

Diversidad espacio-temporal de la familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) en la quebrada Las Perlas (Ibagué, Colombia)

Spatio-temporal diversity of the Elmidae family (Insecta:
Coleoptera) of the Las Perlas stream (Ibagué, Colombia)

Jaime Leonardo Lozano Bravo¹, Giovany Guevara-Cardona², Gladys Reinoso-Flórez²

¹ Biólogo. Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia

² Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima

Recibido: Octubre 10 de 2018

Aceptado: Diciembre 12 de 2018

*Correspondencia del autor: Jaime Leonardo Lozano Bravo,

E-mail: gguevara@ut.edu.co



Resumen

Los coleópteros acuáticos son abundantes y diversos en microcuencas boscosas de zonas altoandinas. Un grupo relevante dentro del orden coleoptera es la familia Elmidae, su estudio en cuencas andinas colombianas ha revelado que su riqueza y diversidad están determinadas por su biología, aspectos hidrológicos y ecológicos. Por tanto, su composición y estructura tiende a ser particular para cada cuenca. De acuerdo con lo anterior, en el presente estudio se determinó la composición y estructura de la familia Elmidae en diferentes sustratos y sus posibles relaciones con condiciones ambientales y fisicoquímicas en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima, Tolima. Se realizaron muestreos en tres estaciones de la microcuenca, durante un ciclo hidrológico. La colecta de individuos se realizó mediante red Surber y en cada una de las estaciones se evaluaron los microhábitats (Arena, Grava, Roca y Hojarasca). En el laboratorio los organismos se determinaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible utilizando las claves y descripciones formuladas para el Neotrópico. Se registraron 13 géneros de los cuales *Heterelmis* obtuvo la mayor representatividad (> 55% de la abundancia total registrada), seguido por *Neoelmis* (30%). La estación PE3 fue la de mayor riqueza genérica en todo el estudio al registrar 13 géneros; los sustratos hojarasca y grava presentaron mayor abundancia relativa de élmidos en comparación con los otros dos sustratos evaluados; el análisis de correspondencia canónica y el ANOSIM, evidenciaron que la biota de élmidos tiene mayor relación con las características ecológicas de la cuenca que con las condiciones fisicoquímicas del agua.

Palabras clave: *Heterelmis*, *Neoelmis*, Hojarasca

Abstract

The aquatic coleopterans are abundant and diverse in forested micro-catchments in headwater Andean areas. A relevant group within the Order Coleoptera is the Elmidae family (riffle beetles); the study in Colombian Andean basins, had revealed that their richness and diversity are determined by both their biology and, hydrological and ecological aspects. Therefore, their composition and structure tend to be particular for each catchment. In agree with above, in the present study the composition and structure of the Elmidae family were determined in different substrates, and possible relationships with environmental and physicochemical conditions were evaluated in the Las Perlas stream; a key tributary of the Combeima river basin (Ibagué, Tolima, Colombia). Sampling campaigns were realized each three months in three localities of the micro-catchment (PE1 – PE3) during an annual hydrological cycle (2015 – 2016). Benthic collections per sampling point were complete using a Surber sampler (0.09 m², 250 µm) evaluating four microhabitats (sand, gravel, rock and leaf litter). In the laboratory the organisms were sorted to the lowest practical taxonomic level using Neotropical keys and descriptions. A total of 13 genera were registered, which *Heterelmis* obtained the highest representation (> 55% of the total abundance), followed by *Neoelmis* (30%). The sampling point PE3 showed the highest generic richness over study (13 genera). Considering substrates, leaf litter and gravel had comparatively a higher relative abundance. By testing canonical correspondence analysis and ANOSIM, it was evidenced that the elmids has a greater relationship with the ecological characteristics of the basin more than the physicochemical conditions of the water.

Keywords: *Heterelmis*, *Neoelmis*, leaf litter

Introducción

Los coleópteros (Insecta: Coleoptera) son el orden más diverso del grupo de los insectos con aproximadamente 360000 especies de las cuales, más de 10000 son acuáticas (1). En la región Neotropical la diversidad de coleópteros es relativamente alta y se asocia principalmente a que este grupo ocupa un amplio espectro de hábitats acuáticos y semi-acuáticos, que incluye áreas ripícolas, ecosistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, salobres y aguas estancadas de estuarios y ciénagas (2, 3)

