

ISSN 2071-9841 (impresa)  
ISSN 2079-0139 (en línea)

# Novitates CARIBAEA

Número 15. Enero, 2020

Museo Nacional de Historia Natural "Prof. Eugenio de Jesús Marciano"



MUSEO  
Nacional de  
HISTORIA  
NATURAL  
*Prof. Eugenio de Jesús Marciano*

# Novitates CARIBAEA

## Editores

**Celeste Mir**  
c.mir@mnhn.gov.do  
**Carlos Suriel**  
c.suriel@mnhn.gov.do

Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”  
Calle César Nicolás Penson, Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte,  
Santo Domingo, 10204, República Dominicana.  
www.mnhn.gov.do

## Comité Editorial

Alexander Sánchez-Ruiz	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. alex.sanchezruiz@hotmail.com
Altagracia Espinosa	Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, UASD, República Dominicana. altagraciaspinosa@yahoo.com
Antonio R. Pérez-Asso	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. perezasso@hotmail.com
Carlos M. Rodríguez	Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, República Dominicana. carlos_rguez96@yahoo.com
Christopher C. Rimmer	Vermont Center for Ecostudies, USA. crimmer@vtcostudies.org
Daniel E. Perez-Gelabert	United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, USA. perezd@si.edu
Esteban Gutiérrez	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. esteban@mnhnc.inf.cu
Gabriel de los Santos	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. g.delossantos@mnhn.gov.do
Gabriela Nunez-Mir	Department of Biology, Virginia Commonwealth University, USA. gcnunezmir@vcu.edu
Giraldo Alayón García	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. moffly@informed.sld.cu
James Parham	California State University, Fullerton, USA. jparham@fullerton.edu
Jans Morffe Rodríguez	Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba. jans@ecologia.cu
José A. Ottenwalder	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. biodiversidad@codetel.net.do
José D. Hernández Martich	Escuela de Biología, UASD, República Dominicana. hernandezmartich@yahoo.com
Julio A. Genaro	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. polimita@hotmail.com
Luis F. de Armas	Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba. luisdearmas1945@gmail.com
Luis M. Díaz	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. luisfromcuba@yahoo.es
Miguel Santiago Núñez	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. m.nunez@mnhn.gov.do
Nayla García Rodríguez	Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba. nayla@ecologia.cu
Ruth Bastardo	Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, UASD, República Dominicana. r_bastardo@hotmail.com
S. Blair Hedges	Center for Biodiversity, Temple University, Philadelphia, USA. sbh@temple.edu
Sixto J. Incháustegui	Grupo Jaragua, Inc., República Dominicana. sixtojjinchaustegui@yahoo.com
Steven C. Latta	National Aviary, USA. steven.latta@aviary.org

*Novitates Caribaea* (ISSN 2071-9841, versión impresa; ISSN 2079-0139, versión en línea) es una revista científica de revisión por pares del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, República Dominicana. Su naturaleza, objetivos y características se explican en el documento “Directrices a los autores” que aparece en esta misma publicación. Es de acceso libre y su versión impresa se distribuye gratuitamente. El contenido de las contribuciones publicadas será siempre responsabilidad de los autores.

Acceso a versión en línea:  
novitatescaribaea.do

Para envío de manuscritos y mensajes:  
novitatescaribaea@mnhn.gov.do

**Diagramación:** Rosy Languasco  
r.languasco@mnhn.gov.do



WEB OF SCIENCE

BIOSIS Previews    Biological Abstracts    Zoological Record



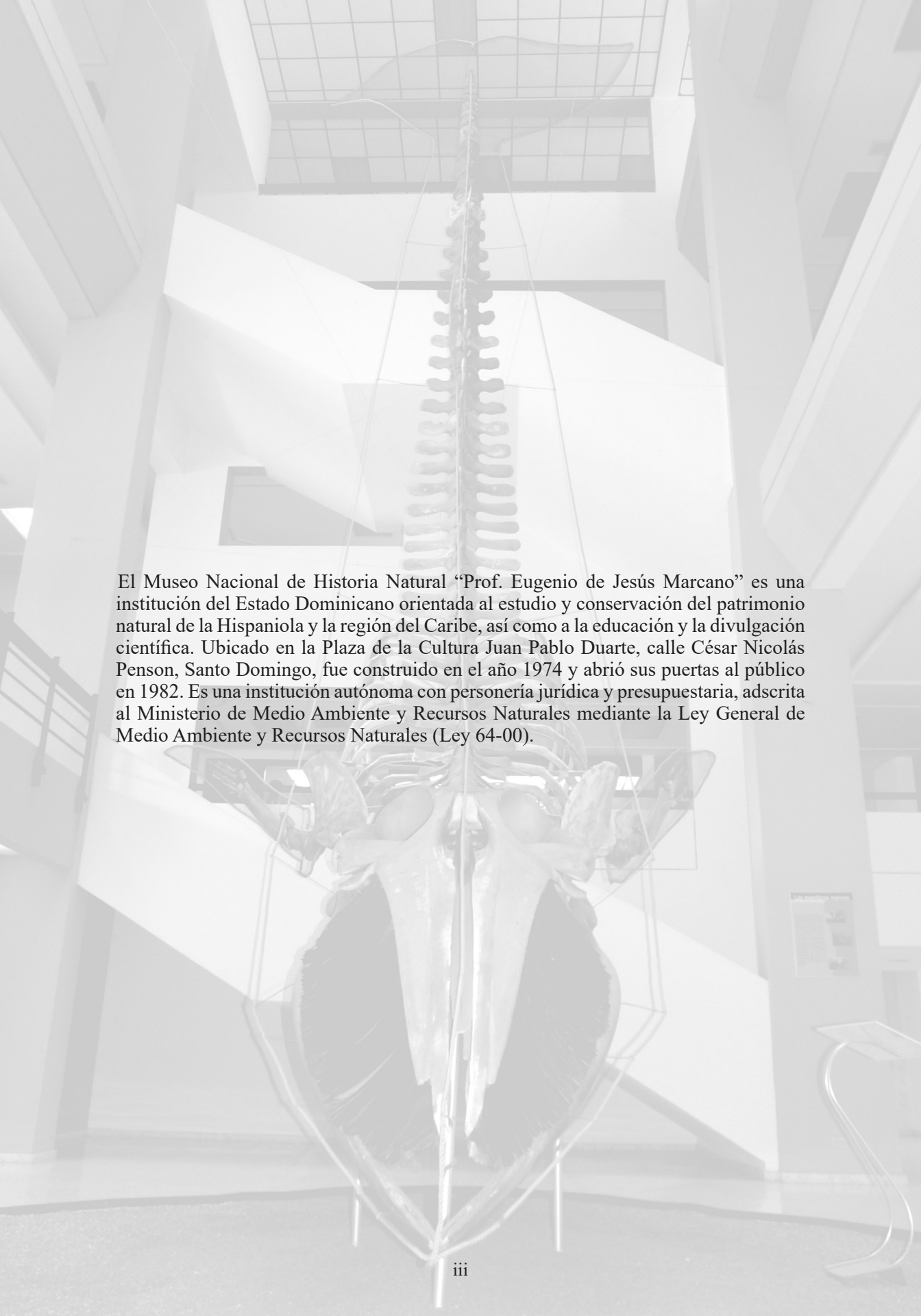
latindex



Novitates  
CARIBAEA

Número 15. Enero, 2020








El Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano” es una institución del Estado Dominicano orientada al estudio y conservación del patrimonio natural de la Hispaniola y la región del Caribe, así como a la educación y la divulgación científica. Ubicado en la Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, calle César Nicolás Penson, Santo Domingo, fue construido en el año 1974 y abrió sus puertas al público en 1982. Es una institución autónoma con personería jurídica y presupuestaria, adscrita al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00).



NEW GENUS AND FIRST RECORD OF HYBOTINAE  
(DIPTERA: EMPIDOIDEA: HYBOTIDAE) IN MIDDLE MIOCENE  
DOMINICAN AMBER

**Nuevo género y primer registro de Hybotinae (Diptera: Empidoidea: Hybotidae)  
en ámbar dominicano del Mioceno medio**

Mónica M. Solórzano-Kraemer<sup>1\*</sup>, Xavier Delclòs<sup>2</sup>, Enrique Peñalver<sup>3</sup>, and Bradley J. Sinclair<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Senckenberg Research Institute, 60325 Frankfurt am Main, Germany; \*Para correspondencia: monica.solorzano-kraemer@senckenberg.de;  orcid.org/0000-0003-3065-119X. <sup>2</sup>Dept. Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, and Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, Spain; xdelclos@ub.edu;  orcid.org/0000-0002-2233-5480. <sup>3</sup>Instituto Geológico y Minero de España (Museo Geominero), 46004 Valencia, Spain; e.penalver@igme.es;  orcid.org/0000-0001-8312-6087. <sup>4</sup>Canadian National Collection of Insects & Canadian Food Inspection Agency, OPL-Entomology, K.W. Neatby Bldg., C.E.F., 960 Carling Ave., Ottawa, ON, K1A 0C6, Canada; bradley.sinclair@canada.ca.

ABSTRACT

A new fossil genus of the family Hybotidae is described, based on male and female specimens. The new genus is monotypic: *Syneproctus caridadi* **gen. et sp. nov.** It belongs to the subfamily Hybotinae and shares some characters with the extant genera *Syneches* Walker, 1852, *Stenoproctus* Loew, 1858 and *Chillcottomyia* Saigusa, 1986; however, the differences, principally in the wing venation (shortened cua cell, horizontal m-cu crossvein) and sclerotized mouthparts, support the description of a new genus. This is the first description of a new taxon of the subfamily Hybotinae from specimens preserved in Dominican amber.

*Keywords:* Dominican amber, new genus and species, *Syneches*, *Stenoproctus*, *Chillcottomyia*.

RESUMEN

Se describe un nuevo género de la familia Hybotidae, basado en especímenes de ambos sexos. El nuevo género comprende una única especie: *Syneproctus caridadi* **gen. et sp. nov.** Pertenece a la subfamilia Hybotinae y comparte algunos caracteres con los géneros actuales *Syneches* Walker, 1852, *Chillcottomyia* Saigusa, 1986 y *Stenoproctus* Loew, 1858; sin embargo, las diferencias, principalmente en la venación alar (celda cua corta, vena transversa m-cu horizontal), y aparato bucal esclerotizado respaldan la descripción de un nuevo género. Esta es la primera descripción de un nuevo taxon de la subfamilia Hybotinae a partir de especímenes preservados en ámbar dominicano.

*Palabras clave:* ámbar dominicano, nuevo género y especie, *Syneches*, *Stenoproctus*, *Chillcottomyia*.

INTRODUCTION

Empidoid flies are abundant in amber, copal, resin and are readily trapped in field actuatoraphonomic research using sticky traps (Solórzano-Kraemer *et al.*, 2018). Individuals of the family Hybotidae are relatively common in amber, principally in Cretaceous and Eocene ambers with species described from Spanish, Burmese and Baltic ambers (Penney, 2010). From Miocene amber only the subfamily Tachydromiinae (Diptera, Empidoidea, Hybotidae) has been reported in Mexican and Dominican ambers (Solórzano-Kraemer *et al.*, 2005).

The new genus is embedded in Dominican amber, which originated from Miocene (20 to 15 my) resin (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1996; Iturralde-Vinent, 2001; Iturralde-Vinent & MacPhee, 2019). The plant source of the fossil resin is considered to be a representative of the genus *Hymenaea* Linnaeus, 1753, the fossil species *Hymenaea protera* Poinar, 1991, which is closely related to extant *H. verrucosa* Gaertner, 1791, from east Africa and Madagascar.

The new genus herein described belongs to the subfamily Hybotinae on the basis of the holoptic female, stout and obliquely projecting proboscis, wing broad with two veins emitted from wing cell dm and prosternum isolated and separated from the proepisternum (Sinclair & Cumming, 2006). The subfamily Hybotinae is today known from the Dominican Republic with three genera recorded: *Euhybus* Coquillett, 1895, *Neohybus* Ale-Rocha & Carvalho, 2003 and *Syneches* Walker, 1852. *Neohybus* is restricted to Neotropical Americas (Ale-Rocha & Rafael, 2004), whereas *Euhybus* has been recorded beyond the New World, but the definition of the genus needs to be re-examined (Sinclair & Cumming, 2017). *Syneches* is cosmopolitan in distribution and broadly dispersed with approximately 189 species described (Menezes & Ale-Rocha, 2016). Most species of *Syneches* occur in tropical regions. In America, the genus is widespread from southern Canada, to the south of Brazil and the Antilles (Wilder, 1974; Menezes & Ale-Rocha, 2016). The Hybotinae are predaceous flies living in various forest habitats, with adults capturing prey during flight (Sinclair & Cumming, 2017).

## OBJECTIVE

- To increase the knowledge of the Caribbean paleoentomofauna based on the study of new and uncommon insect specimens preserved in Miocene Dominican amber, as is the case of the first description herein of a new fossil taxon of the subfamily Hybotinae from this amber.

## MATERIALS AND METHODS

The pieces of amber with the three specimens described herein (Fig. 1) were acquired from private collections, and at least one amber piece (MNHNSD FOS 17.01) was collected in La Toca mine belonging to La Toca Formation, dated as early middle Miocene (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1996). The other piece, having two fly specimens, originates from the Dominican Republic, from La Toca Formation but of unknown mine (SFM Be 12428). The specimens are preserved in two pieces of yellow–red amber with some impurities and one of them contains syninclusions. The pieces were cut, polished and embedded in Araldit 2020 to avoid future oxidation. The specimens were examined under a Nikon SMZ1000 stereomicroscope. Photographs were taken using a digital camera attached to a Nikon SMZ25 microscope. Drawings were made using a camera lucida attached to the Nikon SMZ1000 stereomicroscope.

The terminology follows Cumming and Wood (2017). Abbreviations of morphological features: ad = anterodorsal; av = anteroventral setae; bm = basal medial cell; br = basal radial cell; cerc = cercus; CuA = anterior branch of cubital vein; cua = anterior cubital cell; CuA+CuP = anterior branch of cubital vein + posterior branch of cubital vein; d = dorsal bristles; dc = dorsocentral bristles; dm = discal medial cell; epand = epandrium; h = humeral crossvein; hypd = hypandrium;  $M_1$ ,  $M_4$  = medial veins; m-cu = medial-cubital crossvein; pd = posterodorsal; pv = posteroventral;  $R_1$ ,  $R_{2+3}$  = radial veins; Rs = radial sector; Sc = subcostal vein; st = sternite; sur = surstylus; tg = tergite; v = ventral setae.



One of the amber pieces (Fig. 1C) was donated by Jorge Caridad to the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, Santo Domingo, Dominican Republic (labelled MNHNSD FOS 17.01).

The electronic version of this article in Portable Document Format (PDF) will represent a published work according to the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN), and hence the new name contained in the electronic version is effectively published under that Code from the electronic edition alone. This published work and the nomenclatural act it contains have been registered in ZooBank, the online registration system for the ICZN. The ZooBank LSIDs (Life Science Identifiers) can be resolved and the associated information viewed through any standard web browser by appending the LSID to the prefix “<http://zoobank.org/>”. The LSID for this publication is: **urn:lsid:zoobank.org:pub:A143E982-0C6B-4B89-B157-ACAD969D3457**.

## RESULTS

### Systematic Palaeontology

Order Diptera Linnaeus, 1758

Family Hybotidae Meigen, 1820

#### *Syneproctus* gen. nov.

(Figs. 1–2)

*Type species: Syneproctus caridadi* sp. nov., here designated. Monotypic genus.

*Etymology.* The name *Syneproctus* is a combination of *Syneches* and *Stenoproctus* Loew. The gender is masculine.

*Diagnosis.* Head hemispherical and holoptic in both sexes, eyes bare, frontally flattened and inflated, making the head wider than its height (from anterior view); postpedicel tapered with apical arista-like stylus; mouthparts stoutly sclerotized and slender, narrow and apically pointed, without pseudotracheae; palpus slender, much shorter than labrum with long apical setae; thorax highly arched; hind femur enlarged and spinose beneath; wings broad, with distinct pterostigma; Rs elongate, arising in proximal half of cell br; m-cu crossvein horizontally orientated; vein CuA+CuP not reaching the wing margin; cell cua shorter than cell bm; CuA slightly arched; cell dm enlarged, longer and broader than basal cells; male terminalia nearly symmetrical, lacking articulated surstyli, rotated 45° to the right.

#### *Syneproctus caridadi* sp. nov.

(Figs. 1–2)

LSID urn:lsid:zoobank.org: pub: A143E982-0C6B-4B89-B157-ACAD969D3457.

*Diagnosis.* Pterostigma more than 3 times as long as wide, filling apical 0.3 of cell  $r_1$ . Veins  $R_{4+5}$  and  $M_1$  not distinctly convergent apically. Hind femur swollen and bearing spine-like ventral setae mounted on short protuberances, the first seven on finger-like ventral tubercles, the other 11 on short elevations.

*Diagnosis.* Pterostigma 3 veces más largo que ancho, llenando apicalmente 0.3 de la celda  $r_1$ . Venas  $R_{4+5}$  y  $M_1$  no claramente convergentes apicalmente. Fémur posterior hinchado y con setas ventrales emergiendo de protuberancias cortas, las primeras siete de tubérculos ventrales en forma de dedos, las otras once de elevaciones cortas.

*Holotype (male)*. DOMINICAN REPUBLIC. SMF Be 12428a and *Allotype (female)* SMF Be 12428b. Housed at Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum (Frankfurt, Germany). The holotype and allotype are present in the same amber piece, close together and in the same resin (amber) flow (layer) indicating spatial and temporal co-occurrence. Syninclusions: one Hymenoptera covered with micro bubbles, one male of Diptera: Psychodidae: Trichomyiinae, one male of Diptera: Chironomidae, and one Acari.

*Paratype (female)*. DOMINICAN REPUBLIC. MNHNSDFOS 17.01. Housed at Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”. Without associated syninclusions.

## Description

*Holotype (male)*. Body length 4.25 mm. Head: Eyes flattened dorsally and upper facets enlarged. Ocellar triangle elevated, bare and shiny; bearing 2 long ocellar bristles; postocular setae short and proclinate. Antenna placed at middle of head; scape and pedicel subcylindrical; pedicel larger than scape, with distal ring of setae; postpedicel pointed, bilaterally symmetrical, elongate, basally swollen, 0.15 mm length, 0.07 mm width; arista-like stylus terminal, 0.7 mm length, 2-articulated, basal article very short (Fig. 2C). Proboscis shorter than head. Palpus with 3 apical setae, second seta shorter and apical seta as long as palpus. Thorax: Scutum, scutellum and pleura shiny with some fine microsetae. Pronotum long with 1 strong marginal seta and 2 slender setae. Scutum rounded dorsally, greatly convex, with sparse slender setae; setae of prescutellar disc long and strong; acrostichal setulae and dorsocentral setulae uniserial; 1 supra-alar seta strong; scutum with pattern of color showing 4 black lines. One pair of apical scutellar spine-like bristles and 3 weak lateral bristles, two about 1/4 length of apical pair and one in middle of two small ones about 1/2 length of apical pair. Legs clothed in slender and long setae, denser in tarsomeres. Fore femur slightly wider than mid femur. Fore tibia darker than mid and hind tibiae. Hind tibia geniculate at base. Outstanding bristles: Fore tibia with 2 av, 1 ad, 3 pv and 1 pd not reaching apex of corresponding tarsomere 1. Fore tarsomere 1 with 1 long, posterior, robust preapical seta not extending beyond apex of fore tarsomere 2. Mid tibia with 2 long robust av, 2 ad, 2 pv and 1 pd. Mid tarsomere 1 with 1 long posteroventral bristle near base, almost reaching base of tarsomere 2. Hind tibia with long simple setae and row of 18 v shorter tuberculated spines. Hind tarsomere without spines, with dense short setae. Pulvilli all of same length. Hind femur thickened, 4.6 times as long as wide; with one seta at apical quarter, 1 ad near apex; row of 7 av long spines; row of 18 v shorter tuberculated spines, tubercles more conspicuous on distal half. Wing (Fig. 2A): 3.8 mm length. Pterostigma more than 3 times as long as wide, light brown, filling apical 0.3 of cell  $r_1$ . Sc running very close to  $R_1$  and fading away.  $R_{4+5}$  and  $M_1$  not distinctly convergent apically. Cell dm large with short  $M_4$ . Abdomen: broad, apparently flattened dorsoventrally. All tergites with long setae. Segment 8 rotated 45°. Terminalia: Epandrium with medially directed subapical pointed process (Fig. 2D); apex of epandrium (surstylus) tapered, medially directed with slender, pointed tooth-like apex. Hypandrium distinctly longer than wide, narrowed towards tip. Phallus difficult to observe but seems thin and acute (Fig. 2B).

*Paratype (female)*. Similar to male. Body length 4.76 mm. Legs: Hind trochanter with 2 robust posteroventral distal bristles. Hind femur as thickened as in male, 4.6 times as long as wide with 1 d seta at apical quarter, 1 ad near apex; row of 9 av long spines, basal seta shorter and not as strong as other 8 av; row of 18 v shorter tuberculated spines (Fig. 2E). Terminalia: as in Fig. 2F.

*Etymology*. The species name caridadi is a dedication to the Dominican family Caridad, owners of the World Amber Museum in Santo Domingo.

*Remarks.* To find male and female specimens of the same species is rather uncommon in the fossil record. In the amber piece SMF Be 12428, the male (Holotype), (Fig. 1, A, B and D), and female (Allotype; Fig. 1, A, E) are preserved together. They appear head to head, not in copula position but originally in the same resin layer. Present in this amber piece there are other syninclusions; however, these were trapped at different times, thus in different resin layers. We consider the exemplars conspecific because they share all the relevant morphological characters and only the few differences they show could be considered of sexual dimorphism. We choose to describe the paratype female and not the allotype because of the favorable position of the specimen in the piece of amber that allow much better visibility and presentation of the characters. However, all the relevant characters have been observed in both specimens.

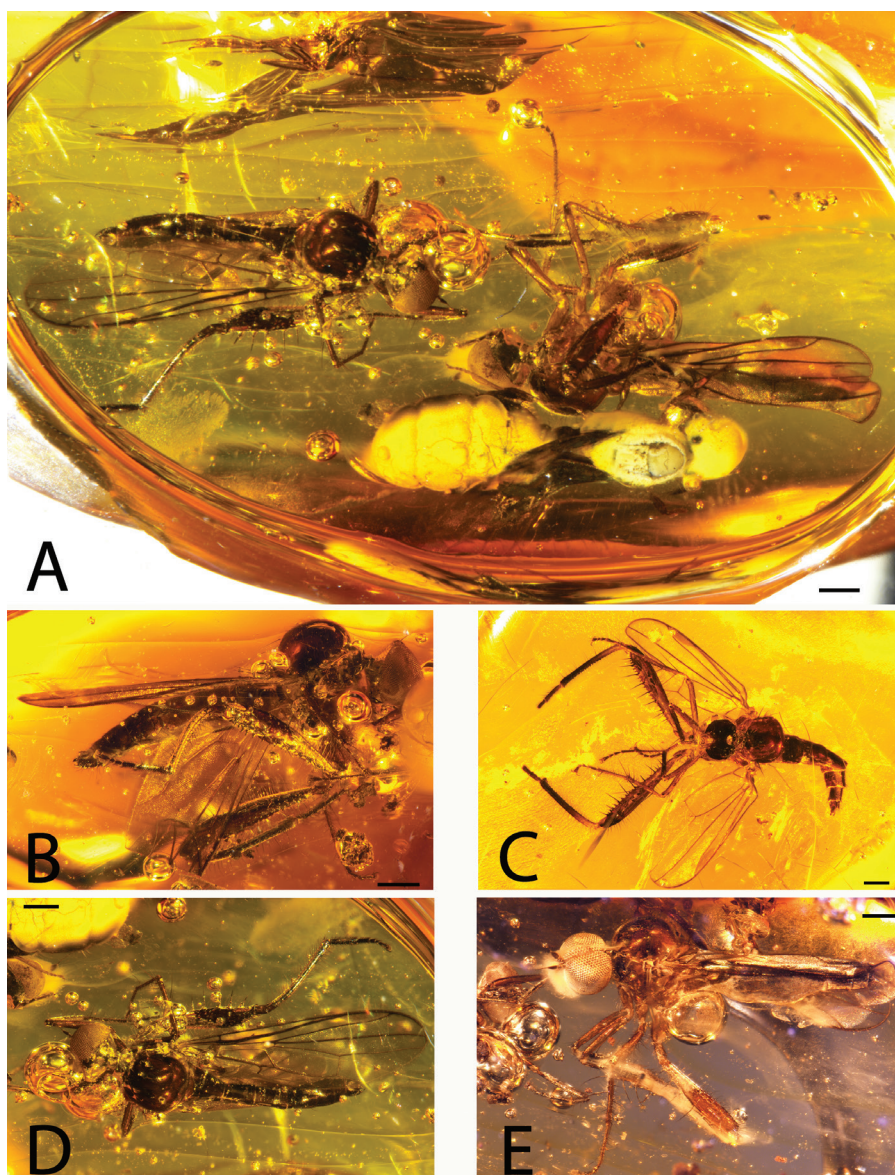


Figure 1. Photographs of *Syneproctus caridadi* gen. et sp. nov. (Empidoidea, Hybotidae). A, SMF Be 12428, general view of the amber piece with the holotype (♂; right) and the allotype (♀; left) very close to each other. B and D, holotype (♂) SMF Be 12428a, habitus in different views. C, paratype (♀) MNHNSD FOS 17.01, habitus. E, allotype (♀) SMF Be 12428b habitus. Scale bars = 0.5 mm.

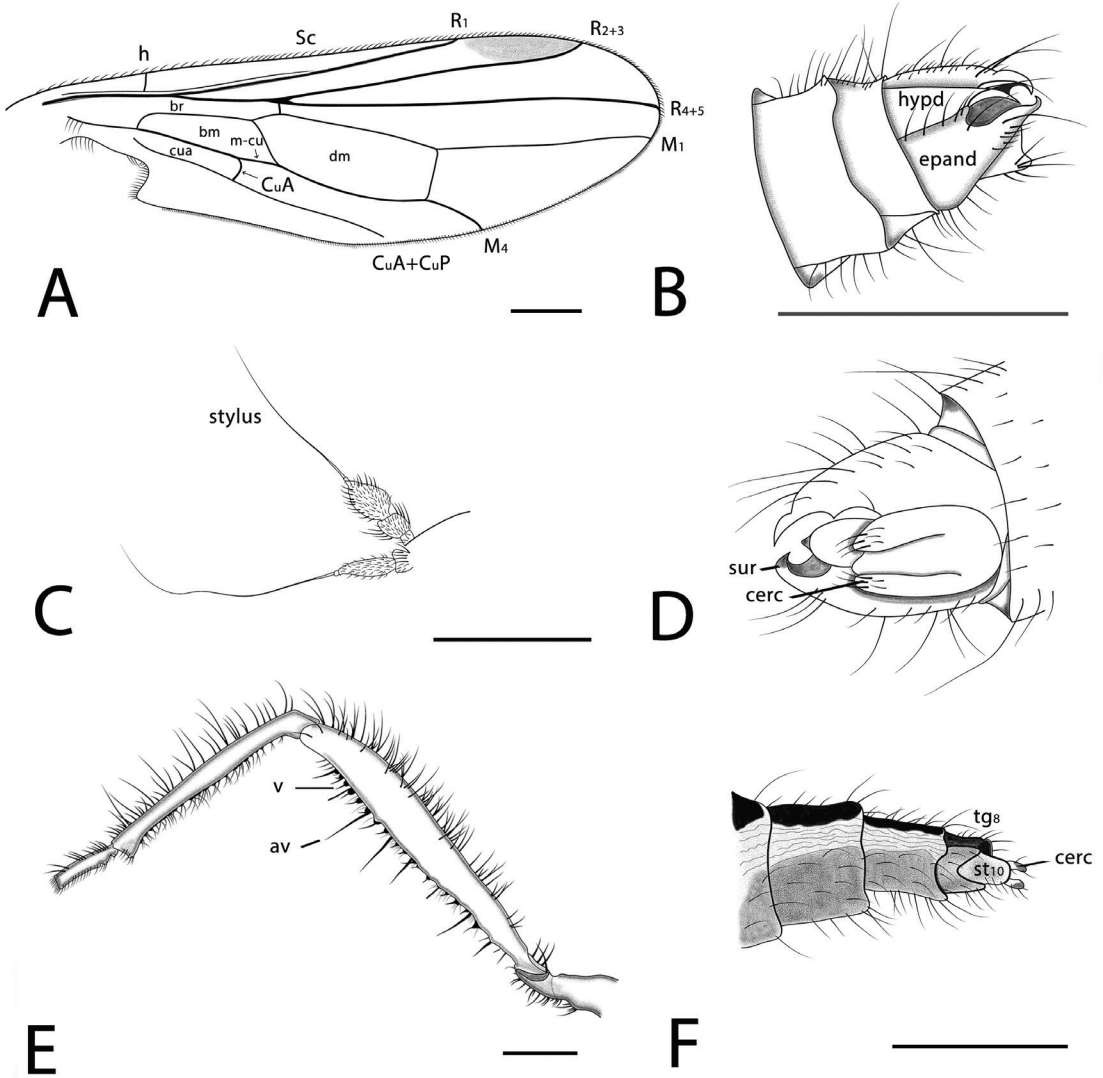


Figure 2. Camera lucida drawings of the major anatomical features of *Syneproctus caridadi* **gen. et sp. nov.** (Empidoidea, Hybotidae). A–D, holotype (♂) SMF Be 12428a. A, wing. B, terminalia in dorsal view. C, antennae. D, terminalia in ventral view. E–F, paratype (♀) MNHNSD FOS 17.01. E, detail of the hind leg. F, terminalia in ventral view. Scale bars = 0.5 mm.

## DISCUSSION

In the key to genera of Neotropical Hybotinae by Ale-Rocha and Carvalho (2003), the new genus runs to *Syneches*. *Syneproctus* **gen. nov.** is distinguished from *Syneches* by the more tapered postpedicel, horizontally orientated crossvein m-cu and cell cua much shorter than cell bm. In *Syneches*, the postpedicel is apically oval, m-cu is obliquely positioned and cell cua is long, extending beyond cell bm. The wing venation of the new genus is more like that of the Afrotropical genus *Stenoproctus* Loew, 1858. The nearly horizontally orientated crossvein m-cu creates a straight line connection between cells bm and dm, and the shortened cell cua is somewhat similar to *Stenoproctus* (see Sinclair & Cumming, 2017, fig. 20). But unlike *Stenoproctus*, with its more membranous proboscis and presence of pseudotracheae, the proboscis of *Syneproctus* **gen. nov.** is stout and heavily sclerotized and *Syneches*-like. Species of the new genus were probably predaceous on the basis of the piercing like proboscis shared with other genera of Hybotinae. The new genus is also very similar to *Chillcottomyia* Saigusa, 1986, known from the Afrotropical and Oriental regions (Sinclair & Cumming, 2017), which is characterized by pubescent eyes (short ommatrichia), slender hind femora and mouthparts similar to *Stenoproctus*. *Syneproctus* **gen. nov.** differs by having bare eyes, enlarged hind femora and *Syneches*-like proboscis.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Mr. Jorge Caridad (World Amber Museum, Santo Domingo) and his family for the loan of the piece MNHNSD FOS 17.01 for study, and for its donation to the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, Santo Domingo. Thanks also to Claudia Franz (SMF) for the management of the amber collection and Robin Kunz for photography and digitization of the drawings (SMF). The comments of Carlos Surriel (Editor) and two anonymous reviewers also improved the manuscript.

**Additional information and declarations**

*Funding.* Financial support was provided by the VolkswagenStiftung project 90946 and the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (project “CRE”, Spanish AEI/FEDER, UE CGL2017-84419).

## LITERATURE CITED

- Ale-Rocha, R., & C. J. B. De Carvalho. 2003. *Neohybos* gen. nov. (Diptera, Empidoidea, Hybotinae) from the Neotropical Region. *Zootaxa*, 387: 1–16.
- Ale-Rocha, R., & J. A. Rafael. 2004. Hybotinae (Diptera, Empidoidea, Hybotidae) from the Dominican Republic: new records and descriptions of new species. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48 (4): 495–508.
- Cumming, J. M., & D. M. Wood. 2017. 3. Adult morphology and terminology, pp. 89–133. In A. H. Kirk-Spriggs, and B. J. Sinclair (Eds.), *Manual of Afrotropical Diptera. Volume 1*, Introductory chapters and keys to Diptera families. Suricata 4. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2001. Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, 37: 141–167.


- Iturralde-Vinent, M. A., & R. D. E. MacPhee. 1996. Age and paleogeographical origin of Dominican amber. *Science*, 273 (5283): 1850–1852.
- Iturralde-Vinent, M. A., & R. D. E. MacPhee. 2019. Remarks on the age of Dominican amber. *Palaeoentomology*, 2 (3): 236–240.
- Menezes, I. S., & R. Ale-Rocha. 2016. Revision of the Amazonian species of *Syneches* Walker (Diptera, Hybotidae, Hybotinae). *Zootaxa*, 4103 (5): 401–442.
- Penney, D. (Ed.). 2010. *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits*. Manchester, United Kingdom: Siri Scientific Press, 304 pp.
- Sinclair, B. J., & J. M. Cumming. 2006. The morphology, higher-level phylogeny and classification of the Empidoidea (Diptera). *Zootaxa*, 1180: 1–172.
- Sinclair, B. J., & J. M. Cumming. 2017. 52. Hybotidae (hybotid dance flies), pp. 1237–1249. In A.H. Kirk-Spriggs, and B. J. Sinclair (Eds.), *Manual of Afrotropical Diptera. Volume 2, Nematocerous Diptera and lower Brachycera*. Suricata 5. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- Solórzano-Kraemer, M. M., X. Delclòs, M. Clapham, A. Arillo, D. Peris, P. Jäger, F. Stebner, & E. Peñalver. 2018. Arthropods in modern resins reveal if amber accurately recorded forest arthropod communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (26): 6739–6744. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802138115>.
- Solórzano-Kraemer, M. M., B. J. Sinclair, & J. M. Cumming. 2005. Five new species of Tachydromiinae (Diptera: Empididae sl.) from New World Tertiary ambers. *Zootaxa*, 1010: 37–52.
- Wilder, D. D. 1974. A revision of the genus *Syneches* Walker (Diptera: Empididae) for North America and the Antilles. *Contributions of the American Entomological Institute*, 10: 1–30.

[Recibido: 23 de abril, 2019. Aceptado para publicación: 05 de agosto, 2019]

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE AVISPAS AGAONIDAE  
(HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) EN TRES ESPECIES DE *FICUS* L.  
(MORACEAE) DEL PARQUE MIRADOR SUR EN SANTO DOMINGO,  
REPÚBLICA DOMINICANA

**Composition and diversity of wasp Agaonidae (Hymenoptera: Chalcidoidea)  
in three species of *Ficus* L. (Moraceae) at Parque Mirador Sur  
in Santo Domingo, Dominican Republic**

Candy G. Ramírez-Pérez

Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas Prof. Rafael M. Moscoso, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Av. Alma Mater, Santo Domingo, 10105, República Dominicana; ramirez.candy@hotmail.com;  orcid.org/0000-0001-6116-7320.

RESUMEN

Se determinó la composición y diversidad de avispas en tres especies de *Ficus* (Moraceae) en el Parque Mirador Sur, un área verde de la ciudad de Santo Domingo, en los meses de mayo a julio 2014. Durante el estudio se muestrearon 16 árboles, correspondientes a las especies *F. crassinervia* Desf. ex Willd (n = 8), *F. crocata* (Miq.) Miq. (n = 6) y *F. citrifolia* Mill. (n = 2). Se trabajaron 159 siconos, en los cuales se contaron 11 452 individuos de avispas, 30 256 flores y 16 337 semillas. Se identificaron 19 morfoespecies de avispas pertenecientes a tres familias, cinco subfamilias y 10 géneros. Se calcularon índices para medir la diversidad. *Pegoscapus* Cameron, 1906, fue el único género polinizador, identificándose una morfoespecie en cada especie de *Ficus*. Los resultados revelaron que la especie dominante fue *Pegoscapus* sp. 2, presente en *F. citrifolia*, debido a su abundancia. El número de individuos de avispas polinizadoras varió entre las especies de *Ficus*. La mayor riqueza de avispas fue registrada en *F. crassinervia* (17 especies). La importancia de cada morfoespecie en su interacción con los *Ficus* jugó un papel importante en las relaciones y ecología del sistema.

