



ANÁLISIS PRELIMINAR DEL BENTOS DEL NORESTE DEL LAGO DE COATEPEQUE, EL SALVADOR

Preliminary analysis of benthos of northeast Coatepeque Lake, El Salvador

José Enrique BARRAZA^{1a*} ; Verónica Esperanza MELARA^{2b} .

¹ Gerencia de Ecosistemas, Dirección de Ecosistemas y Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Calle y Col. Las Mercedes, San Salvador, El Salvador, neanthessuccinea@gmail.com

² Col. y Calle Los Laureles, Soyapango, El Salvador, aranelhope@yahoo.com

* For correspondence: neanthessuccinea@gmail.com

Received: 18th August 2022. **Returned for revision:** 28th September 2022. **Accepted:** 23rd February 2023.

Associate Editor: Santiago Gaviria Melo

Citation/ citar este artículo como: Barraza, J.E., y Melara, V.E. (2023). Análisis preliminar del bentos del noreste del lago de Coatepeque, El Salvador. *Acta Biol Colomb*, 28(2), 329-332. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n2.103362>

RESUMEN

El conocimiento de la biodiversidad acuática de ecosistemas lénticos es escaso en muchas regiones del mundo. Por ello, se consideró importante realizar evaluaciones preliminares de la fauna bentónica de poca profundidad en tres franjas subacuáticas de muestreo entre los 0 a 10 m en una zona rocosa del área noreste del lago de Coatepeque, El Salvador. Las familias más abundantes fueron Thiaridae (Gastropoda), Hyalellidae (Malacostraca, Amphipoda) y larvas de Coenagrionidae (Insecta, Odonata) entre la orilla y 2,5 m de profundidad. En los sedimentos finos (10 m) se encontró una riqueza de especies y abundancia reducida en comparación a los estratos menos profundos, así como una gran cantidad de conchas vacías de caracoles de la familia Thiaridae y cápsulas cefálicas de larvas de quironómidos (Insecta, Diptera).

Palabras clave: Crustacea, Hexapoda, índice de diversidad de Shannon-Weaver, Mollusca, vegetación sumergida.

ABSTRACT

The knowledge of aquatic biodiversity in lentic ecosystems is scarce in many regions of the world. Therefore, it was considered important to accomplish preliminary assessments of benthic fauna associated with low depths in three sampling subaquatic fringes between 0 and 10 m on a rocky shore along the northeast area of Coatepeque Lake, El Salvador. The most abundant families were Thiaridae (Gastropoda), Hyalellidae (Malacostraca, Amphipoda), and Coenagrionidae (Insecta, Odonata) from the edge to a depth of 2,5 m. A reduced species richness and abundance were found in fine sediments (10 m) in comparison to shallower strata, as well as a lot of empty shells of the Thiaridae family and cephalic capsules of chironomid larvae (Insecta, Diptera).

Keywords: Crustacea, Hexapoda, Shannon-Weaver diversity index, Mollusca, submerged vegetation.

El lago de Coatepeque presenta 2485 hectáreas de espejo de agua, se localiza a 740 m.s.n.m., y se originó por el colapso de una caldera volcánica en El Salvador, Centroamérica (Bergoing, 2015). Las orillas son principalmente arenosas y rocosas con diferentes pendientes (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN], 2018). Este lago alberga una importante riqueza de fauna y flora acuática que se distribuye en diferentes profundidades. La fauna acuática incluye macroinvertebrados bentónicos que se asocian a rocas, algas, plantas, restos vegetales y fondos blandos (arena o ceniza). La vegetación litoral incluye a la especie emergente *Typha domingensis* Persoon 1807, así como a las sumergidas: *Chara zeylanica* Klein ex Willdenow, 1805, *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, 1839, *Najas marina* Linnaeus 1753, *Ruppia maritima* Linnaeus, 1753 (MARN, 2018). A pesar de que la literatura sobre macroinvertebrados bentónicos de este lago es escasa, existen registros de gasterópodos de las familias Cochliopidae, Hydrobiidae, Planorbidae y Physidae (Thompson, 2011). También se ha documentado la presencia de un cangrejo *Potamocarcinus magnus* Rathbun, 1896 (Bott, 1956; Carranza-Noyola y Pocasangre, 1988; Jiménez et al., 2004). El objetivo de este estudio preliminar fue determinar la abundancia, hábitats y distribución vertical de macroinvertebrados asociados al sustrato de la zona noroeste de este lago.