Los coleópteros acuáticos son abundantes y diversos en microcuencas boscosas de zonas altoandinas; colonizan diferentes microhábitats en el cuerpo de agua ya que presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas para mitigar las alteraciones de su hábitat. Uno de los mayores representantes del Orden Coleoptera es la familia Elmidae, considerada un grupo cosmopolita en la región Neotropical, puesto que cuenta con más de 44 géneros y 330 especies, lo cual la constituye como un grupo relevante de macroinvertebrados acuáticos en Sudamérica, junto con Dytiscidae e Hydrophilidae (4, 5). Los estudios previos sobre cuencas andinas colombianas han revelado que la riqueza y diversidad de Elmidae están determinadas por su biología y por aspectos fisicoquímicos, hidrológicos y ecológicos, de tal manera que la composición y estructura de esta comunidad tiende a

ser particular para cada cuenca (6, 3, 7). Por lo tanto, es necesario conocer la diversidad, riqueza y abundancia de estos organismos en las cuencas hidrográficas de Colombia, con el fin de generar una línea base robusta para el diseño de planes y programas de conservación de esta biota y sus ambientes de desarrollo. Entre los grupos previamente evaluados en el departamento, se destacan los coleópteros por la plasticidad que presentan para colonizar diferentes microhábitats, haciendo que sus comunidades sean muy diversas en los ecosistemas (6, 3, 8).

En la cuenca del río Combeima del departamento del Tolima, se han desarrollado investigaciones que han aportado herramientas claves para el manejo y recuperación del río en cuanto a sus aspectos hidrológicos y de uso del suelo (9). Sin embargo, de acuerdo con los análisis revisados en el CONPES (10), el río y algunos de sus afluentes han presentado cambios en su estructura física por causa de los procesos naturales y la intervención antrópica, los cuales generan el deterioro de la cuenca. De tal forma que es necesario el estudio del componente biótico para ser utilizado como herramienta de detección de las perturbaciones del hábitat en la cuenca.

Por este motivo, se realizó el presente estudio con el objetivo de determinar la composición, estructura y diversidad de la familia Elmidae en diferentes sustratos y

sus posibles relaciones con las condiciones ambientales y fisicoquímicas en la quebrada Las Perlas, la cual pertenece a la cuenca del río Combeima .

Materiales y métodos

Área de estudio

La quebrada Las Perlas pertenece a la cuenca del río Combeima, que a su vez se encuentra dentro de la cuenca mayor del río Coello del departamento del Tolima. Esta quebrada se ubica en el Cañón del Combeima, en la vertiente oriental de la cordillera Central, siendo zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Nevados, dentro de los ecosistemas pre-Montano y Montano (1000 - 3000 m s.n.m.) con una temperatura que oscila entre 6-24°C (clima: templado cálido y templado frío). Nace cerca del páramo de Estambul, recorriendo 47.9 Km hasta desembocar en el río Combeima a los 1998 m s.n.m.; cuenta con un área de 31.3 ha y un perímetro de 29.97 Km (10).

Métodos de colecta

Se realizaron muestreos trimestrales en tres estaciones de la microcuenca (Parte alta, media y baja; en adelante PE1, PE2 y PE3) durante seis periodos (M= muestreos,

M1 - M6; agosto 2015 – mayo 2016) comprendidos dentro de un ciclo hidrológico (bajas lluvias, transición a altas lluvias, altas lluvias, transición a bajas lluvias). Las estaciones de trabajo fueron seleccionadas con base en la cartografía disponible y en un muestreo preliminar donde se consideró el área, caudal, impactos naturales y antropogénicos, y accesibilidad como factores predominantes.

La colecta de individuos se realizó mediante red Surber, siguiendo la metodología propuesta por (11). En cada una de las estaciones se evaluaron cuatro microhábitats diferentes (Arena, Grava, Roca y Hojarasca), esto con el fin de obtener una muestra representativa de la fauna de Elmidae de la quebrada (Figura 1a). Una vez colectados los organismos se almacenaron en frascos plásticos debidamente marcados con la información de campo, preservados en alcohol al 70% y se trasladaron al Laboratorio del Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (Ibagué, Colombia). Simultáneamente en cada sitio de colecta se tomaron muestras de agua para la evaluación de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas, en el laboratorio LASEREX, certificado por el IDEAM, en la Universidad del Tolima (Figura 1b).



Figura 1. Colecta de material biológico y toma de muestras de agua en la quebrada Las Perlas del río Combeima. Fuente: (Autores, 2018)

Determinación taxonómica

Los organismos se determinaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible utilizando las claves y descripciones de Machado (12), Silva et al. (13); Archangelsky et al. (14); Domínguez Y Fernández (15); Segura et al., (16); Manzo, (17). En la determinación con organismos adultos se emplearon protocolos de transparentación de

las estructuras genitales de los machos con hidróxido de potasio (KOH) al 10% y ácido láctico, durante 24 horas a temperatura ambiente (14). Posteriormente, los especímenes fueron depositados en la colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección macroinvertebrados acuáticos (CZUT-Ma).

