

**GERROMORPHA: INSECTOS SEMIACUÁTICOS, DESARROLLO EN LA ÚLTIMA DÉCADA EN COLOMBIA****Gerromorpha: semiaquatic insects, development in last decade in Colombia**Dora Nancy PADILLA-GIL¹*¹Departamento de Biología Universidad de Nariño, Ciudad Universitaria Torobajo, San Juan de Pasto, Nariño, Colombia*For correspondence: dnpadilla@udenar.edu.coReceived: 21st August 2019, Returned for revision: 11th November 2019, Accepted: 20th November 2019.

Associate Editor: Nicolás Ubero Pascal.

Citation/Citar este artículo como: Padilla-Gil DN. Gerromorpha: insectos semiacuáticos, desarrollo en la última década en Colombia. Acta Biol Colomb. 2020;25(3):414-420. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n3.81817>**RESUMEN**

El presente trabajo resume las principales tendencias en el conocimiento de los gerromorfos en el ámbito mundial, relacionadas con los avances en sistemática molecular, su uso como indicadores de ambientes cambiantes y la ampliación del saber en varios países Neotropicales. Se revisa la información publicada sobre los Gerromorpha en la última década (2009-2019) en Colombia y se contemplan los diferentes aspectos biológicos, taxonómicos, ecológicos y de distribución geográfica. El desarrollo y el progreso sobre los heterópteros semiacuáticos son la base del emprendimiento de otras investigaciones en Colombia y en el Neotrópico, especialmente en regiones como Mesoamérica y Sudamérica.

Palabras clave: Gerridae, Hemiptera, Heteroptera, Región Neotropical, Taxonomía, Veliidae.**ABSTRACT**

The present work summarizes the main worldwide trends in the Gerromorphans knowledge which are related to the advances in molecular systematics, their use as indicators of changing environments, and knowledge broadening in several Neotropical countries. The information published about Gerromorphans in last decade (2009-2019) in Colombia is reviewed, and the different biological, taxonomic, ecological and geographical distribution aspects are considered. The development and progress about semiaquatic Heteroptera are the base to undertake further investigations in Colombia and at the Neotropic, especially in regions such as Mesoamerica and South America.

Keywords: Gerridae, Hemiptera, Heteroptera, Neotropical Region, Taxonomy, Veliidae.

INTRODUCCIÓN

El orden Hemiptera comprende los heterópteros acuáticos y semiacuáticos pertenecientes a los infraordenes Nepomorpha, Gerromorpha y Leptopodomorpha. Los Gerromorpha son las chinches semiacuáticas habitantes de la película superficial, se refugian en la vegetación ribereña y muchas veces se encuentran arremolinadas y formando grupos grandes; ejemplos son la mayoría de especies de *Rhagovelia* y de Gerridae: *Trepobates taylori* (Kirkaldy, 1899), *Charmatometra bakeri* (Kirkaldy, 1898) y *Potamobates sumaco* (Cognato, 1998). Los ambientes marinos son frecuentados por especies eurihalinas, residentes de estuarios y esteros (*Rheumatobates longisetosus* Polhemus y Manzano, 1992, *Telmatometroides rozeboomi* Drake y Harris, 1937), en las orillas del mar (*Rhagovelia arcuata* (Polhemus y Manzano, 1992), *Rhagovelia colombiana* (Polhemus y Manzano, 1992) o son pelágicas, vg. las del género *Halobates*. Otras viven en huecos de cangrejos o hacen parte de los fitotelmata (*Paravelia recens* (Drake y Harris, 1935) y *Microvelia inguapi* (Padilla-Gil y Moreira, 2013)). Por otra parte, aunque dominan en los ambientes lóticos también las hay en ecosistemas acuáticos lénticos o en ambos (*Eurygerris fuscineris* (Berg, 1898)).

En la última década (2009-2019) las seis tendencias sobre los Gerromorpha comprenden: 1) los adelantos a nivel de la sistemática molecular y biología evolutiva; 2) su utilización como modelos en la robótica; 3) indicadores en el Cenozoico de cambio climático; 4) los taxónomos y el estudio de esta biota en el Neotrópico, especialmente en los países: Costa Rica, Panamá, Colombia y Brasil; 5) la diversidad en ecosistemas acuáticos Neotropicales, y 6) divulgación y apropiación social del conocimiento.

