

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, RECURSO HIDROBIOLÓGICO EPICONTINENTAL NO PESQUERO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

AQUATIC MACROINVERTEBRATES, A NON FISHING HYDROBIOLOGICAL RESOURCE IN CAUCA STATE

Hilddier Zamora González¹. Mayra Andrea Zamora Moreno²

¹ Universidad del Cauca. Carrera 7 N° 10N18, Popayán, Cauca-Colombia. E-mail: hilddier@unicauca.edu.co.

² Max Planck Institute for Evolutionary Biology. Plön, Alemania. E-mail: mayraz12@gmail.com

Recibido: Octubre 15 de 2016

Aceptado: Diciembre 10 de 2016

*Correspondencia del autor: Hilddier Zamora González. E-mail: hilddier@unicauca.edu.co.

RESUMEN

En el presente estudio se compiló información sobre la oferta ambiental del departamento del Cauca la cual sustenta la existencia de las comunidades bióticas presentes en esta región, entre las cuales, los macroinvertebrados acuáticos se constituyen en un sustancial componente biótico por su significativo rol ecológico como conectores entre los diversos niveles tróficos en el flujo de energía en los ecosistemas acuáticos. Actualmente se valora mucho su cualidad bioindicadora del estado ecológico de su ecosistema, por lo cual se están utilizando en gran medida para evaluaciones ambientales, de calidad del agua y biomonitoreo. En relación con los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales del departamento del Cauca, se acopió y analizó información procedente de estudios desarrollados en cada una de sus cinco cuencas hidrográficas. Se encontraron 243 géneros dentro de 81 familias, correspondientes a 26 órdenes. La cuenca del río Cauca presentó la mayor riqueza de géneros con el 68,72% (167) y la cuenca del río Magdalena fue la menos rica, con el 18,10% (44) del total reportado; los órdenes que presentaron un mayor número de familias, fueron: Díptera (17,28%), Coleóptera (12,34%) y Tricóptera (11,11%). Las familias con mayor número de géneros reportados son Elmidae (7,8%), Baetidae (6,9%), Tipulidae (7%) y Paleomonidae (6%). Se presenta una alta diversidad de Macroinvertebrados acuáticos. Doce órdenes presentaron amplia distribución geográfica, destacándose Díptera, Coleóptera y Odonata. Las cuencas Cauca y Pacífico son más ricas a nivel de géneros. Los factores determinantes son la intervención antrópica, la humedad, la geomorfología y la especificidad de hábitat.

Palabras claves: Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales, bioindicador, Cuenca hidrográfica, Recurso hidrobiológico, Oferta ambiental.

ABSTRACT

In this study, information was compiled on the environmental offer of Cauca State, which supports diverse biotic communities in this region. Among them, aquatic macroinvertebrates (AM) constitute a substantial biotic component for its significant ecological role, mainly as connectors among different trophic levels in the energy flow in aquatic ecosystems. AM are valued as bioindicators of the ecological status of this ecosystems, and they are used largely for environmental assessments, water quality evaluation and biomonitoring. Regarding epicontinental aquatic macroinvertebrates (EAM) of Cauca State, information was gathered from studies carried out in each of its five watersheds of the region. 243 genera were found in 81 families of 26 different orders. The Cauca river watershed showed the greatest richness and the lowest was the Magdalena river watershed. The most common orders in the five watersheds were Diptera (17.28%), Coleoptera (12.34%) and Tricóptera (11.11%). The most common families were Elmidae (7.8%), Baetidae (6.9%), Tipulidae (7%), Palaemonidae (6%). A high diversity of aquatic macroinvertebrates is presented. Twelve orders had wide geographical distribution, highlighting Diptera, Coleoptera and Odonata. The Cauca and Pacific basins are richer in terms of genders. The determining factors are human intervention, humidity, geomorphology and habitat specificity.

Keywords: Epicontinental aquatic macroinvertebrates, biomarker, watershed, hydro-biological resources, environmental supply.

INTRODUCCIÓN

Los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales -MAEs- en Colombia, inicia en la década de los años setenta con los trabajos desarrollados por Roldán *et al.* 1973. La reseña histórica completa y actualizada a la fecha se encuentra en el Capítulo Colombia (p 92–115) en: Alonso-EguíaLis, P., Mora, J.M., Campbell, B. y M. Springer (editores) Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México. 2014. 444 p. (1).