Análisis de la información

Se definieron como variables independientes la calidad del agua, condiciones fisicoquímicas del agua y como variables dependientes la diversidad y riqueza de las especies, y la distribución de los taxones en la quebrada. En el análisis y tratamiento estadístico de los datos, se elaboró una curva de acumulación de especies usando el programa EstimateS versión 9.1.0 (18); se empleó PAST versión 2.3 (19) para la estimación de índices de riqueza y diversidad, y luego se ajustaron con las series de Hill; se realizó una prueba NDMS utilizando PRIMER-E 7, apoyado con ANOSIM (PAST 2.3) con el fin de explorar las posibles diferencias del ensamblaje de élmidos a nivel espacial y por sustratos; y por último se realizó un análisis de correspondencia canónica con el propósito de evaluar la existencia y grado de asociación entre las variables fisicoquímicas y la fauna de élmidos.

Resultados

Abundancia

Se colectaron 3906 organismos distribuidos en 1575 adultos y 2400 larvas, con los cuales se logró identificar 13 géneros y 7 especies. El género *Heterelmis* obtuvo la mayor representatividad, sumando más del 55% de la abundancia total colectada (2168 individuos), seguido por *Neoelmis* con el 30% (1174 individuos). Las especies *Heterelmis obscura* y *Neoelmis limosa* obtuvieron las abundancias más altas frente a las demás (672 y 475 individuos, respectivamente) (Tabla 1). En cuanto a las estaciones de muestreo, en términos generales la abundancia fue mayor en la estación PE3, sin embargo, a nivel particular, los estadios adultos fueron más abundantes en PE2. La estación PE1 reportó el menor número de élmidos para este estudio.

Tabla 1. Abundancia de los élmidos registrados en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima.

Taxon	PE1		PE2		PE3		Total individuos
	Adulto	Larva	Adulto	Larva	Adulto	Larva	
<i>Austrolimnius</i>	0	23	0	77	0	22	122
<i>Austrolimnius sp.</i>	8	0	6	0	4	0	18
<i>Cylloepus cf araneolus</i>	20	0	22	0	28	0	70
<i>Heterelmis</i>	0	10	0	178	0	1224	1412
<i>Heterelmis obscura</i>	96	0	304	0	272	0	672
<i>Heterelmis sp.</i>	1	0	58	0	25	0	84
<i>Hexachorus sp.</i>	1	0	1	0	0	0	2
<i>Huleechius</i>	0	0	0	16	0	12	28
<i>Macrelmis</i>	0	21	0	15	0	7	43
<i>Macrelmis shoemakei</i>	7	0	3	0	0	0	10
<i>Microcylloepus</i>	0	2	0	9	0	3	14
<i>Microcylloepus cf angustus</i>	0	0	2	0	1	0	3
<i>Neoelmis</i>	0	337	0	254	0	44	635
<i>Neoelmis limosa</i>	313	0	133	0	29	0	475
<i>Neoelmis maculata</i>	63	0	0	0	1	0	64
<i>Notelmis</i>	0	0	1	0	1	0	2
<i>Onychelmis sp.</i>	31	0	97	0	18	0	146
<i>Phanocerus</i>	0	2	0	15	0	16	33
<i>Phanocerus clavicornis</i>	0	0	25	0	0	0	25
<i>Pharceonus</i>	0	3	0	15	0	22	40
<i>Pharceonus sp.</i>	0	0	3	0	1	0	4
<i>Pseudodisersus</i>	0	0	0	0	0	4	4
Total individuos	540	398	655	579	380	1354	3906

Fuente: (Autores, 2018)

La curva de acumulación de especies evidenció que los datos obtenidos con el esfuerzo de muestreo son confiables para dar las estimaciones sobre la composición de la fauna de élmidos en el área de estudio, dado que la diversidad calcula con los estimadores ACE, Chao 1 y Jack 1 representa entre el 95 y el 100% de la diversidad obtenida en campo (Figura 2). Se logró evidenciar que desde los primeros periodos de muestreo se observaron todas las especies comunes que se esperaba encontrar, y de ahí en adelante aparecieron las especies raras ubicándose en la asíntota de la curva.