*Palabras clave:* *Pegoscapus*, *Idarnes*, *Heterandrium*, avispas, polinización, Hispaniola, parques urbanos.

ABSTRACT

The composition and diversity of wasps species was determined in three species of *Ficus* (Moraceae) in the Mirador Sur Park, a green area in the city of Santo Domingo, from May to July 2014. We sampled 16 trees corresponding to the species: *F. crassinervia* Desf. ex Willd (n = 8), *F. crocata* (Miq.) Miq. (n = 6), and *F. citrifolia* Mill. (n = 2). 159 syconia were examined in which 11,452 wasp specimens, 30,256 flowers, and 16,337 seeds were counted. A total of 19 wasp morpho-species were identified belonging to three families, five sub-families, and 10 genera. Several diversity indices were measured. The genus *Pegoscapus* Cameron, 1906 was the unique pollinator found, recording one morpho-species on each of the species of *Ficus*. Results revealed that the dominant species was *Pegoscapus* sp. 2 present in *F. citrifolia* due to its abundance. The number of individuals of pollinating wasps varied between species of *Ficus*. The highest wasp richness was recorded on *F. crassinervia* (17 species). The importance of each wasp morpho-species in its interaction with *Ficus* is discussed, as well the possible reasons of differences in wasp species richness between the species of *Ficus*.

*Keywords:* *Pegoscapus*, *Idarnes*, *Heterandrium*, wasps, pollination, Hispaniola, urban parks.

## INTRODUCCIÓN

El género *Ficus* (familia Moraceae) se destaca porque tiene una polinización especial, debido a que su inflorescencia es un receptáculo globoso cerrado, llamado sicono, el cual contiene numerosas flores unisexuales y pequeñas. Este sicono se caracteriza por la presencia de una entrada u ostiolo, que es la única vía de acceso a su interior (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2012). Esta abertura está revestida por brácteas, por donde penetran los polinizadores (Saralegui Boza e Izquierdo-Mederos, 2006). Se conocen unas 750 especies de *Ficus* (también llamados higueras o higos) a nivel mundial, de las cuales para América están registradas unas 125 especies (Cardona *et al.*, 2007).

Agaonidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) agrupa avispas de pequeño tamaño (1–3 mm), cuyos miembros penetran al interior de los siconos a través del ostiolo para polinizar las flores. Son los únicos insectos con adaptaciones estructurales que les permiten pasar a través del ostiolo y tener contacto directo con las flores que polinizan (Ramírez, 1974). Dada esta relación mutualista, se ha producido un proceso de coevolución entre *Ficus* y Agaonidae (Serrato Díaz y Oyama Nakagawa, 2012). Se pensaba que esta relación era específica entre una especie de *Ficus* y una sola especie de avispa Agaonidae, pero se han documentado casos en los cuales una especie de *Ficus* puede ser polinizada por más de una especie de avispa y una especie de avispa puede polinizar más de una especie de *Ficus*, aunque es más frecuente el primer caso (Cardona *et al.*, 2007). Estas avispas desarrollan su ciclo vital dentro del sicono y las plantas dependen de ellas para su reproducción (Ramírez, 1974, 1978; Hossaert-McKey y Bronstein, 2001). Se ha determinado que, en la mayoría de los casos, solo las hembras desarrollan alas, lo cual les permite abandonar el sicono en busca de otros disponibles para depositar sus huevos, al mismo tiempo que propagan el polen que transportan. Los machos son ápteros y quedan confinados al sicono.

En relación con las avispas de la familia Agaonidae, el primer estudio realizado con especies de la Hispaniola es el de Peñalver *et al.* (2006), basado en especímenes fósiles encontrados en ámbar. En dicho trabajo se describen tres especies: *Tetrapus delclosi* Peñalver *et* Engel, 2006, *Tetrapus apopnus* Peñalver *et* Engel, 2006 y *Pegoscapus peritus* Peñalver *et* Engel, 2006. A pesar de que en República Dominicana se han reportado 18 especies de *Ficus* (ocho son nativas y 10 introducidas) (Zanoni y Jiménez, 2008), no se ha realizado ningún estudio sobre la interacción planta-insecto en *Ficus* y Agaonidae en el país. Por tanto, resulta de especial interés esta investigación que constituye el primer estudio que busca llenar un vacío de información en torno a esta interesante y compleja relación coevolutiva.

## OBJETIVO

- Determinar la composición y diversidad de avispas Agaonidae asociada a los *Ficus* en el Parque Mirador Sur, Santo Domingo, República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Área de estudio.* El Parque Mirador Sur, creado en 1970, está ubicado en la zona sur de la ciudad de Santo Domingo, Distrito Nacional. Es un parque urbano que se extiende entre avenidas que corren de este a oeste (Anacaona y Mirador Sur), con una extensión hasta la Av. Cayetano Germosén. Tiene 6 km paralelos a la costa del Mar Caribe y un ancho máximo de 150 m. La ciudad posee un clima subtropical, con una temperatura promedio anual de 27 °C y una pluviometría promedio anual de 1 393 mm. La época de lluvia abarca los meses de mayo a noviembre y la época seca abarca de diciembre a marzo (Oficina Nacional de Meteorología [ONAMET], 2014). El parque está situado sobre una terraza coralina del Pleistoceno,



karstificada con dolinas y endokarst (Cámara, 1997), tiene suelos poco desarrollados sobre el que crece un bosque costero (Häger y Zaroni, 1993). Según Szabó y García (2010), el 90 % de la vegetación original del parque fue afectada por el paso del huracán George en 1998, por lo que se tomó la medida de incrementar la flora nativa en el parque. Las tres especies de higo (*Ficus*) seleccionadas para este estudio dentro del Parque Mirador Sur fueron *F. crocata*, *F. citrifolia* y *F. crassinervia*, debido a su condición de especies nativas.

**Metodología.** Se realizaron dos transectos, cuyas localizaciones se seleccionaron al azar: transecto A, próximo a la Avenida de la Salud, y el transecto B, próximo a la Avenida Cayetano Germosén. Las coordenadas de inicio y final, con sus respectivas altitudes, se tomaron con un GPS Garmin 76. Transecto A: punto inicial, 18. 44360° N, 69. 95137° O, elevación 50 m s.n.m., y punto final, 18.43680° N, 69.97030° O, elevación 43 m s.n.m. Transecto B: punto inicial, 18.44174° N, 69.95534° O, elevación 30 m s.n.m; punto final, 18.436643° N, 69.96911° O, elevación 31 m s.n.m. Se seleccionaron 20 árboles de higo dentro de la zona de estudio. De estos, solo 18 produjeron siconos y 16 tuvieron avispas dentro, los cuales fueron los únicos considerados en este estudio: 11 (transecto A) y cinco (transecto B), respectivamente. Estos árboles se marcaron con cintas de colores. Los siconos fueron recolectados entre los meses mayo-julio.

Se tomaron al azar 10 siconos de *F. citrifolia* y *F. crassinervia*, mientras que de *F. crocata* se seleccionaron 5, debido a que su tamaño era mucho más grande que el de las otras dos especies. Todos los siconos se depositaron en bolsas plásticas individualmente y fueron transportados al laboratorio. Para la recolecta, se tomó en cuenta la fase en la que las avispas emergen, esto es, antes de que abandonen el sicono. Esta condición no siempre fue posible encontrarla, debido que en algunas ocasiones las avispas ya habían salido y otras todavía estaban en fase de pupa, razón por la que, en determinados casos, se colectaron siconos más de una vez del mismo árbol, hasta encontrar las fases de interés.

Las muestras recolectadas se trasladaron al laboratorio del Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas Prof. Rafael M. Moscoso (IIBZ), de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), donde fueron procesadas. Los siconos se midieron y pesaron en una balanza de precisión antes de que las avispas salieran y de que éstos empezaran a perder humedad. Cuando las avispas emergieron por sí solas de cada sicono, se colocaron en frascos individuales, debidamente rotulados y con toda la información pertinente. En aquellos casos en que las avispas no pudieron salir, se realizó una disección longitudinal al sicono usando un bisturí y luego se rasparon las paredes para extraer las flores, las semillas y las avispas. Esto se hizo siguiendo la metodología usada por Cardona *et al.* (2007). Las muestras están depositadas en la colección entomológica del IIBZ.

Se contó el número de flores, semillas y avispas. Para el conteo de flores y semillas, se eligieron cuatro siconos al azar de cada árbol por especie de *Ficus*. Para conocer cuántas flores y semillas podría contener un sicono, se hizo un conteo previo a uno de estos por cada especie de higo. Luego, para agilizar el conteo de flores y semillas, se hizo una réplica con modificación al utensilio llamado cámara de Neubauer, que se utiliza para contar células y esporas a través de un microscopio. Se utilizó una placa de Petri de 12 cm de diámetro y se puso sobre una hoja cuadrículada, con cuadrados de 1.8 cm en cada lado; el fondo de la placa estaba cubierto por 33 cuadrados. Se colocaron los siconos raspados sobre la placa de Petri y se agitó el alcohol para uniformizar el material a contar. Con la ayuda de un microscopio estereoscópico, se tomaron al azar seis cuadrados, y se contó dentro de estos el número de flores y semillas por separado. Estos datos se promediaron y el resultado se multiplicó por 33, dando así un promedio de las flores y semillas dentro de cada sicono, y se verificó que las cantidades obtenidas por este método fueran similares a las resultantes con el conteo previo.

Se estimó la diversidad y la riqueza de cada especie de *Ficus* con diferentes índices (diversidad de Shannon, equidad de Pielou y similitud de Jaccard); para conocer cómo se comportaban las medianas de las poblaciones de avispas se aplicaron las pruebas de Kruskal-Wallis (KW), y rangos con signo de Wilcoxon para datos apareados. Previamente se comprobó la normalidad de los datos mediante el Test de Shapiro-Wilk, y se construyeron intervalos de confianza con el estimador correcto para dicho caso (Bootstrap).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Composición de la fauna de avispas.* De los 16 árboles de *Ficus* muestreados en el Parque Mirador Sur, ocho, seis y dos pertenecen a *F. crassinervia*, *F. crocata* y *F. citrifolia*, respectivamente. Se obtuvieron 159 siconos (27 siconos de *F. citrifolia*, 51 siconos de *F. crocata*, 81 siconos de *F. crassinervia*). De ellos, se obtuvo 30 256 flores, 16 337 semillas y 11 452 avispas. Se identificaron 19 morfoespecies de avispas, pertenecientes a tres familias, cinco subfamilias y 10 géneros (Tabla I). Se encontró que cada especie de *Ficus* posee una única especie de avispa del género *Pegoscapus* que lo poliniza: *F. crassinervia* (*Pegoscapus* sp. 1), *F. citrifolia* (*Pegoscapus* sp. 2) y *F. crocata* (*Pegoscapus* sp. 3). Serrato-Díaz y Oyama Nakagawa (2012) aseguran que los Agaonidae presentan adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales muy específicas que les permiten interactuar con sus especies hospederas y el hecho de que los agaónidos sean más abundantes aseguraría un mayor número de flores polinizadas; garantizando un alto éxito reproductivo de los *Ficus* como habría de esperarse en una relación de coevolución.

Tabla I. Morfoespecies de avispas encontradas en las tres especies de *Ficus* en el Parque Mirador Sur

Morfoespecies de avispas	<i>Ficus crassinervia</i>	<i>Ficus crocata</i>	<i>Ficus citrifolia</i>
<i>Aepocerus</i> sp. 1	*		
<i>Anidarnes</i> sp. 1	*	*	
<i>Cristogaster</i> sp. 1	*		
<i>Cristogaster</i> sp. 2	*	*	
<i>Heterandrium</i> sp. 1	*	*	
<i>Heterandrium</i> sp. 2	*		*
<i>Idarnes</i> sp. 1	*	*	
<i>Idarnes</i> sp. 2	*	*	*
<i>Idarnes</i> sp. 3	*	*	
<i>Pegoscapus</i> sp. 1	(*)		
<i>Pegoscapus</i> sp. 2			(*)
<i>Pegoscapus</i> sp. 3		(*)	
<i>Physotorax</i> sp. 1	*		
<i>Physotorax</i> sp. 2	*		
<i>Podivna</i> sp. 1	*		
<i>Podivna</i> sp. 2	*		
<i>Sycoscapter</i> sp. 1	*	*	*
<i>Walkerella</i> sp. 1	*		
<i>Walkerella</i> sp. 2	*		

(\*) Género polinizador

Los promedios de flores y semillas en los siconos por especie de *Ficus* fueron de 216 flores y 64 semillas para *F. citrifolia*, 638 flores y 186 semillas para *F. crassinervia* y 1 221 flores y 417 semillas para *F. crocata*. Con base en los análisis estadísticos y las mediciones de los siconos, se establece que las tres especies de *Ficus* mostraron diferencias significativas en el tamaño, anatomía y peso de los siconos, lo cual coincide con el trabajo de Ibarra-Manríquez *et al.* (2012). Por lo tanto, se presume que la diferencia en el número de flores se debió al tamaño de estos, ya que los siconos grandes exhibieron un número más alto de flores en su interior.

El peso y el volumen promedio por sicono para cada especie fue: *F. crocata*, peso de 3.74 gr y volumen de 3.16 cc (especie con los siconos más grandes y pesados dentro de las muestras); *F. crassinervia*, con peso promedio de 1.12 gr y volumen de 1.01 cc; y *F. citrifolia*, con 0.23 gr y 0.22 cc (especie con los siconos más livianos y pequeños del conjunto).

Se comprobó que, a mayor tamaño y peso del sicono, mayor fue el número de avispas. *F. crocata* tuvo los siconos más grandes y pesados, y el mayor número de individuos de avispas; el caso contrario ocurrió con *F. citrifolia*.

El promedio de avispa polinizadora por sicono, con su intervalo de confianza (IC), fue: 35 (IC = 22.55) para *F. citrifolia*; 120 (IC = 72.19) para *F. crocata*; y 41 (IC = 31.55) para *F. crassinervia* (Fig. 1). Los promedios del porcentaje de polinizadores y no polinizadores por especie fueron: *F. citrifolia*, 99 % de polinizadores y 1 % de no polinizadores; *F. crocata*, 86 % de polinizadores y 14 % de no polinizadores; *F. crassinervia*, 53 % de polinizadores y 47 % de no polinizadores. Estas proporciones parecen relacionarse con la característica de los siconos, la cual limita la penetración de las no polinizadoras.

La mayor abundancia de individuos fue de 5 657 para *F. crassinervia*. Las especies de avispas polinizadoras más abundantes fueron *Pegoscapus* sp. 3, con 4 429 individuos, seguida por *Pegoscapus* sp. 1, con 3 215 individuos. Entre las no polinizadoras predominó *Idarnes* sp. 1 con 2 496 individuos.

Las proporciones de avispas polinizadoras y no polinizadoras por especies de *Ficus* parecen relacionarse con otras características de los siconos como una pared más gruesa. En caso de la especie polinizadora más abundante *Pegoscapus* sp. 3 se considera que esta alta proporción podría deberse a que los siconos son muy coriáceos y tienen una pared muy gruesa, lo que limita la entrada de las no polinizadoras, favoreciendo a la polinizadora, la cual entra por el ostiolo.

*Diversidad.* La riqueza de avispas fue de 19 especies, para las que *F. crassinervia* fue la más diversa con 17, seguida por *F. crocata* con siete y *F. citrifolia* con cuatro. El índice de diversidad de Shannon para las avispas en *F. crassinervia* fue de 0.93, siendo esta la especie con mayor diversidad. No se trata de un valor alto para este índice y de hecho es considerado como “de baja diversidad” en estudios de comunidades terrestres, pero dado la gran abundancia de avispas obtenidas en este estudio, dicha valoración carecería de sentido, a menos que se contara con otros estudios comparables. En todo caso, al menos se obtiene un patrón de diversidad de avispas en las especies de *Ficus* estudiadas, el cual sugiere mayor diversidad en *F. crassinervia* y menor en *F. citrifolia* y *F. crocata*. Según el índice de Pielou, se ratifican los patrones ya citados en el índice de equidad, para *F. crassinervia* que presentó una mayor equidad (0.34) y menor en las otras dos especies de *Ficus*.

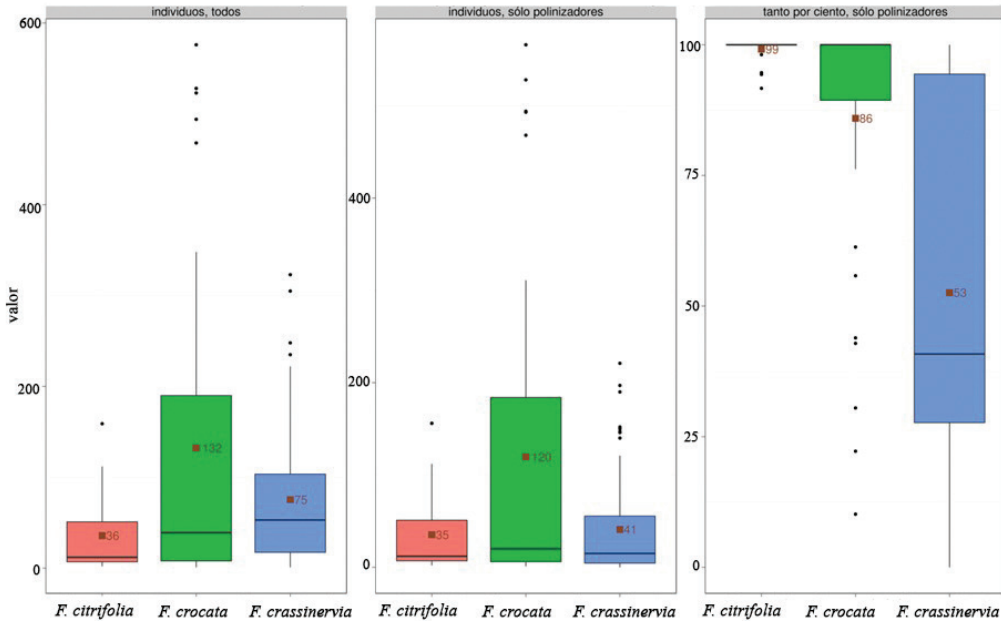


Figura 1. Abundancia y proporciones de avispas polinizadoras por sicono, para cada especie de *Ficus* (la media se muestra a la derecha del cuadrado marrón en cada caja).

Por medio de la prueba de rango con signo de Wilcoxon, se calculó la proporción de flores ocupadas por avispas en cada sicono según especies de *Ficus* (cada una se considera un tratamiento). La media y la mediana, para cada especie, se distribuyeron de la manera siguiente: *F. citrifolia* (10 % [5–16 %]; 5 % [1–20 %]); *F. crocata* (8 % [5–12 %]; 3 % [1–10 %]); *F. crassinervia* (5.5 % [4–8 %]; 2.5 % [2–6 %]). Los intervalos de confianza fueron calculados con el método bootstrap, para un nivel de confianza del 95 %; todos estos resultados permiten observar una baja proporción de flores ocupadas. Se evaluó si había diferencias significativas en cada tratamiento mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a que los datos parecen provenir de poblaciones con distribución libre (las pruebas de Shapiro-Wilk para cada tratamiento resultaron todas significativas; *F. citrifolia* con  $p = 0.02$ , *F. crocata*  $p = 0.01$ , *F. crassinervia*  $p = 0.01$ ). La prueba de KW resultó no significativa (KW  $X^2 = 2.12$ ,  $gl = 2$ ,  $p = 0.35$ ), lo cual sugiere que la mediana de la proporción de flores ocupadas por avispas en los siconos no es significativamente diferente de una especie a otra. Esto se verifica gráficamente en el diagrama de cajas de la Figura 2. La prueba de Kruskal-Wallis evidenció que las proporciones de flores ocupadas por avispas, en los siconos de las tres especies de *Ficus*, no fue significativa, ya que los siconos producen una cantidad más o menos constante de flores (Ramírez, 1995) y las avispas sólo pueden ocupar las flores pistiladas (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2012), así que la cantidad sería más o menos constante dependiendo del tamaño del sicono y la especie de *Ficus*.

Para el índice de Jaccard los resultados no permiten concluir que exista una similitud estadísticamente significativa (Tabla II), dado que los valores obtenidos estuvieron dentro del rango que se esperaría por azar para un nivel de significancia de 0.05, según la tabla de valores significativos consultada (Real, 1999). Sin embargo, se puede concluir que existe cierta disimilitud cuando se compara a *F. citrifolia* con las demás, mientras que *F. crocata* y *F. crassinervia*, al parecer guardan cierta similitud. Pero sí evaluamos la disimilitud entre *F. citrifolia* y *F. crocata*, estos resultados podrían relacionarse con que estas dos especies

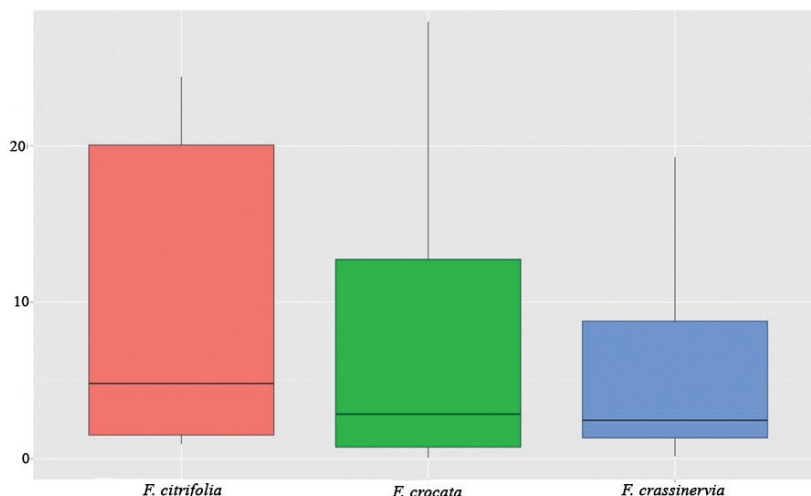


Figura 2. Porcentaje de flores ocupadas por avispas en sicono por especies de *Ficus*.

mostraron diferencias en cuanto al número de individuos encontrados en sus siconos, además de que la distribución y densidad poblacional dentro del parque es también opuesta (Agüero Paulino, 2014), es decir, que la primera especie está limitada a los farallones en un área muy específica, mientras que la segunda especie se encuentra en todas las áreas del parque. Para llegar a resultados más concluyentes será necesario realizar más muestreos.

Tabla II. Valores del índice de Jaccard y determinación de significación de la similitud.

	<i>Ficus citrifolia</i>	<i>Ficus crocata</i>
<i>Ficus crocata</i>	J = 0.20 S = 9 J-(0.05) = 0.00    J+(0.05) = 0.67 no significativa	
<i>Ficus crassinervia</i>	J = 0.19 S = 16 J-(0.05) = 0.06    J+(0.05) = 0.56 no significativa	J = 0.38 S = 16 J-(0.05) = 0.06    J+(0.05) = 0.56 no significativa

Cardona *et al.* (2007) destacan que el grupo funcional (conjunto de especies con un papel ecológico similar) al cual pertenece cada morfoespecie de avispa no polinizadora, juega un papel importante en las relaciones y ecología del sistema. Las avispas no polinizadoras del género *Idarnes* fueron las que aparecieron en mayor número en la muestra, estas avispas son consideradas cleptoparásitos de agallas en las flores femeninas y compiten con las polinizadoras. Otras especies de avispas no polinizadoras estuvieron presentes en bajas proporciones, no obstante, como solo un 23 % del total de la muestra eran avispas no polinizadoras estas no afectaron negativamente las poblaciones de los polinizadores.

A través de este trabajo se confirma la relación mutualista obligada entre las especies de avispas polinizadoras y sus especies hospederas de *Ficus*. Los promedios de flores, semillas y avispas en los siconos mostraron marcadas diferencias entre las tres especies de *Ficus* presentes en el Parque Mirador Sur. Entre la proporción de flores ocupadas por avispas y la proporción total de flores no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los siconos de las tres especies de *Ficus*.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas Prof. Rafael Ma. Moscoso por el uso de las instalaciones y los equipos. Santo Navarro Morales, Ángela Guerrero, Ruth Bastardo, José Ramón Martínez Batlle, Carlos Ml. Rodríguez Peña y William Ramírez Benavides hicieron aportes al manuscrito, a ellos mis agradecimientos. Agradezco también al Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael María Moscoso por la colaboración y ayuda brindada en la identificación de las muestras botánicas, y a los revisores anónimos de *Novitates Caribaea* por sus correcciones y sugerencias.

## LITERATURA CITADA

- Agüero Paulino, M. 2014. *Estudio poblacional del género Ficus (L) en el Parque Mirador Sur, Distrito Nacional, República Dominicana*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana, 79 pp.
- Cámara Artigas, R. 1997. *República Dominicana: dinámica del medio físico en la región Caribe (Geografía Física, sabanas y litoral): Aportación al conocimiento de la tropicalidad insular*. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla, España. Tomo II, 285 pp.
- Cardona, W., P. Chacón de Ulloa y G. Kattan. 2007. Avispas no polinizadoras asociadas a *Ficus andicola* (Moraceae) en la Cordillera Central de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (2): 165–170.
- Häger, J. y T. A. Zanoni. 1993. La vegetación natural de la República Dominicana: una nueva clasificación. *Moscosoa*, 7: 39–81.
- Hossaert-McKey, M. y J. L. Bronstein. 2001. Self-pollination and its costs in a monoecious fig (*Ficus aurea*, Moraceae) in a highly seasonal subtropical environment. *American Journal of Botany*, 88 (4): 685–692.
- Ibarra-Manríquez, G., G. Cornejo-Tenorio, N. González-Castañeda, E. M. Piedra-Malagón y A. Luna. 2012. El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences*, 90 (4): 389–452.
- Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). 2014. (<http://onamet.gob.do>). Consultado el 29 de octubre del 2014.
- Peñalver, E., M. S. Engel y D. A. Grimaldi. 2006. Fig wasps in Dominican amber (Hymenoptera: Agaonidae). *American Museum Novitates*, 3541: 1–16.
- Ramírez B, W. 1974. Coevolution of *Ficus* and Agaonidae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61 (3): 770–780.
- Ramírez B, W. 1978. Evolution of mechanisms to carry pollen in Agaonidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Tijdschrift voor Entomologie, Deel 121, AFL. 6*. 279–293.
- Ramírez, B. W. 1995. Coevolución entre higos (*Ficus*) y sus polinizadores (Agaonidae). Segundo Congreso Centroamericano y del Caribe de Entomología. San José, Costa Rica, 95–96 pp.


- Real, R. 1999. Tables of significant values of Jaccard's index of similarity. *Miscellanea Zoologica*, 22 (1): 29–40.
- Saralegui Boza, H. y K. Izquierdo-Mederos. 2006. Principales especies de *Ficus* (Moraceae) en Cuba y sus avispas polinizadoras Agaonidae. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 27: 115–121.
- Serrato-Díaz, A. y K. Oyama Nakagawa. 2012. *Ficus* y las avispas Agaonidae: un mutualismo clave de los ecosistemas tropicales. *ContactoS*, 85: 5–10.
- Szabó, M., y E. García. 2010. *La flora del Parque Mirador Sur*. Ayuntamiento del Distrito Nacional, Santo Domingo, República Dominicana, 93 pp.
- Zanoni, T. A. y F. Jiménez. 2008. Notas sobre la flora de La Española XII. *Moscosoa*, 16: 41–46.

[Recibido: 01 de mayo, 2019. Aceptado para publicación: 15 de octubre, 2019]

*GUAJIRUS SERPENTINICUS*: A NEW GENUS AND SPECIES OF MINUTE GRASSHOPPERS (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE: OMMATOLAMPIDINAE) FROM CUBA

*Guajirus serpentanicus*: un nuevo género y especie de diminutos saltamontes (Orthoptera: Acrididae: Ommatolampidinae) de Cuba

Daniel E. Perez-Gelabert

Integrated Taxonomic Information System (ITIS) and Department of Entomology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, P.O. Box 37012, Washington, DC 20013-7012, USA; perezd@si.edu.  orcid.org/0000-0003-3270-9551.

ABSTRACT

*Guajirus serpentanicus* **gen. nov., sp. nov.**, is described from the serpentine plant communities of Matanzas province located less than 100 km east of Havana, Cuba. The genus can be distinguished by its distinctive combination of characters: very small size (<10 mm), compact body, variegated coloration, large rounded eyes in a small head, relatively long and tongue-like remnants of the tegminae, tympanum present, furculae barely present and male subgenital plate with a wide rounded concavity. These small grasshoppers appear adapted to the special conditions of living in the serpentine communities of western Cuba.

*Keywords*: Ommatolampidinae, taxonomy, Greater Antilles, West Indies.

RESUMEN

Se describe *Guajirus serpentanicus* **gen. nov., sp. nov.**, de las comunidades de serpentina en la provincia de Matanzas localizadas a menos de 100 km al este de La Habana. El género puede distinguirse por su distintiva combinación de caracteres: tamaño muy pequeño (<10 mm), cuerpo compacto, coloración variegada, ojos grandes y redondeados en una cabeza pequeña, remanentes de las tegminas relativamente largos y en forma de lengua, tímpano presente, fúrculas apenas presentes y placa subgenital del macho con concavidad redondeada. Estos pequeños saltamontes parecen adaptados a vivir en las condiciones especiales de las comunidades de serpentina del oeste de Cuba.

*Palabras clave*: Ommatolampidinae, taxonomía, Antillas Mayores, Indias Occidentales.

INTRODUCTION

The taxonomic study of the grasshopper fauna of Cuba started in the 19<sup>th</sup> century with the works of Stål (1878), Bolívar (1888) and Gundlach (1891). Until recently, only 15 species of Acrididae classified in 11 genera and 5 subfamilies (Copiocerinae, Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae, Leptysminae and Oedipodinae) were reported in the zoological literature from Cuba (Yong & Perez-Gelabert, 2014). Most recently, one species of the genus *Acridurus* Perez-Gelabert *et al.* (Yong, 2017) and several *Dellia* Stål (Yong, 2018) were added to the fauna. The superficial exploration of many environments in this island and the haphazard form of taxonomic study has resulted in significant gaps in the inventorying of its Orthoptera fauna. In 2013 several undescribed species of acridid grasshoppers were discovered upon examining the holdings of the entomological collections of the



Instituto de Ecología y Sistemática (IES) in Havana. In this paper, I describe one new genus and one new species of very minute grasshoppers that may specifically inhabit the serpentine plant communities not far to the east of the city of Havana. Its distinguishing features are diagnosed and illustrated.

## OBJECTIVE

- To provide the taxonomic description of a new genus and species of Ommatolampidinae grasshoppers from the serpentine communities of western Cuba.

## MATERIALS AND METHODS

The pinned specimens were studied under 10–60X magnification and photographed using the Visionary Digital (TM) BK Lab imaging system outfitted with a Canon Mark II 5D. The specimens were directly compared to examples of all other Antillean grasshopper genera belonging to the Ommatolampidinae. Measurements were taken with an ocular micrometer and are given in millimeters.

The two specimens studied in this paper were loaned to the author for study and will be deposited in the entomological collection of the Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Havana, Cuba, present curator in charge is Betina Neyra. To preserve the integrity of this type material, I decided not to dissect the male genitalia. An attempt to secure additional material was made by providing collecting money to a local who proved to be unreliable and dishonest. No other specimens resulted from this effort.

## RESULTS

### Taxonomy

Superfamily Acridoidea

Family Acrididae

Subfamily Ommatolampidinae

*Guajirus* Perez-Gelabert, **gen. nov.**

*Diagnosis.* Very small grasshoppers with compact body, both sexes 8–10 mm, the female only slightly larger than the male. Integument generally smooth with little pilosity, variegated green, black and brown with many dark spots. Head small, with relatively large and rounded eyes. Interocular space narrower than tibia-1 width. Brachypterous, with only small remnants of tegminae. Pronotum not saddle-shaped, slightly widened posteriorly, with anterior and posterior margins nearly parallel, with superficial sulci and medial line not strongly marked. Tympanum rounded and large. Abdomen short, abdominal segments with a pronounced medial carina. Male subgenital plate 2x wider than long, with wide rounded concavity on posterior margin. Female ovipositor very short and small. Female subgenital plate longer than wide with a small medial projection distally.

*Diagnosis.* Saltamontes muy pequeños con cuerpo compacto, ambos sexos 8–10 mm, la hembra solo ligeramente más grande que el macho. Integumento generalmente liso con poca pilosidad, variegado verde, negro y castaño con muchos puntos oscuros. Cabeza pequeña con ojos relativamente grandes y redondeados. Espacio interocular más estrecho que el ancho de la tibia-1. Braquípteros, solo con remanentes de las tegminas. Pronoto no en forma de silla, ligeramente ensanchado posteriormente, con márgenes anteriores y posteriores paralelos, con sulcos superficiales y línea media poco marcada. Tímpano grande y redondeado.

Abdomen corto, segmentos abdominales con una pronunciada carina medial. Placa subgenital del macho 2x más ancha que larga, con concavidad redondeada en su margen posterior. Ovipositor de la hembra muy corto y pequeño. Placa subgenital de la hembra más larga que ancha, posteriormente con una proyección medial.

*Type species.* *Guajirus serpentinus* **sp. nov.**

*Etymology.* The generic name is derived from the latinized word “Guajiro”, a name for the Cuban peasants. The gender of *Guajirus* is masculine.

***Guajirus serpentinus* Perez-Gelabert, sp. nov.**

Figs. 1–17

*Type material.* Holotype ♂: “Valle del Yumurí Cuabal de Galindo vi-1970 Matanzas CUBA Col. I. Garcia”. Deposited at IES entomological collection, La Habana, Cuba.

*Allotype* ♀: *Same collecting data as holotype.* Both specimens will be deposited at the IES entomological collection, Havana, Cuba. Despite being collected 50 years ago, the state of preservation of both specimens is perfect.

**Description**

*Morphology. Male.*

*Head.* Slightly globose, with very large rounded eyes that cover most of head, their internal margins nearly touching; interocular space narrower than tibia-1 width (Figs. 1–3). Head vertex slightly below eye level, not protruding anteriorly. Posterior margin of head smooth with very small indentation at middle. Frontal ridge protruding from face, with sides nearly parallel (Fig. 6). Two large lateral ocelli at middle-upper expansion of frontal ridge near antennal insertions, central ocellus at middle of frontal ridge. Face smooth. Palps short. Antennae filiform, more than 2x longer than head and about the length of head plus pronotum, consisting of about 21 cylindrical antennomeres of variable length.

*Pronotum.* Not saddle-shaped, widening posteriorly 1.2x as wide as anterior margin, about 1.5x longer than head. Dorsally marked by three very shallow sulci that cut slightly deeper at sides. Lateral margin rounded and posterior angle with very small and rounded lobe. Posterior pronotal margin smooth, emarginated, with very small concavity at middle marking a not too sharply defined medial line (Figs. 2–3).

*Wings.* Remnants of tegminae present, tongue-like, nearly equal to head length. Their surface covered by rough venation, reaching near posterior margin of third abdominal segment (Fig. 3).

*Abdomen.* Abdominal segments with a more strongly defined dorso-medial carina, becoming gradually shorter and narrower posteriorly. Epimera large and smooth. Large round tympanum on side of third abdominal segment, partially covered by tegmina. Furculae barely present as very small rounded knobs at posterior margin of tenth segment. Prosternum bearing a conical spine.

*External genitalia.* Supragenital plate or epiproct relatively large, widely triangular with a raised and flattened center. Cerci simple, relatively long without protruding from body, slightly curving inwards and sharply pointed. Abdominal end roundly bulgy, somewhat pilose at lower sides (Figs. 4–5). Subgenital plate rectangular, about 2x as wide as long, with a large rounded concavity at center (Fig. 8).

*Legs.* Relatively robust with little pilosity. Anterior and middle femora cylindrical and strong. Anterior tibia bearing two rows of small spines on ventral surface. Posterior femora very robust, their length about 2/3 of the body length (Figs. 1–2, 7). External face with a strongly marked superior carina. Dorsal carina of posterior femora perfectly smooth. Posterior tibia with 9 external and 9 internal spines. First tarsus about 2x as long and thick as second.