El objetivo de este artículo es dar a conocer el estado actual sobre los Gerromorpha, heterópteros semiacuáticos en Colombia, enmarcado en las tendencias mundiales, con indicaciones sobre los avances con respecto a este grupo taxonómico. Para tal fin, se revisaron 75 publicaciones, 73 de las cuales fueron referentes de la última década.

La revisión contribuirá a difundir el conocimiento sobre los heterópteros semiacuáticos y a motivar a diferentes investigadores docentes y estudiantes, para el avance de la investigación sobre los gerromorfos como indicadores e integrantes funcionales de los cuerpos de agua. Todo lo anterior encaminado tanto al desarrollo de esta área, como en favor de la conservación de su biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos donde habitan.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LOS GERROMORFOS EN EL MUNDO

La **sistemática molecular** avanza a través de métodos que incluyen datos genómicos y mitocondriales. Con referencia a las especies de gerromorfos con distribución en Europa y Asia, se señalan los análisis filogenéticos planteados por

Damgaard *et al.* (2010; 2014), Berchi *et al.* (2016; 2018), Román-Palacios *et al.* (2018) y Havemann *et al.* (2018). El análisis conjunto de datos moleculares y morfológicos, así como de la asociación de inmaduros con adultos a través de datos moleculares, fue una propuesta interesante en los heterópteros acuáticos y semiacuáticos Afrotrópicos de Camerún (Ebong *et al.*, 2016). Dos especies del género *Potamobates* de Ecuador (*P. sumaco* y *P. williamsi* Hungerford, 1932) se analizaron a través de secuencias de datos mitocondriales (Galacatos *et al.*, 2002). Los registros fósiles de varios gerromorfos del Cretácico han sido objeto de estudio: Mesoveliidae y Veliidae de Francia (Solórzano Kraemer *et al.*, 2014) e Hydrometridae de Brasil (Pêgas *et al.*, 2017). Un reciente análisis filogenético basado en datos moleculares y morfológicos precisó un clado que agrupó los infraordenes Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha y Gerromorpha; mostró que los heterópteros acuáticos y semiacuáticos invadieron estos hábitats tres veces independientemente de los hábitats terrestres y que sus ancestros fueron depredadores (Weirauch *et al.*, 2019).

La **biología evolutiva** ha tomado como modelo las especies de *Rhagovelia* y de otros Gerromorpha en relación con mecanismos genéticos, evolutivos y ecológicos referentes al desarrollo, origen genético, expresión y adaptaciones de varias estructuras morfológicas, como el desarrollo de las patas por regulación y función del gen *Ultrabithorax* (Khila *et al.*, 2014); de las setas y el desarrollo de los peines (Finet *et al.*, 2018); del abanico del tarso de la pata media, carácter exclusivo de *Rhagovelia* (Santos *et al.*, 2017); y con respecto a la selección sexual en *Microvelia longipes* Uhler, 1894 (Toubiana y Khila, 2019) y a la coevolución de caracteres morfológicos sexuales antagónicos del género *Rhagovelia* como resultado de interacciones sexuales y de la selección natural (Crumière *et al.*, 2019).

Los gérridos son un modelo para diseñar **robots** (Koh *et al.*, 2015; Nemiroski *et al.*, 2017; Chun y Kim, 2018; Gan *et al.*, 2019; Yan *et al.*, 2019). Investigaciones recientes también los muestran como indicadores del **cambio climático** y su impacto sobre varias poblaciones de especies de gerromorfos durante el Cenozoico (Ye *et al.*, 2016; 2017; 2018).

Los trabajos sobre hemípteros acuáticos y semiacuáticos en la región Neotropical y en Sudamérica incluyen claves para la identificación de Infraordenes y familias, y estudios de distribución geográfica como los de Mazzucconi *et al.* (2009), Cordeiro y Moreira (2015), Moreira (2015), Aristizábal-García (2017) y Moreira *et al.* (2018). Los gerromorfos, y fundamentalmente los gérridos y vélidos, se han estudiado ampliamente; los países que descuellan en los últimos cinco años son: Costa Rica (Pacheco-Chaves *et al.*, 2014; 2018), Panamá (Tuñón *et al.*, 2015), Venezuela (Magalhães *et al.*, 2019), Brasil (Rodrigues y Moreira, 2016; Rodrigues *et al.*, 2017; Floriano *et al.*, 2017) y Guyana Francesa (Motta *et al.*, 2018).