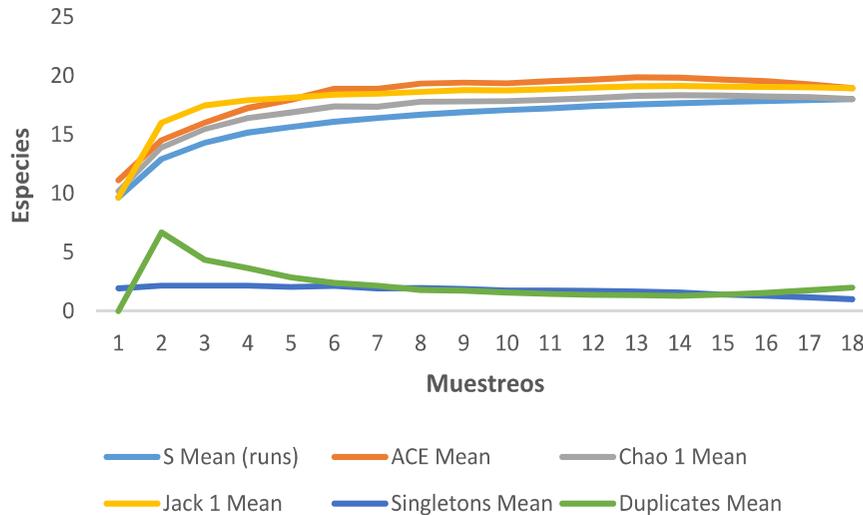


Figura 2. Curva de acumulación de especies para los élmidos registrados en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima. Fuente: (Autores, 2018)

Diversidad espacial

En el análisis de las series de Hill para medir la diversidad a nivel espacial, se encontró para los estadios larvales, que la estación PE3 fue la de mayor riqueza genérica en todo el estudio al registrar 13 géneros, tres de los cuales son comunes según el orden Q1 y dos son dominantes según Q2, por tanto, muestran a 10 géneros que se ubicaron en el rango de especies raras. La estación PE2 fue la más diversa de acuerdo con Q2 al presentar mayor número de taxones efectivos y el menor número de especies dominantes según Q1 (Figura 3a). Con respecto a los adultos, se evidenció que la riqueza y diversidad específica fue más alta para la estación PE2, teniendo el número más alto de especies comunes y el más bajo de especies dominantes, según el orden Q1 y Q2, sin embargo, los valores registrados para PE1 y PE3, no se alejan mucho de los obtenidos por PE2 (Figura 3b).

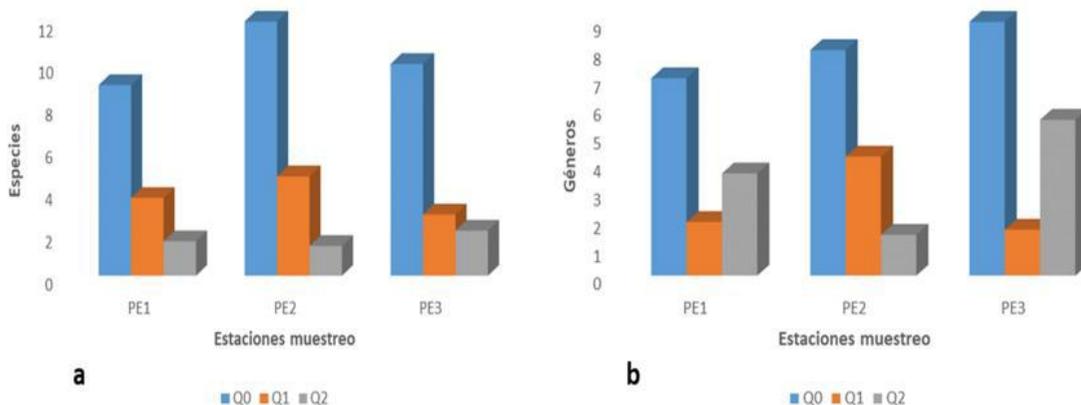


Figura 3. Diversidad de élmidos según series de Hill en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima. Fuente: (Autores, 2018)

El ordenamiento NMDS reflejó diferencias significativas entre los ensamblajes de élmidos a nivel espacial, ya que se logró evidenciar agrupamientos separados en el diagrama (Figura 4). Estas diferencias están dadas principalmente por la composición de la fauna de Elmidae en la estación PE3, la cual se fue mostrando en el estudio como la más diversa y con mayor abundancia de organismos.