Los MAEs se constituyen en un sustancial componente biótico por su significativo rol ecológico como conectores entre los diversos niveles tróficos en el flujo de energía en los ecosistemas acuáticos. Actualmente se valora mucho su cualidad bioindicadora del estado ecológico de su ecosistema, por lo cual se están utilizando en gran medida para evaluaciones ambientales, de calidad del agua y biomonitoreo en los ecosistemas leníticos y lóticos.

La definición más natural sobre qué son los Macroinvertebrados acuáticos, es la que los declara como aquellos organismos invertebrados que se pueden ver a simple vista, Sandoval J (2). Sin embargo, como se trata de una clasificación ante todo operacional, algunos autores

establecen dimensiones como en Margalef R (3), entre 3 y 5 mm; Roldán (4), mayores de 5 mm; Zamora H (5), mayor de 3 mm, y últimamente La Guía Técnica Colombiana, GTC25 (6), mayores a 500 micras.



Figura 1. Algunos Macroinvertebrados acuáticos del departamento del Cauca.

Este grupo contiene organismos de los taxa: Artrópodos, (clases Insectos (10 órdenes), Crustáceos y Ácaros), Moluscos, Anélidos, Celenterados, Platemintos y Nematomorfos (figura 1). Estos organismos ocupan los diferentes subhábitats o microhábitats de los ecosistemas acuáticos.

Cuando se utilizan las denominaciones Bentos, o fauna bentónica o béntica, se está refiriendo al conjunto de

organismos que viven asociados al fondo de los cuerpos de agua y que habitan sobre o dentro de éste. Otro concepto utilizado es el de Entomofauna acuática, y en este caso se refiere taxativamente a los insectos acuáticos.

Por otra parte, el suroccidente colombiano bajo el enfoque de ecorregión (7) o área natural biogeográfica está constituido por ecosistemas de dos ecorregiones de occidente a oriente, la llanura Pacífica y en seguida el territorio Andino en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Nariño, los cuales cuentan con características especiales respecto a condiciones climáticas, hidrológicas, florísticas y faunísticas que a su vez ofrecen la oferta ambiental para el establecimiento de las comunidades de MAEs.

En este trabajo, se recopiló la información de los Macroinvertebrados acuáticos bentónicos presentes en las cinco cuencas principales del departamento del Cauca.

Tres de las cinco vertientes hidrográficas de Colombia uno de los países con mayor número de recursos hídricos en el mundo (7, 8, 9), reciben aguas procedentes del departamento del Cauca, el cual presenta cinco grandes cuencas: Alto Cauca, Pacífico, Alto Magdalena, Patía y Caquetá (10, 11), entre las cuales Cauca y Magdalena son dos de las más importantes del país.

Con el propósito de establecer la composición, riqueza, y similitud de las comunidades de Macroinvertebrados Acuáticos entre estas cuencas, se acopió y analizó la información existente producto de estudios desarrollados durante varios años por el Grupo de investigación en Recursos Hidrobiológicos Continentales, de la Universidad del Cauca. (12-19).

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de los Macroinvertebrados acuáticos (MAEs). Siguiendo las finalidades, objetivos y requerimientos de cada estudio, se seleccionan los sitios o estaciones de muestreo donde se coleccionarán los organismos con los cuales se adelantará la búsqueda del conocimiento pretendido. Es recomendable realizar los muestreos durante un periodo de 12 meses, abarcando las épocas climáticas de la zona, caracterizadas en Colombia como la época de verano o baja intensidad de lluvias con bajos volúmenes de agua o caudales (Baja) y época de Invierno o de alta intensidad de lluvias con altos caudales (Alta), así como los periodos transicionales. Algunos estudios pueden requerir metodologías específicas.

Los muestreos se realizan empleando redes, surber, de pantalla, Dnet, Draga Ekman, etc, con ojo de malla de 0.5 mm., y según la finalidad de la muestra, complementándola con capturas manuales en los diferentes sustratos como piedras, troncos, sustratos marginales, flotantes y superficiales con ayuda de pinzas, pinceles y tamices. El muestreo se dará por terminado cuando no se capturen representantes de nuevos taxa. Deben realizarse en cada sitio de muestreo por lo menos 3 réplicas, lo cual puede variar según el tamaño del muestreador red o draga. El objeto de la replicación es aumentar la posibilidad de mayor captura de especies y tener a su vez un estimativo significativo y más real de la comunidad. (Figuras 2, 3).