TENDENCIAS DEL ESTUDIO DE LOS GERROMORFOS EN COLOMBIA

Los macroinvertebrados en Colombia, en los últimos cuarenta años, han cobrado importancia como bioindicadores ambientales (Roldán-Pérez, 2016), y en la última década los estudios sobre los heterópteros acuáticos y semiacuáticos se destacan por los avances en el conocimiento sobre su taxonomía, biología y biodiversidad.

Se dieron a conocer los estados postembrionarios de especies de gérridos con distribución geográfica en Colombia y algunos con amplia distribución en las Américas, tales como los estadios inmaduros de *E. fuscinervis*, *Potamobates anchicaya* (Polhemus y Polhemus, 1995), *Telmatometra whitei* (Bergroth 1908), *T. rozeboomi* y de tres especies de *Rheumatobates* (Padilla-Gil y Arcos, 2010; Padilla-Gil, 2013a; b). De la familia Veliidae, se conocen los estados postembrionarios de *Paravelia daza* (Padilla-Gil y Moreira 2011), *Rhagovelia gastrotricha* (Padilla-Gil, 2011) y de *Microvelia venustatis* (Drake y Harris, 1933). Esta última incluyó tanto un análisis comparativo de los estadios inmaduros entre sí y con los adultos ápteros y macrópteros (Padilla-Gil, 2013c; 2019a).

La morfología y el comportamiento locomotor se han abordado en Colombia por parte de Padilla-Gil y García-López (2016), quienes relacionaron la morfometría de la pata mesotorácica de una especie de *Rhagovelia* en diferentes condiciones ambientales.

Con referencia a la sistemática y la taxonomía, se ha logrado un desarrollo importante. Se inicia con la descripción de nuevas especies en el territorio colombiano por parte de investigadores nacionales, quienes, a partir de nuevas expediciones, proyectos de investigación, revisión de colecciones a nivel nacional e internacional y alianzas estratégicas con otros taxónomos, lograron posicionar a los gerromorfos en el contexto internacional.

En Colombia las especies descritas en la última década se concentran en las siguientes familias y géneros: **Hydrometridae:** *Hydrometra*; **Gerridae:** *Limnogonus*, *Metrobates*, *Platygerris*, *Potamobates*, *Rheumatobates* y *Tachygerris*; **Veliidae:** *Altavelia*, *Euvelia*, *Microvelia*, *Oiovelia*, *Paravelia* y *Rhagovelia*; **Mesoveliidae:** *Mesovelia*. Los géneros más diversos en Colombia son *Microvelia* y *Rhagovelia*, debido a la ampliación de registros y a la descripción de nuevas especies. El primero contaba hasta 1992 con cinco especies y a la fecha presenta 20 especies; el segundo pasó de 21 especies en 1997 a 80 especies actualmente (Padilla-Gil y Damgaard, 2011; Padilla-Gil y Moreira, 2011; 2013; Padilla-Gil y Pacheco-Chaves, 2012; Morales-C y Castro-Vargas, 2013; Padilla-Gil, 2013d; e; 2019a; Aristizábal-García *et al.*, 2015; Floriano *et al.*, 2016; 2019; Molano *et al.*, 2016; 2017; 2018a; b; Mondragón-F *et al.*, 2017; Castro-Vargas *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2019; Polhemus *et al.*, 2019; Rodrigues y Álvarez, 2019).

El estudio de los gerromorfos con materiales y métodos específicos para el desarrollo de las investigaciones, así como el acopio de información sobre su riqueza, diversidad

y abundancia, son aportes que se realizan desde Colombia para el Neotrópico y el mundo. Los trabajos pioneros en esta temática son los del género *Rhagovelia* en el departamento del Tolima, en el piedemonte Amazónico y en el departamento del Putumayo (Parra-Trujillo *et al.*, 2014; Padilla-Gil, 2016a, 2019b). En relación con la diversidad y abundancia de los heterópteros acuáticos y semiacuáticos de sistemas lóticos de la costa del Pacífico colombiano ver Padilla-Gil (2017).

Los avances taxonómicos de los heterópteros semiacuáticos de áreas específicas del territorio colombiano permitieron continuar con otras temáticas sobre su distribución geográfica y sus hábitats. Los referentes son: Padilla-Gil y Arcos (2011), que estudiaron las especies de gerromorfos de la costa del Pacífico colombiano y caracterizaron sus hábitats en ecosistemas acuáticos epicontinentales; y Padilla-Gil y García-López (2013), quienes ampliaron el conocimiento sobre los gérridos de la vertiente occidental de la Cordillera Occidental y relacionaron su distribución geográfica con el rango altitudinal (0-2000 m. s. n. m.) y el tipo de bioma.