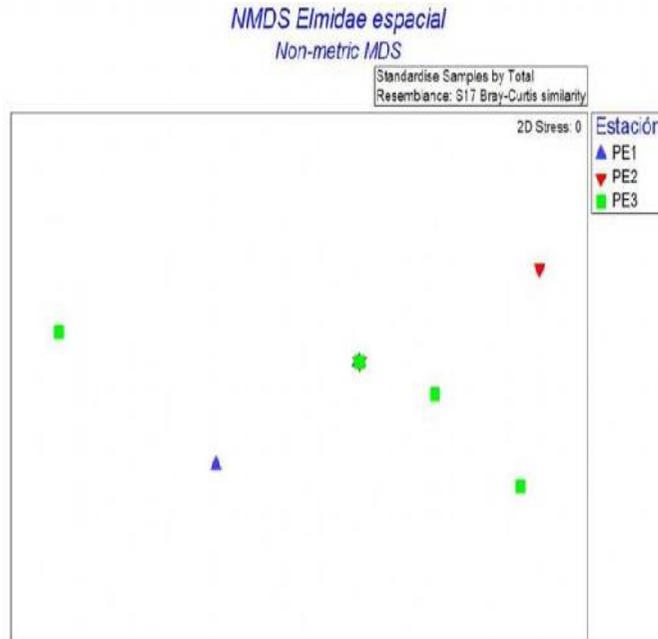


Figura 4. Diagrama de ordenamiento NMDS para el ensamblaje de élmidos a nivel de estaciones en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima.

En la evaluación de microhábitats se identificó que los adultos y larvas del género *Heterelmis* representaron la mayor frecuencia de aparición en hojarasca y roca, al igual que los estadios larvales obtuvieron la mayor frecuencia en el sustrato grava. En la arena, predominó el género *Neoelmis* al reportar las frecuencias más altas en larvas y adultos. El género *Onychelmis* también resaltó en el sustrato roca registrando alta frecuencia de adultos en dicho microhábitat (Figura 5a y 5b). Frente a esta situación, el análisis de varianza no paramétrico reflejó que dicha distribución de frecuencias a nivel de sustratos es significativamente diferente, indicando que el ensamblaje de los élmidos es distinto para cada uno de estos microhábitats evaluados.

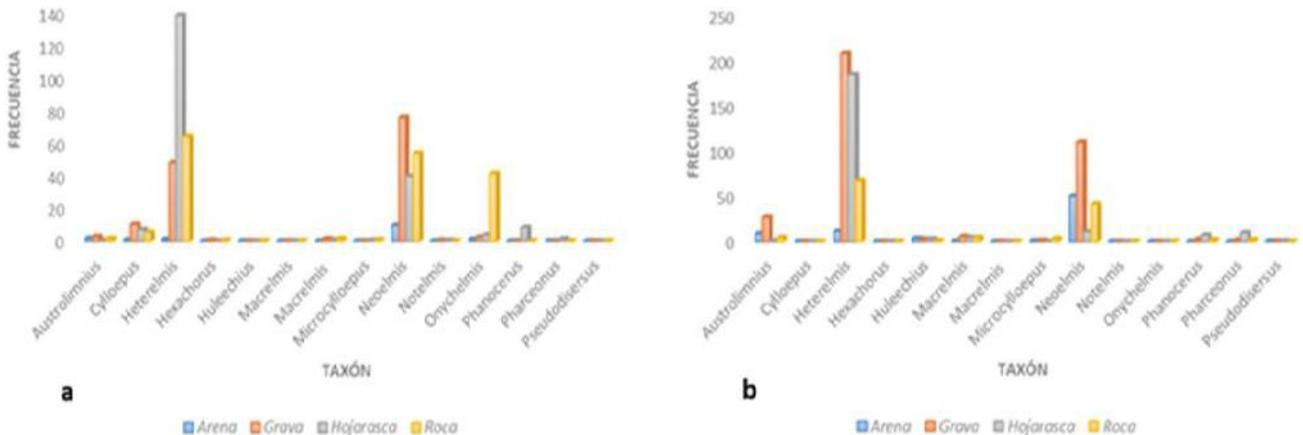


Figura 5. Distribución de frecuencias de aparición de élmidos en cada sustrato dentro en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima. Fuente: (Autores, 2018)

Diversidad temporal

Los análisis de temporalidad permitieron observar que los adultos de élmidos en la quebrada Las Perlas presentaron mayores densidades para los periodos de muestreo M1 y M4, los cuales correspondieron a épocas de bajas lluvias. En dichas épocas los géneros con las mayores densidades fueron *Heterelmis*, *Neoelmis* y *Onychelmis*. Los periodos de menor densidad para los estadios larvales fueron M2 y M3, siendo este último un periodo de transición a bajas lluvias en donde la densidad fue baja (Figura 6a).