La captura de organismos debe hacerse en los diferentes tipos de subhábitats y si es posible en sitios con alta, mediana y baja velocidad de la corriente, así como en la vegetación ribereña en ambos márgenes y en el centro. Las muestras colectadas, serán etiquetadas y colectadas para su transporte en frascos plásticos de boca ancha, con formalina al 4% o alcohol 70-90%, la etiqueta debe contener información como la fecha del muestreo, código, estación de muestreo, tipo de red empleada y nombre del colector o colectores, además de otra que se requiera. Posteriormente ya en el laboratorio, los organismos, serán separados, identificados, contados y almacenados en el laboratorio, que en nuestro caso se trata del Laboratorio de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad del Cauca. La identificación de estos organismos se realiza hasta el nivel taxonómico más bajo posible con ayuda de estereoscopios y utilizando diferentes claves taxonómicas actualizadas (20).

Para los análisis se utilizó el programa estadístico Past aplicado a los datos para el cálculo de riqueza de géneros, familias y órdenes por cuenca y posteriormente se realizó un análisis de similitud de Bray Curtis para las cinco cuencas principales del departamento.



Figura 2. Muestreo con red de Pantalla en sustrato pedregoso.



Figura 3. Muestreo con red Surber en sustrato grava/arenoso.

Caracterización Físico-química hídrica.

Es recomendable realizar una caracterización físico-química hídrica en cada sitio o estación de muestreo a la par con la captura de los MAEs (figuras 4, 5). Para la medición de estas variables, se puede proceder en el sitio con sondas multiparamétricas u otros aparatos, equipos o kits propios para ello, o tomar muestras compuestas en cada estación de muestreo en recipientes plásticos con capacidad de 2 litros, dichas muestras serán fijadas, etiquetadas y refrigeradas para luego ser analizadas en laboratorio de análisis químico de la Universidad o en laboratorios debidamente certificados por el IDEAM.



Figura 4. Caracterización físico-química hídrica.



Figura 5. Muestra con red de Pantalla en sustrato hojarasca.

RESULTADOS.

Es necesario enfatizar que los resultados aquí presentados y lo que se pueda concluir de su análisis, aplican principalmente para este caso dadas las singularidades durante el desarrollo del mismo, en el enfoque, en el tiempo, en el espacio y en las metodologías y equipos utilizados, pudiendo considerarse obviamente como referente para otros estudios, coetáneos y posteriores.

En total se registraron 26 ordenes, 81 familias y 243 de géneros que se distribuyeron de la siguiente forma: la cuenca del río Cauca presentó una mayor riqueza con 21 ordenes (80,77%), 66 familias (81,50%) y 167 (68,72%) de los géneros presentes; seguida de la Cuenca del Pacífico con 17 ordenes (65,38%), 51 familias (63,00%) y 129 (53,08%) géneros; la cuenca del Caquetá con 17 ordenes (65,38%), 49 familias (60,50%) y 112 géneros (46,09%); la del Patía con 17 ordenes (65,38%), 52 familias (64,20%) y 97 géneros (39,91%) y finalmente la del Magdalena que tuvo el menor número de registros con 14 ordenes (53,85%), 34 familias (42,00 %) y 44 (18,10%) géneros (tabla 1, tabla 2). (22).

Tabla 1. Riqueza de géneros y su distribución en las cinco cuencas del departamento del Cauca. Abreviaturas: Fam.: Familia; Gro.: Género; Cau.: Cuenca del río Cauca; Pat.: Cuenca del río Patía; Caq.: Cuenca del río Caquetá; Mag.: Cuenca del río Magdalena; Pac.: Cuenca del Pacífico. (21, 22)