*Coloration.* Overall variegated brown, green and black-spotted grasshoppers. Dorsally lighter brown combined with olive green, black and dark spots. Head combining shades of brown with a blotched black area that marks the center of vertex. Face uniformly light brown, eyes darker brown. Pronotum with hourglass-shaped olivaceous green area dorsally, flanked by light cream bands, followed by wide black bands at sides. Wide black band and light cream band extending to head behind the eyes. Lower side of pronotum light cream. Epimera combining dark and orange hues, especially epimeron-3 which bears a large not well-defined orange blotch. Anterior portion of abdomen marked by two conspicuous black blotches at sides of medial line. Tegminae colored light brown on upper 2/3, its lower third black. Abdomen and ventral surfaces mostly olivaceous green and yellowish brown, dorsally colored with multiple large and not well-defined black blotches and small black dots. External genitalia brown. Legs olivaceous green, especially on anterior and middle femora, with light brown and black blotches interspersed with brown. Hind femora brighter green on most of surface, with some light cream and large black blotches. Knees black. Hind tibiae greenish with spines black, tarsi cream brown.

*Female morphology* (Figs. 9–16). Not very different from that of males. Antennae shorter with more compact antennomeres; head not as globose with smaller and less rounded eyes; frontal ridge more protruding. Pronotum similarly shaped, widening posteriorly. Remnants of tegminae smaller, shaped as short scaly pads that do not surpass second abdominal segment, remnants of second pair of wings also visible underneath and smaller than tegminae. In the external genitalia, the valves of ovipositor are very short and small, the upper valves lacking teeth on their dorsal edges. Subgenital plate longer than wide, ending posteriorly with a small medial projection.

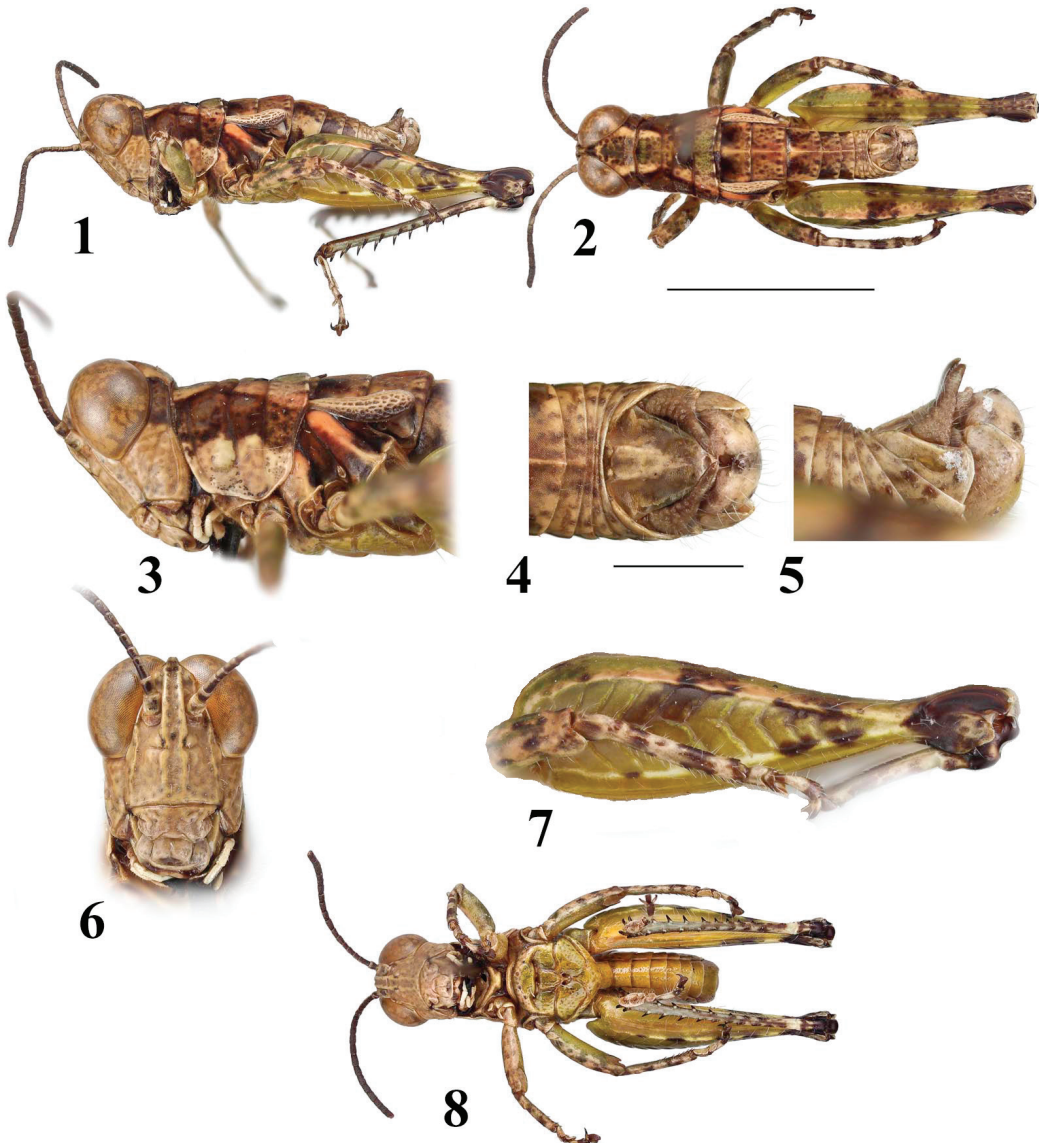
*Female coloration.* Very similar to the male coloration but darker brown and black, generally with a higher density of dark spotting. Face with more greenish tinge than in male, black to dark brown on frontal ridge. Upper portion of second epimeron with a pale area corresponding to that tinged with orange in male. Abdominal dorsum and sides covered by a high density of dark brown spots. Hind femora generally green marked by two little defined wide black bands not found in the male.

*Measurements.* Male. Body length = 8.25; pronotum length = 1.88; head length = 0.88; posterior femur length = 5.75; tegmina length = 1.50. Female. Body length = 9.50; pronotum length = 2.25; head length = 0.75; posterior femur length = 6.25; tegmina length = 0.90.

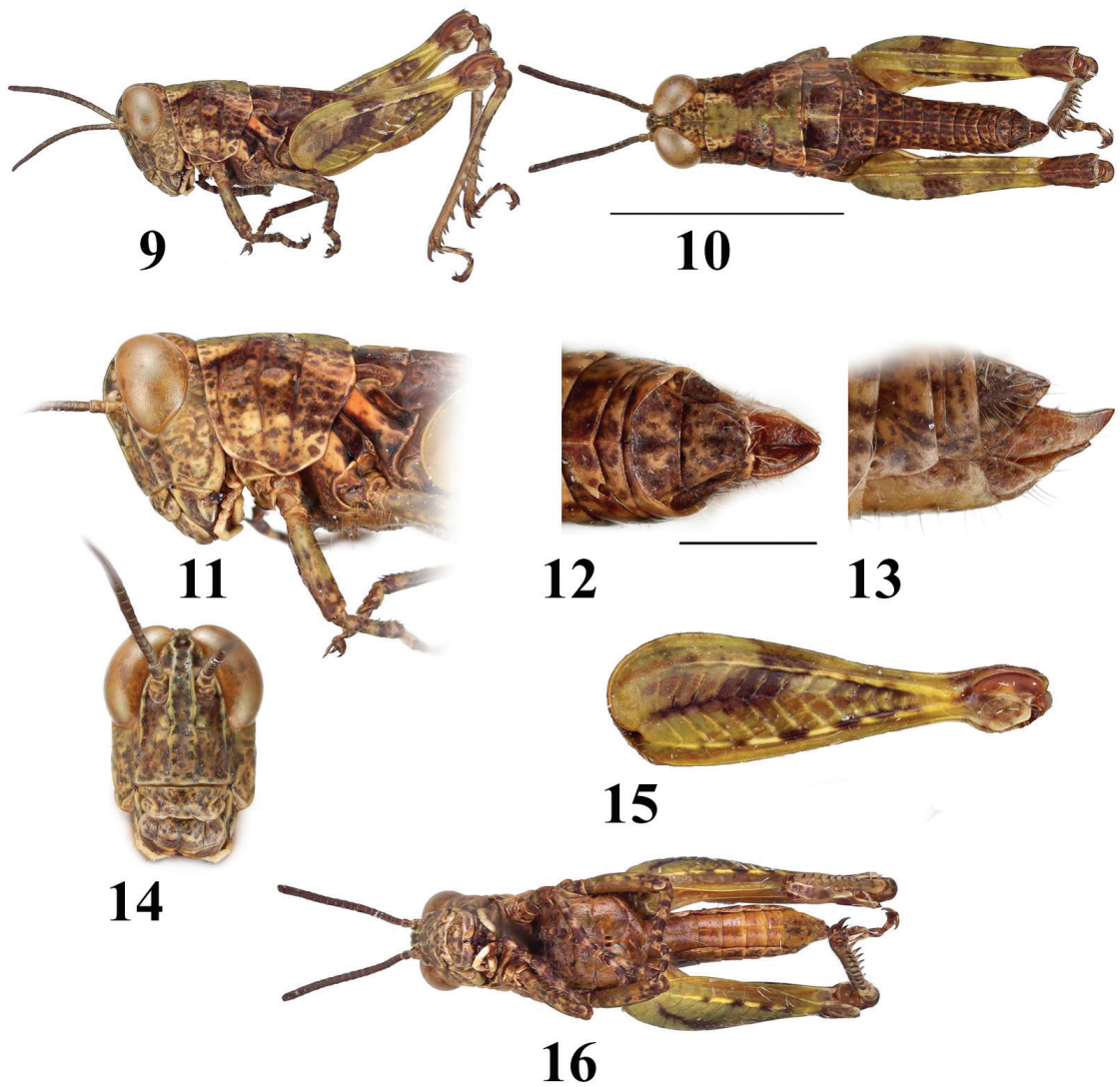
*Etymology.* The specific epithet *serpentinicus* is a name in apposition to highlight the habitat of these grasshoppers among the Cuban serpentine plant communities.

*Habitat.* The Cuabal de Galindo is situated in Matanzas province in the northern part of Cuba only about 83 km east of the city of Havana (Fig. 17). Cuabales are thorny xerophytic vegetation characteristic of areas of serpentine rock in northern Cuba. Elevations in the area are lower than 300 m. The very small and compact body of *Guajirus* **gen. nov.** is likely to be an adaptation to the unique conditions of the serpentine community it inhabits. Serpentinites are a group of minerals formed by hydration and metamorphic transformation of igneous rocks with high content of iron and low content of silica and potassium. These soils are poor in calcium and other plant nutrients but rich in elements toxic to plants such as chromium and nickel.

Plants growing on these soils are highly adapted to such conditions and for this reason the flora of the area is highly endemic. A floristic characterization of the serpentine community in the Cuabal de Galindo (González Robledo *et al.*, 2010) found that the most diverse plant families in the area are Rubiaceae, Euphorbiaceae and Mimosaceae.



Figures 1–8. Morphological features of the male *Guajirus serpentinus* **gen. nov., sp. nov.** 1, habitus (lateral). 2, habitus (dorsal). 3, head and pronotum (lateral). 4, abdominal end and epiproct (dorsal). 5, abdominal end and male cerci (lateral). 6, face (frontal). 7, posterior femur (lateral). 8, habitus (ventral).



Figures 9–16. Morphological features of the female *Guajirus serpentinus* **gen. nov.**, **sp. nov.** 9, habitus (lateral). 10, habitus (dorsal). 11, head and pronotum (lateral). 12, abdominal end and female ovipositor (dorsal). 13, abdominal end and female ovipositor (lateral). 14, face (frontal). 15, posterior femur (lateral). 16, habitus (ventral).

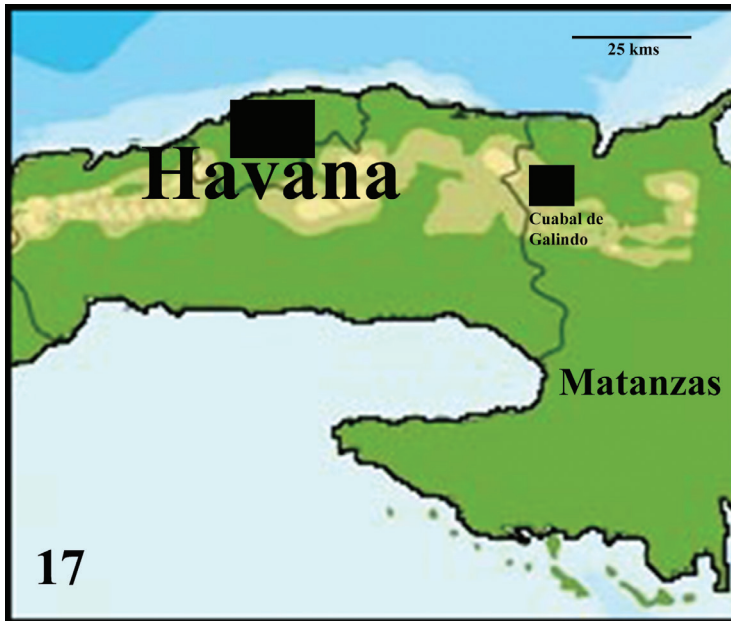


Figure 17. Map showing the general location of the type locality, El Cuabal de Galindo, Matanzas, Cuba.

## DISCUSSION

The subfamily Ommatolampidinae is a large, heterogeneous group distributed in the northern part of South America, Central America and some of the Caribbean islands (Perez-Gelabert & Otte, 2003). According to the key presented by Amédégnato (1974) the morphological features distinguishing the Ommatolampidinae are: apterous or winged; male cerci of varied shapes and sizes; mesonotum generally not visible or only its posterior part; ratio of length of posterior femur / length of pronotum = 2.2 to 3.2. *Guajirus* **gen. nov.** is decidedly brachypterous and its ratio of length of posterior femur / length of pronotum = 2.78.

Although little appears exceptional about these grasshoppers, *in toto* they seem to be unique. No other known grasshopper in the Caribbean islands resembles them. The general morphology of *Guajirus* **gen. nov.** seems to associate it with the Hispaniolan genus *Hispanotettix* Perez-Gelabert *et al.*, 1995 more closely than with any other known West Indian grasshoppers (Table I). Elucidation of their affinities and true phylogenetic relationships will most likely require the examination of molecular traits. *Hispanotettix* inhabits the forest floor in semi-dry areas of low-medium elevation in southwestern and northwestern Hispaniola. *Hispanotettix* are larger (10–15 mm) and not so compact grasshoppers that differ from *Guajirus* **gen. nov.** in many details. Another small-sized grasshopper genus that inhabits high elevations of the Dominican Cordillera Central is *Duartettix* Perez-Gelabert & Otte, 2000. However, *Duartettix* is classified as a Melanoplineae (Perez-Gelabert & Otte, 2000). This endemic Hispaniolan genus was found to be more closely related to the North American melanoplines through molecular analyses (Chapco, 2006).

The Caribbean Ommatolampidinae have only recently received some taxonomic attention on Hispaniola and Cuba and four newly described genera containing 11 species have been assigned to this subfamily (Perez-Gelabert *et al.*, 1995; Perez-Gelabert & Otte, 2000, 2003; Yong, 2017). Including the one described here, a total of 8 genera (*Guajirus* **gen. nov.**, *Acridurus*, *Hispanacris*, *Hispanotettix*, *Tergoceracris*, *Abracris*, *Caletes*, and *Vilerna*) including 16 species of Ommatolampidinae grasshoppers are now known from the West Indies.

Table I. Comparison of morphological features in *Guajirus* **gen. nov.**, *Hispanotettix* and *Hispanacris*

	<i>Guajirus</i> <b>gen. nov.</b>	<i>Hispanotettix</i>	<i>Hispanacris</i>
Body size	8-10 mm	10-15 mm	15-20 mm
Margins of frontal ridge	Nearly parallel	Parallel	Parallel
Space between eyes relative to tibia-1 width	Less than	Less than	Less than
Head length relative to pronotum	Shorter	Shorter	Nearly equal
Pronotum size compared to head	Large	Large	Small
Pronotum shape	Not saddle-shaped	Not saddle-shaped	Slightly saddle-shaped
Forewings	Very small	Very small	Longer than pronotum
Furculum	Barely present, rounded, narrow gap	Short, rounded, separated by narrow gap	Long, narrow, very narrow gap
Epiproct	Triangular	Triangular	Triangular
Auditory tympanum	Present	Absent	Present

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Karie Darrow (National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC) for the pictures and Rayner Núñez Águila (IES) for facilitating my visit to Cuba, providing access to the collection and the loan of specimens.

## LITERATURE CITED

- Amédégnato, C. 1974. Les genres d'acridiens néotropicaux, leur classification par familles, sous-familles et tribus. *Acrida*, 3: 193–204.
- Bolívar, I. 1888. Enumération des orthoptères de l'île de Cuba. *Memoires de la Société Zoologique de France*, 1: 116–164.
- Chapco, W. 2006. A note on the phylogenetic position of *Duartettix montanus* within the subfamily Melanoplinae. *Journal of Orthoptera Research*, 15: 59–63.
- González Robledo, A., L. Robledo Ortega, & A. Enríquez Rodríguez. 2010. Flora y vegetación de “Lomas de Galindo” Canasí, La Habana. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 30–31: 39–50.
- Gundlach, J. 1891. *Contribución a la Entomología Cubana*, Tomo 2, parte cuarte, Ortópteros. Imprenta de G. Montiel, La Habana, 335–384 pp.
- Perez-Gelabert, D. E., G. Dominici, B. Hierro, & D. Otte. 1995. New grasshopper genera and species from the Dominican Republic (Hispaniola) (Acridoidea: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*, 121: 153–171.
- Perez-Gelabert, D. E., & D. Otte. 2000. *Duartettix montanus*, a new genus and species of mountain grasshopper (Acrididae: Melanoplinae) from Dominican Republic. *Journal of Orthoptera Research*, 9: 129–134.
- Perez-Gelabert, D. E., & D. Otte. 2003. *Tergoceracris*, a new genus and six new species of montane grasshoppers (Orthoptera: Acrididae: Ommatolampinae) from Dominican Republic and Puerto Rico. *Zootaxa*, 155: 1–31.
- Stål, C. 1878. Systema Acridiodeorum. Essai d'une systématization des acridoidées. Bihang Till Kongl. *Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 5 (4): 1–100.
- Yong, S. 2017. First record of the genus *Acridurus* Perez, Dominici, Hierro and Otte, 1995 from Cuba, with description of a new species (Orthoptera: Acrididae: Ommatolampidinae). *Ecologica Montenegrina*, 11: 49–58.
- Yong, S. 2018. Revision of the genus *Dellia* Stål, 1878 (Orthoptera: Acrididae). Part 1. Two redescriptions and seven new species from Cuba. *Ecologica Montenegrina*, 16: 58–107.
- Yong, S., & D. E. Perez-Gelabert. 2014. Grasshoppers, crickets and katydids (Insecta: Orthoptera) of Cuba: an annotated checklist. *Zootaxa*, 3827 (4): 401–438.


[Recibido: 28 de junio, 2019. Aceptado para publicación: 10 de octubre, 2019]



*TAINACANTHUS FEROX*, A REMARKABLE NEW GENUS AND SPECIES  
OF KATYDIDS FROM THE HIGH MOUNTAINS OF HISPANIOLA  
(ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE: PSEUDOPHYLLINAE: POLYANCISTRINI)

*Tainacanthus ferox*, un excepcional nuevo género y especie de esperanzas de las altas montañas de la Hispaniola (Orthoptera: Tettigoniidae: Pseudophyllinae: Polyancistrini)

Daniel E. Perez-Gelabert

Integrated Taxonomic Information System (ITIS) and Department of Entomology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, P.O. Box 37012, Washington, DC 20013-7012, USA; perezd@si.edu.  
 orcid.org/0000-0003-3270-9551.

ABSTRACT

The new genus and species of Polyancistrini katydids *Tainacanthus ferox* **gen. nov.**, **sp. nov.** is described from specimens collected in the highest mountains of the Dominican Republic, island of Hispaniola. This is the third genus of Polyancistrini known from Hispaniola and the seventh genus of the tribe. *Tainacanthus* is distinctive due to the unique architecture of its pronotum, which is a large and bulbous shield with an extended metazona that covers and protects the stridulatory apparatus surrounded by a relatively small number of large and sharp spines. Additionally, all legs are armed with larger and more robust spines than those of *Polyancistrus* Audinet-Serville, 1831, its most likely closest relative. *Tainacanthus* inhabits the highest mountains of the Dominican Cordillera Central at over 2,400 m above sea level, living among hard-leaf evergreen vegetation interspersed with pine forests. The type locality is included within the Armando Bermúdez National Park, one of the most important protected areas in the Dominican Republic.

*Keywords:* Tettigonioidea, taxonomy, biodiversity, distribution, Greater Antilles, West Indies.

RESUMEN

Se describe el nuevo género y especie de esperanzas Polyancistrini *Tainacanthus ferox* **gen. nov. sp. nov.**, a partir de especímenes colectados en las montañas más altas de la República Dominicana, isla de la Hispaniola. *Tainacanthus* es el tercer género conocido de Polyancistrini de la Hispaniola y el séptimo género de la tribu. *Tainacanthus* se distingue por la arquitectura única de su pronoto, el cual es un escudo grande y bulboso con metazona extendida que cubre y protege el aparato estridulador, rodeado por unas pocas espinas grandes y puntiagudas. Adicionalmente, todas sus patas son armadas con espinas más grandes y robustas que en *Polyancistrus* Audinet-Serville, 1831, su probable pariente más cercano. *Tainacanthus* habita las montañas más altas de la Cordillera Central Dominicana por encima de 2,400 m sobre el nivel del mar, viviendo entre vegetación perenne de hojas gruesas entremezclada con bosques de pino. La localidad tipo se incluye dentro del Parque Nacional Armando Bermúdez, una de las áreas protegidas más importantes de República Dominicana.

*Palabras clave:* Tettigonioidea, taxonomía, biodiversidad, distribución, Antillas Mayores, Indias Occidentales.

## INTRODUCTION

The Pseudophyllinae with just over one thousand species are the second most diverse group of katydids after the Phaneropterinae (Gwynne, 2001). These katydids are differentiated from other subfamilies of Tettigoniidae by having front tibiae without terminal spines above, an open auditory tympanum and antennal scrobes or pits with the margins raised or produced (Bruner, 1915). Pseudophyllines are predominantly found in tropical habitats and appear to be most diverse in the New World tropics. Although usually large, morphologically they encompass a variety of forms and colorations, including species that mimic leaves, bark or other background, also including brachypterous species with reduced wings (Gwynne, 2001). The Orthoptera Species File online database (Cigliano *et al.*, 2018) includes 20 tribes within the Pseudophyllinae. The tribe Polyancistrini Brunner von Wattenwyl, 1878 are medium-sized to large (25–50 mm) and heavy katydids, characterized by having a robust body, most often with markedly reduced wings and a pronotum that extends over the base of the tegminae in both sexes.

Hitherto this tribe was comprised of six genera: *Polyancistrus* Audinet-Serville, 1831 and *Spelaeala* Rehn, 1943 from Hispaniola, *Sagephorus* Redtenbacher, 1895 from Mexico, *Polyancistroides* Rehn, 1901 from Cuba, *Camposiella* Hebard, 1924 from Ecuador, and *Spinapecta* Naskrecki & Lopes-Andrade, 2005, from Brazil. *Tainacanthus* **gen. nov.** like *Spelaeala* and most of the species of *Polyancistrus* has very reduced scale-like or lobate tegminae that form a bulbous stridulatory apparatus covered by a shield-like expansion of the pronotum in both sexes. *Tainacanthus* **gen. nov.** is endemic to the high mountains (over 2,400 m above sea level) of the Cordillera Central of Hispaniola. A list of the Greater Antillean species is shown in Table I.

The first Hispaniolan Polyancistrini was described by Palisot de Beauvois (1805) as *Locusta serrulata*, later transferred to the newly proposed genus *Polyancistrus* Audinet-Serville (1831). The genus *Polyancistrus* was reviewed by Rehn (1936) using a sample of 79 specimens from Haiti and the Dominican Republic gathered from various North American museum collections. Rehn (1936) described five additional species, most of them having marked wing reduction. Subsequently, Rehn (1943) described the smaller and nearly apterous genus *Spelaeala*, based on a small series of seven specimens that included two species, both also from the Cordillera Central of the Dominican Republic. The most recent addition to the Polyancistrini is the genus *Spinapecta* from southeastern Brazil (Naskrecki & Lopes-Andrade, 2005), which significantly expanded the geographical range of the tribe.

In this paper, I describe and illustrate the seventh known genus of the tribe Polyancistrini and the third known from the Caribbean island of Hispaniola. Comments are included on its song, together with observations on its habitat and behavior.

## OBJECTIVE

- To provide the taxonomic description of a new genus and species of Polyancistrini katydids from high mountain localities in the Dominican Republic.

Table I. List of the Greater Antillean Polyancistrini species

Species	Island	References
Genus <i>Polyancistrus</i> Audinet-Serville, 1831		
<i>Polyancistrus serrulatus serrulatus</i> (Palisot de Beauvois, 1805)	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus serrulatus oreiotes</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus atlas atlas</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus atlas pilanus</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus loripes</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus darlingtoni</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus abbotti</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
<i>Polyancistrus gerulus</i> Rehn, 1936	Hispaniola	Rehn (1936)
Genus <i>Spelaeala</i> Rehn, 1943		
<i>Spelaeala bondi</i> Rehn, 1943	Hispaniola	Rehn (1943)
<i>Spelaeala scobina</i> Rehn, 1943	Hispaniola	Rehn (1943)
Genus <i>Tainacanthus</i> n. g.		
<i>Tainacanthus ferox</i> n. sp.	Hispaniola	This work
Genus <i>Polyancistroides</i> Rehn, 1901		
<i>Polyancistroides carcinus</i> Rehn, 1937	Cuba	Rehn (1937)
<i>Polyancistroides xanthicles</i> Rehn, 1937	Cuba	Rehn (1937)
<i>Polyancistroides gundlachii</i> (Bólvivar, 1884)	Cuba	Rehn (1937)

## MATERIALS AND METHODS

From 2002–2004 we carried out a project to survey the Hispaniolan orthopteroid insects of the Dominican Republic. A total of 280 localities covering a large portion of the Dominican geography were sampled. These collections afforded two opportunities to visit the highest central mountains in which specimens of *Tainacanthus* were collected. Katydidids were located tracking their intermittent songs and were collected with the help of an entomological net. For better preservation, the abdominal contents of the first series of specimens were taken out and their abdomens refilled with small pieces of napkins. Specimens of the second series were not gutted, as this did not appear to be necessary for good preservation. The stridulatory apparatus was examined in a comparative manner by partially dismembering one male and one female of each genus of Hispaniolan Polyancistrini.

Photographs were taken using the Visionary Digital (TM) BK Lab imaging system outfitted with a Canon Mark II 5D. Scanning electron micrographs (SEMs) were obtained using a Hitachi TM 3000 microscope. For improved conductivity and better SEM imaging of the specimens, these were coated with a thin layer of gold/palladium alloy.

Body measurements (except for the interocular distance measured with a scale under a stereoscope) were made using a digital fractional caliper with resolution to 0.01 mm. The body and pronotum length were measured on the dorsal midline, while the hind femur and tibia length were measured along the side. Locality data are given as they appear on the labels. In our project labels, the designation RD-046 represented the locality number [i.e., República Dominicana - #046].

### Specimen depositories

ANSP– Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Pennsylvania. IIBZ– Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Dominican Republic. MNHNSD– Museo Nacional de Historia Natural, Santo Domingo, Dominican Republic. MSUC– Montana State University Collection, Bozeman, Montana. USNM– United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.

## RESULTS

### Taxonomy

Family Tettigoniidae Krauss, 1902

Subfamily Pseudophyllinae Burmeister, 1838

Tribe Polyancistrini Brunner von Wattenwyl, 1878

***Tainacanthus*** Perez-Gelabert, **gen. nov.**

(Figs. 1–30)

*Diagnosis.* Distinguished from its apparent closest relative (*Polyancistrus*) by both sexes having a larger pronotum which is heavily armed around its margins by few, sharp and strong spines; legs with femora armed with spines only ventrally. Female ovipositor a short and relatively thick sword that curves gently upwards and tapers to a fine tip. The coloration of both sexes is a combination of light/dark brown and camouflage green. This coloration is unique to *Tainacanthus*, as *Polyancistrus* and *Spelaeala* are most commonly reddish brown and less often dark green. Some individuals of these last two genera show a combination of green and brown.

*Diagnosis (In Spanish).* Distinguible de su aparente pariente más cercano (*Polyancistrus*) por ambos sexos tener un pronoto grande el cual es fuertemente armado en sus márgenes por unas pocas espinas, agudas y fuertes; patas con fémures armados con espinas solo ventralmente. Ovipositor de la hembra una espadita corta y relativamente gruesa que curva suavemente hacia arriba y se hace angosta hasta terminar en punta fina. La coloración de ambos sexos es una combinación de castaño claro/oscurito y verde camuflaje. Esta coloración es única de *Tainacanthus*, ya que *Polyancistrus* y *Spelaeala* son más comúnmente castaño rojizo y menos frecuentemente verde oscuro. Algunos individuos machos de estos últimos dos géneros presentan una combinación de verde y castaño.

*Description.* See species description below.

*Type species.* *Tainacanthus ferox* Perez-Gelabert **sp. nov.**, by original designation.

*Etymology.* The generic name is in honor of the Taino natives of Hispaniola and the Greater Antilles, combined with *acanthus*, a Latinized form of the Greek *acanthos*, meaning “thorny”, an epithet referring to the spiny nature of these katydids. This generic name is masculine.

*Distribution.* Only known from the highest mountains of the Cordillera Central, Dominican Republic, Hispaniola.

***Tainacanthus ferox* Perez-Gelabert, sp. nov.**

(Figs. 1–30)

*Type material.* HOLOTYPE: Male, DOMINICAN REPUBLIC RD-046 La Participación, Parque Nacional Armando Bermúdez, La Vega Prov., 19°02.246'N 70°58.147'W, 17.vii.2002, D. Perez, B. Hierro, R. Bastardo. Deposited at USNM entomological collection with catalog number USNMMENT 01563335.

*Coloration.* Body color a combination of dark and light brown and camouflage green; integument not shiny but a buff brown. Epimera lighter brown than surrounding areas; dorsal surfaces of legs and abdomen cream or light brown. Outer borders of tegminae marked by a cream yellowish flattened area that is also markedly veiny. All spines on hind tibiae light brown or more rarely light green.

### **Morphology**

Both sexes robust, medium-sized katydids (28–32 mm), brachypterous, and characteristically armed with strong, sharp spines on pronotum, dorsal abdominal midline and legs (Figs. 1–4).

*Head.* Rounded, relatively small, with small globular eyes; head vertex not elevated above pronotum, with fastigium of vertex not produced forward of eyes. Face relatively flat and smooth (Fig. 5). Antennae about 1.5X the body length and bearing a spine on its proximal article. This spine is more developed in *Polyancistrus* and *Spelaeala*.

*Thorax.* Pronotum a large thickened shield extended over and completely covering the remnants of tegminae; its margins armed with few (8), sharp and strong spines that are curved down or to the sides (middle anterior spines extend up, while the two flanking spines extend out) (Fig. 11). Prosternum, mesosternum and metasternum strongly developed, each armed with short and sharp spiny corners (Fig. 10).

*Wings.* Tegminae scale-like or lobate, less than half the length of pronotum and inflated into a bulbous dome that covers the stridulatory apparatus. This dome is slightly less bulbous in females. Small remnants of the membranous wings are present under the tegminae.

*Abdomen.* Globose in outline in both sexes. Male dorsal abdominal midline marked by small spines that grow on distal end of each tergum; these spines are noticeably longer and sharper in females. Margin of 10<sup>th</sup> tergite deeply emarginated (Fig. 6).

*Legs.* Strong, more robust in males than in females; anterior, middle and posterior femora armed only on ventral margins; all tibiae armed with long and strong spines on internal, external and ventral margins. Tympanal openings very similar in both sexes, located near the top 1/5 of the tibiae, the opening elliptical, rounded at top and closing at the bottom.

*External genitalia.* Epiproct triangular. Male cerci simple and relatively small, with one small apical tooth (Fig. 6). Margin of tenth tergite with marked concavity; male subgenital plate with v-shaped incision and short styli (Fig. 7). Female ovipositor a short thick sword that gently

curves upward and tapers into a sharp point, its length just about half the length of abdomen (Figs. 2, 4, 9). This ovipositor morphology corresponds to katydids that lay their eggs within bark crevices (Gwynne, 2001).

*Stridulatory apparatus.* (Figs. 21–28) Both sexes of Polyancistrini katydids produce sounds. The sound production mechanism differs between the sexes, males have one stridulatory file located under the left tegmen made of about 80 teeth (Figs. 21–22), while females have a “stridulatory file” located dorsally on each tegmina (Figs. 23–24), consisting of a series of over 60 sclerotized pegs in each tegmina. Electron micrographs show the detailed structure of the stridulatory pegs in both sexes; those of the males are thickened and somewhat flattened teeth (Figs. 25–26), while those of the females appear as small spiny denticles with differences between the left and right sides (Figs. 27–28). Examination of individuals of both sexes in various species of Hispaniolan *Polyancistrus* and *Spelaeaala* showed that they also have a similar mechanism for sound production in both sexes.

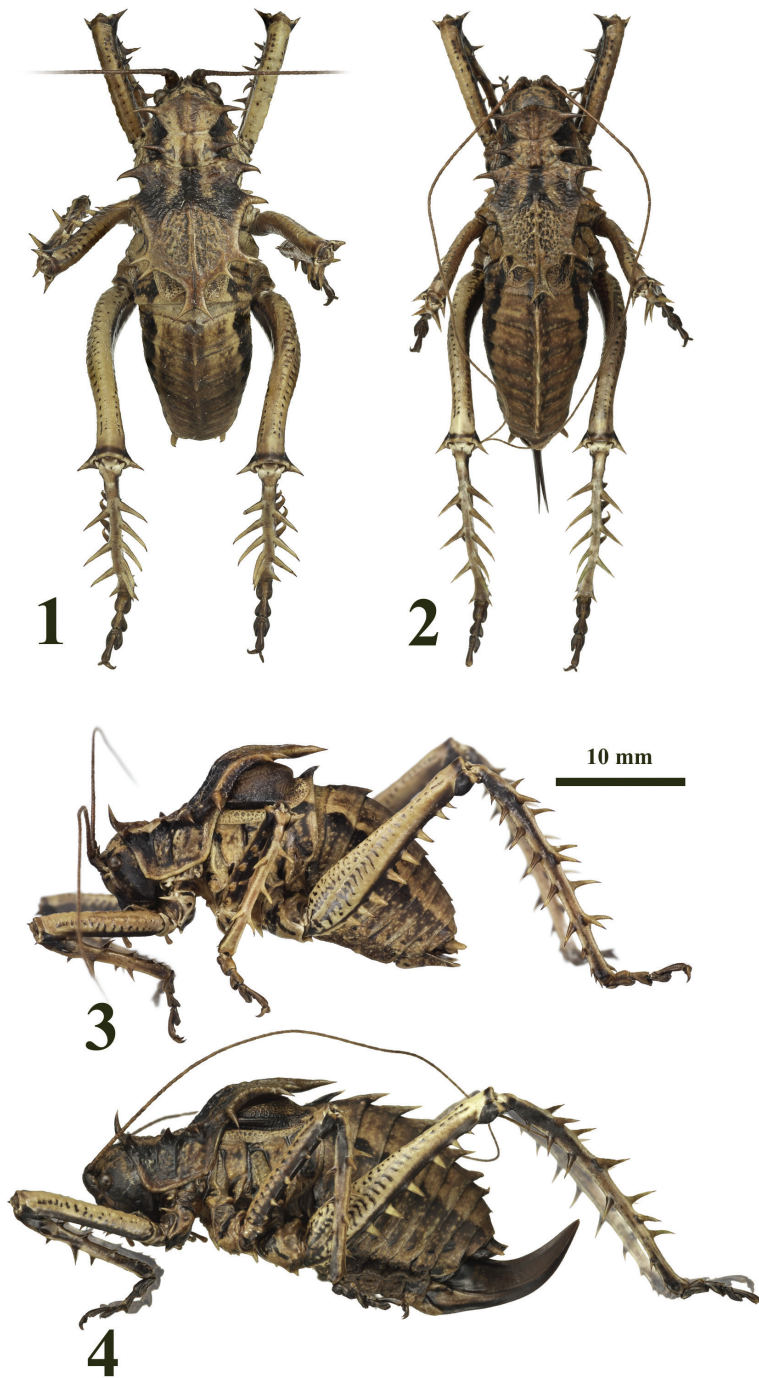
*Song.* The song of male *Tainacanthus* can be described as three (sometimes two) short and not very loud notes that are repeated intermittently every few seconds. These songs are relatively weak though it is possible to hear them from over 30 meters away. This is different from the species of *Polyancistrus*, for example, *P. serrulatus*, which can produce very loud calls which are repeated every few seconds.

