis, J. R. Arias, S. Golovatch, K. M. Wantzen & G. Rueda-Delgado (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)* (pp. 45). Vol. 5. Pensoft, Moscow, Rusia.
- Traver, J. R. (1943). New Venezuelan mayflies. *Boletín de Entomología Venezolana*, 2: 49-57.
- Traver, J.R. 1947. Notes on Neotropical mayflies. Part I. Family Baetidae, subfamily Lophlebiinae. *Revista de Entomología (Rio de Janeiro)*, 17: 418-436.
- Vásquez, G. L., Naundorf, G. I. & Zamora, H. (1996). Caracterización físico-química de ecosistemas dulceacuícolas del Parque Natural Nacional Isla Gorgona, Cauca. *Unicauca Ciencia*, 1:19-24.
- Vásquez, A. I. L. Cortés, V. E. Calero, E. Soto & A. M. Torres. (2012). La vegetación del Parque Nacional Natural Gorgona. In A. Giraldo & B. Valencia (Comps.), *Isla Gorgona, paraíso de biodiversidad y ciencia* (pp. 133-47). Programa Editorial Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Zamora, H., Vásquez, G. L. & Naundorf, G. I. (1996). Macroinvertebrados dulceacuícolas del Parque Natural Nacional Isla Gorgona, Cauca. *Unicauca Ciencia*, 1:12-18.

- Zamora, H. (2002). Análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) en el departamento del Cauca, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 14: 37-51.
- Zapata, L. A., Beltrán, B. S., Collazos, A. & Prah, H. (1991). Estudio de la macrofauna asociada a la quebrada La Camaronera, isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Cespedesia*, 18: 23-51.
- Zúñiga, M. C., Rojas, A. M. & Mosquera, S. (1997). Bioecological aspects on Ephemeroptera in the southwest of Colombia. In P. Landolt & M. Sartori (Eds.), *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematic* (pp. 261-268). MTL. Friburg, Switzerland.
- Zúñiga, M. C., Molineri, C. & Domínguez, E. (2004). El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. In F. Fernández, M. G. Andrade & G. Amat (Eds.), *Insectos de Colombia*, (pp. 17-45). Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Zúñiga, M. C., Stark, B. P., Vásconez, J. J., Bersosa, F. & Vimos, D. (2006). Colombian and Ecuadorian *Anacronoeuria* (Plecoptera: Perlidae): New species, records and life stages. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 41: 45-57.
- Zúñiga, M. C. & Cardona, W. (2009). Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. In J. Cantera, Y. Carvajal & L. M. Castro (Comps). *Caudal Ambiental: Conceptos, Experiencias y Desafíos* (pp. 167-197). Programa Editorial de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. C., Dias, L., Martínez, D., Zabala, G. & Bacca, T. (2009). The first record of *Claudioperla* Illies (Plecoptera: Gripopterygidae) from Colombia. *Aquatic Insects* (Suppl. 1), 31: 743-744.
- Zúñiga, M. C. (2010). Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacronoeuria* (Perlidae). *Universidad de la Amazonía. Momentos de Ciencia*, 7: 101-112.