Todos los muestreos y observaciones se completaron en tres diferentes profundidades en los meses de julio, noviembre y diciembre de 2019, así como entre marzo y abril de 2022, en el sector denominado “Segundo Anteojo” del lago de Coatepeque (13° 52' 22.1" N, 89° 31' 18.7" W), departamento de Santa Ana, El Salvador. Se establecieron tres franjas de muestreo paralelas a la línea litoral. La primera de ellas en la orilla rocosa y arenosa, incluyendo vegetación emergente y sumergida (*T. domingensis* y *C. zeylanica*, respectivamente); la segunda franja, entre 0,5 a 2,0 m de profundidad, presentó rocas, mezcla de arena y fango fino con todas las especies vegetales sumergidas mencionada en el párrafo anterior; en la tercera, ubicada a 10 m de profundidad, la vegetación disminuyó, presentando principalmente ejemplares dispersos de *C. zeylanica* sobre sedimento fino. Las recolectas de macroinvertebrados se realizaron con la autorización de las Resoluciones ADENDA-MARN-DEV-GVS-108-2018 y MARN-DEB-GVS-AIMA-1-2022, emitidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

En la franja de muestreo superficial se capturaron ejemplares de macrofauna con un cuadrante de 400 cm² en tres diferentes zonas seleccionadas al azar, girando rocas de ser necesario y también utilizando un tamiz de 0,5 mm de diámetro de poro. En la segunda franja, se extrajeron macroinvertebrados de rocas en forma manual con igual cantidad de repeticiones (tres) que la estación anterior, utilizando el mismo cuadro y tamiz. En la última estación se recolectaron muestras de sedimento fino con tres nucleadores de 12 cm de diámetro (área total: 339,3 cm²)

y con un grosor de cinco cm aproximados de sedimento superficial, incluyendo rocas pequeñas, que se tamizaron para separar el macrozoobentos (> 0,5 mm). En la segunda y tercera franja se utilizó buceo autónomo para tomar las muestras. El material biológico recolectado se preservó y fijó en etanol al 90 %. Las muestras se clasificaron en el nivel taxonómico más preciso posible (Tabla 1), utilizando las descripciones de Hanson et al. (2010), Sermeño-Chicas et al. (2010), Pessacq et al. (2018) y Thorp et al. (2020).

Los taxones más abundantes en la primera y segunda franja (<0,5 m y 0,5-2,0 m, respectivamente) fue una especie de gasterópodo de la familia Thiaridae, incluyeron a un anfípodo del género *Hyaella* S.I. Smith, 1874 (Hyaellidae) y larvas de insectos de las familias Chironomidae (Diptera) y Coenagrionidae (Odonata) (Tabla 1).

El caracol *Tarebia granifera* (Lamarck, 1816) (Thiaridae) que según López-López et al., (2009) es un gasterópodo invasor en México, fue la especie más abundante en las franjas de muestreo O y M (Tabla 1), reflejando su establecimiento en el lago de Coatepeque, ya que se presentó en diferentes franjas entre 0,0 a 5,0 m de profundidad, tanto en fondos blandos como duros, incluyendo desechos sólidos sumergidos. *T. granifera* y la especie *Melanoides tuberculata* (O. F. Müller, 1774), que según Quirós-Rodríguez et al. (2018) es otra especie invasora, han colonizado exitosamente diferentes cuerpos de agua dulce de El Salvador (Barraza, 2021), incluyendo este cuerpo léntico. Se desconoce fechas y mecanismos de introducción al país para ambas especies. La ocurrencia de ambas especies presenta riesgos para la salud de humanos, peces y aves ictiófagas por la facilidad con que albergan diferentes tipos de parásitos, así como la posibilidad de desplazar a especies de macroinvertebrados acuáticos nativos (López et al., 2019). El segundo grupo con importancia numérica fue la familia Chironomidae (Subfamilia Tanypodinae) que se encontró en las tres profundidades en estudio, particularmente asociado a fondos blandos. Estos insectos también se encontraron en sedimentos blandos del lago Cote (650 m.s.n.m., 15 m profundidad), Costa Rica, aunque con menor abundancia (Sibaja-Cordero y Umaña-Villalobos, 2008). Esta familia se considera indicadora de contaminación orgánica en ríos de El Salvador debido a su capacidad de adaptarse a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, y también se encuentra en diferentes tipos de hábitats acuáticos lénticos i.e. lagos (Sermeño-Chicas, Serrano-Cervantes, et al., 2010); estas características podrían explicar su presencia entre la orilla y 10 m de profundidad en la zona de estudio.