Colombia, con sus regiones, cuencas hidrográficas y ecosistemas acuáticos, constituye un vasto territorio que alberga muchas especies de gerromorfos, pero sólo unos pocos enclaves de las regiones geográficas se han estudiado. En la última década, se ha valorado la región Andina (Padilla-Gil, 2014; 2016b; Parra-Trujillo, 2014), la región del Pacífico (Padilla-Gil, 2012; 2015b) y la región Caribe (Moreno-R *et al.*, 2018).

En Colombia han marcado la senda de divulgación los libros de Aristizábal-García (2002; 2017) por sus registros para el país, las figuras, las claves y la bibliografía. El libro de Padilla-Gil (2012) ilustra varias especies del Pacífico de Colombia, con claves y bibliografía. Pionera en la divulgación y apropiación social del conocimiento, dirigido hacia la enseñanza media, es la cartilla de Parra-Trujillo (2016). Por otra parte, se dieron los primeros pasos en la apropiación y el fomento de capacidades para la identificación de los heterópteros acuáticos y semiacuáticos en varios escenarios de Panamá (Padilla-Gil y Cornejo, 2016).

CONCLUSIÓN

En relación con los Gerromorpha, en la última década en Colombia se ha generado conocimiento descriptivo a nivel del desarrollo postembrionario y taxonómico y en aspectos ecológicos como abundancia, composición, diversidad y distribución geográfica en ecosistemas selectos. En el futuro debe fortalecerse un acercamiento para abordar los análisis filogenéticos moleculares, estudiar las especies indicadoras de cambios en el ambiente, evaluar otras regiones del país con escaso o nulo conocimiento sobre esta biota, avanzar en la comprensión de su ecología y reconocer ecosistemas o áreas con alta biodiversidad de gerromorfos en Colombia y en el Neotrópico, así como trabajar en la divulgación y