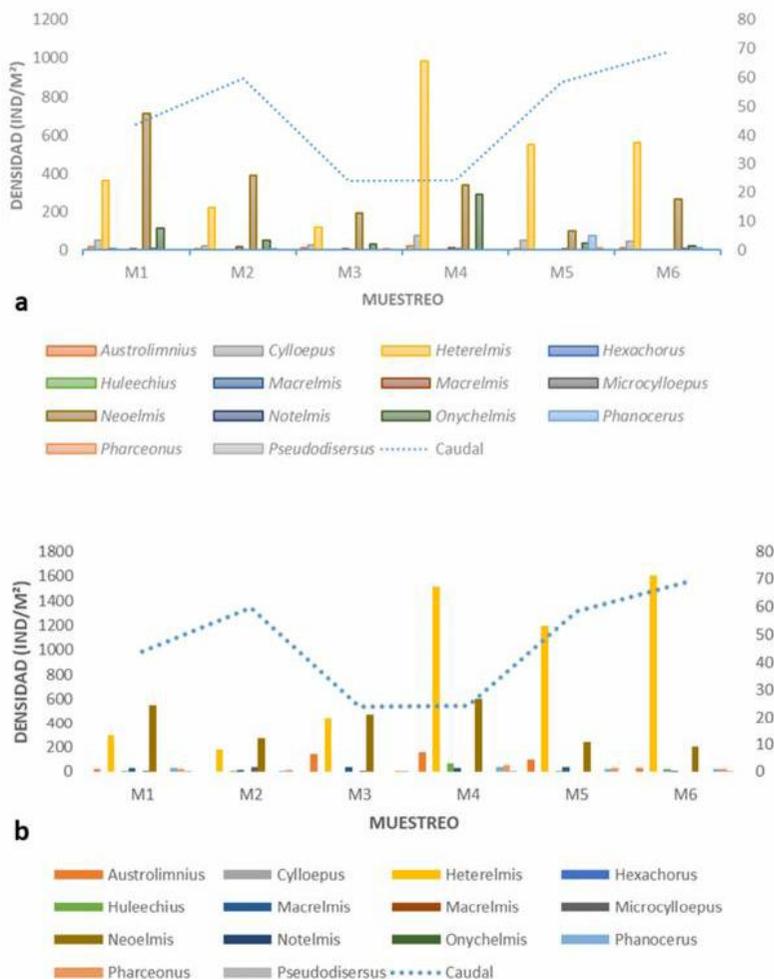


Figura 6. Distribución de densidades de élmidos a nivel temporal en la quebrada Las Perlas, afluente del río Combeima.

En el caso de las larvas, el periodo M4 nuevamente estuvo con mayor densidad de organismos, pero en esta ocasión fue seguido por M6 y M5; entre los tres conforman la primera temporada climática del año de acuerdo con el régimen bimodal que opera sobre la cuenca del río Combeima. El género *Heterelmis* fue el taxón que aportó la mayor densidad de organismos, seguido en menor medida por *Neoelmis*. Este último género tuvo mayor representatividad en los periodos M1 y M3 (Figura 6b).