Taxa	Totales		Riqueza de Géneros				
	Fam.	Gro.	Cau.	Pat.	Caq.	Mag.	Pac.
Orden: TRICLADIDA	1	2	1	0	1	0	1
Familia: Planariidae		1	0	1	0	1	
BASOMMATOPHORA	5	9	7	4	2	2	6
Lymnaeidae		1	1	1	1	1	
Neritidae		0	0	0	0	1	
Physidae		1	1	1	0	0	
Planorbidae		4	2	0	1	3	
Pleuroceridae		1	0	0	0	1	
MESOGASTROPODA	1	1	0	1	0	0	0
Hydrobiidae		0	1	0	0	0	
SORBEOCONCHA	1	1	0	1	0	0	0
Thiaridae		0	1	0	0	0	
UNIONOIDA	1	1	1	0	0	0	0
Unionidae		1	0	0	0	0	
VENEROIDA	1	2	2	1	0	0	1
Sphaeriidae		2	1	0	0	1	
ISOPODA	1	1	0	0	1	0	0
Porcellionidae		0	0	1	0	0	
ALLOGASTRÓPODA	1	1	1	0	0	0	0
Valvitidae		1	0	0	0	0	
GLOSSIPHONIFORMES	1	1	1	0	0	1	0
Glossiphoniidae		1	0	0	1	0	
HIRUDINIFORMES	3	9	8	5	6	1	3
Cylicobdellidae		2	0	0	0	0	
Macrobdellidae		3	3	4	0	2	
Placobdellidae		3	2	2	1	1	
ARHYNCHOBDELLIDA	1	1	1	0	0	0	0
Erpobdellidae		1	0	0	0	0	
HAPLOTAXIDA	3	6	6	4	3	2	2
Naididae		4	3	2	1	1	
Glossoscolecidae		1	0	1	0	0	
Aelosomatidae		1	1	0	1	1	
DECAPODA	2	17	4	2	1	1	13
Palaemonidae		2	1	0	0	10	
Pseudothelphusidae		2	1	1	1	3	
AMPHIPODA	1	1	1	0	1	1	0
Hyalellidae		1	0	1	1	0	
ANASPIDACEA	1	1	0	0	0	0	1
Stygocarididae		0	0	0	0	1	

ACARI	1	4	3	2	0	0	2
Hydrachnidae		3	2	0	0	2	
EPHEMEROPTERA	5	27	22	10	14	3	17
Baetidae		13	4	9	1	11	
Euthyplociidae		0	1	1	1	2	
Heptagenidae		1	0	0	0	0	
Leptophlebiidae		7	3	3	1	3	
Tricorythidae		1	2	1	0	1	
ODONATA	7	29	18	10	14	2	14
Ashnidae		1	0	0	0	2	
Calopterygidae		1	1	1	0	0	
Coenagrionidae		2	3	4	1	3	
Gomphidae		4	2	1	0	1	
Libellulidae		5	2	4	0	3	
Megapodagrionidae		3	2	3	0	4	
Polytoridae		2	0	1	1	1	
PLECOPTERA	1	7	5	3	5	1	5
Perlidae		5	3	5	1	5	
DERMAPTERA	1	1	0	0	1	0	0
Forficulidae		0	0	1	0	0	
HEMÍPTERA	5	17	8	11	7	1	9
Gerridae		2	3	1	0	2	
Naucoridae		4	4	3	0	4	
Pleidae		0	2	2	0	1	
Veliidae		2	2	1	0	2	
Gelastocoridae		0	0	0	1	0	
MEGALOPTERA	1	1	1	1	1	0	1
Corydalidae		1	1	1	0	1	
COLEOPTERA	10	32	28	13	23	2	22
Chrysomelidae		1	1	2	0	1	
Dytiscidae		1	0	0	0	0	
Dryopidae		2	1	1	0	3	
Elmidae		13	5	12	1	8	
Hydrophilidae		5	3	4	0	6	
Lampyridae		1	0	0	0	0	
Limnichidae		0	1	0	0	0	
Psephenidae		1	1	1	1	1	
Ptilodactylidae		3	1	3	0	2	
Staphylinidae		1	0	0	0	1	
DIPTERA	14	42	31	17	18	16	21
Blepharoceridae		8	2	2	1	3	
Ceratopogonidae		5	4	4	2	3	
Chironomidae		1	0	0	3	1	
Culicidae		0	1	0	0	0	
Dolichopodidae		1	0	0	0	1	

Muscidae		2	0	0	1	0	
Psychodidae		1	1	0	1	1	
Simuliidae		1	1	1	1	2	
Stratiomyidae		0	1	0	1	0	
Tabanidae		1	0	1	2	1	
Tanypodinae		0	2	0	0	0	
Tendipedidae		1	1	1	0	0	
Tipulidae		10	4	9	3	9	
Dixidae		0	0	0	1	0	
LEPIDOPTERA	3	6	3	2	1	3	1
Pyralidae		2	2	1	0	1	
Cossidae		0	0	0	1	0	
Noctuidae		1			2		
TRICHOPTERA	9	23	15	10	13	8	10
Calamoceratidae		1	1	1	0	1	
Hidropsychidae		2	2	2	4	2	
Hidroptilidae		2	0	2	0	1	
Leptoceridae		5	4	3	1	5	
Limnephilidae		1	1	1	0	0	
Odontoceridae		1	1	1	0	0	
Helicopsychidae		1	1	1	1	1	
Hydrobiosidae		1	0	1	1	0	
Philopotamidae		1	0	1	1	0	
Total: 26 Ordenes	81	243	167	97	112	44	129