apropiación social del conocimiento de este grupo de organismos.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Nubia Estela Matta Camacho, por su invitación a escribir esta revisión y a dos evaluadores anónimos por sus valiosas observaciones.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Aristizábal-García H. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. Parte 1. Familia Gerridae. Bogotá, Colombia: Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales; 2002. 239 p.
- Aristizábal-García H. Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del neotrópico. Colección Jorge Álvarez Lleras N. 31. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, eQual Consultoría y Servicios Ambientales, Conservación Internacional Colombia, Asociación Colombiana de Zoología. Bogotá, Colombia: Editorial Gente Nueva; 2017. 984 p.
- Aristizábal-García H, Floriano CFB, Moreira FFF, Bispo PC. New species and notes on Microveliinae from northern South America (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *Zootaxa*. 2015;3980(4):591-596. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3980.4.9>
- Berchi GM, Copilaş-Ciocianu D, Kment P, Buzzetti FM, Petrussek A, Rákossy L, *et al.* Molecular phylogeny and biogeography of the West-Palaearctic *Velia* (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *Syst Entomol*. 2018;43(2):262-276. Doi: <https://doi.org/10.1111/syen.12273>
- Berchi GM, Kment P, Copilaş-Ciocianu D, Rákossy L, Damgaard J. Water Treaders of Romania and Adjacent Countries and Their Phylogenetic Relationships (Hemiptera: Heteroptera: Mesoveliidae). *Annal Zool*. 2016;66(2):193-212. Doi: <https://doi.org/10.3161/00034541ANZ2016.66.2.004>
- Castro-Vargas MI, Morales I, Molano-Rendon F. A new species of *Metrobates* Uhler, 1871 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from Colombia. *Zootaxa*. 2018;4379(4):567-575. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4379.4.8>
- Chun K, Kim B. Simple RAM Control for water strider robot. *IJET*. 2018. Doi: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.7.16259>
- Cordeiro IRS, Moreira FFF. New distributional data on aquatic and semiaquatic bugs (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha and Nepomorpha) from South America. *Biodivers Data J*. 2015;3:e4913. Doi: <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e4913>
- Crumière AJJ, Armisén D, Vargas-Lowman A, Kubarakos M, Moreira FFF, Khila A. Escalation and morphological constraints of antagonistic armaments in water striders. *Front Ecol Evol*. 2019;7:215. Doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00215>
- Damgaard J, Buzzetti FM, Mazzucconi SA, Weir TA, Zettel H. A molecular phylogeny of the pan-tropical pond skater genus *Limnogonus* Stål 1868 (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha-Gerridae). *Mol Phylogenet Evol*. 2010;57(2):669-677. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.07.020>
- Damgaard J, Moreira FFF, Weir TA, Zettel H. Molecular phylogeny of the pond skaters (Gerrinae), discussion of the fossil record and a checklist of species assigned to the subfamily (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae). *Insect Syst Evol*. 2014;45(3):251-281. Doi: <https://doi.org/10.1163/1876312X-44042105>
- Ebong SMA, Petit E, Le Gall P, Chen PP, Nieser N, Guilbert E, *et al.* Molecular species delimitation and morphology of aquatic and sub-aquatic bugs (Heteroptera) in Cameroon. *PLoS ONE* 2016;11(5):e0154905. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154905>
- Finet C, Decaras A, Armisén D, Khila A. The achaete-scute complex contains a single gene that controls bristle development in the semi-aquatic bugs. *Proc R Soc B*. 2018; 285(1892):20182387. Doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2387>
- Floriano CFB, Molano-Rendón F, Morales I, Moreira FFF, Bispo PC. Revision of the genus *Platygeris* White, 1833 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae), with descriptions of two new species from Colombia. *Insect Syst Evol*. 2019;1-24. Doi: <https://doi.org/10.1163/1876312X-00002306>
- Floriano CFB, Moreira FFF, Bispo PC. South American Species of *Stridulivelia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae): Identification Key, Diagnoses, Illustrations, and Updated Distribution. *Proc Entomol Soc Wash*. 2017;119(1):24-46. Doi: <https://doi.org/10.4289/0013-8797.119.1.24>
- Floriano CFB, Moreira FFF, Bispo PC, Morales I, Molano-Rendón F. A new species of *Mesovelia* (Heteroptera: Gerromorpha: Mesoveliidae) from South America, with identification key and notes on Colombian species. *Zootaxa*. 2016;4175(4):345-352. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4175.4.4>
- Galacatos K, Cognato AI, Sperling FAH. Population genetic structure of two water strider species in the Ecuadorian Amazon. *Freshwater Biol*. 2002;47(3):391-399. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00811.x>
- Gan W, Irawan A, Ranjanendran N, Zuliana SN. PSpHT-II: A water strider-like robot with cylindrical footpad: Methods and Protocols. 2019. Doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3708-6_9
- Havemann N, Gossner MM, Hendrich L, Morinière J, Niedringhaus R, Schäfer P, *et al.* From water striders to water bugs: the molecular diversity of aquatic Heteroptera (Gerromorpha, Nepomorpha) of Germany based on DNA barcodes. *Peer J*. 2018;6:e4577. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.4577>