El tercer organismo con mayor abundancia fue el anfípodo del género *Hyaella*, particularmente en profundidad menor a 0,5 m y asociado a la macroalga *C. zeylanica* (Charophyta: Charophyceae: Charales: Characeae). En el área natural protegida Laguna El Jocotal

Tabla 1. Taxones registrados a diferentes estratos de profundidad (O, M, F) en zona noreste del lago de Coatepeque. A: abundancia, D: densidad (ind/m²), H: superficies duras, **H'**: Índice de Shannon-Weaver, nd: no determinado, R: rocas, S: sedimento, V: vegetación emergente o sumergida. Fila en letra negrita.

TAXÓN	<0.5 m (O)		0.5 – 2.0 m (M)		10 m (F)	
	A	D	A	D	A	D
Platyhelminthes						
Clase Tricladida nd (R)	0	0	2	3,3	0	0,0
Nematoda nd (R, S)	5	8,3	7	11,7	0	0,0
Mollusca						
Clase Gastropoda						
Familia Physidae nd (R)	3	5,0	0	0,0	0	0,0
Familia Tharidae						
<i>Melanooides tuberculata</i> (H, R, S)	6	10,0	8	13,3	0	0,0
<i>Tarebia granifera</i> (H, R, S)	91	151,7	137	228,3	0	0,0
Annelida						
Clase Clitellata						
Oligochaeta (R, S)	4	6,7	6	10,0	0	0,0
Arthropoda						
Clase Arachnida						
Subclase Acari nd (R, S)						
Clase Malacostraca						
Orden Decapoda	0	0,0	5	8,3	4	7,9
Familia Pseudothelphusidae						
<i>Potamocarcinus</i> (R)						
Orden Amphipoda	0	0,0	3	5,0	0	0,0
Infraorden Talitrida						
Familia Hyalellidae						
<i>Hyalella</i> (V)						
Clase Hexapoda	122	203,3	8	13,3	0	0,0
Familia Belostomatidae						
<i>Belostoma</i> (V)						
Familia Coenagrionidae	2	3,3	3	5,0	0	0,0
<i>Argia</i> (R, V)						
Familia Chironomidae	30	50,0	30	50,0	0	0,0
Subfamilia Tanyptodinae						
Tribu Pentaneurini nd (R)						
Familia Libellulidae	101	168,3	93	155,0	6	11,8
<i>Erythrodiplax</i> (V)						
H'	1,52		1,69		0,67	

se encontraron especímenes de este género en un hábitat semejante (Barraza y López, 2017). Una similar asociación a macrófitas sumergidas de al menos dos especies de este género fueron mencionadas por Soucek et al. (2015) para la zona este de Estados Unidos de América. El cuarto taxón en abundancia pertenece al género *Argia* (Coenagrionidae) que se encontró en la franja O y M asociado a *T. domingensis* y otras macrófitas sumergidas, así como bajo rocas. La presencia de la familia Coenagrionidae fue documentada también en ambientes con vegetación acuática de lagos tropicales de Costa de Marfil (Kouamé et al., 2011), Zimbaue (Makaure et al., 2015) y Costa Rica (Román-Heráclio, 2020). Adicionalmente, se han registrado 16 especies del género *Argia* en varios cuerpos de agua de

El Salvador (Sermeño-Chicas et al., 2010). El índice de similitud de Jaccard entre la zona O y M (Tabla 2) fue de 0,62, reflejando cierta semejanza en la composición de los taxones que habitan en la orilla y la franja de 0,5 a 2,5 m, ya que en ambos casos se observaron organismos

Tabla 2. Índice de similitud de Jaccard determinado para los tres estratos de profundidad (O, M, F) en el área noreste del lago de Coatepeque.

	M	F
O	0,62	0,18
M	-	0,11
F	-	-

bentónicos asociados fondos rocosos, parches arenosos y vegetación acuática. El mismo índice determinado entre las zonas O y F, así como M y F, presentó valores bajos (0,18 y 0,11, respectivamente), reflejando bajas similitudes en la composición de especies. El estrato F (10 m), caracterizado por escasa vegetación y rocas cubiertas por abundante sedimento blando, presentó menor riqueza y abundancia de taxones (Tabla 1), posiblemente asociado a la disminución de microhábitats y a la naturaleza geoquímica de este lago (Cabassi et al., 2019). Además, en esta franja se encontró una alta cantidad de conchas vacías de los gasterópodos *M. tuberculata* y *T. granifera*, así como cápsulas cefálicas de quironómidos en el sedimento, que podrían servir en futuros estudios de paleolimnología (Hamerlik et al., 2018). Además, el índice de diversidad de Shannon-Weaver en los estratos O, M y F fue 1,52, 1,69 y 0,67, respectivamente, reflejando baja diversidad de taxones con algunos de ellos dominantes (<2,00) (Tabla 1) (Mora-Donjuán et al., 2017).