*Other material examined.* ALLOTYPE: Same data as holotype, with catalog number USNMNT 01563336. PARATYPES: 12 males 5 females and 3 juvenile males, same data as holotype (ANSP, USNM, MNHNSD, IIBZ). 15 males 9 females, DOMINICAN REPUBLIC RD-254 La Compartición, P[arque] N[acional] Armando Bermúdez, La Vega Prov., 2,450 m, 1-2. vii.2004, D. Perez (d[ay]/n[ight]) (USNM, ANSP, NMNH, MHND, IIBZ). 1 female, DOMIN. [ICAN] REP.[UBLIC] Santiago, Par.[que] Nac.[ional] Armando Bermudez N.[orth] slope of La Pelona 09 July 1992, sweeping veg 2425 m, M. A. & R. O. Ivie (MSUC). 2 males, same locality as type, but 04/xi/2012, cols. D. Perez, C. Ramírez (IIBZ).

*Measurements (in mm).* 5 males: BL (Body length: Head to end of abdomen) Mean = 28.66, range = 27.69–32.20; PL (Pronotum length): Mean = 15.73, range = 15.05–16.55; HFL (Hind femur length): Mean = 17.36, range = 16.59–18.35; TI (Tibia length): Mean = 20.50, range = 19.59–21.91. 5 females: BL (Body length): Mean = 29.92, range = 25.69–33.03; PL (Pronotum length): Mean = 15.66, range = 15.08–16.32; HFL (Hind femur length): Mean = 17.89, range = 16.14–18.91; TI (Tibia length): Mean = 21.02, range = 20.63–21.71; OVI (Ovipositor length): Mean = 12.64, range = 12.27–13.03.

*Etymology.* *Ferox*, referring to the threatening appearance given by the spiny armature of these katydids. In fact, they are very shy and gentle insects with slow deliberate movements. Their main defense strategy when threatened is to drop from their perch and try to be invisible among the underbrush.

*Habitat.* The flora and vegetation of the Pico Duarte area was characterized by Zanoni (1993). The area of La Compartición is located at 2,450 m above sea level. At this high elevation, the vegetation is pine forest (*Pinus occidentalis* Sw.) interspersed with a lower stratus of hard evergreen shrubs, commonly *Myrica picardae* Krug & Urb. (Myricaceae), *Lyonia heptamera* (Ericaceae), the bunch grass (*Danthonia domingensis* Hack. & Pilg.) (Poaceae), ferns and lichens (Figs. 29–30). Other shrubs characteristic of the understory are *Myrsine coriacea* (Sw.) (Myrsinaceae), *Ilex tuerkheimii* Loes (Aquifoliaceae), *Baccharis myrsinites* (Lam.) (Asteraceae) and *Garrya fadyeni* Hook (Garryaceae).



Figures 1–4. Habitus pictures of *Tainacanthus ferox* gen. nov., sp. nov. 1, male (dorsal). 2, female (dorsal). 3, male (lateral). 4, female (lateral).



8

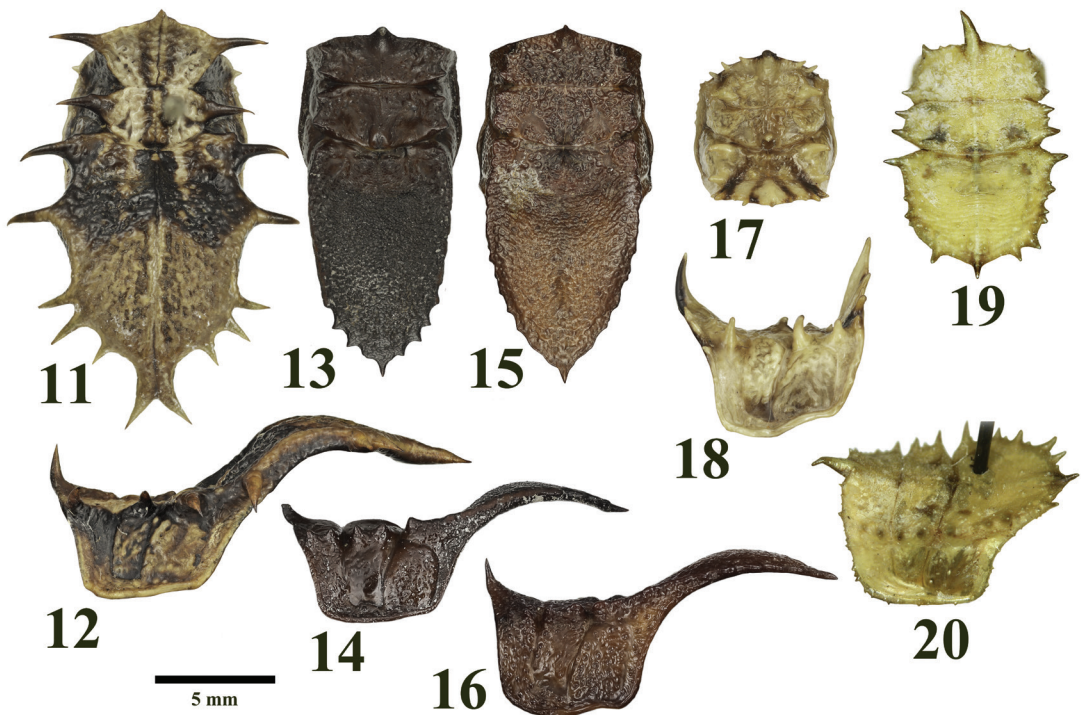
9

Figures 5–9. Morphology of several body parts of *Tainacanthus ferox* gen. nov., sp. nov. 5, face of male. 6, male abdominal end. 7, male subgenital plate (ventral). 8, male and female tympana on forelegs (lateral and medial views). 9, female subgenital plate and ovipositor (ventral).





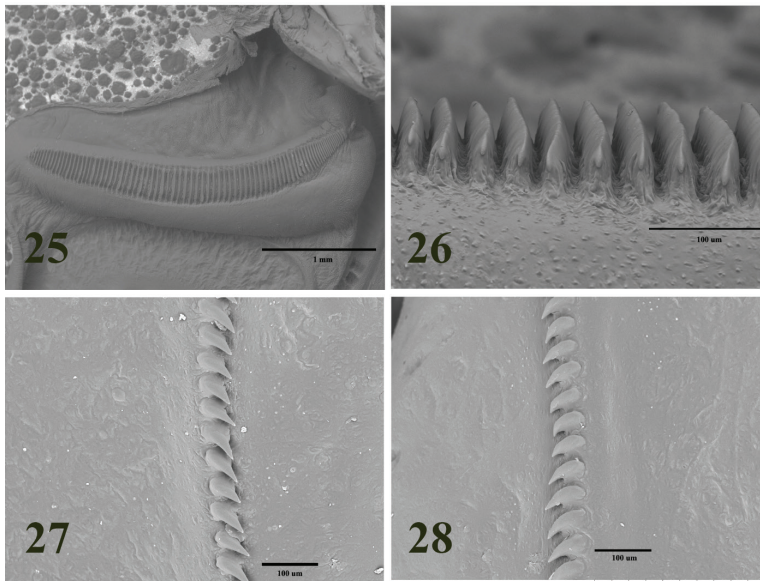
Figure 10. Morphology of the thorax (ventrally) *Tainacanthus ferox* gen. nov., sp. nov.



Figures 11–20. Comparison of pronotal morphology across the genera of Caribbean Polyancistrini (dorsal and lateral views). 11 and 12, *Tainacanthus* gen. nov. 13–16, *Polyancistrus*. 17–18, *Spelaeala*. 19–20, *Polyancistroides*.



Figures 21–24. Stridulatory apparatus in both sexes of *Tainacanthus ferox* **gen. nov., sp. nov.** 21, right and left tegmen of male, 22, detail of the male stridulatory file. 23, right and left tegmen of female. 24, detail of the female stridulatory apparatus in the anal field of both wings.



Figures 25–28. SEM of male and female stridulatory structures of *Tainacanthus ferox* **gen. nov., sp. nov.** 25, stridulatory file located under right tegmen. 26, detail of some stridulatory teeth in the male file under high magnification. 27 and 28, detail of female stridulatory teeth on left and right tegmens.



Figures 29–30. Two views of the vegetation at the type locality of La Compartición, Parque Nacional Armando Bermúdez.

At night katydids persistently called from protected sites within the shrubs always perched at heights of less than two meters above the ground, becoming silent when approached. One of the main physical features of this environment are the cold temperatures typical of these high elevations in Hispaniola. Nights can be very cold and winter temperatures can reach 0 °C. Among the parasites of pseudophyllines in Hispaniola, Perez-Gelabert and Grogan (1999) documented the ceratopogonid (Diptera) *Forcipomyia (Microhelea) tettigonaris* Wirth and Castner, as a sporadic ectoparasite of juvenile *Polyancistrus* and *Spelaeala* at two lower elevation sites of the Cordillera Central. The same parasitism was later observed on a juvenile *Polyancistrus* in Sierra de Bahoruco. Juvenile individuals which have a softer integument are always the ones affected with this parasitism. Other possible predators of these katydids are birds and bats, but their populations at high elevations are likely to be much smaller than at lower areas. Probably the current biggest predation threat to these katydids are the rats (*Rattus rattus* L.) that have followed human visitors and their food up these mountains. Sikes and Ivie (1995) reported the probable predation by rats of the endemic butterfly *Anetia briarea* at aggregation sites in the Pico Duarte area. No rats were seen at the park quarters of La Participación during a first visit to Pico Duarte in 1987, but these were an obvious nuisance at the shelter in the 1990's and 2000's.

#### KEY TO THE GENERA OF WEST INDIAN POLYANCISTRINI (BOTH SEXES)

- 1A. Pronotum relatively small, saddle-shaped surrounded by small spines with metazona not much extended caudad over the tegminae (stridulatory apparatus). Figures 17–18. Dorsal surface of anterior femora with several rows of spines.....*Spelaeala*
- 1B. Pronotum relatively large, saddle-shaped with metazona markedly extended caudad over the tegminae (stridulatory apparatus). Dorsal surface of anterior femora without spines.... ..... 2
- 2A. Metazona not much developed and not bulbous, remnants of tegminae not covered by the pronotum (Figs. 19–20). Distributed in Cuba .....*Polyancistroides*
- 2B. Metazona well-developed and markedly bulbous, remnants of tegminae covered by the pronotum. Distributed in Hispaniola ..... 3
- 3A. Pronotal margins marked by many small denticles (Figs. 13, 15)..... *Polyancistrus*
- 3B. Pronotal margins marked by few but large and sharp spines (Fig. 11).... .....  
.....*Tainacanthus* **gen. nov.**

#### DISCUSSION

The general shape and size of the pronotum in *Tainacanthus* appears most like that of *Polyancistrus*, suggesting that it may be its closest relative. *Spelaeala* and the Cuban *Polyancistroides* share the feature of a metazona that is not much extended backwards (Figs. 17–20). Future work will review the taxonomy of both *Polyancistrus* and *Spelaeala* additionally incorporating molecular data.

The evolutionary history of the Polyancistrini katydids is likely as complex as the geological history of the Caribbean landmasses in which they evolved. Having relatively isolated extant representatives in Mexico, Ecuador and Brazil, besides those in the Greater Antilles, indicates that the group probably had a greater diversity and wider geographic range in the past than at present. An ancestor Polyancistrini likely colonized the islands from Central or South America early

in the evolution of the Antillean archipelago. The island environment may have provided a refugium for these katydids, which free from the likely stronger competition and predation pressures experienced in the continent, eventually evolved into three genera in Hispaniola. The Greater Antilles as islands and Antillean faunal lineages are thought to be younger than Middle Eocene (about 35 million years old) (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1999). The early terrestrial connection of northern Hispaniola to eastern Cuba during the Miocene must have led to the expansion of Polyancistrini into that island and the evolution of the Cuban genus *Polyancistroides*. A more detailed comparative study and a molecular phylogeny of the Polyancistrini would reveal the relationships within the Caribbean genera, the relationships to their relatives in the continental areas and possibly important details about the evolutionary history of the group.

The phenomenon of female to male communication via sounds in katydids does not seem to have been much explored although it appears to be common among pseudophyllines (Gwynne, 2001). This occurs in the Hispaniolan Polyancistrini and it is a phenomenon that deserves more attention.

The katydid fauna of Hispaniola is still not well-known. The checklist of Hispaniolan arthropods (Perez-Gelabert, 2008) included 22 species of Tettigoniidae classified into four subfamilies (Conocephalinae, Meconematinae, Phaneropterinae and Pseudophyllinae). Two additional species, *Erechthis gundlachi* Bolívar, a species shared with Cuba and *Pyrgocorypha uncinata* (Harris), also found in Cuba and the eastern United States, were among the last additions to the katydid fauna (Perez-Gelabert, 2014). The species *Erechthis ayiti* (De Luca & Morris, 2016), was later described from Haiti and the Dominican Republic. Most recently, Yong (2019) added two other species from Dominican Republic. Thus, including *Tainacanthus ferox* **gen. nov.**, **sp. nov.** only 28 species of Tettigoniidae have so far been recorded from Hispaniola, although the finding of several additional undescribed genera and species already shows that this fauna is much more diverse. Despite the extensive damage to the forests of Haiti, additional katydids will also be discovered in Haiti, where very few Orthoptera specimens have been collected. Targeted efforts are necessary to obtain specimens and characterize these rare taxa.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my gratitude to Michael A. Ivie (Montana State University, Bozeman) who loaned me the first specimen of *Tainacanthus*, thus revealing the existence of these remarkable katydids. In Santo Domingo, biologists Brígido Hierro and Denia Veloz (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales), Ruth Bastardo (Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas), and Sardis Medrano (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) participated of the Hispaniolan Orthopteroids Project contributing with field work, laboratory assistance and companionship during many arduous days in the field. I am also grateful to Daniel Otte (Academy of Natural Sciences of Philadelphia) for access to the Academy collection and for pictures of *Polyancistroides*. Karolyn Darrow (National Museum of Natural History, Smithsonian Institution) expertly produced the specimen pictures. Scott Whittaker (National Museum of Natural History, Smithsonian Institution) assisted with the SEM images. Brígido Peguero (Jardín Botánico Nacional, Santo Domingo) and Ruth Bastardo helped with botanical data, especially the identification of the plant *Myricae picardae*. Fieldwork during the Orthopteroids Project in the Dominican Republic was made possible by funds of the National Science Foundation project DEB-0103042.

## LITERATURE CITED

- Audinet-Serville, J. G. 1831. Revue méthodique des insectes de l'ordre des orthoptères. *Annales des Sciences Naturelles*, 22: 134–167.
- Bruner, L. 1915. Notes on tropical American Tettigonioida (Locustodea). *Annals of the Carnegie Museum*, 9: 284–404.
- Cigliano, M. M., H. Brown, D. C. Eades, & D. Otte, 2018. Orthoptera Species File online (OSF). Version 5.0/5.0. Available from: <http://orthoptera.speciesfile.org/HomePage/Orthoptera/HomePage.aspx>. (Accessed: January 2018).
- De Luca, P. A. & K. G. Morris. 2016. *Erechthis* katydids (Tettigoniidae: Conocephalinae) in the Caribbean: new species from The Bahamas and Hispaniola. *Journal of Orthoptera Research*, 25: 49–59.
- Gwynne, D. T. 2001. *Katydids & Bush-Crickets: Reproductive Behavior and Evolution of the Tettigoniidae*. Cornell University Press, Ithaca, 317 pp.
- Iturralde-Vinent, M. A. & R. D. E. MacPhee. 1999. Paleogeography of the Caribbean Region: implications for Cenozoic biogeography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 238: 1–95.
- Naskrecki, P. & C. Lopes-Andrade. 2005. A new genus and species of katydids of the tribe Polyancistrini (Orthoptera: Tettigoniidae: Pseudophyllinae) from Brazil, an apparent pest of *Eucalyptus* plantations. *Zootaxa*, 952: 1–8.
- Palisot de Beauvois, A. M. F. J. 1805. *Insectes Recueillis en Afrique et en Amérique, dans les royaumes d'Oware et de Benin, a Saint-Domingue et dans les Etats-Unis, pendant les années 1786–1797*. Imprimerie de Fain et Cie., 276 pp., 90 pls.
- Perez-Gelabert, D. E. 2008. Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): a checklist and bibliography. *Zootaxa*, 1831: 1–530.
- Perez-Gelabert, D. E. 2014. Two new records of katydids (Orthoptera: Tettigoniidae: Conocephalinae) from the Dominican Republic, Hispaniola. *Novitates Caribaea*, 7: 28–36.
- Perez-Gelabert, D. E. & W. L. Grogan, Jr. 1999. *Forcipomyia (Microhelea) tettigonaris* (Diptera: Ceratopogonidae) parasitizing katydids (Orthoptera: Tettigoniidae) in the Dominican Republic. *Entomological News*, 110: 311–314.
- Rehn, J. A. G. 1936. The Hispaniolan genus *Polyancistrus* (Orthoptera, Tettigoniidae, Pseudophyllinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 62: 271–316.
- Rehn, J. A. G. 1937. The Cuban genus *Polyancistroides* (Orthoptera: Tettigoniidae, Pseudophyllinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 63: 333–345.
- Rehn, J. A. G. 1943. A new genus and two new species of Hispaniolan Pseudophyllinae (Orthoptera: Tettigoniidae). *Notulae Naturae*, 125: 1–14.
- Sikes, D. S. & M. A. Ivie. 1995. Predation of *Anetia briarea* Godart (Nymphalidae: Danainae) at aggregation sites: A potential threat to the survival of a rare montane butterfly in the Dominican Republic. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 49: 223–233.

- Yong, S. 2019. Three new genera and four new species of katydids (Orthoptera: Tettigoniidae) from Cuba and Hispaniola, Greater Antilles. *Ecologica Montenegrina*, 20: 222–256.
- Zanoni, T. A. 1993. La flora y la vegetación del Pico Duarte y la Loma La Pelona, República Dominicana. *Moscosa*, 7: 1–14.

[Recibido: 28 de junio, 2019. Aceptado para publicación: 10 de octubre, 2019]

## ESPECIE NUEVA DE *EPIMERIA* (AMPHIPODA, EPIMERIIDAE) DEL GOLFO DE PANAMÁ

### New species of *Epimeria* (Amphipoda: Epimeriidae) from the Gulf of Panama

Carlos Varela

Department of Biological Sciences, Biscayne Bay Campus, Florida International University, USA; varela06@gmail.com;  
 [orcid.org/0000-0003-3293-7562](https://orcid.org/0000-0003-3293-7562).

#### RESUMEN

Se describe una especie nueva perteneciente al género *Epimeria* de material colectado durante la expedición del B/I John Elliott Pillsbury en las aguas profundas del Golfo de Panamá. Esta nueva especie puede ser distinguida de las otras especies del género por la combinación de los siguientes caracteres: rostro largo, alcanza la mitad del artejo 2 de la antena 1; ojos ausentes; coxopodito 4 con margen anteroventral casi recto dirigido hacia abajo; coxopodito 5 con esquina posteroventral puntiaguda extendiéndose hasta el pleonito 2; pleonitos 5–7 con dientes mediodorsales agudos dirigidos hacia atrás; margen posterior del telson, liso. Este es el primer registro de un representante de la familia Epimeriidae para el Golfo de Panamá.

*Palabras clave:* Crustacea, Amphipoda, Epimeriidae, *Epimeria*, aguas profundas, Golfo de Panamá.

#### ABSTRACT

A new species of the genus *Epimeria* is described based on material collected in the expedition of the R/V John Elliott Pillsbury to the deep waters of the Gulf of Panama. This new species could be distinguished of the others in the genus by the combination of several characters including: rostrum long, reaching the half of the second article of the antenna 1; eyes absent; coxopodite 4 with anteroventral margin almost straight down; coxopodite 5 with posteroventral corner elongated backwards, reaching the pleonite 2; pleonites 5–7 with dorsomedial acute teeth directed backwards; posterior margin of the telson, smooth. This is the first record of a member of the family Epimeriidae for the Gulf of Panama.

*Keywords:* Crustacea, Amphipoda, Epimeriidae, *Epimeria*, deep waters, Gulf of Panama.

#### INTRODUCCION

Los representantes de la familia Epimeriidae exhiben una amplia distribución que abarca prácticamente todos los océanos, habitando ambientes bentónicos fangosos a profundidades de entre 48 y 3710 metros (Winfield *et al.*, 2013). Este taxon es considerado uno de los más emblemáticos del océano austral, donde su riqueza de especies y su diversidad morfológica son mayores que en cualquier otra región marina (d’Udekem d’Acoz y Verheye, 2017). Este género ha sido ampliamente estudiado en los últimos 5 años, en los que se han descrito 38 especies (Coleman y Lowry, 2014; Lörz y Coleman, 2014; Varela y García-Gómez, 2015; Shimomura y Tomikawa, 2016; d’Udekem d’Acoz y Verheye, 2017; Beerman *et al.*, 2018; Verheye *et al.*, 2018). Estudio de material perteneciente a la familia Epimeriidae depositado en el Museo de Invertebrados Marinos de Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS) permitió encontrar una especie del género *Epimeria* aún no descrita. Esta es la primera cita de la familia Epimeriidae para las aguas del Golfo de Panamá.



## OBJETIVO

- Describir una especie nueva de anfípodo del género *Epimeria* recolectado en las aguas profundas del Golfo de Panamá, Panamá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado fue producto de los viajes de exploración del buque de investigación de la Universidad de Miami, B/I John Elliott Pillsbury en la década de los años 60. Las muestras fueron obtenidas usando una rastra Otter. El ejemplar fue estudiado bajo el microscopio estereoscópico y las ilustraciones se realizaron con un microscopio clínico con cámara lúcida acoplada. Para la terminología y el sistema de clasificación se ha seguido a Lowry y Myers (2017).

El material ha sido depositado en el Museo de Invertebrados Marinos de RSMAS, UMML 32.10270.

## RESULTADOS

### Taxonomía

Orden Amphipoda Latreille, 1816  
Suborden Amphilochidea Boeck, 1871  
Infraorden Amphilochida Boeck, 1871  
Parvorden Amphilochidira Boeck, 1871  
Superfamilia Amphilochoidea Boeck, 1871  
Familia Epimeriidae Boeck, 1871  
*Epimeria panamensis* **sp. nov.**

(Figs. 1–4)

*Diagnosis:* Rostro largo, alcanza la mitad del artejo 2 de la antena 1. Ojos ausentes. Coxopodito 4 con margen anteroventral casi recto dirigido hacia debajo. Coxopodito 5 con esquina posteroventral puntiaguda extendiéndose hasta el pleonito 2. Pleonites 5–7 con dientes mediodorsales agudos dirigidos hacia atrás. Margen posterior del telson liso.

*Diagnosis (In English):* Rostrum long, reaching the half of the second article of the antenna 1. Eyes absent. Coxopodite 4 with anteroventral margin almost straight down. Coxopodite 5 with posteroventral corner elongated backwards, reaching the pleonite 2. Pleonites 5–7 with dorsomedial acute teeth directed backwards. Posterior margin of the telson, smooth.

*Descripción del holotipo.* Hembra adulta de 23 mm de longitud. Región cefálica sinuosa, lóbulo cefálico anterior desarrollado, redondeado y poco proyectado hacia delante. Rostro tan largo como la cabeza, alcanzando casi la mitad del segundo artejo de la antena 1. Ojos ausentes. Pereonito 1 ligeramente más corto que la cabeza, medida sin el rostro, pereonito 2 subigual al pereonito 1, pereonitos del 1 al 4 carecen de procesos medio dorsales o dorsolaterales, pereonitos del 5 al 7 con procesos mediodorsales. Pleonito 1–3 cada uno con un proceso medio dorsal agudo que sobresale del segmento. Urosomito 1 con un proceso medio dorsal puntiagudo, urosomites 2–3 sin procesos medio dorsales (Fig. 1A). Antena 1 (Fig. 1B), artejo 1 del pedúnculo subigual a los artejos 2 y 3 juntos, flagelo accesorio, vestigial, en forma de escama. Antena 2 con el artejo 1 del pedúnculo con un proceso distal, artejo 2 es el más corto, artejo 3 es el más largo con setas en su porción ventral. (Fig. 1C).

Epistoma más amplio que largo. Labio superior con el margen distal ligeramente bilobulado (Fig. 1D). Labio inferior con los lóbulos internos fusionados, lóbulos externos subtriangulares, proceso mandibular subtriangular (Fig. 1E). Mandíbula derecha con 7 dientes incisivos y *lacinia mobilis* con 3 dientes (Fig. 1F), mandíbula izquierda con 7 dientes incisivos y *lacinia mobilis* con 6 dientes (Fig. 1G), molar sin superficie trituradora, margen distal con 10 setas accesorias en la derecha y 12 en la izquierda, palpo mandibular con 3 artejos, artejo 3 subigual al artejo 2. Maxila 1 con el lóbulo interno ovoide, margen distal con 15 setas plumosas, lóbulo externo con su margen distal con 11 setas robustas, el palpo excede la longitud del lóbulo externo, artejo 1 corto, artejo 2 curvado y alargado con robustas setas distales (Fig. 2A). Maxila 2, ambos lóbulos con setas largas en su porción distal, lóbulo externo con setas marginales y grupos de diminutas setas laterales y faciales (Fig. 2B). Maxilípodo con el lóbulo interno que alcanza la mitad de la longitud del lóbulo externo, con 13 robustas setas distales, lóbulo externo ampliamente redondeado distalmente, con siete robustas setas distales. Margen interno y externo de los artejos del palpo con grupos de largas setas, artejo 4 del maxilípodo con pequeños denticulos en su margen interno (Fig. 2C).

Gnatópodo 1 con coxopodito largo y delgado, subagudo ventralmente, basipodito linear, delgado, con el margen ventral irregular en el medio, margen posterior con numerosas setas; isquiopodito corto, con setas distales en el margen posterior; carpopodito ligeramente más corto que el isquiopodito, con setas largas en el margen posterior; meropodito casi tan largo como el propodito, con el margen posterior irregular con grupos de setas, propodito ligeramente expandido distalmente con grupos de setas en el margen posterior, subdistal y proximal, con una seta robusta subdistal y dos en la parte inferior de la palma; dactilopodito delgado, ligeramente curvado, liso, sobresaliendo ligeramente del ángulo de la palma, la palma y margen interno del dactilopodito están finamente aserradas (Fig. 2D).

Gnatópodo 2 con coxopodito más ancho que el coxopodito 1, ventralmente triangular, artejos del basipodito al propodito similares en forma a los del gnatópodo 1, excepto por la longitud, número y posición de algunas setas, la palma y margen interno del dactilopodito están finamente aserradas (Fig. 2E).

Pereópodo 3 con coxopodito ligeramente más largo que el coxopodito 2, basipodito linear, delgado, los 2/3 proximales del margen anterior y el margen posterior con setas cortas y dispersas, carpopodito es más largo que el meropodito, con tres setas pequeñas dispersas en el margen distal anterior, meropodito y propodito subiguales, ambos delgados, dactilopodito delgado, curvado y es casi la mitad de la longitud del propodito (Fig. 3A).

Pereópodo 4 con coxopodito mucho más largo que el coxopodito 3 y es casi tan ancho como los coxopoditos 2 y 3 juntos, margen anterior sinuoso, ligeramente convexo, se curva ventralmente hacia abajo, margen posterior dividido en una profunda muesca redondeada, seguida por un proceso agudo posteroventral insertado en una abertura subcircular en el margen anterior del coxopodito 5, basipodito grueso, distalmente amplio, isquiopodito corto, carpopodito largo y delgado, meropodito más corto que el carpopodito, propodito casi tan largo como el meropodito, ligeramente curvado, dactilopodito delgado, ligeramente curvado (Fig. 3B).

Pereópodo 5 con coxopodito subtriangular, similar en tamaño al coxopodito 4, ángulo posterodistal fuertemente prolongado en forma puntiaguda, con su extremo alcanzando el primer tercio de la placa del epímero 2, basipodito el más ancho y largo de los artejos, isquiopodito corto, carpopodito, meropodito y propodito subiguales, dactilopodito curvado (Fig. 3C). Pereópodo 6 con coxopodito subcuadrado, más pequeño que el coxopodito 5 con una proyección redondeada, basipodito expandido posteriormente, isquiopodito pequeño, carpopodito, meropodito y propodito

subiguales, dactilopodito curvado (Fig. 3D). Pereópodo 7 con coxopodito más pequeño que el coxopodito 6, basispodito expandido posteriormente, isquiopodito, meropodito carpopodito, propodito y dactilopodito similares a los del pereópodo 6 (Fig. 4A).

Urópodo 1 con el pedúnculo casi tan largo como ambas ramas, amplio distalmente, ambas ramas similares en longitud con setas cortas robustas en los márgenes (Fig. 4B). Urópodo 2 con pedúnculo más corto que ambas ramas, la rama interna es 1/5 más corta que la externa, ambas ramas con cortas setas robustas en los márgenes (Fig. 4C). Urópodo 3 con pedúnculo corto, ambas ramas similares en longitud y grosor, con cortas setas robustas en los márgenes (Fig. 4D). Epímero 1 con ángulos anteroventrales y posteroventrales ligeramente redondeados, el posteroventral es más pronunciado, epímeros 2–3 con el ángulo anteroventral redondeado, el posteroventral pronunciado (Fig. 4F). Telson 1.2 veces tan largo como ancho, con una ligera muesca media en forma de U (Fig. 4E).

*Comentarios.* *Epimeria panamensis* **sp. nov.** con los caracteres presentados a continuación. Ojos ausentes, rostrum alargado y pleonitos con dientes mediodorsales. Dentro del género, solo las siguientes especies comparten esos caracteres: *Epimeria morronei* Winfield, Ortiz y Hendrickx, 2012 del Golfo de California, México; *E. glaucosa* J. L. Barnard, 1961 del Mar de Tasmania en el Océano Pacífico y *E. concordia* Griffiths, 1977 de Sudáfrica. *Epimeria morronei* tiene el coxopodito 4 con el margen anteroventral convexo, dirigido hacia atrás, margen posterior del telson aserrado y ojos vestigiales; mientras que en *E. panamensis* **sp. nov.**, en el coxopodito 4 el margen anteroventral es casi recto y dirigido hacia abajo, margen posterior del telson no es aserrado y los ojos están ausentes. *E. glaucosa* no presenta dientes mediodorsales sobre los pereonitos, coxopodito 5 con la esquina posteroventral alargada y puntiaguda extendiéndose hasta el pleonito 1, diente mediodorsal del pleonito 1 poco desarrollado; mientras que *E. panamensis* **sp. nov.**, presenta dientes mediodorsales en los pereonitos 5–7, coxopodito 5 con el extremo posteroventral alargado y puntiagudo extendiéndose hasta el pleonito 2 y diente mediodorsal del pleonito 1 bien desarrollado. *E. concordia* el rostro es largo, alcanza el final del artejo 3 de la antena 1, coxopodito 5 con el extremo posteroventral alargado y puntiagudo extendiéndose hasta el pleonito 1, segmentos del pereon lisos dorsalmente excepto por una pequeña elevación posterior en el segmento 7; *E. panamensis* **sp. nov.**, presenta el rostro alargado que alcanza la mitad del artejo 2 de la antena 1, coxopodito 5 con esquina posteroventral puntiaguda extendiéndose hasta el pleonito 2, pleonitos 5–7 con dientes mediodorsales agudos dirigidos hacia detrás.

*Etimología.* El epíteto específico se refiere al Golfo de Panamá, lugar donde fue recolectado el espécimen.

*Tipos.* Holotipo. *Epimeria panamensis*, hembra adulta, Golfo de Panamá (Panamá), Estación (P-526) 6° 51'N y 79° 28'W, 3193–3200 metros de profundidad, el 5.v.1967, con 23 mm de largo, UMML 32.10270.

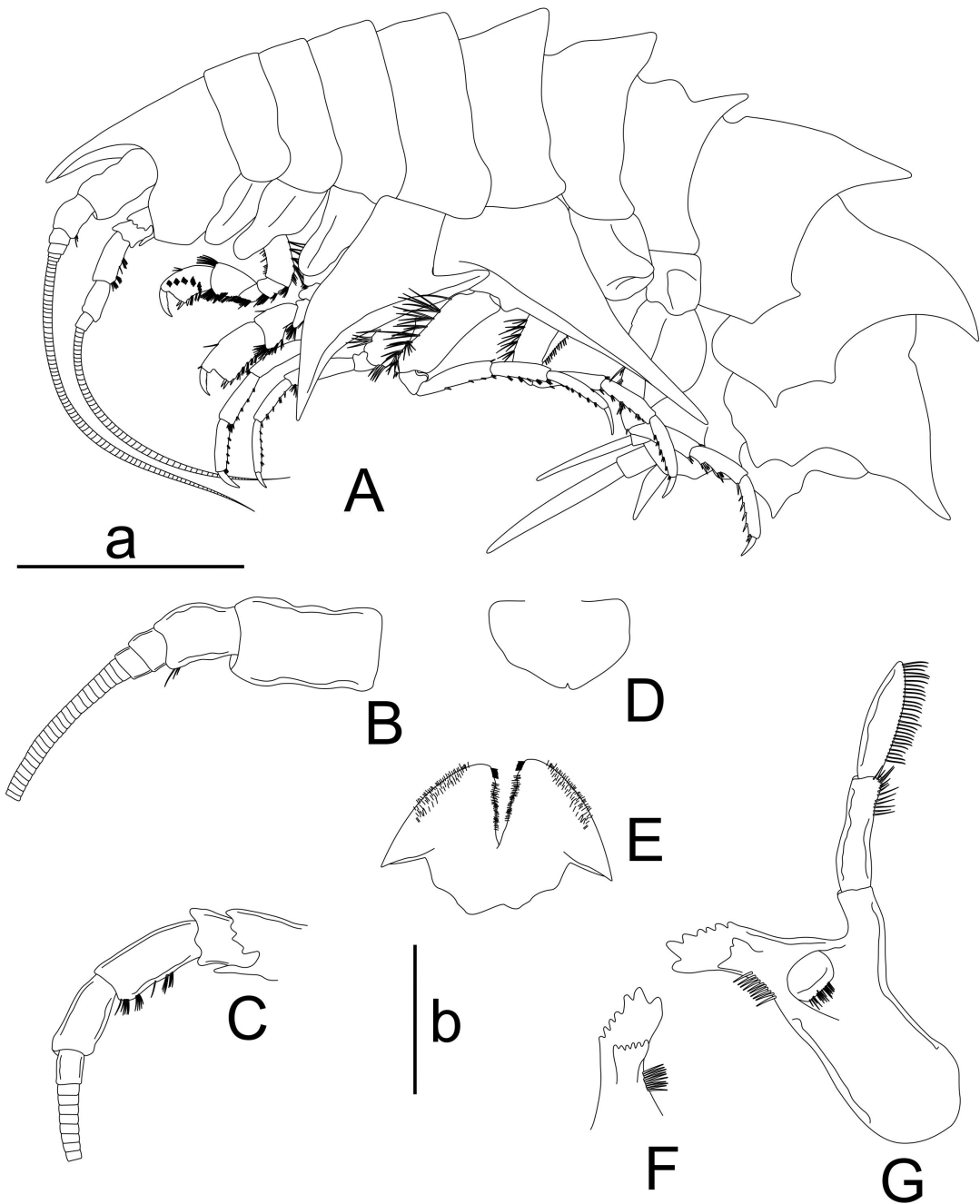


Figura 1. *Epimeria panamensis* sp. nov. Holotipo. A, vista lateral del ejemplar (a). B, antena 1 (b). C, antena 2 (b). D, labio superior (b). E, labio inferior (b). F, mandíbula derecha (b). G, mandíbula izquierda (b). Escalas: a, 50 mm; b, 10 mm.