- Khila A, Abouheif E, Rowe L. Comparative functional analyses of ultrabithorax reveal multiple steps and paths to diversification of legs in the adaptative radiation of semi-aquatic insects. *Evolution*. 2014; 68(8) 2159-2170. Doi: <https://doi.org/10.1111/evo.12444>
- Koh JS, Yang E, Jung GP, Jung SP, Son JH, Lee SI, *et al.* Jumping on water: Surface tension-dominated jumping of water striders and robotic insects. *Science*. 2015;349(6247):517-521. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aab1637>
- Magalhães OM, Reduciendo-Klementová B, Svitok M, Moreira FFF. New species, new record, and key to the species of *Rhagovelia* in the *robusta* group (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Venezuela. *Zootaxa*. 2019;4603(2):389-396. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4603.2.11>
- Martínez DC, Galindo-Malagón XA, Molano F, Moreira FFF. Descriptions, records, and key to the *Hydrometra* Latreille, 1796 (Hemiptera: Heteroptera: Hydrometridae) from Colombia. *Zootaxa*. 2019;4577(1):51-72. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4577.1.3>
- Mazzucconi SA, López Ruf ML, Bachmann AO. Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. In: Domínguez E, Fernández H, editors. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009. p. 167-231.
- Molano F, Mondragón-F SP, Morales I. A new species of *Rheumatobates* Bergroth (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from mangroves of the Colombian Caribbean region, new records, and a key to species recorded from the country. *Zootaxa*. 2017;4277(2):252-260. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.5>
- Molano Rendón F, Mondragón SP, Morales I. Nuevas especies de chinches patinadoras (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) de Colombia. *Acta Biol Colomb*. 2018a;23(2):179-188. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v23n2.66855>
- Molano F, Morales I, Moreira FFF. Two new species and key to the *salina* group of the genus *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia. *Zootaxa*. 2018b;4457(2):305-314. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4457.2.6>
- Molano F, Moreira FFF, Morales I. New species and records of Microveliinae and Veliinae (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia. *Zootaxa*. 2016;4171(3):575-585. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4171.3.11>
- Mondragón-FSP, Molano F, Morales I. Cinco nuevas especies de *Tachygerris* (Hemiptera: Gerridae: Gerrinae) y nuevos registros para Colombia. *Caldasia*. 2017;39(2):204-220. Doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v39n2.60603>
- Morales-C IT, Castro-Vargas MI. A new species and new records of *Tachygerris* Drake, 1957 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from Colombia. *Zootaxa*. 2013;3616(3):277-283. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3616.3.5>
- Moreira FFF. The semiaquatic gerromorphans. In: Panizzi AR, Grazia J, editors. *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics*. Dordrecht: Springer Science Business Media; 2015. p. 113-156.
- Moreira FFF, Rodrigues HDD, Sites RW, Cordeiro IRS, Magalhães OM. Order Hemiptera. In: Thorp JH, Rogers DC, editors. *Ecology and General biology vol 1*. Cambridge: Academic Press; 2018. p. 175-216.
- Moreno-R C, Molina-J W, Barbosa JFF, Moreira F. Aquatic and semiaquatic bugs (Insecta, Hemiptera, Heteroptera) from Toluviejo Municipality, Sucre Department, Caribbean region of Colombia. *Check List*. 2018;14(6):985-1002. Doi: <https://doi.org/10.15560/14.6.985>
- Motta FS, Moreira FFF, Crumière AJJ, Santos ME, Khila A. A new species of *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from French Guiana, with new records of Gerromorpha from the country. *Zootaxa*. 2018;4433(3):520-530. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4433.3.7>
- Nemiroski A, Shevchenko YY, Stokes AA, Unal B, Ainla A, Albert S, *et al.* *ArthroBots*. *SoRo*. 2017;4(3):183-190. Doi: <http://dx.doi.org/10.1089/soro.2016.0043>
- Pacheco-Chaves B, Cordeiro IRS, Moreira FFF, Springer M. The water striders (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) of Costa Rica: new species, checklist and new records. *Zootaxa*. 2018;4471(3):493-522. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4471.3.4>
- Pacheco-Chaves B, Moreira FFF, Springer M. New records of Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Costa Rica. *Check List*. 2014;10(1):180-186. Doi: <https://doi.org/10.15560/10.1.180>
- Padilla-Gil DN. Los hemípteros acuáticos del municipio de Tumaco (Nariño, Colombia) Guía ilustrada. San Juan de Pasto. Nariño, Colombia: Universidad de Nariño; 2012. 88 p.
- Padilla-Gil DN. Description of the egg and immature stages of *Potamobates anchicaya* J. Polhemus and *D. Polhemus*, 1995 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) and intersexual variation in adults. *Zootaxa*. 2013a;3745(5):524-532. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3745.5.2>
- Padilla-Gil DN. Immature stages of five species of Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) from the Eastern Tropical Pacific. *Int J Trop Insect Sci*. 2013b;33(2):91-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1742758413000106>
- Padilla-Gil DN. Description of the eggs and immature stages of *Rhagovelia gastrotricha* Padilla-Gil, 2011 and *Paravelia daza* Padilla-Gil y Moreira, 2011 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *Dugesiana*. 2013c;20(2):211-214.
- Padilla-Gil DN. A review of the species of *Hydrometra* Latreille occurring in Colombia, with a key to species and distribution map (Hemiptera: Heteroptera: Hydrometridae). *Zootaxa*. 2013d;3686(5):534-542. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3686.5.2>