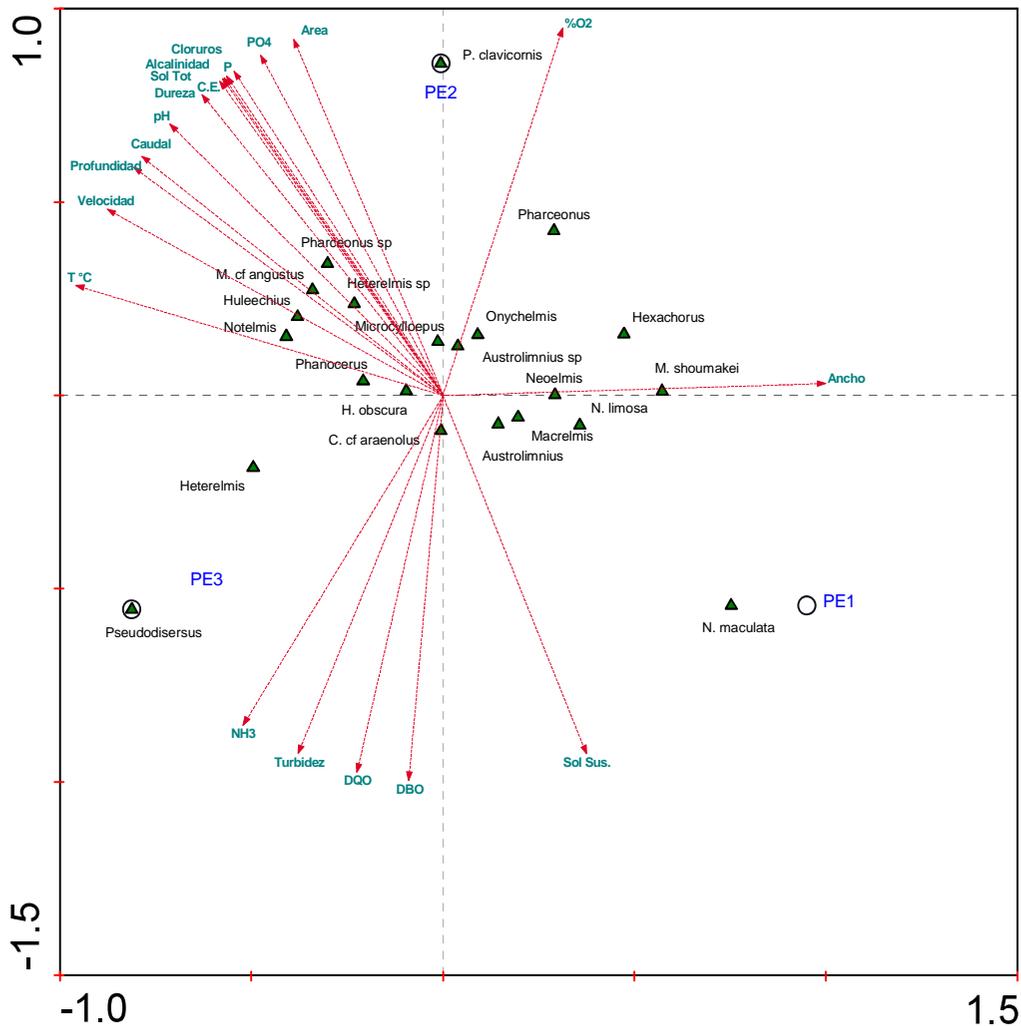


Figura 7. Análisis de correspondencia canónica con las variables fisicoquímicas evaluadas. en la quebrada Las Perlas del río Combeima. Fuente: (Autores, 2018)

El análisis de correspondencia canónica arrojó que no existieron variables fisicoquímicas con efectos condicionantes sobre la distribución de los élmidos. Sin embargo, en el diagrama se logró observar que, en particular, los taxones que presentaron mayor abundancia estuvieron asociados con las variables DQO, DBO, turbidez y sólidos suspendidos, las cuales a su vez se relacionan con las partículas disueltas en el cuerpo de agua y la disponibilidad de oxígeno para las comunidades biológicas (Figura 7).

Discusión

Abundancia

En las investigaciones que han abordado la diversidad y distribución de la familia Elmidae en algunas cuencas de los Andes colombianos, se han reportado resultados similares a los presentes en este estudio (3,

6, 7), debido a que el género *Heterelmis* muestra hábitos verdaderamente cosmopolitas y generalistas a la hora de aprovechar los recursos y de esta manera coloniza los ambientes lóticos con gran facilidad, siendo de los más abundantes y ampliamente distribuidos en ríos y quebradas neotropicales (20). En otros géneros de Elmidae que también son abundantes dentro de los estudios realizados, se tiene a *Macrelmis*, *Cylloepus* y *Microcylloepus* (7, 8), los cuales para el caso actual se reportaron con abundancias muy bajas, sin embargo, tuvieron presencia en las tres estaciones evaluadas sobre la quebrada.

Diversidad espacial

Se ha identificado, a lo largo de varios estudios, que la familia Elmidae muestra ser abundante y diversa en sitios donde la cobertura boscosa sobre la cuenca es alta y por consiguiente también es alta la disponibilidad de

sustratos (7, 20). Estas características fueron encontradas en la quebrada Las Perlas, dado que es una microcuenca con alto nivel de conservación y por consiguiente pocas presiones antrópicas, explicando de cierta manera los altos valores de diversidad teniendo como referente los estudios anteriores realizados en el Tolima (6, 3, 8).

En estudios anteriores se ha registrado que la hojarasca y la roca son sustratos en donde la abundancia y diversidad de élmidos son altas (7, 8, 13). En este sentido, los resultados encontrados son acordes con los reportes que hasta el momento se han hecho para este grupo de insectos. Además de esto, algunas investigaciones como las de Vásquez y Reinoso (21) Gonzalez et al. (7) sustentan que en el sustrato arena, la riqueza genérica de macroinvertebrados tiende a ser menor en comparación con otros microhábitats.

Diversidad Temporal

Con respecto a las variaciones climáticas, se conoce que ocasionan alteraciones en la abundancia y distribución de los organismos en el ecosistema acuático, por tanto, resulta importante analizar dicha condición, ya que las poblaciones se reorganizan y buscan colonizar otros ambientes. En el caso de los macroinvertebrados, dichos organismos derivan aguas abajo con la necesidad de establecerse en tramos del río en donde existan mayor cantidad de remansos (8). Para el caso de la quebrada Las Perlas, la estación PE1 está ubicada en la parte más alta, en medio de un cañón que se va disipando a medida que la quebrada llega a la desembocadura y por

esta razón se reportan altas diversidades en dichas estaciones de la parte más baja.