Similares valores del mismo índice se observaron en la zona litoral de menos de 1 m (1,26), sublitoral entre 1,5 a 2,7 m (0,60) y más de 3 m de profundidad (0,58) de un lago tropical (Kuriftu) en Etiopía (Ayele y Mengistou, 2013), donde el grupo con mayor dominio numérico fue la familia Chironomidae la cual fué también detectada en este estudio.

Los estratos de orilla (O) y profundidad media (M) presentaron mayor diversidad y abundancia de especies en comparación a la franja más profunda (F), lo que puede estar asociado a la presencia de vegetación sumergida y emergente, substrato blando y rocoso, lo que facilita una mayor disponibilidad de hábitats para macroinvertebrados bentónicos. Similar resultado se encontró en un estudio con la misma temática en el lago tropical Nguru de Nigeria, en el cual el grupo dominante también fue la familia Chironomidae (Abubakar et al., 2013).

Los resultados obtenidos indican la importante abundancia de la familia Thiaridae, también la familia Hyalellidae representada por anfípodos del género *Hyalella* y las fases acuáticas de libélulas de la familia Coenagrionidae en áreas rocosas y arenosas asociadas a vegetación de poca profundidad (0,0 – 2,5 m) del sector noroeste del lago de Coatepeque.

CONCLUSIONES

Este estudio preliminar incursiona en el área de ecología del macrozoobentos del lago de Coatepeque, refleja la distribución de taxones en forma estratificada en un gradiente de profundidad entre los 0 y los 10 m, resalta la importancia de la vegetación sumergida y la reducción de la riqueza de especies en los estratos más profundos.

Se requieren estudios con mayor amplitud en ese cuerpo léntico y otros del país, particularmente la profundización en la taxonomía de odonatos y quironómidos. Para ello es indispensable el estudio no solamente de las larvas acuáticas,

sino también de los adultos y así lograr determinar las especies.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Universidad Francisco Gavidia para realizar este estudio, así como a James Edward Humberstone de la misma institución por su asesoría en asuntos informáticos. También se reconoce el respaldo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan que no existen conflictos de intereses en la presente investigación.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

Los autores participaron en el diseño de los alcances de la investigación, metodología, registro de datos, análisis y redacción del documento.

REFERENCIAS

- Abubakar, M. M., Balarabe, M. L., y Auta, J. (2013). The association between benthic invertebrates and aquatic macrophytes in a tropical lake, Nguru Lake: a preliminary survey. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 3(5), 36–40.
- Ayele, T., y Mengistou, S. (2013). Major factors that structure the benthic fauna of a shallow, tropical lake, Lake Kuriftu, Ethiopia. *Ethiop. J. Biol. Sci.*, 12(2), 151–168.
- Barraza, E., y López, W. A. (2017). Nuevos registros de macroinvertebrados acuáticos continentales en El Salvador. *SCIENTIA*, 5(3), 1–2. https://icti.ufg.edu.sv/doc/icti-bcsv_rdma.pdf
- Barraza, J. E. (2021). *Moluscos acuáticos de áreas rocosas en El Salvador* (UFG Editores, Ed.; 1a ed.). Universidad Francisco Gavidia.
- Bergoeing, J. P. (2015). The Geomorphology of Central America. In *Geomorphology of Central America. A syngenetic perspective*. (pp. 51–59). Elsevier.
- Bott, R. (1956). Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador (3). Süßwasserkrabben. *Senckenbergiana Biologica*, 37(3–4), 229–242.
- Cabassi, J., Capecchiacci, F., Magi, F., Vaselli, O., Tassi, F., Montalvo, F., Esquivel, I., Grassa, F., y Caprai, A. (2019). Water and dissolved gas geochemistry at Coatepeque, Ilopango and Chanmico volcanic lakes (El Salvador, Central America). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 378, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.04.009>
- Carranza-Noyola, O. A., and Pocasangre, O. (1988). *Biología y evaluación de la población de "cangrejos de agua dulce" (Pseudotetrahusa magna)*. Universidad de El Salvador.