Tabla 2. Riqueza y porcentaje de Órdenes, familias y géneros por Cuencas. (21, 22)

Cuencas	Ord.	%	Fam.	%	Gén	%
Cuenca Cauca	21	80.77	66	81.50	167	68.72
Cuenca Patía	17	65.38	52	64.20	97	39.91
Cuenca Caquetá	17	65.38	49	60.50	112	46.09
Cuenca Magdalena	14	53.85	34	42.00	44	18.10
Cuenca Pacífico	17	65.38	51	63.00	129	53.08

Tabla 3. Riqueza y porcentaje de familias y géneros por orden. (21, 22)

Ordenes	Fam.	%	Gros.	%
Diptera	14	17.28	42	17.28
Coleóptera	10	12.34	32	13.16
Tricóptera	9	11.11	23	9.46
Odonata	7	8.64	29	11.93
Efemeróptera	5	6.17	27	11.11
Hemíptera	5	6.17	17	7.00
Basommatophora	5	6.17	9	3.70
Hirudiniiformes	3	3.70	9	3.70
Haplotaxida	3	3.70	6	2.47
Lepidoptera	3	3.70	6	2.47

Decápoda	2	2.47	17	7.00
Plecóptera	1	1.23	7	2.88
Ácari	1	1.23	4	1.57
Tricladida	1	1.23	2	0.82
Veneroida	1	1.23	2	0.82
Mesogastropoda	1	1.23	1	0.41
Sorbeoconcha	1	1.23	1	0.41
Unionoida	1	1.23	1	0.41
Isópoda	1	1.23	1	0.41
Allogastrópoda	1	1.23	1	0.41
Glossiphoniformes	1	1.23	1	0.41
Arhynchobdellida	1	1.23	1	0.41
Amphipoda	1	1.23	1	0.41
Anaspidacea	1	1.23	1	0.41
Dermaptera	1	1.23	1	0.41
Megalóptera	1	1.23	1	0.41

Los órdenes que presentaron un mayor número de familias y géneros, (Tabla 3) fueron: Díptera, 14 familias (17,28%) y 42 géneros (17.28%), Coleóptera, 10 familias (12,34%) y 32 géneros (13.16%), Tricóptera 9 familias (11,11%), pero menos géneros 23 (9.46%) que Odonata que tiene 7 familias (8.64%) pero 29 (11.93%) géneros y Efemeróptera que tiene 5 familias (6.17%) pero 27 géneros (11.11%). Las familias con mayor número de géneros reportados son Elmidae (7,8%), Baetidae (6,9%), Tipulidae (7%) y Paleomonidae (6%), Tablas 1, 2 y 3.

decir poseen ecosistemas muy similares. Éstas a su vez tienen un 52% de similaridad con la cuenca del Pacífico la cual está muy próxima a la cuenca Cauca y presenta una cobertura vegetal selvática y menor intervención antrópica como la cuenca Caquetá. Sigue la cuenca Patía que tiene un 46% de similaridad con las anteriores, donde en la mayoría de su extensión se presentan bajas altitudes con clima cálido seco. Finalmente, la menos similar con las anteriores fue la cuenca del río Magdalena la cual además de ser la de menor extensión y heterogeneidad, ha sido la menos estudiada, esta cuenca presentó un 8% de similaridad.(Figura 6)(21).

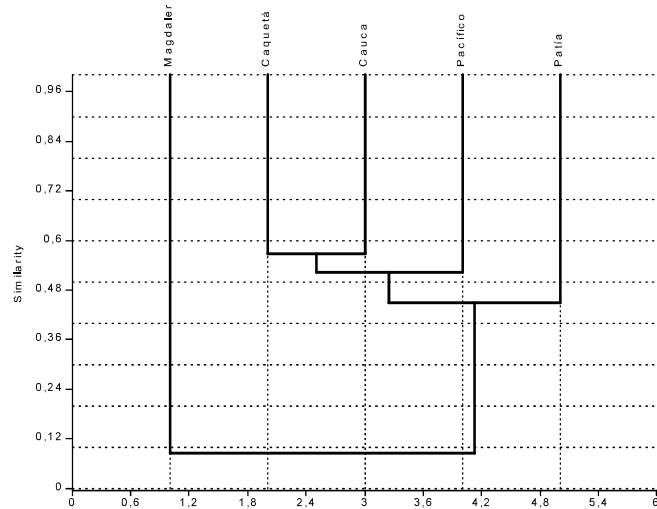


Figura 6. Dendrograma de Bray Curtis para porcentaje de similaridad entre cuencas hidrográficas del Cauca (21, 22).