- Padilla-Gil DN. Two new species of *Paravelia* Breddin, 1898 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian *Paravelia* species. *Zootaxa*. 2013e;3693(4):491-502. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3693.4.5>
- Padilla-Gil DN. New records of aquatic Heteroptera (Hemiptera) from the Andean foothills of the Amazonia (Putumayo, Colombia). *Rev Colomb Entomol*. 2014;40(2):234-238.
- Padilla-Gil DN. Ten new species of *Rhagovelia* in the *angustipes* complex (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to the Colombian species. *Zootaxa*. 2015a;4059(1):71-95. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4059.1.4>
- Padilla-Gil DN. Gerromorpha y Nepomorpha (Heteroptera) del Pacífico de Colombia; lista de especies, distribución geográfica y altitudinal. *Biota Colombiana*. 2015b;16(1):20-35.
- Padilla-Gil DN. *Rhagovelia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) de la cuenca alta del Río Putumayo (Putumayo, Colombia). *Acta Biol Colomb*. 2016a;21(3):661-666. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v21n3.55086>
- Padilla-Gil DN. Las Chinchas semi-acuáticas de la Reserva Natural Río Nambí (Nariño) Colombia. *Acta Biol Colomb*. 2016b;21(1): 201-206. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v21n1.50001>
- Padilla-Gil DN. Composición y estructura de heterópteros (Hemiptera) en ecosistemas lóticos costeros del Pacífico colombiano. *Actual Biol*. 2017;39(107):51-57. Doi: <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v39n107a06>
- Padilla-Gil DN. Nuevas especies de *Rhagovelia*, *Microvelia*, *Buenoa* Registros nuevos de otros heterópteros de Colombia (Gerromorpha, Nepomorpha, Leptopodomorpha). España: Editorial Académica Española; 2019a. 242 p.
- Padilla-Gil DN. Diversidad del género *Rhagovelia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) del piedemonte Andino-Amazónico (Putumayo, Colombia). *Acta Biol Colomb*. 2019b;24(1): 174-179. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.66352>
- Padilla-Gil DN, Arcos O. Estadios y variación temporal de *Eurygerris fuscinervis* (Heteroptera: Gerridae) en los Andes de Colombia. *Rev Colomb Entomol*. 2010;36(2):300-303.
- Padilla-Gil DN, Arcos O. Hemiptera acuáticos asociados a los estuarios de la Costa Pacífica Colombiana. *Rev Colomb Entomol*. 2011;37(2):350-353.
- Padilla-Gil DN, Cornejo A. Experiencia metodológica para la investigación e intercambio de experiencias en macroinvertebrados bioindicadores del orden Hemiptera. *Rev Asoc Col Cienc Biol*. 2016;28(1):8.
- Padilla-Gil DN, Damgaard J. A new species of *Potamobates* Champion from Colombia with a re-analysis of phylogenetic relationships (Hemiptera: Gerridae). *Zootaxa*. 2011;2879:41-49. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2879.1.4>
- Padilla-Gil DN, García-López JP. Análisis de la distribución geográfica de las Gerridae (Hemiptera, Gerromorpha) en los Andes del Suroeste de Colombia. *Acta Biol Colomb*. 2013;18(2):381-389.
- Padilla-Gil DN, García-López JP. Variación morfométrica de la pata mesotorácica de *Rhagovelia gastrotricha* (Hemiptera: Veliidae) en los Andes de Colombia. *Hidrobiológica*. 2016;26(3):395-401. Doi: <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2016v26n3/Padilla>
- Padilla-Gil DN, Moreira FFF. A new species of *Paravelia* Breddin, 1898 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian *Paravelia* species. *Zootaxa*. 2011;3065:14-26. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3065.1.2>
- Padilla-Gil DN, Moreira FFF. Two new species of *Microvelia*, 1834 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian species. *Zootaxa*. 2013;3745(5):587-595. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3745.5.7>
- Padilla-Gil DN, Pacheco-Chaves B. New records of *Rheumatobates* Bergroth (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from the Pacific coast of Colombia and Costa Rica, with a key to males of *Rheumatobates* in the Eastern Tropical Pacific. *Zootaxa*. 2012;3427:33-46. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3427.1.3>
- Parra-Trujillo YT. Las chinchas semiacuáticas de las familias Gerridae y Veliidae (*Rhagovelia*) (Heteroptera, Gerromorpha) del departamento del Tolima, Colombia (Tesis de maestría). Tolima, Ibagué, Colombia: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima; 2014. 130 p.
- Parra-Trujillo YT. Estudiando a los patinadores de la Quebrada Barreto, Grado 7. Fresno, Tolima, Colombia: Institución Educativa Técnica María Auxiliadora; 2016. 36 p.
- Parra-Trujillo YT, Padilla-Gil DN, Reinoso G. Diversidad y distribución de *Rhagovelia* (Hemiptera, Veliidae) del departamento del Tolima. *Rev Asoc Col Cienc (Col)*. 2014;26:82-88.
- Pêgas RV, Leal MEC, Damgaard J. A surprisingly derived hydrometrid (Hemiptera, Gerromorpha) from the Crato Formation, Early Cretaceous of Brazil. *Hist Biol*. 2017:1-8. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2017.1337112>
- Polhemus DA, Molano F, Morales I, Moreira FFF, Floriano CFB. *Altavelia*, a new genus of Neotropical Veliinae (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae), with a key to species and descriptions of four new species from Colombia. *Zootaxa*. 2019;4585(2):295-314. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4585.2.4>
- Roldán-Pérez G. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Acad Colomb Cienc Ex Fis Nat*. 2016;40(155):254-274. Doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>