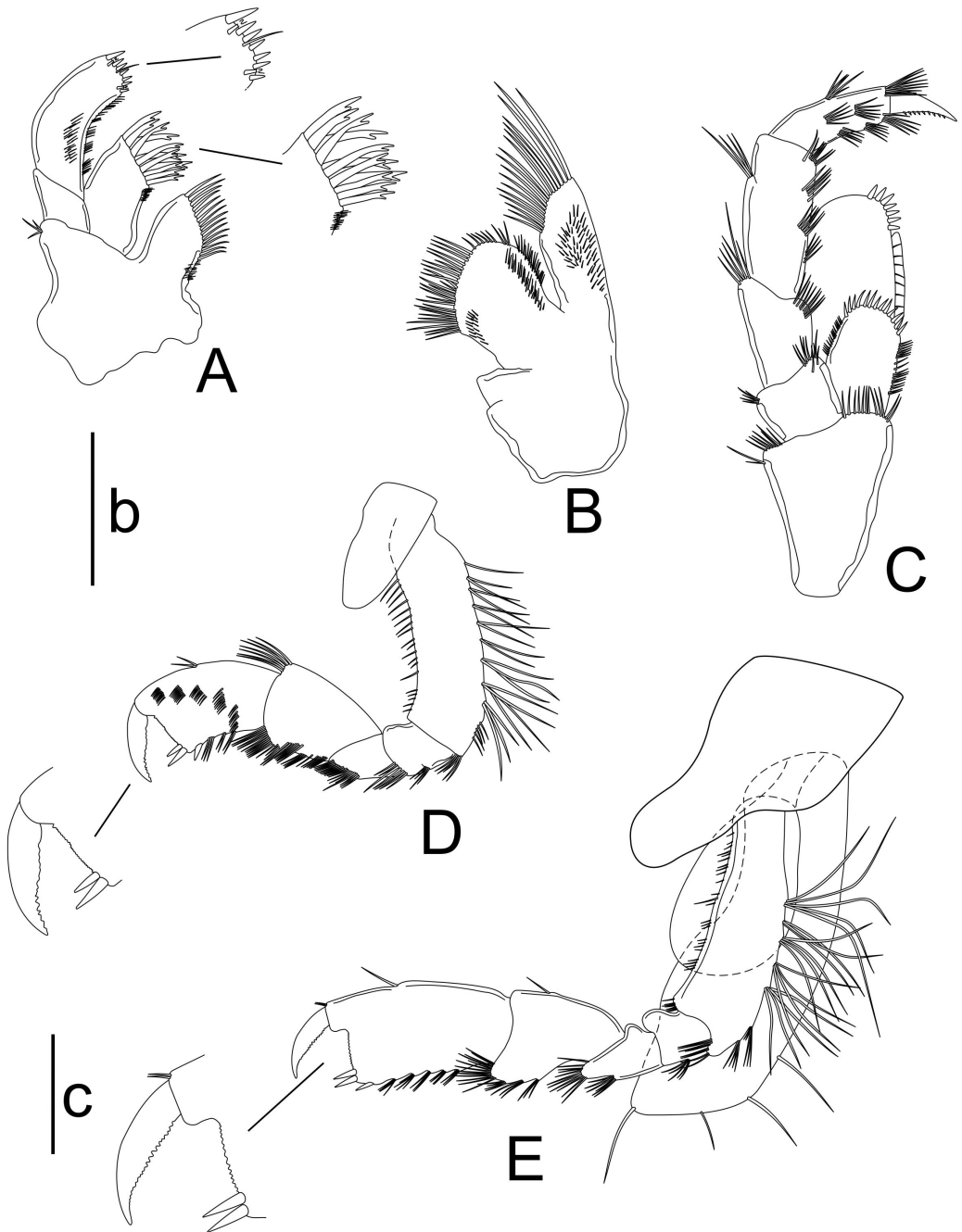


Figura 2. *Epimeria panamensis* sp. nov. Holotipo. A, maxila 1 (b). B, maxila 2 (b). C, maxilípodo (b). D, gnatópodo 1 (c). E, gnatópodo 2 (c). Escalas, b y c: 10 mm.

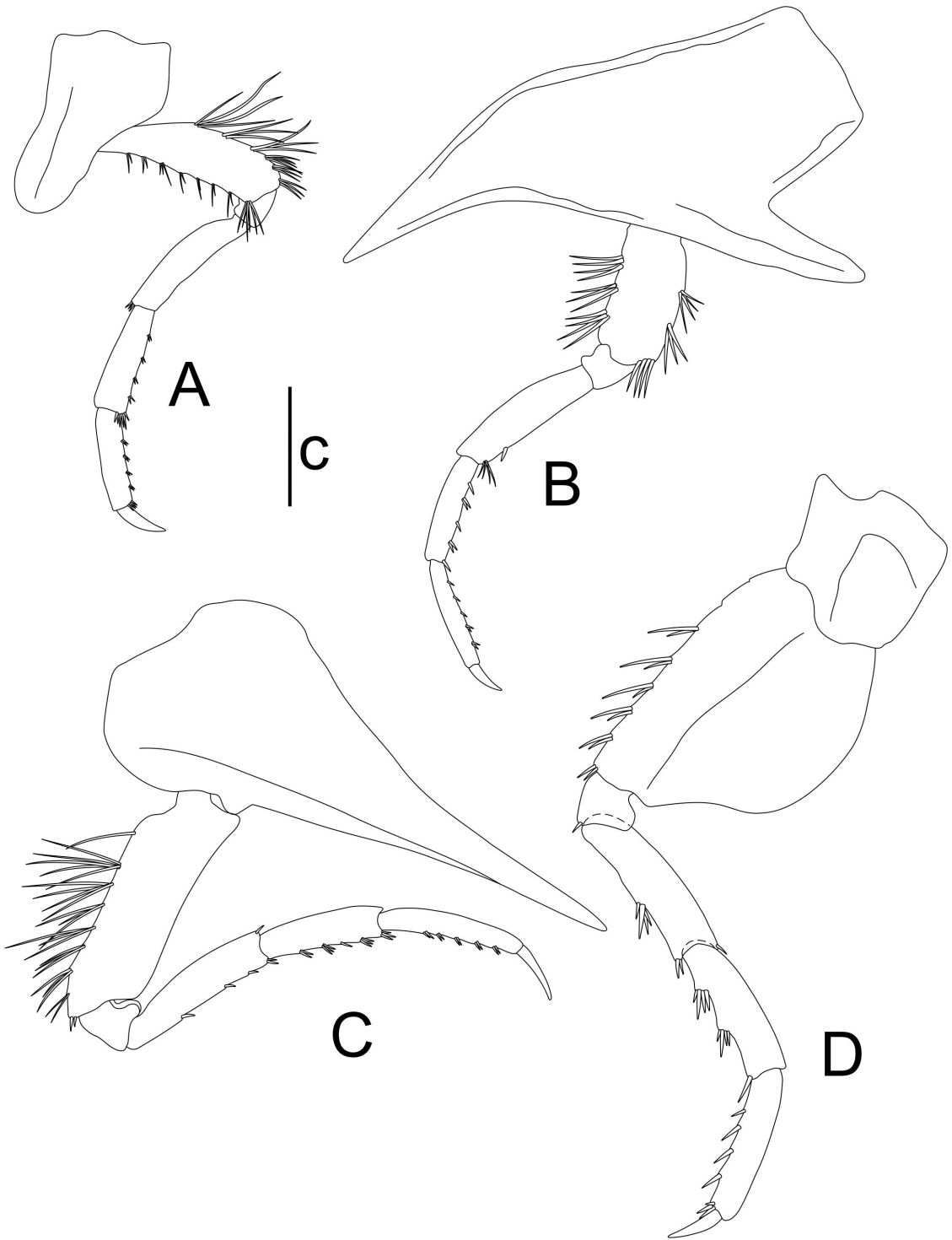


Figura 3. *Epimeria panamensis* sp. nov. Holotipo. A, pereópodo 3 (c). B, pereópodo 4 (c). C, pereópodo 5 (c). D, pereópodo 6 (c). Escala: c, 10 mm.

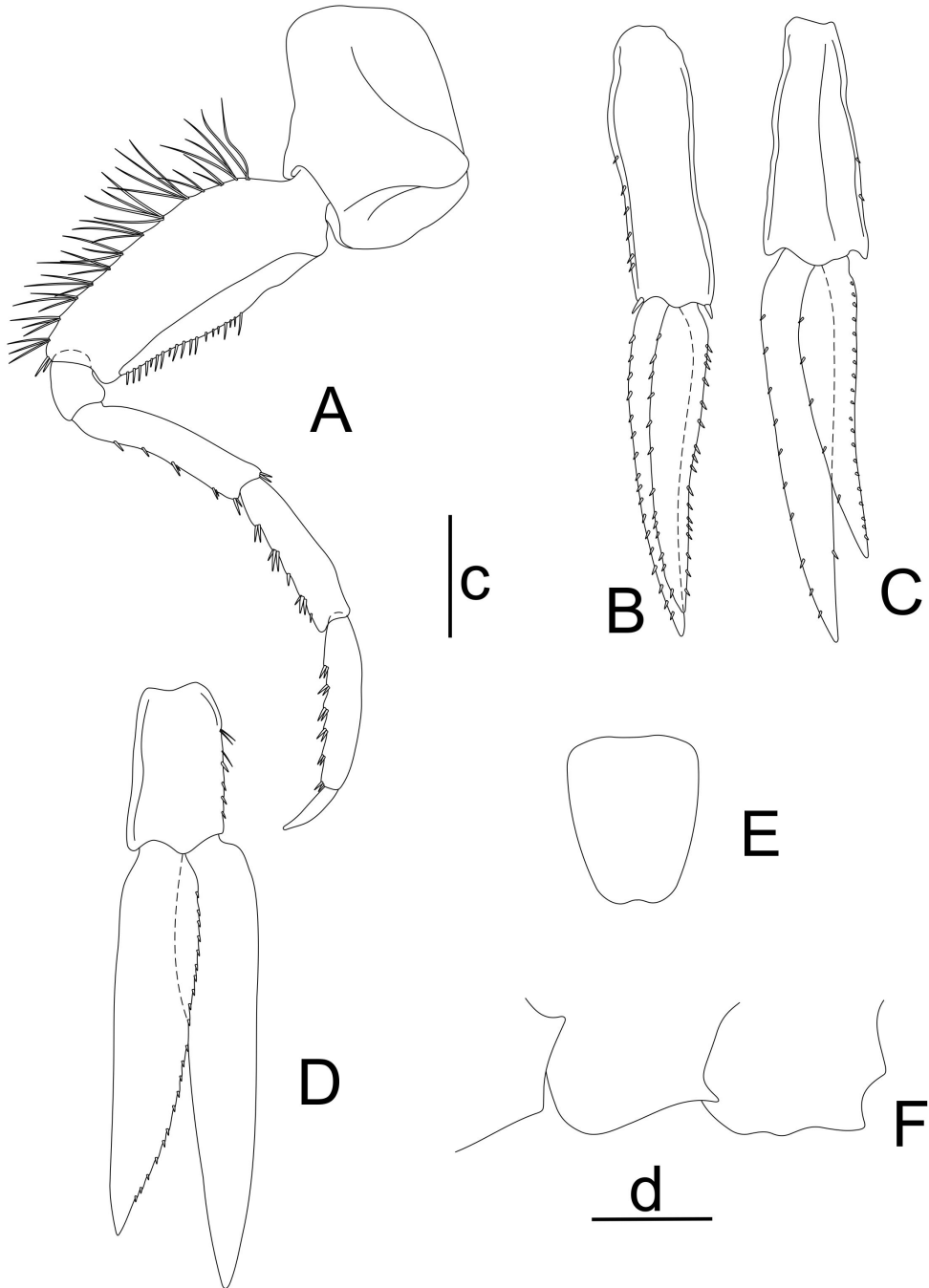


Figura 4. *Epimeria panamensis* sp. nov. Holotipo. A, pereópodo 7 (c). B, urópodo 1 (c). C, urópodo 2 (c). D, urópodo 3 (c). E, epímeros (d). F, telson. (c). Escalas: c y d, 10 mm.

## AGRADECIMIENTOS

A la Research Professor Emeritus Nancy Voss, Curadora del Museo de Invertebrados Marinos de RSMAS por permitirme el estudio del material depositado en la colección. A los revisores anónimos por las correcciones al manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Beermann, J., M. V. Westbury, M. Hofreiter, L. Hilgers, F. Deister, H. Neumann y M. J. Raupach. 2018. Cryptic species in a well-known habitat: applying taxonomics to the amphipod genus *Epimeria* (Crustacea, Peracarida). *Scientific Reports*, 8 (1): 1–26.
- Coleman, C. O. y J. K. Lowry. 2014. *Epimeria rafaeli* sp. nov. (Crustacea, Amphipoda, Epimeriidae) from Western Australia. *Zootaxa*, 3873 (3): 218–232.
- d’Udekem d’Acoz, C. y M. L. Verheye. 2017. *Epimeria* of the Southern Ocean with notes on their relatives (Crustacea, Amphipoda, Eusiroidea). *European Journal of Taxonomy*, 359: 1–553.
- Lörz, A. y C. O. Coleman. 2014. Amazing new Amphipoda (Crustacea, Epimeriidae) from New Zealand’s deep-sea. *Zootaxa*, 3838 (4): 423.
- Lowry, J. K. y A. A. Myers. 2017. A Phylogeny and Classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa*, 4265 (1): 001–089.
- Shimomura, M. y K. Tomikawa. 2016. *Epimeria abyssalis* sp. n. from the Kuril-Kamchatka Trench (Crustacea, Amphipoda, Epimeriidae). *ZooKeys*, 638: 125–142.
- Varela, C. y J. García-Gómez. 2015. Especie nueva de *Epimeria* (Amphipoda: Epimeriidae) del Golfo de México y el Mar Caribe. *Solenodon*, 12: 1–8.
- Verheye, M. L., A. N. Lörz y C. d’Udekem d’Acoz. 2018. *Epimeria cleo* sp. nov., a new crested amphipod from the Ross Sea, Antarctica, with notes on its phylogenetic affinities (Crustacea, Amphipoda, Eusiroidea, Epimeriidae). *Zootaxa*, 4369 (2): 1–186.
- Winfield, I., M. Ortiz y M. E. Hendrickx. 2013. A new deep-water species of *Epimeria* (Amphipoda: Gammaridea: Epimeriidae) from the continental slope of western Mexico. *Journal of the Biological Association of the United Kingdom*, 93 (4): 991–997.







[Recibido: 19 de marzo, 2019. Aceptado para publicación: 13 de septiembre, 2019]



RECONFIRMACIÓN DE *GALBA CUBENSIS*  
(GASTROPODA: LYMNAEIDAE), HOSPEDERA DE *FASCIOLA HEPATICA*  
(TREMATODA: DIGENEA), POR TÉCNICAS MOLECULARES EN  
REPÚBLICA DOMINICANA

**Reconfirmation of *Galba cubensis* (Gastropoda: Lymnaeidae), host of *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea), by molecular techniques in the Dominican Republic**

Mercedes De Vargas Castro<sup>1a,2a,\*</sup>, Juan Tomás Camejo Jiménez<sup>3</sup>, Jairo Martínez La Hoz<sup>2b</sup>,  
Jean C. Castillo<sup>1b</sup>, Dolores Paulino<sup>1c</sup> y Pedro M. Alarcón-Elbal<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de investigación de *Fasciola hepatica*, Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC); <sup>1a</sup>  [orcid.org/0000-0002-9726-2079](https://orcid.org/0000-0002-9726-2079); <sup>1b</sup>  [orcid.org/0000-0001-9290-2412](https://orcid.org/0000-0001-9290-2412); <sup>1c</sup>  [orcid.org/0000-0003-2120-2771](https://orcid.org/0000-0003-2120-2771). <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD); <sup>2a,\*</sup> Para correspondencia: mercedesvargasc24@gmail.com; <sup>2b</sup>  [orcid.org/0000-0001-7249-997X](https://orcid.org/0000-0001-7249-997X). <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF),  [orcid.org/0000-0002-1325-9498](https://orcid.org/0000-0002-1325-9498) <sup>4</sup>Instituto de Medicina Tropical & Salud Global (IMTSAG), Universidad Iberoamericana (UNIBE), Santo Domingo, República Dominicana;  [orcid.org/0000-0001-5319-4257](https://orcid.org/0000-0001-5319-4257).

### RESUMEN

Entre los gasterópodos dulceacuícolas, muchas de las especies de la familia Lymnaeidae están involucradas en la transmisión del trematodo parásito *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) a nivel mundial. *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839) ha sido señalada como vector en Sudamérica y otras áreas del Neotrópico. El uso de técnicas moleculares ha sido empleado por diferentes grupos de investigadores para discriminar entre especies conquiológicamente indistinguibles, como son las del grupo *Galba/Fossaria*, esclareciendo aspectos epidemiológicos de crucial importancia en el estudio y control de la fascioliasis. El objetivo de esta investigación fue reconfirmar con técnicas moleculares la presencia de *G. cubensis* y distinguirla de otras especies crípticas como *Galba truncatula* (Müller, 1774) y *Galba shirazensis* (Küster, 1862) en la región noreste y sur de República Dominicana. Se capturaron moluscos compatibles fenotípicamente con *G. cubensis* y se tomaron mediciones conquiológicas de los mismos. Además, se realizaron análisis de ADN mediante PCR convencional con primers específicos para las tres especies sospechadas, con ejemplares fijados en alcohol al 80 %. Se obtuvo amplificación de una región del ADN mitocondrial de la especie *G. cubensis*, únicamente. El uso de la técnica permitió confirmar que *G. cubensis* es, a la fecha, la única especie de limneido involucrada en la transmisión de la fascioliasis en República Dominicana.

*Palabras clave:* moluscos dulceacuícolas, limneido, hospedero intermediario, fascioliasis, Antillas Mayores.

### ABSTRACT

Among the freshwater gastropods, many of the species of the family Lymnaeidae are involved in the transmission of the parasite trematode *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) worldwide. *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839) has been reported as a vector in South America and other areas of the Neotropics. The use of molecular techniques has been used by different groups of researchers to discriminate between species with conchiological similarity, such as those of the *Galba/Fossaria* group, clarifying epidemiological aspects of crucial importance in the study and control of fascioliasis. The objective of this research was to reconfirm with molecular techniques the presence of *G. cubensis* and distinguish it from other cryptic species such as *Galba truncatula* (Müller, 1774) and *Galba shirazensis* (Küster, 1862) in the northeastern

and southern region of the Dominican Republic. Mollusks phenotypically compatible with *G. cubensis* were captured and conchiological measurements were taken. In addition, conventional PCR DNA analysis was carried out with specific primers for the three suspected species, with specimens fixed in 80 % alcohol. Amplification was obtained from a mitochondrial DNA region of the species *G. cubensis* only. The use of the technique confirmed that *G. cubensis* is, to date, the only lime species involved in the transmission of fasciolosis in the Dominican Republic.

*Keywords:* freshwater mollusks, limneid, intermediate host, fasciolosis, Greater Antilles.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos fluviales de la familia Lymnaeidae desempeñan un papel preponderante en la transmisión de la fascioliasis, trematodiasis emergente y reemergente a nivel mundial, producida por los distomas *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) en América y Europa y *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1855) en África y Asia. Estos trematodos producen severos daños hepáticos afectando a diversas especies de animales herbívoros, tanto silvestres como domésticos, y al ser humano (Malek, 1985; Mas-Coma *et al.*, 2008, 2009a; Vázquez *et al.*, 2014, 2018). Tanto *F. hepatica* como sus hospederos intermediarios, que son moluscos dulceacuícolas, presentan una elevada potencialidad de propagación, debido a la capacidad que poseen de establecerse en áreas con diferentes grados de humedad y elevado gradiente altitudinal (Bargues *et al.*, 2007).

En cuanto a los caracoles, la similitud fenotípica entre especies de limneidos del grupo *Galba/Fossaria* impide la correcta identificación conchiológica de especímenes, lo que ha generado dudas sobre la verdadera identidad de especies endémicas en países de Sudamérica, América Central e islas del Caribe (Mas-Coma *et al.*, 2001; Vázquez *et al.*, 2016, 2018). Estos moluscos vectores, así como el propio parásito, han desarrollado elevada plasticidad territorial (Correa *et al.*, 2011), factor que, unido a la capacidad de autofecundación dado el hermafroditismo de las especies, les facilita adaptarse y colonizar diferentes hábitats ocupados por otras especies del mismo género u otros (Armúa-Fernández *et al.*, 2016). Esto posibilita su incorporación en la cadena evolutiva del parásito, creando nuevos focos de transmisión de la enfermedad y generando confusión y conflictos taxonómicos entre malacólogos.

En este sentido, desde hace algunas décadas el uso de las técnicas moleculares ha evidenciado la complejidad en las relaciones entre el parásito y sus hospederos, aspecto muy importante en la comprensión de la dinámica de la infección y la creación de nuevos focos de transmisión (Hawley y Altizer, 2011). Schniebs *et al.*, (2018) señalan que, debido al elevado número de notificaciones, tanto de moluscos presentes en nuevas áreas antes insospechadas como de humanos infectados con fascioliasis, es necesario la revisión constante de la situación epidemiológica tradicional de la parasitosis (Mas-Coma *et al.*, 1999a). Esta enfermedad ha dejado de considerarse como una simple zoonosis, sino como una enfermedad transmitida y mantenida por el propio ser humano (Mas-Coma *et al.*, 1999b, 2009b; Mas-Coma, 2005).

El desarrollo de las técnicas moleculares y su aplicación en el diagnóstico fiable de moluscos dulceacuícolas y parásitos ha permitido conocer la distribución geográfica, rango de hospederos, posición filogenética, interacción parásito-hospedero y ciclo de vida de especies de las que hasta ahora se carecía de información (Armúa-Fernández *et al.*, 2016). Por tal motivo, el objetivo de la presente investigación fue la reconfirmación de la especie *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839), anteriormente *Lymnaea cubensis*, principal transmisor de *F. hepatica* en las Américas e islas del Caribe (Álvarez-Vicioso y Cordero de Castellanos, 1977; Gómez *et al.*, 1986; Vázquez *et al.*, 2018) mediante el análisis morfométrico de sus conchas y por técnicas moleculares, a partir de especímenes de limneidos capturados en diferentes localizaciones de República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Área y periodo de estudio.* Las muestras de limneidos fueron recogidas en áreas con antecedentes de transmisión de *F. hepatica*, concretamente en tres localizaciones del noroeste del país: 1) Guayubín, Hatillo de Palma (D.M.), provincia de Monte Cristi; 2) Laguna Salada, Loma de Guayacanes (D.M.), provincia de Valverde; y 3) Laguna Salada, Cruce de Guayacanes (D.M.), provincia de Valverde. Además, también se realizó un muestreo en la región sureste, concretamente en: 4) La Victoria (D.M.), Santo Domingo Norte, provincia de Santo Domingo (Fig. 1). Los muestreos se realizaron durante el mes de octubre de 2017.

*Captura y manejo de los moluscos.* Los moluscos con fenotipo de limneidos fueron recogidos directamente en la naturaleza, del cieno de hábitats naturales como acequias a orillas de arrozales, potreros con lodazales y gramales, con pinzas de presión suave para no maltratar a los especímenes. Después, se colocaron envueltos en papel toalla húmedos en pequeños contenedores plásticos para ser trasladados vivos y sin deterioro de las conchas hasta el Laboratorio de *Fasciola hepatica* del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

Una vez en el laboratorio, una submuestra de dos moluscos vivos, de cada área, fue fijada en alcohol etílico al 80 %, en tubos Eppendorf de 1.5 ml, y guardados en el congelador a -20 °C para fines de conservación y posterior extracción de ADN. El resto de especímenes vivos se acomodaron en placas con alimento, para adaptarlos al laboratorio y realizar otras investigaciones.

*Análisis morfométrico de las conchas.* Con los moluscos que habían muerto en el traslado o durante el periodo de adaptación al laboratorio, se realizó un análisis descriptivo de las conchas, cuyas variables de medición fueron obtenidas en el plano empírico, comparando medidas de tendencia central y medidas de dispersión. Para ello, se usaron las conchas previamente lavadas con agua varias veces hasta desprendimiento espontaneo del cuerpo, y luego fueron introducidas en hipoclorito de sodio puro (NaClO), también conocido como cloro comercial. Una vez limpias, se secaron sobre papel toalla y se guardaron en placas Petri hasta el momento de realizar las mediciones.

Cuidando que estuviesen representados debidamente todos los tamaños, se retiraron treinta conchillas (10 grandes, 10 medianas y 10 pequeñas, con longitudes de concha de entre 5–17 mm, 4–15 mm y 3–8 mm, respectivamente, de acuerdo a la especie) de cada área de estudio, sumando un total de 120 conchillas. Las medidas fueron realizadas con ayuda de un estereomicroscopio Optika® debidamente calibrado, y con la ayuda del programa de edición y tratamiento de imágenes Optika IS view. Las variables medidas fueron: longitud y ancho de la concha; longitud y ancho de la abertura; y longitud de la última vuelta. Además, se determinó el número de vueltas de la espira, posición y forma de la abertura. Como datos adicionales se observó si las conchas eran perforadas o imperforadas, tipo de sutura, forma de la abertura, así como el color natural de la concha.

Para determinar la longitud de la concha, siempre con la abertura de frente al observador y la espira hacia arriba, se trazó una línea recta imaginaria sobre la columela, que es la columna interna donde se enrolla el cuerpo blando del molusco, desde el ápice o vuelta embrionaria hasta el peristoma o labio basal, es decir, hasta el borde inferior de la última vuelta del cuerpo. El ancho de la concha se midió trazando una línea recta imaginaria desde la parte más ancha del lado izquierdo de la última vuelta del cuerpo hasta la más ancha del lado derecho. La longitud de la abertura se midió de igual manera que la longitud total del cuerpo, con la salvedad de que solo se incluyó la porción distal a columella, que se encuentra abierta. Todas las medidas de los cuatro lotes de moluscos fueron promediadas y realizadas por una misma persona, para evitar discrepancias debidas al manipulador.

*Preparación de las muestras para las técnicas moleculares.* Dos moluscos, de cada una de las cuatro áreas muestreadas y fijados en alcohol 80 %, fueron colocados sobre un portaobjetos y, con la ayuda de otro, se ejerció presión hasta romper las conchas. Con la ayuda de pinzas y bajo el estereomicroscopio, se retiraron todos los restos de concha, para después separar el pie musculoso o masa cefalopodal del resto de vísceras, realizando un corte transversal con bisturí. Este material se colocó nuevamente en alcohol etílico a 80 % y se guardó en el congelador a -20 °C hasta el momento de la extracción del ADN.

*Extracción de ADN.* Para el procedimiento de extracción de ADN se utilizó el protocolo de Doyle & Doyle (1987); para la aplicación de dicho procedimiento, se prepararon las siguientes soluciones: buffer de lisis (50 mM de Tris HCl, 50 mM EDTA pH 8.1 % de SDS y 50 mM de NaCl). Proteinasa K (10 mg/ml), NaCl (5 M), TE 1X pH 8 (autoclavado). Isopropanol absolutos a -20 °C.

El tejido de las muestras se maceró en un tubo de 1.5 ml con un pistilo y agregando nitrógeno líquido tres veces por cada muestra, con la finalidad de evitar la degradación del ADN por las DNasas. Posteriormente, el ADN extraído se secó en estufa a 37 °C durante 1 hora, con el propósito de extraer soluciones que interfieran la PCR. Inmediatamente se resuspendió en 30  $\mu$ l 1xTE. Luego de la extracción, la presencia de ADN se comprobó mediante electroforesis submarina en gel de agarosa al 1 %, con solución amortiguadora de Tris-borato-EDTA (TBE) teñida con bromuro de etidio (BrEt) (0.5 mg/L), esto último para la visualización de los fragmentos de ADN amplificados por PCR. Posteriormente se colocó un Step ladder de 50 pb en los extremos.

La corrida de los ácidos nucleicos se realizó a una corriente de 85 V, durante 15 m. Para visualizar el ADN se utilizó un transiluminador de luz UV, con una longitud de onda de 260 nm. Las muestras restantes de ADN fueron refrigeradas a -20 °C, para su posterior PCR.

Para el cóctel de PCR se agregó 1  $\mu$ l de cada primer forward y reverse, Mezcla Master Mix 2X, “Go Taq Hot Start Green”; 13  $\mu$ l. 12  $\mu$ l de H<sub>2</sub>O “nuclease free water”, 6  $\mu$ l de ADN y el total de reacción fue de: 33  $\mu$ l volumen final. Para el diseño de primers, se obtuvieron secuencias parciales (Tabla I) de genes de ADN mitocondrial de la subunidad citocromo oxidasa I (COI) tanto de *F. hepatica* como de *G. cubensis*, *Galba truncatula* (Müller, 1774) y *Galba schirazensis* (Küster, 1862).

La fuente de las secuencias fue del NCBI Genbank Data Base (Tabla II). El acceso KT461812 Versión KT461812.1. Los oligonucleótidos se diseñaron con el programa primer 3. Versión (0.4). La elaboración se hizo en Bioanalytical Instruments, Inc. San Juan, Puerto Rico. El proceso de amplificación fue llevado a cabo en un termociclador “Thermal Cycler PCRSG- 500”, bajo las siguientes condiciones de amplificación: temperatura 95 °C por 3 min (95 °C por 30 s, 55 °C por 1 min, 72 °C por 1.30 min, 30 ciclos); 72 °C por 10 min.



Figura 1. Área de estudio y localizaciones con presencia de *Galba cubensis*.

Tabla I. Secuencia parcial del gen mitocondrial para *Galba cubensis*, *G. schirazensis*, *G. truncatula* y *F. hepatica*

Especie	Secuencia parcial
<i>G. cubensis</i>	CAAAATCATAAAGATATTGGTACTTTATATATAATCTTTGGAATCTGATGTGGGTTAGTAGGGACTGGAT TGTCCTTTAATAATTCGACTTGAATTAGGAACATCTACTGTTCTAATTGATGAGCATTTTTATAATGTTAT TGTTACGGCACATGCATTTGTTATAATTTTTTATAGTTATACCTATAATAATTGGTGGGTTGGAAAC TGAATAGTACCTTTATTAATTGGTGCACCAGATATAAGATTTCCCGAATAAATAATATAAGATTTTGAT TACTACCACCGTCTTTTATCTCTTTTATGTTCAAGAATAGTTGAAGGTGGTGTGGTACGGGATGAAC AGTTTATCCTCCTTTAAGTGGCCGATTGCTCATGGAGGGTGCATCAGTTGATCTTGTCTATTTTTTCATTA CATTAGCTGGTCTTTCGAGAAATTTAGGTGCTATTAATTTTATTACTACTATTTTAAACATACGTTCTC CTGGAATTACTTTGGAACGAATGAGATTATTTGTATGGTCTGTTCTAGTTACTGCTTTCTTATTACTTTT ATCGTTACTGTATTAGCTGGAGCGATTACTATACCTTTTAAACAGATCGAAATTTTAAACACTCTTTTTTT GATCCAGCTGGAGGTGGTATCTT
<i>G. schirazensis</i>	CATAAAGATATTGGTACTTTATATATAATTTTTGGGGTTTGTGTTAGTTGGTACC GGTTATCCT TACTAATTCGATTAGAACTAGGTACATCTACAGTTTAAATTGATGAACATTTCTATAATGTAATTGTTAC AGCACATGCTTTTGTATAATTTTTTATAGTTATACCAATAATAATTGGAGGGTTTGGAAATTGAATA GTACCTTTATTGATTGGTGCCTGATATAAGATTCCACGAATGAATAATAAGATTTTGATTACTCC CTCCATCTTTTATTCTCTTTTATGTTCAAGTATAGTTGAAGGAGGAGTTGGTACAGGTTGAACCGTTA CCCTCCTTAAAGAGGACCTATTGCTCATGGTGGATCCTCAGTTGATTAGCTATTTTTCTTTACATTTA GCTGGTCTCTAGAAATTTAGGTGCTATTAATTTTATTACTACGATTTTAAATATACGCTCTCCAGGTA TTACTTTAGAACAATAAGATTATTTGATGATCTGTATTAGTTACAGCTTTTTTATTACTTTTATCTTT ACCTGTATTAGCTGGTGTCTATTACTATGCTTCTTACAGATCGAAATTTAATACTCTTTTTTTGATCCA GCTGGTGGAGGTGACCAATT
<i>G. truncatula</i>	GATATTGGTACTTTATATATAATTTTTGGAATTTGATGTGGATTAATTGGAACCTGGTTTATCTTTATTAA TTTCGATTGGAGTTGGGAACATCTACGGTTTTAATTGATGAACATTTCTATAATGTAATTGTTACAGCACA TGCATTTGTTATAATTTTTTATAGTAATACCTATAATAATTGGTGGATTGGTAATTGAATAGTGCCT TTATTAATTGGTGCCTGATATAAGATTTCCACGAATAAATAATAAGGTTTTGATTACTTCTCCAT CTTTTATTCTCTTTTATGTTCAAGCATAGTTGAAGGGGAGTGGGTACAGGTTGAACAGTTTACCACC TTAAGCGGACCTATTGCCATGGCGGGTCTTCAGTTGATTTAGCTATTTTTCTCTACATTTAGCAGGT CTTTCTAGTATTTAGGTGCTATTAATTTTATTACTACAATTTCAATATACGATCGCCCGGAATTA TAGAACGAATAAGGTTATTTGTGTGATCTGTTTTAGTTACTGCTTTTCTTTTACTTTTATCTTTACCTGT ATTAGCTGGAGCAATTACTATGCTTTTAAACAGATCGAACTTCAATACCTCTTTTTTTGATCCAGCCGG GGTGGTGTCTCTTTTATATCAACATTTATTTTGATTTTT
<i>F. hepatica</i>	TGTTGTTGAAAGCTTTTTATTGGGTTTGTAGTAGGTTTTTGTCTTTGTTATAAATTATGG TTTTTGTGCGTTTTTATACTTGGTGAGCGTAAGGTGTTGGGTTATATGCAGATTCGTA AGGGGCCATAAAGGTTGGTTTTGTGAGGTTTTGTGACAGGTTTTGCGGATTAATGAAGT TAGTTATAAAGTTAAGTTTGTGTTTTTTCAGAATCGTAGTTGGTGTCTTGGTGGGGTG TTTATTTGTTGGTTTTGTGGCTTGTGGCTATTGTGTGTTGTTTTTTTAAAGGTTTGGTG GTGTTAGTAGTGTTAAATTTATGTTGTGGTTTTTGTGGTACTAGTATGACTGGTTATA GGTTGTTAAGTGTGGTTGGGGTTGTTATAAATAAGTTTTGCTTTGGTTAGCTGTGTTCTGTT CTGCTTTGGGCTGTTAGGTTGAGGCTTGTGTTTTATGTGATTGTTGTTTTGTTGTCAT TGGTTGGGGGAGTTATGGTGTCTTGTGTTGTTGGTGAATTTGGTGGTATGTG

Tabla II. Cebadores empleados en la amplificación de moluscos de la especie *Galba cubensis*

Cebador	Secuencia	Fragmento amplificado	Región de ADN
<i>Galba cubensis</i> 1. Left	attggtgggttggaaactg	123-200 pb	Gen mitocondrial
<i>Galba cubensis</i> 1. Right	actgatgacctccatgagc		

## RESULTADOS

**Morfometría de la concha.** Cónica elongada, de crecimiento lento, cada vuelta es de mayor tamaño que la precedente, con una vuelta del cuerpo desarrollada y crecimiento hacia la derecha. No posee opérculo ni ombligo, aunque algunos especímenes exhiben un pseudombligo. La concha es generalmente frágil, dextrógira, con la abertura de forma semilunar, color cuerno amarillento, marrón antes del lavado con hipoclorito sódico.

En cuanto a sus medidas, su largo oscila entre 5.2 a 8 mm, y su ancho entre 2 y 3.2 mm; abertura de 2.6 mm de largo y 1.4 de ancho; longitud de la última vuelta de 4.1 mm. Con frecuencia se observa elevada variabilidad en cuanto al número de vueltas o giros, y posee suturas dentadas, como apunta Malek (1985) y Gómez *et al.*, (1986) (Tabla III).

*Análisis de PCR.* La electroforesis de los productos de las PCR amplificados con los cebadores o primers específicos de *G. cubensis* revela una banda de 123 a 200 pb. Como se puede observar en la Figura 3, hubo amplificación en los pocillos 1, 2, 3, 17, 18, 21, 38 y 42, correspondiente a genes parciales mitocondriales para CO1. No se evidenció infección con *F. hepatica*.