Por otro lado se encontró que las cuencas que presentan mayor similaridad de géneros son las de los ríos Cauca y Caquetá con un 58%, razonable en razón a que presentan en gran medida el mismo tipo de paisajes, es

DISCUSIÓN.

Los resultados en cuanto a riqueza y abundancia en el presente trabajo, se corresponden con las características geográficas, ambientales e intensidad de muestreos, como es el caso de las cuencas Cauca y Pacífico, que son las más grandes del departamento y abarcan una gran variedad de altitudes lo cual permite que se genere una mayor variedad de hábitats para los macroinvertebrados, así mismo, presentan zonas que no tienen mucha intervención y otras en las que existe una alta intervención antrópica por lo cual se presentan cuerpos de agua con mala, mediana y buena calidad. Adicionalmente debe tenerse en cuenta que la toma de las muestras se ha realizado con mayor intensidad y en un mayor número de sitios en estas dos cuencas, lo cual les proporciona una mayor y mejor cobertura y en consecuencia un mayor número de registros. (21).

La riqueza reportada para la cuenca del río Patía refleja la gran importancia de esta cuenca a nivel departamental, ya que se alcanzó una riqueza de géneros acuáticos importante, dentro del estudio. Los registros de ésta cuenca resultan muy interesantes, pues buen número de los ecosistemas muestreados presentan el fenómeno de la temporalidad por encontrarse en zonas de vida de Bosque seco basal tropical y Bosque muy seco basal tropical y durante aproximadamente tres meses, parte de Junio, todo Julio y Agosto y parte de Septiembre pierden sus aguas permaneciendo seco el lecho, por lo tanto, los organismos que los habitan deben presentar adaptaciones a esta condición, así pues, es comprensible que esta zona presentara algunos géneros exclusivos en los reportes. (21).

En la cuenca del río Caquetá la intervención humana en sus ecosistemas es menor debido a la baja densidad de población (2% de la población total del departamento), pero existe una tendencia a la colonización de las áreas naturales, ampliando la frontera agropecuaria y/o para los cultivos ilícitos (21, 22), lo cual afecta las comunidades acuáticas y por lo tanto su riqueza de organismos.

Ahora bien, la riqueza de la cuenca alta del río Magdalena sin lugar a dudas se afecta por la menor información disponible en cuanto a macroinvertebrados acuáticos en razón al bajo número de cuerpos de agua muestreados.

No obstante, esos bajos valores de riqueza también obedecen a la baja cobertura vegetal y sus efectos sobre los cuerpos de agua natural de esta cuenca en razón a las actividades antrópicas (21).

Por otra parte, 12 órdenes (46%) de los 26 presentaron una amplia distribución geográfica presentándose en las cinco cuencas, Megalóptera en cuatro cuencas, otros cuatro órdenes se reportaron para tres cuencas, organismos de Glossiphoniformes se colectaron en dos cuencas y los ocho órdenes restantes fueron reportados solo en una de las cuencas estudiadas.

Para la distribución geográfica a nivel de familias se reportan 17 familias (21%) presentes en las cinco cuencas y 22 familias (27%) en cuatro de las cuencas, siendo entonces estas 39 familias (48%) las más euritópicas en este estudio. En cuanto a los géneros, 141 de ellos (58%) presentaron el carácter de euritópicos.

Por el contrario, 18 fueron las familias (22.2%) estenotópicas y 20 los géneros (8.23%), de distribución geo-

gráfica limitada a solo en una de las cinco cuencas en este estudio (Tabla 1) (21).

Respecto a la situación especial que presenta la cuenca del Pacífico por su contigüidad con el océano Pacífico, se debe entender que algunos de los registros presentados corresponden a organismos propios de las zonas de transición estuarinas siendo esta la única cuenca que posee estos reportes. (21).