- Román-Palacios C, Damgaard J, Cheng L, Moreira FFF, Ikawa T, Weir TA, *et al.* Molecular phylogeny of sea-skaters (*Halobates* Eschscholtz, 1822), relationship between Halobatini and Metrocorini, and a catalogue of the subfamily Halobatinae (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae). *Insect Syst Evol.* 2018;1-102. Doi: <http://dx.doi.org/10.1163/1876312X-00002197>
- Rodrigues HDD, Álvarez LF. A new species of *Oiovelia* from Colombia, with notes for other three species of South American Veliinae (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *Pap Avulsos Zool.* 2019;59:e20195935. Doi: <http://dx.doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.35>
- Rodrigues HDD, Moreira FFF. A new species and new records of *Oiovelia* (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae) from Brazil. *Zootaxa.* 2016;4078(1):153-160. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4078.1.14>
- Rodrigues JMS, Cordeiro IRS, Moreira FFF. Additions and corrections to the type list of Heteroptera (Insecta: Hemiptera) of the Costa Lima Collection, Oswaldo Cruz Foundation. *Zootaxa.* 2017;4311(2):183-210. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4311.2>
- Santos ME, Bouquin AL, Crumière AJJ, Khila A. Taxon-restricted genes at the origin of a novel trait allowing access to a new environment. *Science.* 2017;358(6361):386-390. Doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aan2748>
- Solórzano Kraemer MM, Perrichot V, Soriano C, Damgaard J. Fossil water striders in Cretaceous French amber (Heteroptera: Gerromorpha: Mesoveliidae and Veliidae). *Syst Entomol.* 2014;39(3):590-605. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/syen.12077>
- Toubiana W, Khila A. Fluctuating selection strength and intense male competition underlie variation and exaggeration of a water strider's male weapon. *Proc R Soc B.* 2019;286(1901):20182400. Doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.2400>
- Tuñón A, Cornejo A, Nieto C, Padilla-Gil DN, Pacheco-Chaves B. Heterópteros (Insecta: Hemiptera) Dulceacuólicas de Panamá: Listado de especies, distribución de géneros y comparación con la riqueza taxonómica de Centroamérica. *Puente Biológico.* 2015;7:131-173.
- Weirauch C, Schuh RT, Cassis G, Wheeler WC. Revisiting habitat and lifestyle transitions in Heteroptera (Insecta: Hemiptera): insights from a combined morphological and molecular phylogeny. *Cladistics.* 2019;35:67-105. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/cla.12233>
- Yan J, Yang K, Yang Y, Zhao J, Liu G, Tang S. A new robot skating on water surface imitating water striders based on flexible driving mechanism. *International Conference on Robotics and Automation (ICRA).* 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.1109/ICRA.2019.8793996>
- Ye Z, Yuan J, Li M, Damgaard J, Chen P, Zheng C, *et al.* Geological effects influence population genetic connectivity more than Pleistocene glaciations in the water strider *Metrocoris sichuanensis* (Insecta: Hemiptera: Gerridae). *J Biogeogr.* 2018;45(3):690-701. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/jbi.13148>
- Ye Z, Zhen Y, Damgaard J, Chen P, Zhu L, Zheng C, *et al.* Biogeography and diversification of Holarctic water striders: Cenozoic temperature variation, habitat shifting and multiple intercontinental dispersals. *Syst Entomol.* 2017;43(1):19-30. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/syen.12274>
- Ye Z, Zhu G, Damgaard J, Chen X, Chen P, Bu W. Phylogeography of a semi-aquatic bug, *Microvelia horvathi* (Hemiptera: Veliidae): an evaluation of historical, geographical and ecological factors. *Sci Rep.* 2016;6(21932). Doi: <http://dx.doi.org/10.1038/srep21932>