Tabla III. Promedio morfométrico de 120 moluscos de la especie *Galba cubensis* recogidos de cuatro áreas con transmisión de *F. hepatica* en República Dominicana.

Medida	Longitud de concha (mm)	Ancho de concha (mm)	Altura de abertura (mm)	Ancho de abertura (mm)	Ángulo de concha (grados)	Nº de vueltas	Longitud de última vuelta (mm)
Media	5.2	3.2	2.6	1.4	42.1	4.1	4.1
Desviación estándar	1.47	0.85	0.81	0.57	10.20	0.58	1.17
Valor máximo	8	5	4	3	59	5	6
Valor mínimo	3	2	1	1	23	3	2

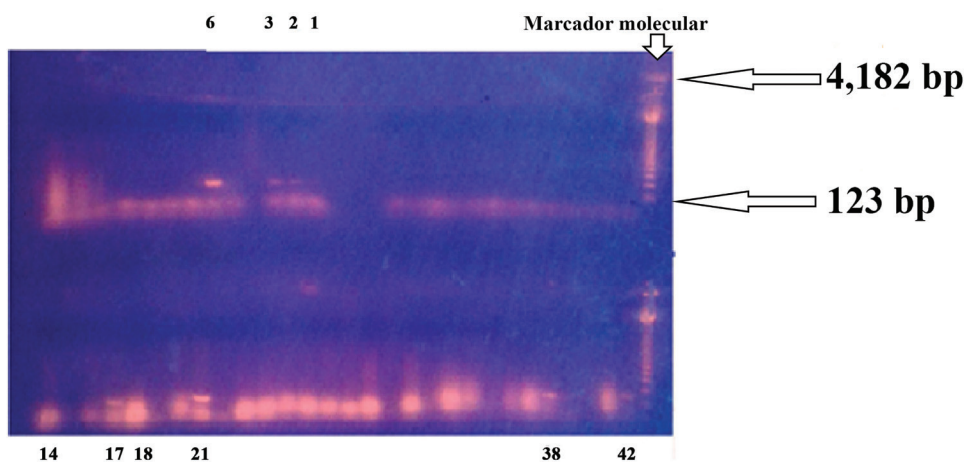


Figura 2. Amplificación de ADN de cuatro morfotipos de muestras de moluscos de la especie *Galba cubensis*. Visualización en un gel de agarosa al 1 % en Tris Borato EDTA. Los pocillos 1, 2, 3, 17, 18, 21, 38 y 42 resultaron positivos para *Galba cubensis*, el DNA Ladder de 123 bp en los extremos.

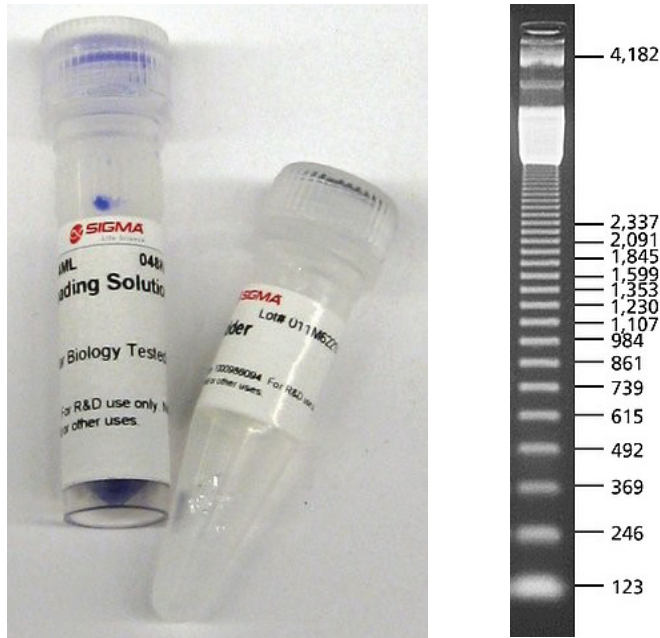


Figura 3. Marcador molecular de 123 bp de Sigma Aldrich, utilizado en la electroforesis en gel de agarosa al 1 % en Tris Borato EDTA.

## DISCUSIÓN

Tradicionalmente, la identificación de los moluscos de importancia médica y veterinaria, como algunas especies de la familia Lymnaeidae, se ha basado en el estudio anatómo-morfológico de ciertas partes de interés: estudio morfométrico de las conchas, disección anatómica y estudio morfométrico de los genitales masculinos y femeninos, especialmente del prepucio, y morfología de los dientes de la rádula. Estos procedimientos eran considerados como los métodos de referencia en la identificación de los moluscos. Sin embargo, se empleaba mucho tiempo en estos menesteres, los cuales eran privilegio tan solo de unos pocos científicos (Paraense, 1983; Malek, 1985; Gómez *et al.*, 1986; Pointier *et al.*, 2006, 2009).

En el caso de *G. cubensis*, es difícil realizar la distinción con el resto de especies crípticas transmisoras de *F. hepatica* mediante técnicas meramente conchológicas. Esto es de gran importancia epidemiológica ya que es un molusco ampliamente identificado como vector del trematodo en el Neotrópico (Bargues *et al.*, 2007; Vázquez *et al.*, 2018); sin embargo, Álvarez-Vicioso y Cordero de Castellanos (1977) y Gómez *et al.* (1986) incriminan a esta especie como responsable de dispersar la fascioliasis bovina en República Dominicana, mucho antes de la implementación de las técnicas moleculares.

Con los resultados de las mediciones obtenidas de las conchas de *G. cubensis* en esta investigación, se desprenden informaciones malacológicas precisas que, comparadas con otras poblaciones del mismo molusco u otras especies, facilitaría la colecta de muestras para el diagnóstico ocular a personal no especialista. En República Dominicana, un buen ejemplo de ello serían los promotores del control de la malaria en sus búsquedas de larvas de mosquitos anofelinos en ecosistemas hídricos donde, además, se multiplican estas especies de limneidos. Asimismo, esta información puede facilitar la selección previa de las muestras, para luego confirmar la identidad con técnicas moleculares. Sin embargo, con el surgimiento de las



técnicas moleculares se ha abierto un amplio campo de estudio con resultados fiables y validables en un 100 % de los casos. Estas nuevas técnicas nos permiten estudiar, además, la relación parásito-hospedero, lo cual es esencial en la comprensión de la dinámica de infección y transmisión (Hawley & Altizer, 2011).

Han sido varias las especies de limneidos cuya diferenciación se ha realizado gracias a estas nuevas técnicas, incluyendo nuevas especies que se confundían con las señaladas como hospederos intermediarios en el pasado. Armúa-Fernández *et al.* (2016) reconocieron por primera vez a *Galba neotropica* como nueva especie en Uruguay, mediante caracterización molecular, e identificaron tres genes amplificados (ITS2, COI y 16S) utilizando protocolos de PCR previamente descritos, logrando con esto la determinación de similitud entre especies y su parentesco mediante análisis filogenéticos. De igual manera, Standley *et al.* (2013) identificaron, con ayuda de técnicas moleculares, a *G. neotropica* en la Patagonia Argentina, donde solo se conocía la presencia de *G. truncatula* y *Galba viatrix* (d'Orbigny, 1835); además, esclarecieron que *G. truncatula* aparecía en lugares a más de 1 900 m s.n.m., *G. neotropica*/*G. viatrix* conjuntamente en altitudes medias de 1 300 a 1 900 m s.n.m., y *G. viatrix* sola en lugares con altitudes menores a 1 300 m s.n.m. En el mismo estudio, el análisis filogenético utilizando dos marcadores mitocondriales reveló que *G. neotropica* y *G. viatrix* están estrechamente relacionadas y, por su enorme parecido morfológico, debe cuestionarse su validez como entidades taxonómicas separadas. Por otro lado, se ha identificado recientemente en Ecuador a *G. cubensis* en sembradíos de arroz, la cual era confundida con *G. truncatula*; esta especie podría ser transmisora de la *F. hepatica* en la región costera de Ecuador (Narváez *et al.*, 2017).

De entre las especies crípticas que componen el grupo *Galba/Fossaria*, siendo estas *G. schirazensis*, *G. truncatula*, *G. cubensis*, *Galba humilis* (Say, 1822), *Galba viator* (d'Orbigny, 1835) y *Galba cousini* (Jousseau, 1887), tan solo la última posee diferencias anatómicas y conquiológicas con el resto (Paraense, 1983; Correa *et al.*, 2011). De igual manera, de las tres especies de limneidos presentes en República Dominicana, solo *Pseudosuccinea columella* (Say, 1817) puede identificarse atendiendo a sus características conquiológicas (De Vargas Castro *et al.*, 2019).

Con el ensayo de PCR multiplex se ha logrado distinguir exitosamente a *G. cubensis*, tanto de Sudamérica como de las Antillas Mayores. Lounnas *et al.* (2017) lograron estudiar molecularmente 13 poblaciones de *G. cubensis* de Cuba, Guadalupe, Martinica, Puerto Rico, Venezuela, Colombia y Ecuador. En siete de estas poblaciones lograron aislar 15 microsatélites en 359 especímenes; esto les permitió evaluar su baja diversidad genética y alta tasa de cruzamiento, también demostraron una relación estrecha entre *G. cubensis* y *G. neotropica*. Alda *et al.* (2018) alcanzaron a distinguir tres especies del grupo *Galba/Fossaria* transmisoras de *F. hepatica*, siendo estas *G. cubensis*, *G. schirazensis* y *G. truncatula*, con la técnica molecular PCR multiplex en un solo intento, siendo que cada especie fue identificada por el tamaño de una banda amplificada producida por ADN de cada especie presente en la misma reacción.

Nuestros resultados coinciden con los Alba *et al.*, (2015) en Cuba, Martínez *et al.* (2015) en República Dominicana y Alda *et al.* (2018) en Argentina, al utilizar las mismas herramientas moleculares en la identificación de las cuatro poblaciones de *G. cubensis* distribuidas en el noreste y sur del país.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica molecular utilizada en este estudio para la reconfirmación de la identificación del molusco fluvial *G. cubensis* arrojó resultados precisos y confiables, más si cabe al haberse conjugado con técnicas malacológicas y conquiológicas que, a nuestro juicio, siempre serán de gran valor en la identificación de especímenes con morfologías sugestivas de las especies pertenecientes a esta familia de notorio interés médico-veterinario.

*Galba cubensis* es, aparentemente, la especie más abundante de Lymnaeidae en el noreste de República Dominicana, además de en Hato Molina, La Victoria, Santo Domingo Norte. Como consecuencia de no haber sido identificada otra especie de Lymnaeidae y existir constantemente transmisión de *F. hepatica* en las áreas estudiadas, podríamos inferir que *G. cubensis* es, hasta la fecha, la única especie de limneido involucrado en la transmisión de la fascioliasis en estas zonas del país.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se deriva del proyecto “Transmisión de *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea), por sus moluscos hospederos intermediarios, (Gastropoda: Lymnaeidae), en el Caribe Insular”, Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCyT), del Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT), República Dominicana. Asimismo, deseamos dedicar esta investigación a la memoria de los Profesores José de Jesús Álvarez Vicioso, José Gómez Pérez y Emile A. Malek, pioneros de la ciencia de la Malacología Médica en República Dominicana.

## LITERATURA CITADA

- Alba, A., A. A. Vázquez, H. Hernández, J. Sánchez, R. Marcet, M. Figueredo, J. Sarracent y J. Fraga. 2015. A multiplex PCR for the detection of *Fasciola hepatica* in the intermediate snail host *Galba cubensis*. *Veterinary Parasitology*, 211 (3-4): 195–200.
- Alda, P., M. Lounnas, A. A. Vázquez, R. Ayaqui, M. Calvopiña, M. Celi-Erazo, R. T. Dillon, Jr., P. Jarne, E. S. Loker, F. C. Muñoz Pareja, J. Muzzio-Aroca, A. O. Nárvaez, O. Noya, L. M. Robles, R. Rodríguez-Hidalgo, N. Uribe, P. David, J. P. Pointier y S. Hurtrez-Boussès. 2018. A new multiplex PCR assay to distinguish among three cryptic *Galba* species, intermediate hosts of *Fasciola hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 251: 101–105.
- Álvarez-Vicioso, J. M. y E. T. Cordero de Castellanos. 1977. *Fasciolosis bovina en la República Dominicana*. Ed. Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo: República Dominicana, 189 pp.
- Armúa-Fernández M. T., O. Castro, O. Correa, L. Carvalho, A. Mangold, J. Sanchís y J. M. Venzal. 2016. First molecular characterization of *Galba neotropica* in Uruguay. *Revista FAVE – Sección Ciencias Veterinarias*, 15: 9–13
- Bargues, M. D., P. Artigas, Y. Mera, R. L. Sierra, J. P. Pointier y S. Mas-Coma. 2007. Characterisation of *Lymnaea cubensis*, *L. viatrix* and *L. neotropica* n. sp., the main vectors *Fasciola hepatica* in Latin America, by analysis of their ribosomal and mitochondrial DNA. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 101 (7): 621–641.









- Correa, A. C., J. S. Escobar, O. Noya, L. E. Velásquez, C. González-Ramírez, S. Hurtrez-Boussès y J. P. Pointier. 2011. Caracterización morfológica y molecular de Lymnaeidae (Gastropoda: Hygrophila) de la región neotropical. *Biomédica*, 31(sup.3): 201–206.
- De Vargas Castro, M., J. Martínez La Hoz, J. Castillo, D. Paulino, P. M. Alarcón-Elbal y A. A. Vázquez. 2019. Potencialidad de *Pseudosuccinea columella* (Say, 1817) (Molusca: Gastropoda: Lymnaeidae) en la transmisión de la fascioliasis humana en República Dominicana. *Ciencia y Salud*, 3 (2): 9–16.
- Doyle, J. J. y J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19: 11–15.
- Gómez, J. D., M. Vargas y E. A. Malek. 1986. Freshwater molluks of the Dominican Republic. *The Nautilus*, 100 (4): 130–134.
- Hawley, D. M. y S. M. Altizer. 2011. Disease ecology meets ecological immunology: understanding the links between organismal immunity and infection dynamics in natural populations. *Functional Ecology*, 25: 48–60.
- Lounnas, M., A. A. Vázquez, P. Alda, K. Sartori, J. P. Pointier, P. David y S. Hurtrez-Boussès, 2017. Isolation, characterization and population-genetic analysis of microsatellite loci in the freshwater snail *Galba cubensis* (Lymnaeidae). *Journal of Molluscan Studies*, 83 (1): 63–68.
- Malek, E. A. 1985. *Snail Hosts of Schistosomiasis and other Snail-Transmitted Diseases in Tropical America: a Manual*. Pan American Health Organization, Washington: USA, 325 pp.
- Martínez, M. A., P. Artigas, L. Mateo, V. Chagas, S. Adam, S. Mas-Coma y M. D. Bargues. 2015. Identificación de *Lymnaea cubensis* en zonas endémicas de Fascioliasis en República Dominicana. XIX Congreso de la Sociedad Española de Parasitología: 23, 24 y 25 de julio de 2015; Vitoria-Gasteiz (España). SOCEPA; 2015.
- Mas-Coma, S. 2005. Epidemiology of fascioliasis in human endemic areas. *Journal of Helminthology*, 79 (3): 207–216.
- Mas-Coma, M. S., J. G. Esteban y M. D. Bargues. 1999a. Epidemiología de la fascioliasis humana: revisión y propuesta de nueva clasificación. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, Recopilación de artículos N°1: 70–76.
- Mas-Coma, S., R. Anglés, J. G. Esteban, M. D. Bargues, P. Buchon, M. Franken y W. Strauss. 1999b. The Northern Bolivian Altiplano: A región highly endemic for human fascioliasis. *Tropical Medicine and International Health*, 4 (6): 454–467.
- Mas-Coma, S., I. R. Funatsu y M. D. Bargues. 2001. *Fasciola hepatica* and lymnaeid snails occurring at very high altitude in South America. *Parasitology*, 123 Suppl: S115–27.
- Mas-Coma, S., M. A. Valero y M. D. Bargues. 2008. Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 27: 443–457.

- Mas-Coma, S., M. A. Valero y M. D. Bargues. 2009a. Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. *Veterinary Parasitology*, 163 (4): 246–280.
- Mas-Coma, S., M. A. Valero y M. D. Bargues. 2009b. Chapter 2. Fasciola, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Advances in Parasitology*, 69: 41–146.
- Narváez, A. O., J. Muzzio Aroca, P. Alda, V. Macías Castro, M. Lounnas, S. Hurtrez-Boussès, O. Noya, L. Martini Robles y J. P. Pointier. 2017. Primer reporte de *Galba cubensis* (Gastropoda: Lymnaeidae) en el Ecuador, hospedador potencial de *Fasciola hepatica* en arrozales de la costa ecuatoriana. *El Misionero del Agro*, 13 (4): 36–47.
- Paraense, W. L. 1983. *Lymnaea columella* in northern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 78 (4): 477–482.
- Pointier, J. P., N. J. Cazzaniga, C. González-Salas, A. Gutiérrez, J. A. Arenas, M. D. Bargues y S. Mas-Coma. 2006. Anatomical studies of sibling species within neotropical lymnaeids, snail intermediate hosts of fascioliasis. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101 (4): 431–435.
- Pointier, J. P., O. Noya, B. Alarcón de Noya y A. Théron, 2009. Distribution of Lymnaeidae (Mollusca: Pulmonata) intermediate hosts of *Fasciola hepatica* in Venezuela. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104 (5): 790–796.
- Schniebs, K., P. Gloer, S. Quiñonero-Salgado, J. López-Soriano y A. K. Hundsdoerfer. 2018. The first record of *Galba cubensis* (L. Pfeiffer, 1839) (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) from open fields of Europe. *Folia Malacologica*, 26 (1): 3–15.
- Standley, C. J., L. Prepelitchi, S. M. Pietrokovsky, L. Issia, J. R. Stothard y C. Wisnivesky-Colli. 2013. Molecular characterization of cryptic and sympatric lymnaeid species from the *Galba/Fossaria* group in Mendoza Province, Northern Patagonia, Argentina. *Parasites & Vectors*, 6 (1): 304.
- Vázquez, A.A, J. Sánchez, J. P. Pointier, A. Théron y S. Hurtrez-Boussès. 2014. Fasciola hepática in Cuba: compatibility of different isolates with two intermediate snail hosts, *Galba cubensis* and *Pseudosuccinea columella*. *Journal of Helminthology*, 88 (4): 434–440.
- Vázquez, A. A., M. Lounnas, J. Sánchez, A. Alba, A. Milesi y S. Hurtrez-Boussès. 2016. Genetic and infective diversity of the liver fluke *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea) from Cuba. *Journal of Helminthology*, 90 (6): 719–725.
- Vázquez, A. A., P. Alda, M. Lounnas, E. Sabournin, J. P. Pointier y S. Hurtrez-Boussès. 2018. Lymnaeidae snails host of *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* (Trematoda: Digenea): A worldwide review. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 13 (062): 1–15.

CRUSTÁCEOS COMO COMPONENTES PRINCIPALES EN LA DIETA DE  
*PRIONOTUS RUBIO* (SCORPAENIFORMES: TRIGLIDAE) EN LAS BARRANCAS,  
ALVARADO, EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

**Crustaceans as main component of the *Prionotus rubio* diet (Scorpaeniformes: Triglidae)  
of Las Barrancas, Alvarado in the State of Veracruz, Mexico**

Néstor Armando Quijano Reyes<sup>1a\*</sup>, Manuel Ortíz<sup>2a</sup>, José Antonio Martínez Pérez<sup>1b</sup>,  
Jonathan De la Cruz-Torres<sup>1c</sup>, Ariana Solís Gómez<sup>1d</sup>, Jairo Sarael Garduño-Gaona<sup>1e, 2b</sup>,  
Jonathan Franco López<sup>1f</sup> y Brenda Guadalupe Martínez-Hernández<sup>1g</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Zoología, edificio L2, Facultad De Estudios Superiores Iztacala, UNAM, C.P. 54090, Av. de los Barrios Número 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. <sup>1a</sup>  [orcid.org/0000-0001-5077-9487](https://orcid.org/0000-0001-5077-9487); \*Para correspondencia: [armquire@gmail.com](mailto:armquire@gmail.com); <sup>1b</sup>  [orcid.org/0000-0002-9132-4777](https://orcid.org/0000-0002-9132-4777); <sup>1c</sup>  [orcid.org/0000-0001-7856-7638](https://orcid.org/0000-0001-7856-7638); <sup>1d</sup>  [orcid.org/0000-0003-3833-6602](https://orcid.org/0000-0003-3833-6602); <sup>1e</sup>  [orcid.org/0000-0002-4417-3443](https://orcid.org/0000-0002-4417-3443); <sup>1f</sup>  [orcid.org/0000-0002-6006-6031](https://orcid.org/0000-0002-6006-6031); <sup>1g</sup>  [orcid.org/0000-0003-3683-5045](https://orcid.org/0000-0003-3683-5045). <sup>2</sup>Laboratorio de crustáceos, edificio L3, Facultad De Estudios Superiores Iztacala, UNAM, C.P. 54090, Av. de los Barrios Número 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. <sup>2a</sup>  [orcid.org/0000-0002-6985-8019](https://orcid.org/0000-0002-6985-8019).

## RESUMEN

La alimentación de *Prionotus rubio* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Triglidae) se estudió sobre los ejemplares obtenidos en aguas del Golfo de México. Se realizaron dos muestreos en los meses de marzo y octubre del 2018, en Las Barrancas, Alvarado, Veracruz; con el uso de un chinchorro playero de 800 m de largo. Se obtuvo un total de 67 peces de la especie *P. rubio*; se extrajeron los contenidos estomacales y se procesaron los datos mediante diversos índices. En el primer muestreo se encontró un total de 19 tipos alimentarios, solo uno perteneció al grupo de los peces y otro al de los moluscos, el resto perteneció al subfilo Crustacea. En contraste a la colecta del segundo muestreo, se encontraron al menos tres especies de peces, cinco táxones de moluscos, y el resto fueron de crustáceos, sumando un total de 22 tipos alimentarios y 18 distintos a los del primer muestreo. El índice de Levins arrojó un resultado de 0.69, lo que considera que esta especie no tiene preferencia sobre algún grupo para alimentarse. De acuerdo a lo observado, se concluye que ésta especie es carnívora y se alimenta principalmente de crustáceos y peces, dependiendo de la temporada.

*Palabras clave:* alimentación, Triglidae, *Prionotus*, bentófagos.

## ABSTRACT

The feeding of *Prionotus rubio* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Triglidae) was studied on specimens obtained in Gulf of Mexico Waters. Two samplings were carried out in the months of march and october of 2018, in Las Barrancas, Alvarado, Veracruz; with the use of an 800 m long trawl. A total of 67 fish of the species *P. rubio* was obtained; the stomach contents were extracted and the data were processed by various index. In the first sampling, a total of 19 food items were found, only one belonged to the group of fish and another to the group of mollusks, the rest belonged to the subphylum Crustacea. In contrast to the collection of the second sampling, at least three species of fish were found, 5 mollusks, and the rest were crustaceans, totaling 22 food items and 18 different from those of the first sample. The Levins index yielded a result of 0.69, which considers that this species does not have preference over any according to the observations, it is concluded that this species is carnivorous and feeds mainly on crustaceans and fishes, depending on the season.

*Keywords:* feeding, Triglidae, *Prionotus*, benthophagous.

## INTRODUCCIÓN

La familia Triglidae se caracteriza por tener la región cefálica angulosa, armada con numerosas espinas y con fuertes proyecciones en el hocico (Hoese y Moore, 1977). El nombre de la familia hace referencia a la forma de las aletas pectorales, las cuales presentan los tres primeros radios separados del resto; al moverlos sobre el sustrato, estos radios detectan estímulos mecánicos y químicos, siendo así como encuentran su alimento (Randall, 1983; Silver y Finger, 1984).

Los peces más representativos dentro de la familia Triglidae, en el Golfo de México, son especies del género *Prionotus* (Miller y Richards, 1977), los cuales se alimentan de diversos camarones, cangrejos, jaibas, y en algunos casos, como *Prionotus stearnsi* y *P. rubio*, también incluyen a los peces óseos como una parte importante de su dieta (Lewis y Yerger, 1976; Ross, 1983; Cruz-Escalona *et al.*, 2001). Algunos de estos crustáceos son de importancia comercial, especialmente varias especies de camarón y jaiba, ya que constituyen una fracción indispensable para las pesquerías en México (Peláez-Rodríguez *et al.*, 2005). Debido a que comparten hábitat, los pescadores de camarón y jaiba suelen encontrar entre sus redes organismos del género *Prionotus*, los cuales se catalogan como fauna de acompañamiento, y suelen ser desechados. Por mencionar algunos ejemplos, en el estado de Campeche, se ha calculado que este tipo de fauna llega a superar hasta 6 veces la del camarón, en peso por captura (Ramírez-Rodríguez, 2015). Otros estudios demuestran que en áreas subtropicales de México, en la pesca de camarones, la proporción extraída es de cinco toneladas métricas de pez por una de camarón, e incluso datos de diferentes localidades en el mundo muestran que en algunos tipos de pesquerías más del 90 % de la pesca total es fauna de acompañamiento (Peláez-Rodríguez *et al.*, 2005).

La fauna de acompañamiento no se considera un recurso pesquero, sin embargo, esto podría replantearse tras estudios de índole ecológico y trófico, que generen las bases para conocer mejor este posible recurso; es así que el objetivo del presente estudio fue analizar la composición de la dieta, su variación entre las temporadas de lluvias y estiaje, así como la importancia de cada tipo alimentario que forma parte de la alimentación de *P. rubio* en la localidad de Las Barrancas en el Estado de Veracruz, México.

## OBJETIVO

- Analizar la composición de la dieta de *Prionotus rubio*, su variación en dos tiempos de muestreo y la importancia de cada tipo alimentario, en Las Barrancas, Estado de Veracruz, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos muestreos, el primero en marzo y el segundo en octubre del 2018, en Las Barrancas, perteneciente al municipio de Alvarado, en el Estado de Veracruz. El material fue obtenido mediante un chinchorro playero de 800 m de largo con una abertura de malla de dos pulgadas. Se transportaron con hielo al laboratorio de zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), donde se pesaron los organismos con una balanza semianalítica con precisión de 0.01 g. Posteriormente se realizó la disección y se almacenó el contenido estomacal en frascos con alcohol al 70 %. Los tipos alimentarios fueron determinados hasta el nivel taxonómico más bajo posible empleando bibliografía especializada que se cita a continuación. Para la determinación de crustáceos: Gore y Scotto (1979); Manning (1969); Abele y Kim (1986); Ortiz y Lalana (2010) y Ng *et al.* (2008).

Para peces: Richards y Miller (2002) y McEachran y Fechhelm (2005), y finalmente, para los moluscos: Abbott (1974) y Tunnell Jr *et al.* (2010). Se obtuvo el Índice de Importancia Relativa (IIR) propuesta por Pinkas *et al.* (1971), para esto se registró: frecuencia, número de organismos y peso húmedo, como lo indica la técnica de Hyslop (1980). El criterio para el número de organismos se basó en la cuantificación de cabezas, en caso de que estas no se encontraran, se contó como a un individuo si se encontraba más del 50 % del organismo. El índice de Levins se calculó con la fórmula propuesta por Krebs (1999), para ambas temporadas, y finalmente, para calcular el nivel trófico se siguió el método propuesto por Cortés (1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los dos períodos de muestreo se obtuvieron 28 organismos en la primera salida y 39 en la segunda, sumando un total de 67 estómagos de organismos pertenecientes a *Prionotus rubio*. Solo seis estómagos se encontraron vacíos o con materia orgánica no identificable (MONI).

En cuanto a la composición de la dieta de *Prionotus rubio*, se encontraron 36 tipos alimentarios en las temporadas de muestreo (Tabla I); todos ellos forman parte del bentos, a excepción de los organismos de la familia Engraulidae. En comparación a los resultados planteados por Cruz-Escalona *et al.* (2001), que reportaron 22 para la misma especie, a pesar de haber realizado más muestreos, en los meses de septiembre de 1994 a agosto de 1995 con excepción de mayo, junio, diciembre y febrero. Al igual que en este trabajo, dichos tipos alimentarios pertenecieron a los mismos grandes grupos, crustáceos, moluscos y peces, pero sin una variación en la composición de la dieta, a diferencia de lo encontrado en el presente estudio, en el que se observó una predominancia de los crustáceos en el primer muestreo y de peces en el segundo.

Tabla I. Entidades alimentarias y valores que conformaron el índice de importancia relativa, según Pinkas *et al.* (1971). Los tipos alimentarios están ordenadas por el % de IIR, de mayor a menor.

Entidad	N	N %	Peso (g)	P %	FO	FO %	IIR	IIR %
<i>Anchoa</i> sp.	15	8.67052023	18.05	26.046176	4	4.54545455	157.803165	20.832494
Dendobranquiados sin identificar	12	6.93641618	2.22	3.2034632	7	7.95454545	80.6581315	10.648139
Esquilidos sin identificar	22	12.716763	2.13	3.07359307	4	4.54545455	71.774358	9.47533991
<i>Sicyonia typica</i>	10	5.78034682	6.08	8.77344877	4	4.54545455	66.1536163	8.73331542
<i>Squilla</i> sp.	13	7.51445087	1.33	1.91919192	5	5.68181818	53.6002431	7.07607317
<i>Anchelous</i> sp.	11	6.3583815	3.52	5.07936508	4	4.54545455	51.9897572	6.86346376
<i>Platylambrus serratus</i>	9	5.20231214	2.46	3.54978355	4	4.54545455	39.7822531	5.25188167
Engraulidos sin identificar	4	2.31213873	4.22	6.08946609	4	4.54545455	38.1891128	5.04156214

Tabla I. Continuación

Entidad	N	N %	Peso (g)	P %	FO	FO %	IIR	IIR %
<i>Callinectes danae</i>	3	1.73410405	6.97	10.0577201	2	2.27272727	26.7996002	3.53796776
<i>Penaeus</i> sp.	6	3.46820809	2.11	3.04473304	3	3.40909091	22.2032084	2.93117192
Braquiros sin identificar	4	2.31213873	1.35	1.94805195	4	4.54545455	19.3645031	2.55641827
<i>Porichthys plectrodon</i>	6	3.46820809	0.33	0.47619048	4	4.54545455	17.9290844	2.36692048
<i>Callinectes bocourti</i>	2	1.15606936	3.19	4.6031746	2	2.27272727	13.0891908	1.72797858
Estomatópodos sin identificar	4	2.31213873	0.37	0.53391053	4	4.54545455	12.9365876	1.70783256
<i>Achelous depressifrons</i>	5	2.89017341	0.39	0.56277056	3	3.40909091	11.7713999	1.5540095
<i>Achelous ordwayi</i>	3	1.73410405	4.06	5.85858586	1	1.13636364	8.62805671	1.13903888
<i>Hepatus pundibundus</i>	9	5.20231214	1.47	2.12121212	1	1.13636364	8.32218666	1.09865923
Columbellidos sin identificar	2	1.15606936	1.18	1.7027417	2	2.27272727	6.49729788	0.85774527
Portúnidos sin identificar	3	1.73410405	0.61	0.88023088	2	2.27272727	5.94167029	0.78439371
Vitrínélido sin identificar	2	1.15606936	1.01	1.45743146	2	2.27272727	5.93977459	0.78414345
<i>Funchalia villosa</i>	3	1.73410405	0.6	0.86580087	2	2.27272727	5.9088748	0.78006419
Carideos sin identificar	3	1.73410405	0.44	0.63492063	2	2.27272727	5.384147	0.71079189
Isópodos sin identificar	3	1.73410405	0.25	0.36075036	2	2.27272727	4.76103274	0.62853103
<i>Penaeus setiferus</i>	3	1.73410405	1.09	1.57287157	1	1.13636364	3.75792684	0.49610531
<i>Anchoviella perfasciata</i>	1	0.57803468	1.51	2.17893218	1	1.13636364	3.13291689	0.41359419
Decápodos sin identificar	2	1.15606936	0.08	0.11544012	2	2.27272727	2.88979427	0.38149819
<i>Penaeus duorarum</i>	1	0.57803468	0.61	0.88023088	1	1.13636364	1.65711996	0.21876584
<i>Callinectes</i> sp.	1	0.57803468	0.48	0.69264069	1	1.13636364	1.44394929	0.19062396
Corbúlidos sin identificar	2	1.15606936	0.03	0.04329004	1	1.13636364	1.36290842	0.1799253
Ofídidos sin identificar	1	0.57803468	0.4	0.57720058	1	1.13636364	1.31276734	0.17330589



Entidad	N	N %	Peso (g)	P %	FO	FO %	IIR	IIR %
<i>Hepatus epheliticus</i>	1	0.57803468	0.39	0.56277056	1	1.13636364	1.2963696	0.17114113
<i>Sicyonia</i> sp.	1	0.57803468	0.16	0.23088023	1	1.13636364	0.91922149	0.12135166
<i>Hepatus</i> sp	1	0.57803468	0.14	0.2020202	1	1.13636364	0.886426	0.11702214
<i>Upogebia</i> sp.	1	0.57803468	0.06	0.08658009	1	1.13636364	0.75524406	0.09970407
Olívidos sin identificar	1	0.57803468	0.01	0.01443001	1	1.13636364	0.67325534	0.08888027
Anomuros sin identificar	1	0.57803468	0	0	1	1.13636364	0.65685759	0.08671551
Bivalvos sin identificar	1	0.57803468	0	0	1	1.13636364	0.65685759	0.08671551
Nasáridos sin identificar	1	0.57803468	0	0	1	1.13636364	0.65685759	0.08671551
<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>100</b>	<b>69.3</b>	<b>100</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>757.485712</b>	<b>100</b>

En el primer período de muestreo se encontró un total de 19 tipos alimentarios, solo uno perteneció al grupo de los peces (Osteichthyes: Ophididae) y otro al de los moluscos (Gasteropoda; Olivellidae), el resto fueron crustáceos. En contraste a la colecta del segundo período de muestreo (octubre), donde se encontraron al menos tres especies de peces, cinco taxa de moluscos, y el resto fueron de crustáceos, sumando un total de 22 tipos alimentarios y 18 distintos a los del primer muestreo (Fig.1).

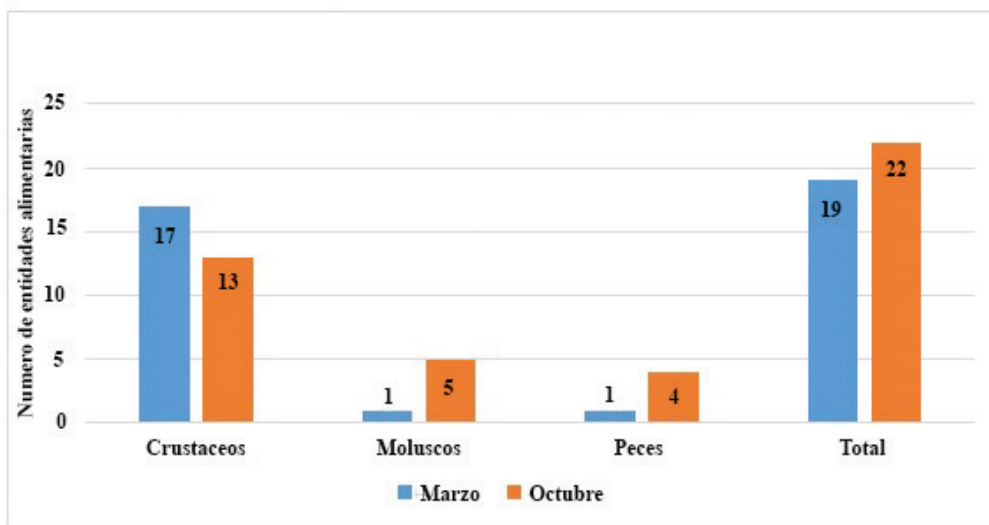


Figura 1. Número de tipos alimentarios de los grupos que comprendieron la dieta de *Prionotus rubio* en los periodos de muestreo.

Para hacer más clara la información presentada sobre la importancia relativa de los grupos alimentarios, estos fueron dispuestos en diversas categorías para su análisis y representación gráfica. En la Figura 2, se muestra el IIR por categoría, en el cual se observa que el grupo de los crustáceos (camarones, camarones mantis y jaibas) corresponden a casi el 70 % de los tipos alimentarios de *P. rubio*.