La relación de similaridad entre las cuencas del Pacífico y del Patía que podría estar influenciadas por la proximidad, semejanza topográficas y altitudinales entre el valle del Patía y la llanura Pacífica, se desvirtúa un poco, porque estas cuencas y sus ecosistemas presentan grandes diferencias especialmente en lo relacionado con la intensidad y volumen de la pluviosidad y en la cobertura vegetal. (21).

Por otra parte, en el análisis de la información acopiada se realizó una regresión logística multinomial con los géneros, familias y órdenes, para determinar cuáles permiten establecer la diferenciación entre éstas. Adicionalmente se graficaron las similitudes por medio de un escalamiento multidimensional. Esta metodología permitió establecer los taxa más representativos de cada cuenca. Para ello fueron seleccionados 18 géneros obteniendo 93.83% de acierto. Para la regresión de familias fueron seleccionadas 12 obteniendo 83.67% de acierto.

La regresión a nivel de órdenes permitió seleccionar 9 con los cuales se encontró 81.63% de acierto (22).

Para representar las similitudes existentes entre las comunidades de las cuencas se utilizaron escalamientos multidimensionales, los cuales reflejaron que a nivel de géneros existe una mayor similitud entre las cuencas Cauca y Caquetá, a nivel de familias se encontró una mayor similitud entre cuencas Pacífico y Caquetá y entre cuencas Patía y Magdalena y finalmente a nivel de órdenes las cuencas más similares fueron Cauca y Magdalena (22).

La similitud de las comunidades entre las cuencas en general es media, debido a sus características abióticas particulares que originan hábitats y nichos diferentes. Sin embargo, las asociaciones a nivel de taxa entre las cuencas muestran que las cuencas con similares características climáticas y geomorfológicas presentan comunidades con mayor similitud (22).

CONCLUSIONES.

Las cuencas del río Cauca y del Pacífico son las más ricas a nivel de géneros de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en el departamento del Cauca.

La cuenca del río Magdalena presentó la riqueza más baja a nivel de géneros de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en el departamento del Cauca.

Los resultados de riqueza son los esperados ya que las cuencas del río Cauca y del Pacífico, son más extensas en el Departamento y con relieve más heterogéneo, lo cual permite que se genere una mayor variedad de hábitats para los macroinvertebrados.

Doce órdenes presentaron una amplia distribución geográfica, pues se registraron en las cinco cuencas, sin embargo a nivel de cuerpos de agua muestreados los órdenes con una mayor distribución fueron Díptera Coleóptera y Odonata.

A nivel de familias, el 48% presentan una amplia distribución geográfica encontrándose en las cinco cuencas o por lo menos en cuatro de ellas, pero a nivel de cuerpos de agua muestreados las familias mayormente distribuidas fueron Elmidae, Baetidae, Tipulidae, Naucoridae y Paleomonidae, Megapodagrionidae, Blepharoceridae.

Las cuencas más similares en cuanto a la composición general de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos son Cauca y Caquetá.

En cuanto a órdenes las cuencas más similares son Cauca y Magdalena. A nivel de familias, las cuencas más similares son Caquetá y Pacífico. A nivel de géneros, las cuencas más similares son Cauca y Caquetá.

Así pues, dependiendo el nivel taxonómico al que se analicen los MAEs, se pueden encontrar diferencias en cuanto a la similitud de las comunidades entre las cuencas del departamento. Lo cual indica la importancia en definir de acuerdo a los objetivos de estudio el nivel taxonómico al cual se llevará a cabo la investigación.

Los factores determinantes para estos resultados son la intervención antrópica, la humedad de la cuenca, la geomorfología y la especificidad de hábitat.

Se puede inferir que los organismos reportados que presentan una distribución más amplia, abarcando las cinco cuencas, han contado con una mayor capacidad de adaptación y dispersión (Euritópicos). Por otra parte, aquellos géneros más restringidos o exclusivos (Estenotópicos) han tenido limitaciones de adaptación, lo cual les da especial relevancia como bioindicadores.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a la Universidad del Cauca por el apoyo brindado a través de las Vicerrectorías de Investigaciones y Académica, durante el tiempo en el cual se desarrollaron los trabajos cuyos resultados se plasman en el presente documento y en especial a los integrantes del grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales que contribuyeron con apego y desinterés en el desarrollo de los diferentes proyectos de investigación, entre ellos a mis compañeros de siempre en estas labores Guillermo L Vásquez Z y Gerardo I. Naundorf S. A la ACCB por la estupenda labor que desempeña originando espacios que contribuyen el desarrollo de la investigación en Colombia. A Edna mi esposa por su asistencia decisiva y permanente en estas labores. A mis hijas e hijos por su amor y comprensión constante.