- Hamerlik, L., da Silva, F. L., y Wojewódka, M. (2018). Subfossil Chironomidae (Diptera) from lake sediments in Central America: a preliminary inventory. *Zootaxa*, 4497(4), 559. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4497.4.6>
- Hanson, P., Springer, M., y Ramírez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 3–37.
- Jiménez, I., Sánchez-Mármol Gil, L., y Herrera, N. (2004). *Inventario nacional y diagnóstico de los humedales de El Salvador*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Kouamé, M. K., Dietoa, M. Y., Edia, E. O., da Costa, S. K., Ouattara, A., y Gourène, G. (2011). Macroinvertebrate communities associated with macrophyte habitats in a tropical man-made lake (Lake Taabo, Côte d'Ivoire). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 400, 03. <https://doi.org/10.1051/kmae/2010035>
- López, E., Garrido-Olvera, L., Benavides-González, F., Blanco-Martínez, Z., Pérez-Castañeda, R., Correa-Sandoval, A., Vásquez-Sauceda, M. L., y Rábago-Castro, J. L. (2019). New records of invasive mollusks *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) and *Tarebia granifera* (Lamarck, 1816) in the Vicente Guerrero reservoir (NE Mexico). *BioInvasions Records*, 8(3), 640–652. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.3.21>
- López-López, E., Sedeño-Díaz, J. E., Vega, P. T., y Oliveros, E. (2009). Invasive molluscs *Tarebia granifera* Lamarck, 1822 and *Corbicula fluminea* Müller, 1774 in the Tuxpam and Tecolutla rivers, Mexico: spatial and seasonal distribution patterns. *Aquatic Invasions*, 4(3), 435–450. <https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.3.2>
- Makaure, J., Makaka, C., y Sithole, M. (2015). Assessment of upper thermal tolerances of naiads of two odonate families: Coenagrionidae and Libellulidae in Lake Kariba, Zimbabwe. *Elixir Appl. Zoology*, 31201–31206.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2018). *Inventario de Humedales*. <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/inventario-de-humedales-2018/>
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., y Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Nybakken, J. W., y Bertness, M. P. (2005). *Marine biology an ecological approach* (6th ed.). Person Education.
- Pessacq, P., Muzón, J., y Neiss, U. G. (2018). Order Odonata. In N. H. Hamada, J. H. Thorp, y D. C. Rogers (Eds.), *Keys to neotropical Hexapoda* (4th ed., Vol. 3, pp. 355–364). Elsevier.
- Quirós-Rodríguez, J. A., Yepes-Escobar, J., y Santafé-Patiño, G. (2018). The invasive snail *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae) in the lower basin of the Sinú River, Córdoba, Colombian Caribbean. *Check List*, 14(6), 1089–1094. <https://doi.org/10.15560/14.6.1089>
- Román-Herácleo, J. (2020). *Diversidad de libélulas (Insecta: Odonata) en ambientes lénticos con diferente grado de alteración antropogénica* [Universidad de Costa Rica]. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/8190>
- Samanez Valer, I., Rimarachin Chig, V., Palma Gonzales, C., Arana Maestre, J., Ortega Torres, H., Correa Roldán, V., y Hidalgo del Águila, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente. <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/887>
- Sermeno-Chicas, J. M., Pérez, D., y Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Odonata en El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Sermeno-Chicas, J. M., Serrano-Cervantes, L., Springer, M., Paniagua-Cienfuegos, M. R., Pérez, D., Rivas-Flores, A. W., Menjívar-Rosa, R. A., Bonilla de Torres, B. L., Carranza-Estrada, F. A., Flores-Tensos, J. M., González, C. A., Gutiérrez-Fonseca, P. E., Hernández-Martínez, M. A., Monterrosa-Urías, A. J., y Arias de Linares, A. Y. (2010). *Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010)*. Universidad de El Salvador.
- Sibaja-Cordero, J. A., y Umaña-Villalobos, G. (2008). Invertebrados bentónicos del Lago Cote, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 205–213.
- Soucek, D. J., Lazo-Wasem, E. A., Major, K. M., y Taylor, C. A. (2015). Description of two new species of *Hyaella* (Amphipoda: Hyaellidae) from Eastern North America with a revised key to North American members of the genus. *Journal of Crustacean Biology*, 35(6), 814–829. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002373>
- Thompson, F. G. (2011). An annotated checklist and bibliography of the land and freshwater snails of Mexico and Central America. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 50(1), 1–299.
- Thorp, J. H., Hamada, N., y Rogers, D. C. (2020). Class Hexapoda. In C. Damborenea, N. Hamada, y D. C. Rogers (Eds.), *Keys to Neotropical and Antarctic Fauna* (4th ed., Vol. 5, pp. 575–576). Elsevier.