Las variables fisicoquímicas funcionan como una herramienta clave para describir las características particulares de cada estación de muestreo sobre una cuenca, brindando información que sirve para ser relacionada con el componente biótico de dicha cuenca (9,12). Sin embargo, algunas investigaciones sobre la familia Elmidae en los Andes colombianos, sugieren que estos organismos no muestran una relación marcada con las características fisicoquímicas, o en ciertos casos se hace necesario evaluar periodos de tiempo más extensos en donde se logren ver reflejadas las posibles relaciones (3, 10).

Conclusiones

Los resultados del presente estudio se corresponden con los registros de distribución para los géneros y especies de esta familia en el Neotrópico, de manera que son concomitantes para realizar comparaciones con otras investigaciones sobre esta familia en Colombia al mismo nivel taxonómico.

La microcuenca Las Perlas es un ecosistema con bajo grado de intervención y esta condición favoreció la diversidad y distribución de élmidos en todo el estudio. De esta manera los taxones reportados, mostraron gran afinidad por el sustrato hojarasca y roca, los cuales son abundantes en estaciones sobre la quebrada que presentan abundante cobertura vegetal.

Referencias

1. Miserendino, M.L., y Archangelsky, M. Aquatic Coleoptera Distribution and Environmental Relationships in a Large Patagonian River. *Int Rev Hydrobiol* 2006; 91(5): 423-437.
2. Jerez, V., & Moroni, J. Diversidad de Coleópteros acuáticos en Chile. *Gayana*. 2006. 72-81.
3. Arias, D., Reinoso, G., Guevara, G., y Villa, F. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia* 2007. 177-194.
4. Manzo, A., y Archangelsky, M. A key to the known larvae of South American Elmidae (Coleoptera: Byrrhoidea), with a description of the mature larva of *Macrelmis saltensis* Manzo. *Ann Limnol - Int J Lim.* 2008. 63-74.
5. Jäch, M.A. y Balke, M. Global Diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia*. 2008. 595, 419-442.
6. Caupaz, F., Reinoso, G., Guevara, G., y Villa, F. Diversidad y distribución de la familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) en la cuenca del río Prado (Tolima, Colombia). *Neolimnos*. 2006. 106-116.
7. González-Córdoba, M., Zuñiga, M del C. y Manzo, V. Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*. 2015. 16 (2): 50-74.
8. Lozano-Bravo, J. y Reinoso, G. Macroinvertebrados acuáticos presentes en el complejo de humedales Paz de Ariporo-hato corozal, departamento del Casanare. En Osorio-Peláez, C., Lasso, C.A., y Trujillo, F. XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquía. Serie editorial recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia. 2015. 426 pp.
9. Universidad del Tolima, IBAL, MPMACH. "Aportes para la restauración hidrológica y lineamientos para el manejo sostenible del recurso hídrico en la cuenca del río Combeima, Ibagué-Tolima". 2005.
10. CONPES. 2009. Estrategias de mitigación del riesgo en la cuenca del río Combeima para garantizar el abastecimiento del agua en la ciudad de Ibagué. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. <https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/boletines/ago2012/3570.pdf>
11. Wantzen, K., y Rueda, G. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. En E. Dominguez, Y H. Fernandez, Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. (págs. 17-45). Tucuman, Argentina: Fundación Miguel Lillo. 2009.
12. Machado, T. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales en el Departamento de Antioquia. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia. 1989.
13. Silva, M., Nessimian, J., & Ferreira, N. Chaves para identificação dos generos de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Entomol*. 2007. 42-53.
14. Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M., & Torres, P. Capítulo 14 Coleóptera. En E. Dominguez, & H. Fernandez, Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. sistemática y biología. (págs. 411-468). Tucuman, Argentina: Fundación Miguel Lillo. 2009.
15. Dominguez, E., & Fernandez, H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. sistemática y biología. Tucuman, Argentina: Fundación Miguel Lillo. 2009.
16. Segura, M., Valente, F., y Fonseca, A. Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) larvae in the state of São Paulo, Brazil: Identification key, new records and distribution. *Zookeys*. 2011. 53-74.
17. Manzo, V. Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Stud Neotrop Fauna Environ*. 2005. 201-208.
18. Colwell, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. 2013
19. Hammer, O., D. Harper and P. Ryan. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 2001;4(1):1-9.
20. Sondermann, W. Is the elmidae fauna of Colombia strongly marked by Nearctic elements? A remote analysis of genus names provided in 30 recently published benthic macroinvertebrate assessments:

- (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae). *Degesiana*. 2013. 20 (2): 251-260.
21. Vásquez, J., & Reinoso, G.. Estructura de la fauna béntica en corrientes de los Andes colombianos. *Rev Colomb Entomol* 2012; 351-358.