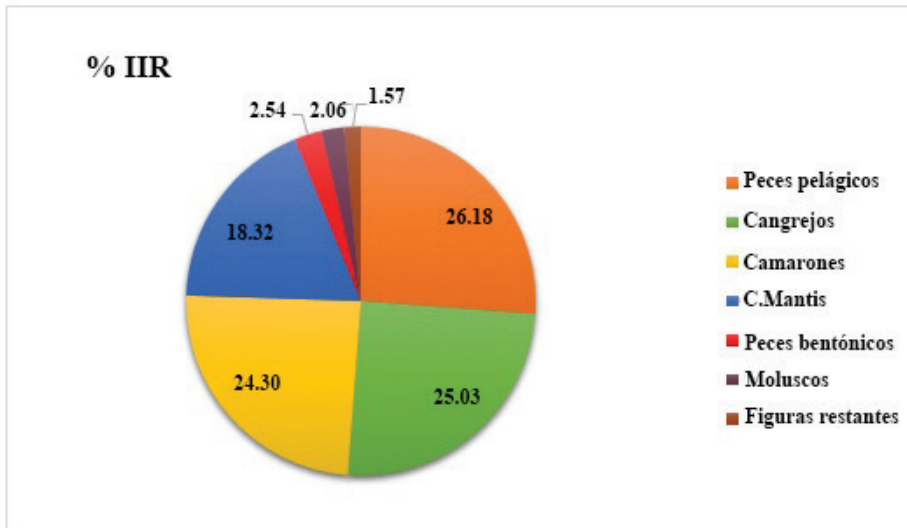


Figura 2. Grupos de los tipos alimentarios más importantes en porcentaje de IIR en todo el periodo de muestreo.

En la colecta del mes de marzo, los tipos alimentarios con mayor IIR fueron los cangrejos, seguido de camarones y por último los cangrejos mantis (Fig. 3). En octubre, el más destacado fue el de peces pelágicos, seguido de cangrejos, camarones, peces bentónicos y por último moluscos (Fig. 4).

Las especies con mayor importancia (% IIR), fueron distintas entre ambas investigaciones; en el estudio del 2001, *Peaneus aztecus* comprendió el 42 %, *Sycionia dorsalis* el 21 % y *Portunus spinicarpus* el 20 %, entre los decápodos; en cambio, en el presente estudio los tipos alimentarios, a nivel de especie con mayor importancia, fueron *Anchoa* sp. 20 %, *Sicyonia typica* 8 % y *Squilla* sp. 7 % (Tabla I). Las diferencias podrían deberse a las condiciones ambientales del año en los que se efectuaron los estudios, puesto que hay más de 20 años de diferencia entre los muestreos de ambos estudios; además la técnica de muestreo también pudo afectar ya que en aquel estudio realizaron el arrastre mediante una lancha y en mar abierto, y en el presente fue en la playa y a muy baja profundidad.

Autores como Schmitter-Soto y Castro-Aguirre (1996), hicieron alusión a que la variación de las dietas, entre especies, puede fluctuar por su distribución batimétrica y latitudinal; podemos ver esta variación incluso para la misma especie en ambientes distintos.

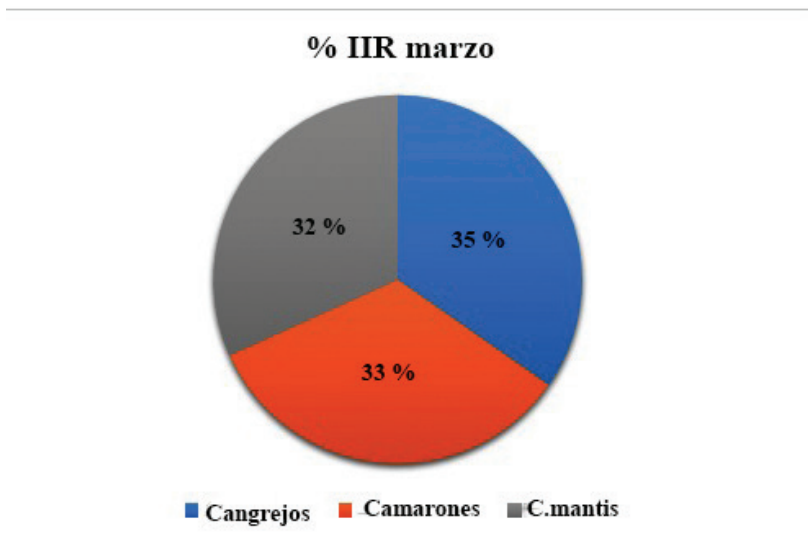


Figura 3. Grupos de los tipos alimentarios más representativas del mes de marzo en porcentaje de IIR.

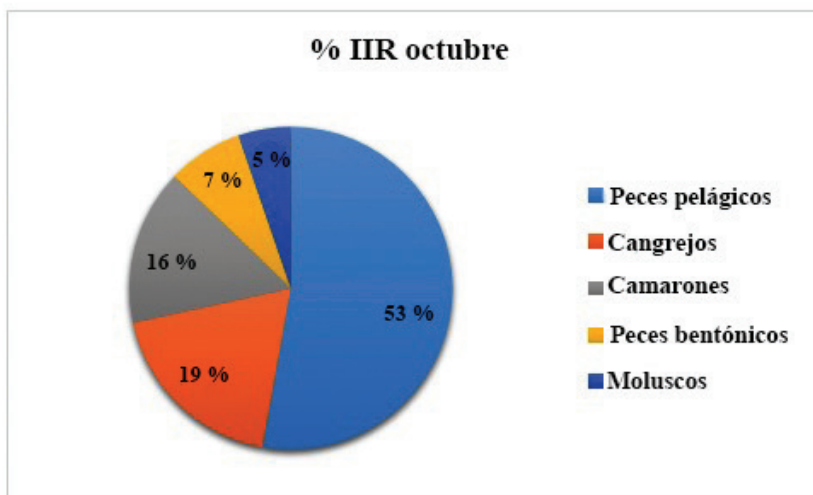


Figura 4. Entidades alimentarias más representativas del mes de octubre en porcentaje de IIR.

El índice de Levins para el mes de marzo fue de 0.67, y de 0.77 para el mes de octubre, con un total general de 0.69, un valor considerado propio de organismos generalistas, lo cual sugiere que no tiene preferencia por algún tipo alimentario. En cuanto al nivel trófico, se obtuvo un resultado de 3.9, por lo que está situado como un carnívoro de nivel medio, según Froese y Pauly (2019; Fig. 6).

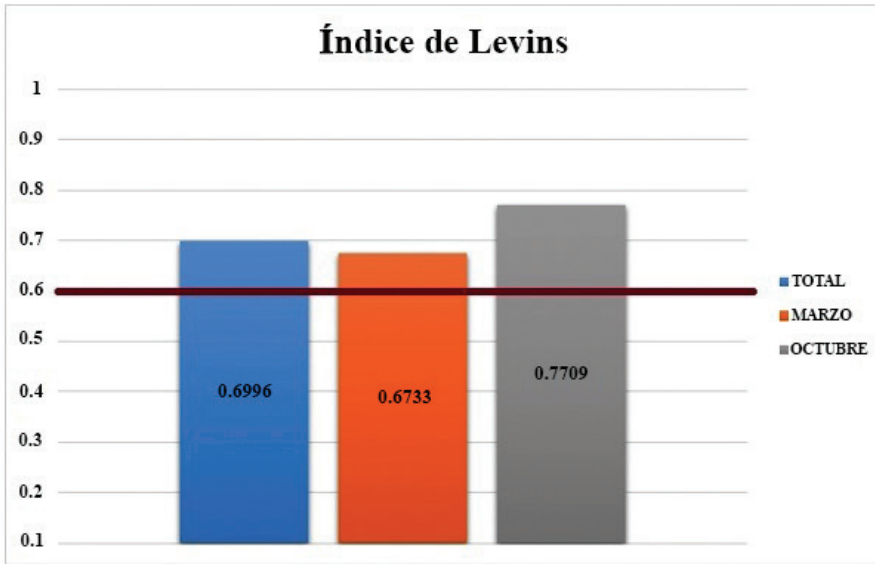


Figura 5. Índice Levins para *Prionotus rubio*, en los distintos periodos de muestreo. La línea roja representa la cifra a partir de la cual se considera al organismo como generalista.

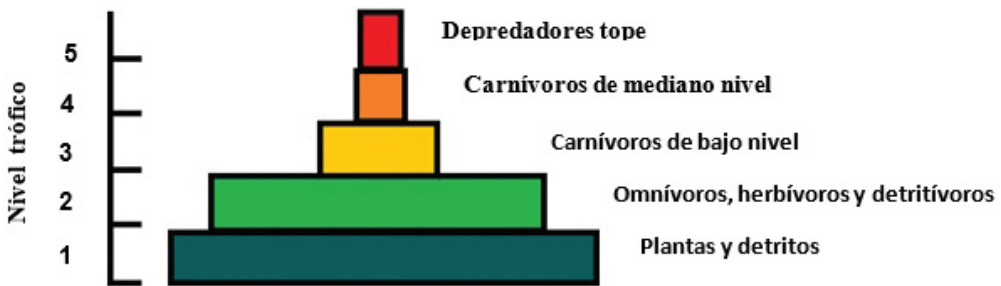


Figura 6. Muestra los niveles tróficos y su denominación según la FAO, en la región del Atlántico Oeste Central, para México. Tomado de Fishbase.org.

A nivel cualitativo, se puede observar que la especie en estudio se alimenta principalmente de fauna bentónica, no obstante, es imprescindible contar con el respaldo estadístico o numérico que confirme lo antes mencionado. Por eso, para interpretar mejor los tipos alimentarios de esta especie, los índices son una herramienta muy útil. De esta manera, se concluye que esta especie, en la localidad de estudio, no tiene preferencia hacia algún tipo alimentario, pero la mayoría de sus presas son crustáceos. Debido a los resultados estimados con los índices, se considera como una especie carnívora generalista y los tipos alimentarios en su dieta dependen de la abundancia de las presas en las diferentes temporadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los pescadores de Las Barrancas por apoyarnos con la captura de los peces. A Ricardo Olmos por apoyarnos con la identificación de los moluscos. A Carlos Blas Garfías y otros compañeros de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, que apoyaron con comentarios y recomendaciones para este trabajo. A los revisores anónimos de *Novitates Caribaea*.

## LITERATURA CITADA

- Abbott, R. T. 1974. *American Seashells; The marine Molluska of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA. ISBN: 978-0442202286; 663 pp.
- Abele, L. G. y W. Kim. 1986. *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida* (Vol. 8). State of Florida, Department of Environmental Regulation, USA. 1–209 pp.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES. *Journal of Marine Science*, 56 (5): 707–717. doi.org/10.1006/jmsc.1999.0489.
- Cruz-Escalona, V. H., L. A. Abítia-Cárdenas, L. Campos-Dávila y F. Galvan-Magaña. 2001. Feeding Ecology of the Blackwing Searobin *Prionotus rubio* (Jordan, 1886) Over the Western Continental Shelf off Alvarado, Veracruz, Mexico. *Gulf of Mexico Science*, 19 (1): 1. doi: .org/10.18785/goms.1901.01.
- Froese, R. y D. Pauly (Eds.). 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. Recuperado el 18 de febrero del 2018, en [https://www.fishbase.se/TrophicEco/trophicanalysis.php?requesttimeout=18000&vc\\_code=484&vareacode=31&tag=2&ht=&ft=](https://www.fishbase.se/TrophicEco/trophicanalysis.php?requesttimeout=18000&vc_code=484&vareacode=31&tag=2&ht=&ft=).
- Gore, R. H y L. E. Scotto. 1979. Crabs of the family Parthenopidae (Crustacea Brachyura: Oxyrhyncha) with notes on specimens from the Indian River region of Florida. En: *Memoirs of the Hourglass Cruises*. Vol III, Part VI. 98 pp.
- Hoese, H. D. y R. H. Moore. 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana and adjacent waters*. Texas A & M Univ. Press, College station, TX. 287–291 pp.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411–429. doi: .org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman. USA, 620 pp.
- Lewis, C. T. y W. R. Yerger. 1976. Biology of five species of searobin (Pisces: Triglidae) from the northeastern Gulf of Mexico. *Fish Bulletin*, 4 (1): 93–103.
- Manning, R. B. 1969. *Stomatopoda crustacea of the Western Atlantic*. University of Miami Press, USA. 380 pp. doi: <https://doi.org/10.2307/1295219>.
- McEachran, J. D. y J. D. Fechhelm. 2005. *Fishes of the Gulf of Mexico*. Vol. 2. Austin: University of Texas Press, USA. 1004 pp.
- Miller, G. C. y W. J. Richards. 1977. Triglidae. En: Fischer, W. (1978). *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Western Central Atlantic (fishing area 31). No. F010. 024.






- Ng, P. K., D. Guinot y P. J. Davie. 2008. Systema Brachyurorum. Part 1. An annotated check list of extant Brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17: 1–286.
- Ortiz, M. y R. Lalana. 2010. Claves taxonómicas para identificar a crustáceos cubanos (Arthropoda, Crustacea). *Cocuyo*, 18: 5–28.
- Peláez-Rodríguez, E., J. Franco-López, W. A. Matamoros, R. Chavez-López y N. J. Brown-Peterson. 2005. Trophic relationships of demersal fishes in the shrimping zone off Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 17 (1): 157–167 doi: [org/10.18785/gcr.1701.16](https://doi.org/10.18785/gcr.1701.16).
- Pinkas, L., M. S. Oliphant y I. L. K. Iverson. 1971. Food habits study. Food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish Bulletin*, 152: 1–105.
- Randall, J. E. 1983. Caribbean Reef Fishes. T. F. H Publ. Inc. 350. doi: <https://doi.org/10.2307/1441728>.
- Ramírez-Rodríguez, M. 2015. La pesquería de camarón en Campeche: Desarrollo histórico y perspectiva. *Ciencia Pesquera*, 23 (1): 73–87.
- Ross, J. 1983. Memoirs of the hourglass cruises. Searobins (Triglidae). *Marine Research Laboratory*, 6: 1–76.
- Richards W.J. y G. C. Miller. 2002. Triglidae. In E. K. Carpenter (ed). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2. Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes an American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 1266–1277 pp.
- Silver, W. L. y T. E. Finger. 1984. Electrophysiological examination of a non-olfactory, non-gustatory chemosense in the searobin *Prionotus carolinus*. *J. Comp. Physiol. A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 154 (2), 167–174. doi: <https://doi.org/10.1007/bf00604982>.
- Schmitter-Soto, J. J. y J. L. Castro-Aguirre. 1996. Trophic comparison among Triglidae (Pisces: Scorpaeniformes) off Baja California Sur, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 44 (2): 803–811.
- Tunnell Jr, J.W., J. Andrews, N. C. Barrera y F. Moretzsohn. 2010. *Encyclopedia of Texas seashells, identification, ecology, distribution & history*. Texas A&M University Press. 104–276 doi: <https://doi.org/10.5860/choice.48-2428>.

[Recibido: 28 de mayo, 2019. Aceptado para publicación: 23 de octubre, 2019]

## NATURAL HYBRIDIZATION BETWEEN TWO SPECIES OF GREEN ANOLES: MORPHOLOGICAL AND GENETIC EVIDENCE

### Hibridación natural entre dos especies de *Anolis* verdes: evidencia morfológica y genética

Eveling Gabot-Rodríguez<sup>1\*</sup>, Sixto J. Incháustegui<sup>2</sup>, Markus Pfenninger<sup>3a</sup>,  
Barbara Feldmeyer<sup>3b</sup>, and Gunther Köhler<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”. Calle César Nicolás Penson, Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, Santo Domingo, República Dominicana.  [orcid.org/0000-0003-4234-711X](https://orcid.org/0000-0003-4234-711X); \*Correspondence: e.gabot@mnhn.gov.do. <sup>2</sup>Grupo Jaragua, El Vergel #33, El Vergel, Santo Domingo, República Dominicana.  [orcid.org/0000-0002-7135-0871](https://orcid.org/0000-0002-7135-0871); <sup>3</sup>Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre, Frankfurt am Main, Hessen, Germany; <sup>3a</sup>  [orcid.org/0000-0002-1547-7245](https://orcid.org/0000-0002-1547-7245); <sup>3b</sup>  [orcid.org/0000-0002-0413-7245](https://orcid.org/0000-0002-0413-7245); <sup>4</sup>Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main, Germany.  [orcid.org/0000-0002-2563-5331](https://orcid.org/0000-0002-2563-5331).

### ABSTRACT

Anoles are a group of lizards that offer a wide range of opportunities to study different biological topics. In this work, we examined some aspects of the morphology from 139 individuals of green anoles collected in urban parks of Santo Domingo and the Distrito Nacional. We investigated evidence of hybridization between the two Hispaniola endemic species *Anolis chlorocyanus* and *A. cyanostictus* and the introduced species *A. porcatius*. We categorized the individuals in pure species and intermediates based on their phenotype. Additionally, mitochondrial 16S sequence data was generated from the collected specimens, to compare molecular and phenotypic species assignments. We consider the general congruence between both data sets in most but inconsistency in a few specimens as evidence for hybridization between the two endemic species. However, we did not find evidence of hybridization between any of these species and the introduced species *A. porcatius*. Nevertheless, the continuous expansion of the distribution of this invasive species possibly will have drastic negative consequences for the populations of the endemic species.

**Keywords:** Hispaniola, urban anoles, interspecific mating, intermediate morphology, gene introgression.

### RESUMEN

Los *Anolis* son un grupo de lagartos que ofrecen una amplia gama de oportunidades para el estudio de diversos temas biológicos. En este trabajo, examinamos algunos aspectos de la morfología de 139 individuos de *Anolis* verdes presentes en parques urbanos de Santo Domingo y el Distrito Nacional. Nosotros investigamos evidencias morfológicas y genética de hibridación entre las dos especies endémicas de La Española, *Anolis chlorocyanus* y *A. cyanostictus* y la especie introducida *A. porcatius*. Basados en su fenotipo, clasificamos a los individuos en especies puras o intermedias. Además, se recopilaron datos mitocondriales 16S para una comparación fenotípica y molecular. A partir de la asociación general entre los dos conjuntos de datos en la mayoría, pero la incongruencia en pocas muestras, concluimos sobre la presencia de hibridación entre las dos especies endémicas. Sin embargo, no se encontró evidencia de hibridación entre ninguna de estas especies y la especie introducida *A. porcatius*. A pesar de ello, la continua expansión de la distribución de esta especie invasora posiblemente tendrá consecuencias negativas drásticas para las poblaciones de las especies endémicas.

**Palabras clave:** Hispaniola, *Anolis* urbanos, apareamiento interespecífico, morfología intermedia, introgresión genética.

## INTRODUCTION

The Hispaniolan green anoles are a group of *Anolis* lizards characterized by having (among other morphological characteristics) brilliant-green body color in live, although capable of color changes to brown (Williams, 1965; Köhler & Hedges, 2016). Like all members of this genus, they can be distinguished from other lizards by the combination of having a dewlap (i.e., an extensible skin fold in the throat region, more developed in males than in females) and widened adhesive lamellae below fingers and toes (Poe *et al.*, 2017).

In his revision of the green anoles from Hispaniola, Williams (1965) recognized four species in this group (*Anolis chlorocyanus*, *A. coelestinus*, *A. aliniger*) and his new species (*A. singularis*). He distinguished two groups of species based on their distribution and morphological similarities: one group composed of *A. chlorocyanus* and *A. coelestinus*, and another containing *A. aliniger* and *A. singularis*.

Fifty-one years later, Köhler and Hedges (2016) made the second revision of this group, where they described eight new species, resurrected four from synonymy, and raised three taxa from subspecies to species level. They also reorganized the species groups, and thus, currently 16 species of green anoles from Hispaniola are recognized, distributed in three groups (i.e., the *Anolis chlorocyanus* group, the *Anolis coelestinus* group, and the *Anolis aliniger* group). As a group, these species are well distributed across Hispaniola and can be found in a variety of habitats from near sea level to more than 2000 m above sea level. Two of these species *A. cyanostictus* and *A. chlorocyanus* occur in sympatry along with the introduced green anole from Cuba, *A. porcatius*, in many green areas and urban parks in the city of Santo Domingo and the Distrito Nacional. Prior to Köhler and Hedges (2016) work, *Anolis cyanostictus* was considered as a subspecies of *A. chlorocyanus* but currently both taxa are recognized as two distinct species which can be distinguished by some external characteristics such as the dewlap coloration and the presence versus absence of characteristic pale brown blotches. *Anolis cyanostictus* has a yellowish-green dewlap with little or no black pigment on the posterior portion and has pale brown blotches near the shoulder and behind the eye, whereas *A. chlorocyanus* shows black suffusion in the posterior part of the dewlap and does not have any pale brown blotches (Mertens, 1939; Cochran, 1941; Williams, 1965; Schwartz & Henderson, 1991; Köhler & Hedges, 2016). These two taxa also differ in geographic distribution. *A. chlorocyanus* can be found throughout the eastern part of Hispaniola north and east of the Cordillera Central, whereas *A. cyanostictus* is restricted to the National District and nearby towns (Köhler & Hedges, 2016) that includes its type locality, the vicinity of the Haina River in San Cristóbal province.

The introduced species *A. porcatius* can be distinguished from both species by having a pink male dewlap as well as a more robust body and a bigger size. After its introduction to Hispaniola, it used to be restricted to only a few areas of Santo Domingo (Arias, 1985; Powell *et al.*, 1990). In recent years has been reported to expand its range to more localities (Stuart *et al.*, 2012) but apparently, Santo Domingo is the only contact zone between these three species. Having three similar looking green anoles in sympatry raises questions about possible hybridization and competition. To address these issues, we conducted field and lab work with individuals of all three species from their area of sympatry. Here we report our results of an analysis using mtDNA sequence data combined with an evaluation of morphological characters for species identification to evaluate potential hybridization among these taxa.



## OBJECTIVES

- To evaluate whether there is evidence for hybridization among the three species of green anoles (*Anolis chlorocyanus*, *A. cyanostictus* and *A. porcatus*) occurring in sympatry in the metropolitan area of Santo Domingo, Dominican Republic.

## MATERIALS AND METHODS

*Study areas.* We collected specimens from seven study sites in Santo Domingo and the Distrito Nacional: the National Botanical Garden “Dr. Rafael M. Moscoso” (NBG), three urban parks: Parque Mirador Norte (PMN), Parque Mirador Sur (PMS) and Parque Mirador Oeste (PMO), the Plaza de la Cultura (PC), La Feria and Los Maestros.

The NBG is located in Altos de Galá, in the northwestern part of Santo Domingo de Guzmán, between the coordinates 18.490556° N and 69.958611° W. It has an area of 1.28 km<sup>2</sup> and an elevation between 70 and 80 meters above sea level. The soil is of limey origin, shallow and of low fertility, its relief is flat and with slight undulations (Mejía & García, 1994).

The PMN is located on the northern margin of the Isabela River in the municipality of Santo Domingo Norte (Fig. 1). It is the largest protected area in the city, with an area of about 10 km<sup>2</sup>. It is characterized by having extensive forests and galleries; as well as lagoons, gullies and wetlands (Consejo Nacional de Asuntos Urbanos [CONAU], 2007).

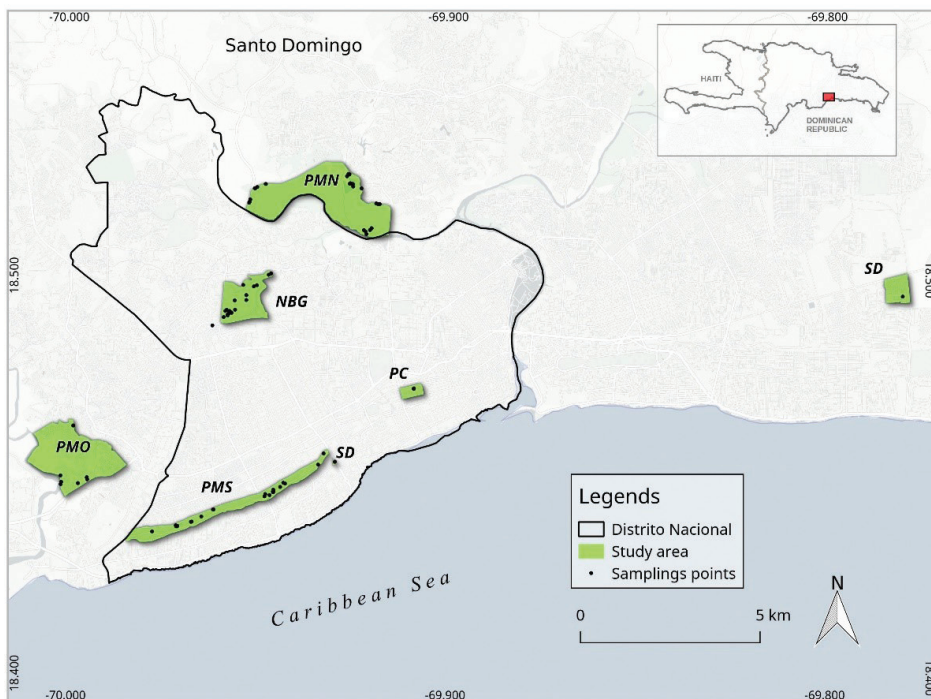


Figure 1. Sampling sites in Santo Domingo and Distrito Nacional.

The PMS, created in 1970, was the first urban park in Santo Domingo. It is located on the avenue of the same name (Parque Mirador Sur) in the Distrito Nacional. It occupies a surface of approximately 7 km<sup>2</sup> and presents, rock formations, caves, underground springs, bushes and scattered trees. (CONAU, 2007; Szabó, 2010).

The PC is located in the center of the Distrito Nacional. It covers an approximate area of 1 km<sup>2</sup>. Its vegetation is composed of ornamental plants, open bushes and scattered trees (Almonte-Espinosa, 2018). Currently this area is under renovation and many of the vegetation patches where the specimens were collected has been cut.

The PMO, with an area of about 7 km<sup>2</sup>, is located in the Santo Domingo Oeste municipality, near the Haina River. Together with the PMN, they are part of the so-called “Green Belt of Santo Domingo”, an ecological corridor that surrounds the periphery of the city and whose function is to stop urban expansion while protecting the flora and fauna associated with each area (Ayuntamiento del Distrito Nacional [ADN], 2016).

In addition to the aforementioned areas, collections were made at two additional sites. One in the municipality of Santo Domingo Este (Los Maestros) and another in the Distrito Nacional (La Feria) near PMS. Unlike the previous ones, these points do not constitute green areas or urban parks and will be referred as Santo Domingo (SD); see Appendix A for coordinates.

*Sample collection.* A total of 141 green lizards were collected. The number of individuals per site was distributed as follows: NBG (n = 33), PMN (n = 38), PMS (n = 36), PMO (n = 20) PC (n = 8) and SD (n = 6). Additionally, 18 specimens were included as putatively pure individuals of each species from non-contact areas: *A. cyanostictus* (n = 3), *A. chlorocyanus* (11) and *A. porcatius* (4). Specimens of the two endemic species were revised and confirmed by Köhler and Hedges (2016). All the additional individuals were collected outside of Santo Domingo; see Appendix B for coordinates. Of the 159 samples (141 collected and 18 added), we only used those that could be sequenced (139), including the supposedly “pure” ones.

*Methodology.* Prior to preserving the specimens collected in the field, color photographs of each individual’s extended dewlap were taken, following Köhler (2014) for dewlap extension and animal position. After euthanasia, we cut tissue samples from the tip of the tail of each individual and stored them in 98 % non-denatured ethanol. The specimens were preserved by injecting a solution of 5 mL absolute (i.e., 36 %) formalin in 1 L of 96 % ethanol into the body cavity and thighs. We deposited part of the specimens in the collection of the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesus Marcano” (MNHNSD), Santo Domingo, Dominican Republic, and the remaining specimens have been deposited in the Senckenberg Forschungsinstitut Frankfurt (SMF), Frankfurt, Germany.

For DNA extraction, we followed the protocol of Ivanova *et al.* (2006). To eliminate potential PCR-inhibiting contaminants, the tissue samples were incubated for 14 hrs in 200 µL low PBS buffer (20 µL PBS in 180µL of water) before overnight digestion with the vertebrate lysis buffer at 56 °C. After extraction, the DNA was eluted in 50 µL TE buffer. A fragment of the mitochondrial 16S rRNA gene was amplified in an Eppendorf Mastercycler® pro, using the following protocol: initial denaturation for 2 minutes at 94 °C followed by 40 cycles with denaturation for 35 seconds at 94 °C, hybridization for 35 s at 48.5 °C, and elongation for 60 s at 72 °C; final elongation for 10 minutes at 72 °C. The reaction mix for each sample contained 1 µL DNA template. We used the following primers: L2510 (CGCCTGTTTATCAAAAACAT) for the forward and H3066 (CCGGTCTGAACTCAGATCACGT) for the reverse strand (Köhler *et al.*, 2014). For each sample, 9 µl of distilled H<sub>2</sub>O + 1 µl of DNA was used.

The cleaning and editing of the sequences for both primers was carried out with the MEGA 7 bioinformatics program package (Kumar *et al.*, 2016). Once all the sequences were edited, the alignment of the multiple sequences was performed using the MUSCLE algorithm included in MEGA 7 and following the default parameters. The generated matrix was used to perform a phylogenetic analysis based on the Neighbor-Joining (NJ) method (Saitou and Nei 1987). The support of the tree branches was evaluated by bootstrap (10,000 repetitions) and for the calculation of the evolutionary distances the Kimura 2-parameter method was used (Kimura, 1980). The analysis involved 140 nucleotide sequences. The species *A. rodriguezii* was included in the analysis as an external group (outgroup).

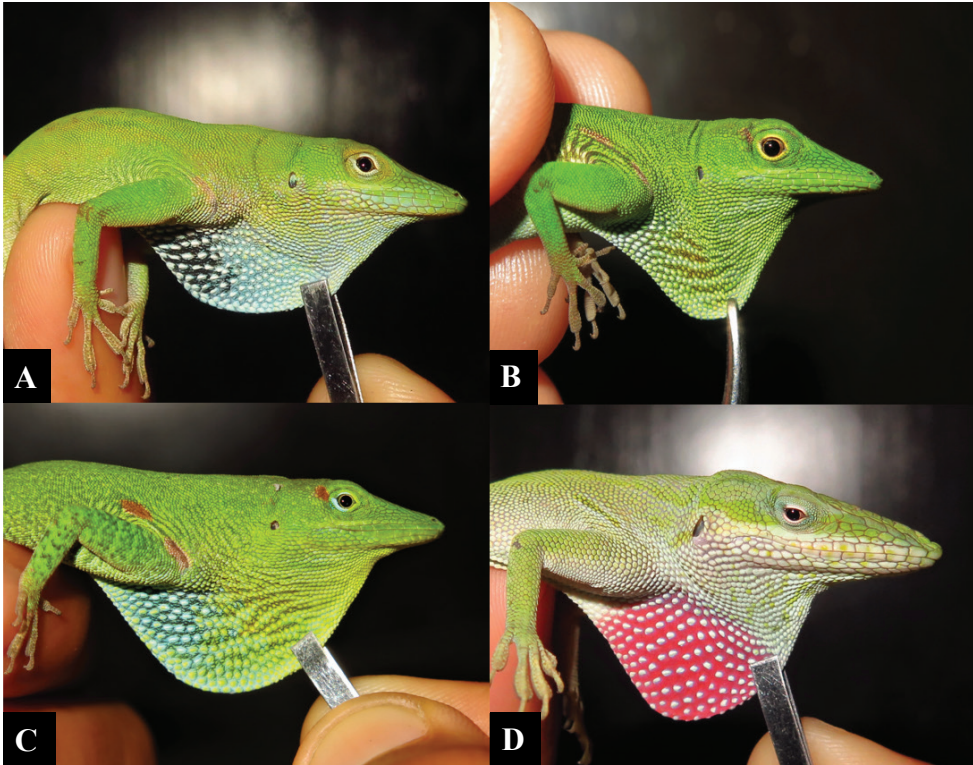


Figure 2. Representative specimens (all adult males) of the species treated in this work as well as a specimen that we considered intermediate in morphology between *A. chlorocyanus* and *A. cyanostictus*. A, *A. chlorocyanus*. B, *A. cyanostictus*. C, intermediate. D, *A. porcatius*.

For specimen's examination, the photographs were revised for two characters: (1) dewlap coloration (see below) and (2) body coloration (i.e., presence versus absence of pale brown blotches above the shoulder or near eye). For dewlap coloration, we checked if there was black suffusion on the posterior portion of the dewlap and also categorized the intensity of the black suffusion (i.e., absent, weak, strong). Based on the results of this morphological evaluation, we placed each specimen in one of five categories reflecting its phenotype: 0 = 100 % *chlorocyanus* phenotype; 0.25 = intermediate, but exhibiting more of the *chlorocyanus* characteristics than those for *cyanostictus*; 0.5 = intermediate, exhibiting equally characteristics of both *cyanostictus* and *chlorocyanus*; 0.75 = intermediate, but exhibiting more of the *cyanostictus* characteristics than those for *chlorocyanus*; and 1 = 100 % *cyanostictus* phenotype. This category number was later translated into the species ID (Table I).

To test the null hypothesis of no association between phenotypic class (pure species 1, intermediate, pure species 2) and mitochondrial cluster (clade 1, clade 2), we conducted a 3 x 2 Fisher's exact test.

Table I. Specimen's assignation and identification

Black suffusion on dewlap	Brown spot	Assignation	Species ID
strong	absent	0.0	<i>A. chlorocyanus</i>
weak	absent	0.0	<i>A. chlorocyanus</i>
strong	present	0.5	intermediate
weak	present	0.75	intermediate
absent	present	1	<i>A. cyanostictus</i>
absent	absent	2	<i>A. porcatus</i>

## RESULTS

*Morphology.* We collected 41 individuals (33.9 %) with phenotypic characteristics for *Anolis chlorocyanus* (our category 0) and 17 (14.0 %) with characteristics typical for *A. cyanostictus* (our category 1). However, we found 36 individuals (29.8 %) with characteristics of both species (our categories 0.5 and 0.75, but none with our category 0.25). 10.8 % of these 36 individuals were categorized as 0.5, that is, they exhibited equally characteristics of both species (black suffusion on dewlap and brown blotches present); 15.1 % were allocated to our category 0.75, showing more characteristics of one species than of the other (Fig. 3). In the case of *A. porcatus*, the 27 individuals reviewed (22.3 % of total samples), corresponded well to the characteristics described for this species (Fig. 2d).

Individuals of all categories and phenotypically pure species were only found at NBG (Fig. 3). At PMO, PMS and PC we found *A. porcatus*, and intermediates individuals along with just one of the native species. Phenotypically pure *A. chlorocyanus* and *A. porcatus* were obtained at SD. The PMN was the only locality where all the individuals, had the characteristics of the species *A. chlorocyanus* (Fig. 3).

The phylogenetic tree reconstructed with the 16S sequences placed all the individuals in three clades: in one clade, *chlorocyanus* phenotypes were in the majority, the second clade consisted mainly of *cyanostictus* phenotypes, and in the third clade all individuals have phenotypic characteristics of the species *A. porcatus*. For the *chlorocyanus* clade, 51 of 71 individuals possess the *A. chlorocyanus* phenotype; 12 are individuals with an intermediate phenotype

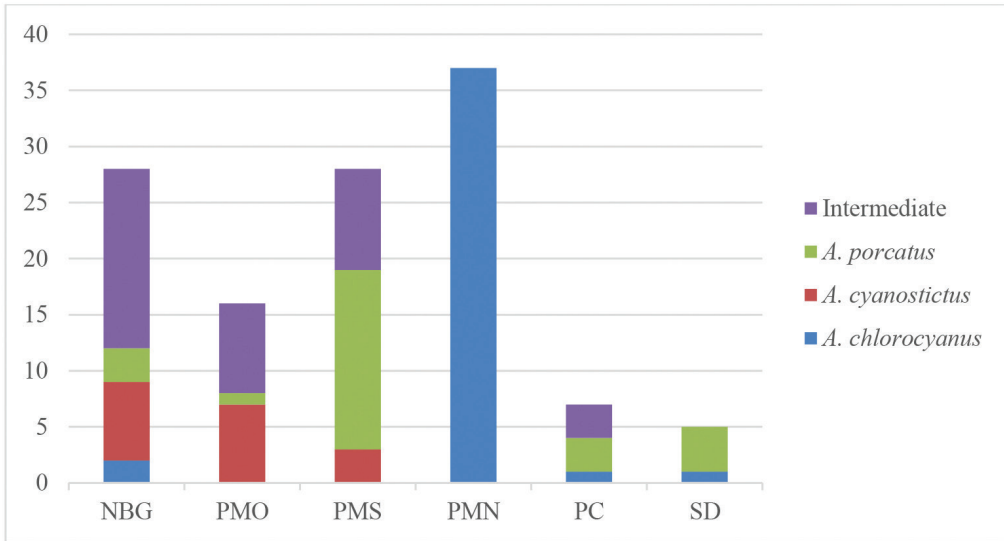


Figure 3. Distribution of specimens collected based on phenotypic characteristics.

between this species and *A. cyanostictus*, of which six were placed in the phenotypic category of 0.5 (black suffusion strong and pale brown blotches) and six specimens were categorized as 0.75 (characteristics more typical for one species than the other). In addition to these intermediates, this clade includes eight individuals with *A. cyanostictus* phenotype (Category 1).