REFERENCIAS

1. Alonso-EguíaLis, P., Mora, J.M., Campbell, B. y M. Springer (editores) Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México. 2014. 444 p. Capítulo Colombia. Roldán, G., M.C. Zuñiga., H. Zamora., L.F. Álvarez., G. Reinoso., M. Longo. páginas 92-115.
2. Sandoval J., H. Zamora G. La Pesca eléctrica y su efecto sobre la comunidad de Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales (MAE). Memorias VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales. Universidad del Tolima. Ibagué. 2006.
3. Margalef R. Limnología. Editorial Omega S.A. Barcelona, Esp.1010 p.
4. Roldán, G., Ramírez, J.J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
5. Zamora, H. Aspectos bioecológicos de las comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas en el Departamento del Cauca. Unicauca Ciencia. 1: 1-11. 1996.
6. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Icontec internacional. Guía Técnica Colombiana GTC25. Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo para estudios biológicos. Bogotá D.C. 2002.
7. Biodiversidad Mexicana. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Conceptos. Qué es una Ecorregión?. 2008. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees.html>
8. Corporación Autónoma Regional del Cauca –CRC-. Documento de análisis socioambiental del departamento del cauca: como elemento para identificación de lineamientos para ajuste de instrumentos de planificación de la CRC. Popayán. Cauca. Colombia. 2009. En: www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/.../DiagnosticaCauca.pdf.
9. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Cauca. Características Geográficas. Bogotá D.C. Colombia. 344 p. 2006.
10. Ramírez, M. R. Colombia Potencia Hídrica. Subdivisión de Hidrología. IDEAM. 2003. Disponible en: www.sogeocol.edu.co/documentos/06colo.pdf
11. Méndez N., Gómez N., Iglesias P. Cauca características geográficas. Instituto geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 2006.
12. Zamora, H. Macroinvertebrados dulceacuícolas en los diferentes pisos altitudinales del departamento del Cauca. Universidad del Cauca, depto de Biología-COLCIENCIAS. Popayán. 1994.
13. Zamora H. Análisis biogeográfico de los Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) en el departamento del cauca. Colombia. Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.) 2002; 1: 37-64.
14. Zamora, H. Relaciones de Similitud entre comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas de ecosistemas lóticos, ubicados entre la Costa Pacífica Caucana y el Piedemonte Amazónico. Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.) 2002; 1: 37-64.
15. Serna, M.J. H, Zamora.. Biogeografía y relaciones de similitud entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en un transecto Cauca-Meta. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 16 (1): 71 – 79. 4173. 2003.
16. Longo S, M. C.; Zamora G. H.; Guisande G., C.; Ramírez R. J.J. Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. Limnética. 2010; 20(29): 195-210. 2010
17. Zamora G, H.; Zamora M, M. A Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en ecosistemas lóticos del valle del Patía. Revisión de literatura científica 1991–2014. Revista Novedades Colombianas. Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. En prensa.
18. Longo S, M. C., Gómez A, A.M., Blanco, J.F., Zamora G, H.. Cambios multianuales y espaciales de la composición de la estructura del ensamble de insectos acuáticos en las quebradas perennes de la Isla Gorgona, Colombia. Actual biol. 2009; 31(91): 141-160. 2009.
19. Zamora, H.; G. Naundorf; G. L. Vásquez. Macroinvertebrados dulceacuícolas del Parque Natural Nacional Isla Gorgona, Departamento del Cauca. Unicauca Ciencia. 1996; 1: 12-18. 1996.
20. Fernández, H. R. & E. Domínguez. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: una guía prác-

- tica. Tucumán, Argentina: Serie investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán; Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. 2001. 282 pp.
21. Zamora G, H.; Zamora M, M. A. Composición y abundancia de las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en las cuencas hidrogáficas del departamento del Cauca, Colombia. Memorias XVII Congreso Mesoamericano de Biología y Conservación, VIII Simposio de Zoología. La Habana, Cuba. 2013.
 22. Zamora M, Mayra A., Zamora, H. Análisis comparativo de comunidades de Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales entre cuencas hidrográficas del departamento Cauca, Colombia. Memorias XVII Congreso Mesoamericano de Biología y Conservación, VIII Simposio de Zoología. La Habana, Cuba. 2013.