The *cyanostictus* clade contained 37 individuals, of which 12 have the typical phenotype of *A. cyanostictus* (Category 1) and 24 have an intermediate phenotype between *A. cyanostictus* and *A. chlorocyanus*. Of the latter group, nine were in the phenotypic category of 0.5, while 15 were placed in 0.75. This clade includes only a single individual with the *A. chlorocyanus* phenotype (Category 0). We tested for a genotype/phenotype association between *A. cyanostictus* and *A. chlorocyanus* only, because of the complete association between mitochondrial clade 3 and the *A. porcatus* phenotypes. The test rejected the null hypothesis and showed a clear association of the *A. chlorocyanus* phenotype with clade 1 and *A. cyanostictus* with clade 2 (Table II).

Table II. Association of phenotypic class with mitochondrial clade. Given is the contingency table with the observed values followed by the expected values in brackets. The association was highly significant ( $X^2 = 46.81$ ,  $p < 0.0001$ ).

	<i>A. chlorocyanus</i> phenotype	intermediate	<i>A. cyanostictus</i> phenotype
Mitochondrial clade 1	51 (34.19)	12 (23.67)	8 (13.15)
Mitochondrial clade 2	1 (17.81)	24 (12.33)	12 (6.85)

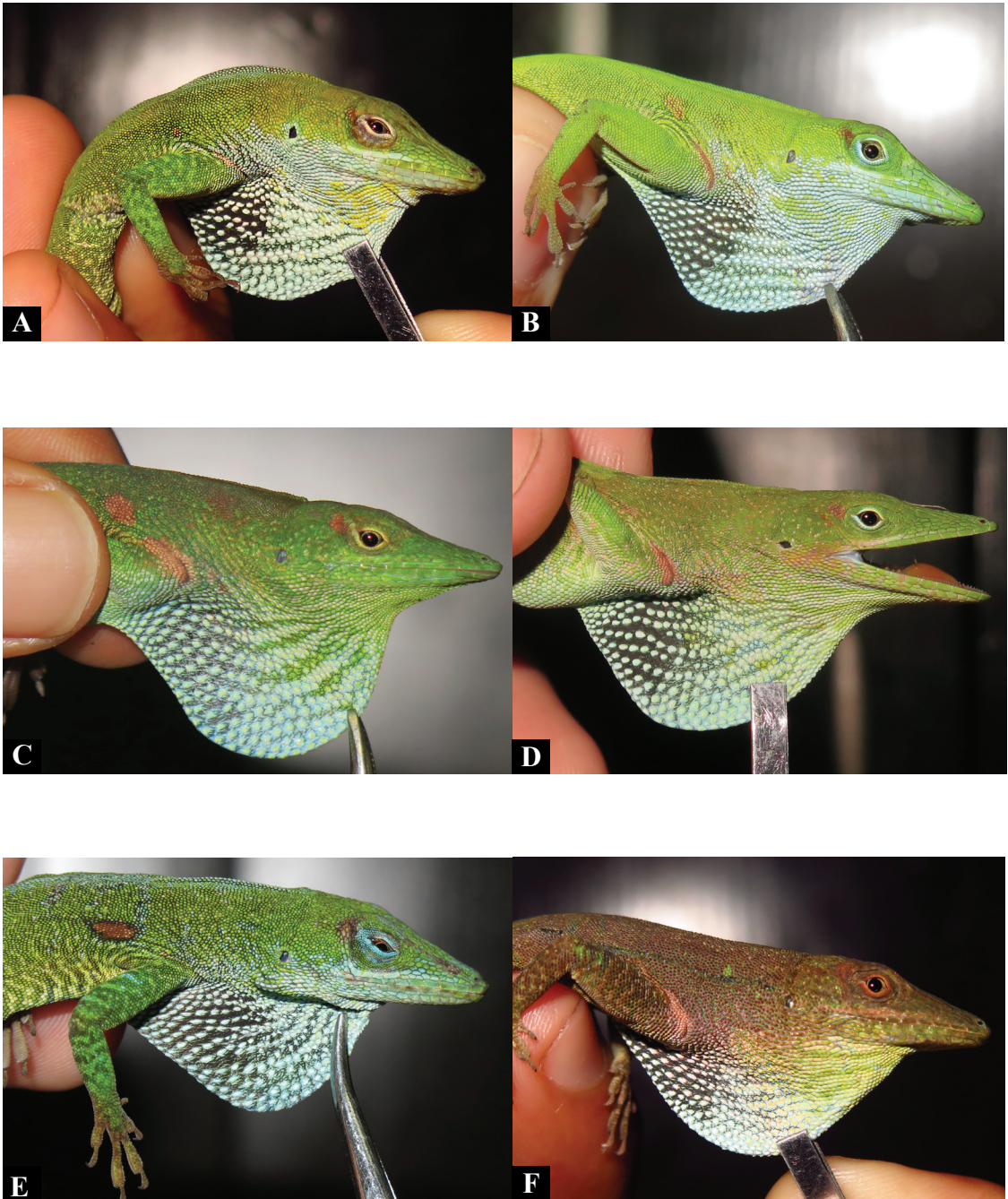


Figure 4. Intermediate individuals assigned to category 0.5. All these specimens had a strong black suffusion on dewlap and had pale brown blotches above shoulder and near eye present. A, MNHNSD 23.3767. B, MNHNSD 23.3765. C, SMF 105326. D, SMF 105319. E, MNHNSD 23.3762. F, MNHNSD 23.3766.

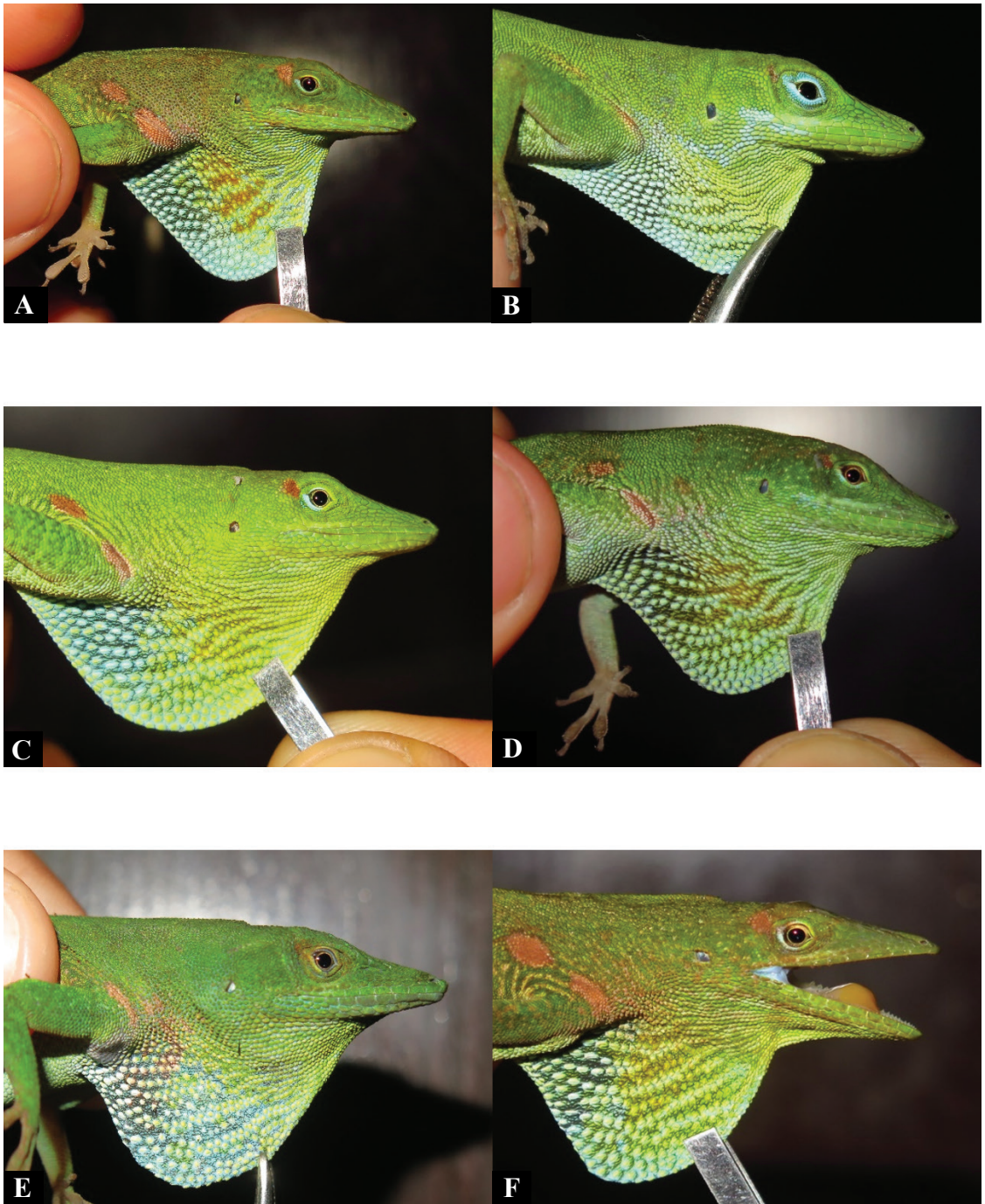
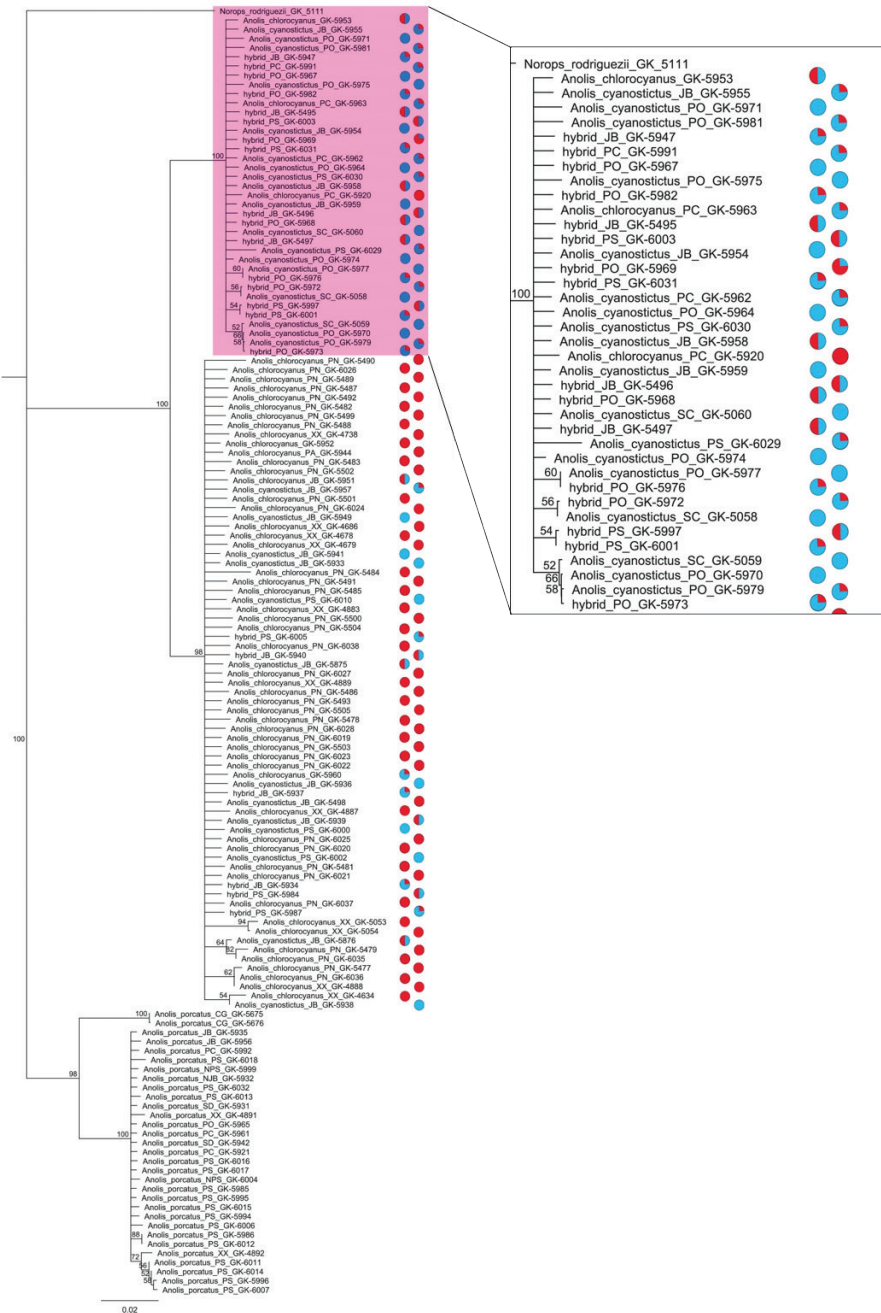


Figure 5. Intermediate individuals assigned to category 0.75. All these specimens had the black suffusion weak and the brown spot above shoulder and near eye present. A, MNHNSD 23.3793. B, GK-5937. C, MNHNSD 23.3783. D, MNHNSD 23.3792. E, SMF 105344. F, MNHNSD 23.3746.

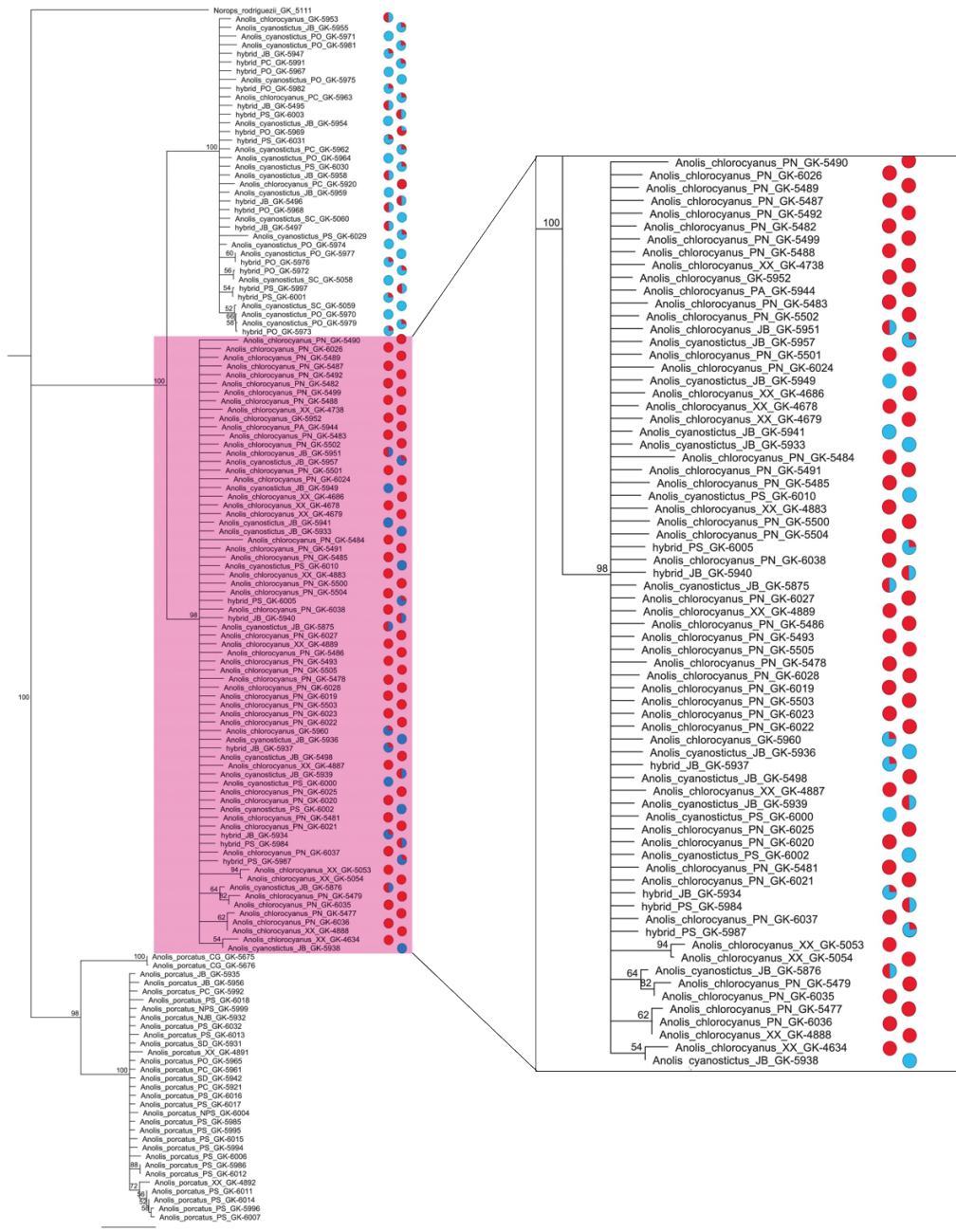
FIGURE 6

(a) *Anolis cyanostictus* clade





(b) *Anolis chlorocyanus* clade



(c) *Anolis porcatus* clade

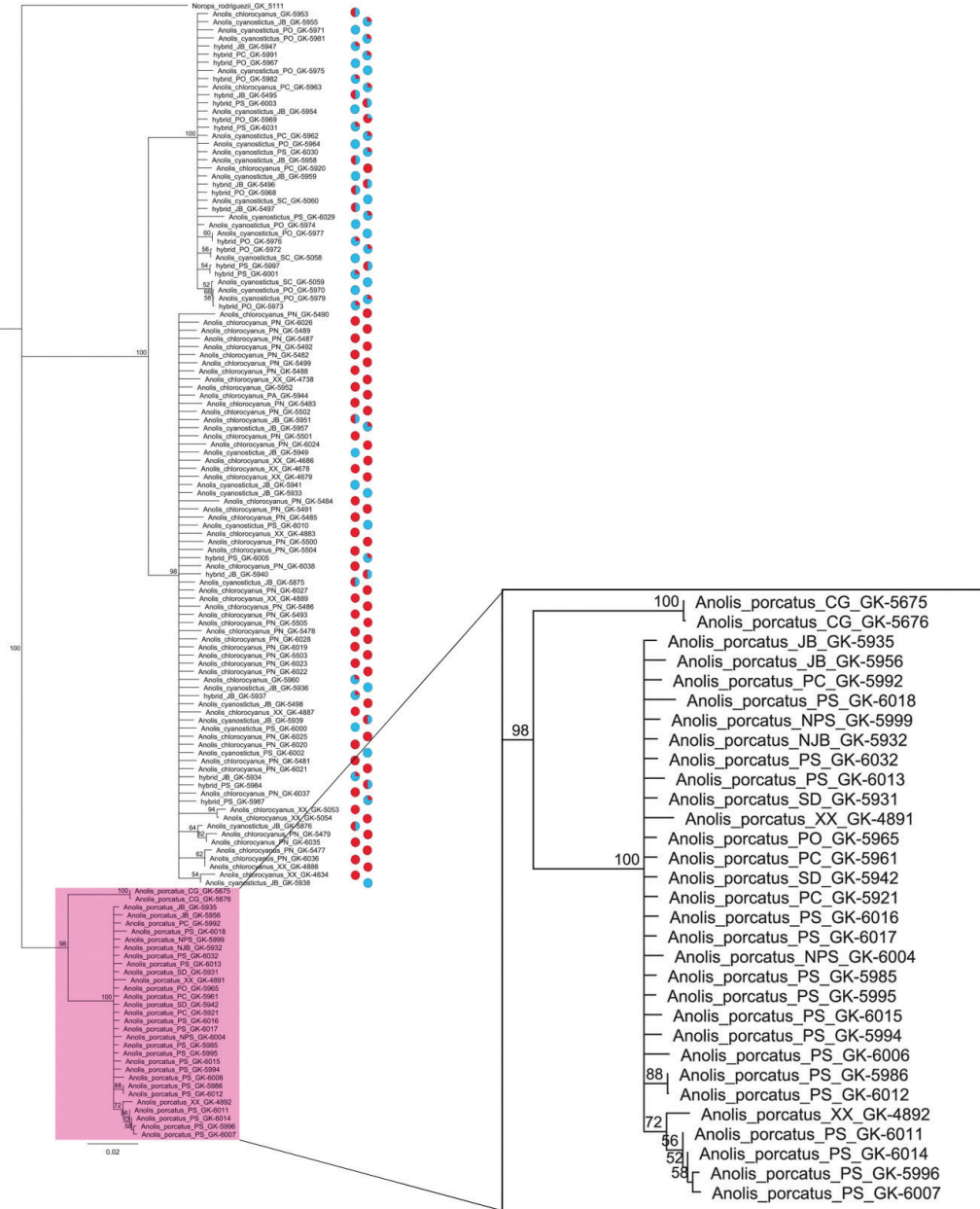


Figure 6. Phylogenetic tree obtained by analyzing Neighbors Union (Neighbor Joining, NJ) of the 16S gene sequences. The numbers at the nodes represent the bootstrap values. (a) *chlorocyanus* clade, (b) *cyanostictus* clade, (c) *porcatus* clade. The pie diagram shows the morphological assignment, *A. chlorocyanus* (red), *A. cyanostictus* (blue).

## DISCUSSION

According to Köhler and Hedges (2016), the evidence presented in Garcia *et al.* (1994) does not constitute reliable evidence for hybridization between *Anolis peynadoi* (formerly *A. chlorocyanus*) and *A. viridius* (formerly *A. coelestinus*). Therefore, our work constitutes the first report of hybridization between two species of green anoles from Hispaniola.

A general cyto-nuclear association between morphological (as a proxy for nuclear loci) and mitochondrial data, accompanied by incongruence in some individuals constitutes strong indication for hybridization between species (e.g., Pfenninger *et al.*, 2002; Dépraz *et al.*, 2009), as found between the two endemic species *A. chlorocyanus* and *A. cyanostictus*. Based on their intermediate morphology, hybrids can be placed in two groups: those showing equally characteristics of both parental species and those that are distinctly more similar in their phenotype to one of the parental species. These findings indicate the presence of backcrosses of hybrids with one of the parental species. Some hybrids were found in places where one of the species (*A. cyanostictus* or *A. chlorocyanus*, respectively) was apparently absent, or its existence at least not documented by us, suggesting (1) a small population of the species not found by us or instead, (2) that these intermediate individuals are the result of a historical hybridization event and that one of the two parental species had become locally extinct since, perhaps even by this introgression (Rhymer & Simberloff, 1996).

In both clades of these species we found individuals with intermediate phenotypic characteristics and individuals whose phenotypic characteristics are typical for one species but genetically they clustered with the other. Accordingly, the lack of intermediate morphological traits is not a reliable criterion to distinguish between hybrid and non-hybrid individuals; this is similar to what was found by Cedeño-Vázquez *et al.* (2008), in crocodiles. In some cases, hybridization can occur due to a shortage of conspecific mating partners, especially when a rare species and a common species are found in sympatry (Wirtz, 1999). In the case of the hybrids collected in the NBG, more phenotypically pure individuals of *A. cyanostictus* than of *A. chlorocyanus* were found, suggesting that at this site *A. cyanostictus* is the much more common species and *A. chlorocyanus* is a relatively rare species. Assuming a female mate choice, it is likely that hybridization occurs mostly between females of *A. chlorocyanus* (rare species) with males of *A. cyanostictus* (common species).

The fact that only a few reports on anoles hybridization exist (e.g., Gorman & Atkins, 1968; Glor *et al.*, 2004; Köhler *et al.*, 2010; Jezcova *et al.*, 2013; Wegener *et al.*, 2019) and even fewer reports on interspecific mating (e.g., Arias, 1985), might be interpreted as evidence of the existence of good reproductive isolating mechanisms, but could also be interpreted as a lack of combined genetic and morphologic investigations. (Schenk *et al.*, 2008).

In the particular case of PMN, given the congruence of the morphological and the genetic results, all individuals collected were assigned to the species *A. chlorocyanus*, i.e., no specimens of the other species were caught, nor specimens with an intermediate morphology. This may be due to the fact that the Isabela River separates this park from the rest of the areas studied, possibly acting as a geographical barrier, favoring the isolation of this species and preventing the dispersal of these anoles across the river.

Interestingly, sympatry of *A. cyanostictus* and *A. chlorocyanus* along with evidence of hybridization was only documented in areas that are historically known as the range of distribution of *A. cyanostictus*, but not in the original range of *A. chlorocyanus*. We assume that the latter species is translocated with human aid, most likely by bringing decorative plants into the metropolitan area. Flower pots with substrate containing anole eggs are a likely source of anoles when brought to a new place.

We did not find evidence of hybridization between either of the endemic species with the introduced species *A. porcatius*. However, Arias (1985) observed males of *A. cyanostictus* trying to copulate with females of *A. porcatius*, unsuccessfully due to rejection by the latter.

### CONCLUSIONS

Our study revealed evidence for hybridization between *Anolis chlorocyanus* and *A. cyanostictus* in the metropolitan area of Santo Domingo, Dominican Republic. The hybrids between these two species were grouped into three categories: (1) individuals that exhibit equally characteristics of both species, (2) individuals that exhibit more characteristics of one species than of the other, and (3) individuals that phenotypically represent one of the two species but that cluster genetically with the other species. Therefore, in areas of sympatry identification at the species level based on morphology is not reliable.

### ACKNOWLEDGMENT

We thank the Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales of Santo Domingo, Dominican Republic for collecting permits. We are grateful to the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” and the Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg for their support and funding of this work. We thank, Reveca Ramírez, Cristian Marte and Dalia Jones for their invaluable help during the field work. To América Sánchez for her contribution creating the map. To Linda Mogk and Sebastian Lotzkat for their help with the laboratory work and support during the visit of E. G. at the Senckenberg Museum.

## APPENDIX A

Specimens examined with their phenotypic category assignment (Phenot), genetic clade (0 = *chlorocyanus* clade; 1 = *cyanostictus* clade), identification (ID), locality, GPS coordinate and their corresponded genbank accession numbers.

Specimen ID	Museum Number	Phenot	Clade	ID	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5933	SMF 105301	1	0	hybrid	NBG	18.49534	-69.95293	MN514321
GK-5936	SMF 105302	1	0	hybrid	NBG	18.49133	-69.95732	MN514322
GK-5938	MNHNSD 23.3740	1	0	hybrid	NBG	18.49133	-69.95845	MN514323
GK-5941	MNHNSD 23.3741	1	0	hybrid	NBG	18.49165	-69.95587	MN514325
GK-5954	SMF 105304	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	NBG	18.49785	-69.95015	MN514327
GK-5959	MNHNSD 23.3743	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	NBG	18.49410	-69.95291	MN514331
GK-5964	SMF 105305	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44759	-70.00159	MN514333
GK-5967	SMF 105306	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44935	-69.99472	MN514388
GK-5970	SMF 105307	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44935	-69.99472	MN514334
GK-5971	MNHNSD 23.3744	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44935	-69.99472	MN514335
GK-5974	MNHNSD 23.3745	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44787	-69.99706	MN514336
GK-5975	MNHNSD 23.3746	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44787	-69.99706	MN514337
GK-5977	MNHNSD 23.3747	1	1	<i>A. cyanostictus</i>	PMO	18.44817	-70.00147	MN514338
GK-6000	SMF 105309	1	0	hybrid	PMS	18.44632	-69.94556	MN514341
GK-6002	SMF 105310	1	0	hybrid	PMS	18.44632	-69.94556	MN514342
GK-6010	MNHNSD 23.3749	1	0	hybrid	PMS	18.43738	-69.97121	MN514343
GK-5949	MNHNSD 23.3750	1	0	hybrid	NBG	18.49534	-69.95293	MN514326
GK-5478	SMF 105313	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52222	-69.95071	MN514272
GK-5479	SMF 105314	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52231	-69.92271	MN514273
GK-5481	SMF 105315	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51841	-69.91827	MN514274
GK-5483	SMF 105316	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51875	-69.95221	MN514276
GK-5484	SMF 105317	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51841	-69.91827	MN514277

Specimen ID	Museum Number	Phenot	Clade	ID	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5485	SMF 105318	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51853	-69.91879	MN514278
GK-5487	MNHNSD 23.3752	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51844	-69.91846	MN514280
GK-5488	MNHNSD 23.3753	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51838	-69.91791	MN514281
GK-5489	MNHNSD 23.3754	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51881	-69.95222	MN514282
GK-5490	MNHNSD 23.3755	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51838	-69.91791	MN514283
GK-5491	MNHNSD 23.3756	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52219	-69.95084	MN514284
GK-5493	MNHNSD 23.3757	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52222	-69.95071	MN514286
GK-5495	SMF 105319	0.5	1	hybrid	NBG	18.49790	-69.95375	MN514380
GK-5496	MNHNSD 23.3758	0.5	1	hybrid	NBG	18.50081	-69.94642	MN514381
GK-5497	MNHNSD 23.3759	0.5	1	hybrid	NBG	18.50081	-69.94642	MN514382
GK-5500	SMF 105320	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51182	-69.92204	MN514288
GK-5501	SMF 105321	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51232	-69.92000	MN514289
GK-5502	SMF 105322	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51185	-69.92040	MN514290
GK-5503	MNHNSD 23.3760	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51185	-69.92040	MN514291
GK-5505	MNHNSD 23.3761	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51148	-69.92157	MN514293
GK-5875	SMF 105323	0.5	0	hybrid	NBG	--	--	MN514319
GK-5876	SMF 105324	0.5	0	hybrid	NBG	--	--	MN514320
GK-5939	MNHNSD 23.3762	0.5	0	hybrid	NBG	18.49020	-69.95783	MN514324
GK-5940	MNHNSD 23.3763	0.5	0	hybrid	NBG	18.49088	-69.95679	MN514385
GK-5944	MNHNSD 23.3764	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	SD	--	--	MN514269
GK-5951	SMF 105326	0.5	1	hybrid	NBG	18.49161	-69.95811	MN514266
GK-5953	SMF 105327	0.5	1	hybrid	NBG	18.49789	-69.95008	MN514264
GK-5958	MNHNSD 23.3765	0.5	1	hybrid	NBG	18.49399	-69.95598	MN514330
GK-5968	SMF 105328	0.5	1	hybrid	PMO	18.44935	-69.99472	MN514389

Specimen ID	Museum Number	Phenot	Clade	ID	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5984	SMF 105329	0.5	0	hybrid	PMS	18.44604	-69.94566	MN514395
GK-5997	MNHNSD 23.3766	0.5	1	hybrid	PMS	18.44632	-69.94556	MN514397
GK-6003	MNHNSD 23.3767	0.5	0	hybrid	PMS	18.44632	-69.94556	MN514399
GK-6019	SMF 105330	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52581	-69.92589	MN514294
GK-6020	SMF 105331	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52534	-69.92652	MN514295
GK-6021	SMF 105332	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52345	-69.92583	MN514296
GK-6022	SMF 105333	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52359	-69.92567	MN514297
GK-6023	SMF 105334	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52534	-69.92652	MN514298
GK-6024	SMF 105335	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52352	-69.92547	MN514299
GK-6025	SMF 105336	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52276	-69.92490	MN514300
GK-6026	SMF 105337	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52593	-69.92618	MN514301
GK-6027	SMF 105328	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52341	-69.92500	MN514302
GK-6035	MNHNSD 23.3768	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51836	-69.91804	MN514304
GK-6036	MNHNSD 23.3769	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52330	-69.94794	MN514305
GK-6037	MNHNSD 23.3770	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52330	-69.94794	MN514306
GK-6038	MNHNSD 23.3771	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51938	-69.95202	MN514307
GK-5477	MNHNSD 23.3772	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51938	-69.95202	MN514271
GK-5482	MNHNSD 23.3773	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51855	-69.95230	MN514275
GK-5486	MNHNSD 23.3774	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52252	-69.95018	MN514279
GK-5498	SMF 105339	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	NBG	18.50049	-69.94707	MN514318
GK-5499	MNHNSD 23.3775	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51083	-69.92132	MN514287
GK-5504	MNHNSD 23.3776	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.51228	-69.91997	MN514292
GK-5952	MNHNSD 23.3778	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	NBG	18.49071	-69.95873	MN514263
GK-6028	MNHNSD 23.3779	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52534	-69.92652	MN514303
GK-5934	SMF 105341	0.75	0	hybrid	NBG	18.49040	-69.95785	MN514383

Specimen ID	Museum Number	Phenot	Clade	ID	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5937	SMF 105342	0.75	0	hybrid	NBG	18.49096	-69.95684	MN514384
GK-5947	MNHNSD 23.3780	0.75	1	hybrid	NBG	18.49020	-69.95781	MN514386
GK-5955	MNHNSD 23.3781	0.75	1	hybrid	NBG	18.49755	-69.95094	MN514328
GK-5957	SMF 105343	0.75	0	hybrid	NBG	18.49534	-69.95293	MN514329
GK-5960	SMF 105344	0.75	0	hybrid	NBG	18.49131	-69.95751	MN514265
GK-5962	SMF 105345	0.75	1	hybrid	PC	18.47209	-69.90864	MN514332
GK-5963	MNHNSD 23.3782	0.75	1	hybrid	PC	18.47206	-69.90868	MN514267
GK-5969	SMF 105346	0.75	1	hybrid	PMO	18.44935	-69.99472	MN514390
GK-5972	SMF 105347	0.75	1	hybrid	PMO	18.44787	-69.99706	MN514391
GK-5973	SMF 105348	0.75	1	hybrid	PMO	18.44787	-69.99706	MN514392
GK-5976	MNHNSD 23.3783	0.75	1	hybrid	PMO	18.44759	-70.00159	MN514393
GK-5979	MNHNSD 23.3784	0.75	1	hybrid	PMO	18.44979	-70.00165	MN514339
GK-5981	MNHNSD 23.3786	0.75	1	hybrid	PMO	18.46233	-69.99838	MN514340
GK-5982	MNHNSD 23.3787	0.75	1	hybrid	PMO	18.46233	-69.99838	MN514394
GK-5987	SMF 105351	0.75	0	hybrid	PMS	18.44581	-69.94562	MN514396
GK-5991	MNHNSD 23.3789	0.75	1	hybrid	PC	18.47198	-69.90866	MN514387
GK-6001	SMF 105353	0.75	1	hybrid	PMS	18.44598	-69.94550	MN514398
GK-6005	SMF 105354	0.75	0	hybrid	PMS	18.44646	-69.94558	MN514400
GK-6029	MNHNSD 23.3791	0.75	1	hybrid	PMS	18.44478	-69.94787	MN514344
GK-6030	MNHNSD 23.3792	0.75	1	hybrid	PMS	18.44510	-69.94655	MN514345
GK-6031	MNHNSD 23.3793	0.75	1	hybrid	PMS	18.44537	-69.94766	MN514401
GK-5492	SMF 105355	0	0	<i>A. chlorocyanus</i>	PMN	18.52219	-69.95084	MN514285
GK-5920	SMF 105356	0	1	hybrid	PC	18.47208	-69.90862	MN514270



## APPENDIX B

*Anolis porcatus* and additional specimens examined. Abbreviations of localities: NBG = National Botanical Garden “Dr. Rafael M. Moscoso, PMS = Parque Mirador Sur, PMO = Parque Mirador Oeste, PC = Plaza de la Cultura, SD = Santo Domingo, VA = Villa Altigracia, LR = La Romana, BA = Bávaro, BC = Boca Chica, AD = Autopista Duarte and PP = Puerto Plata.

Specimen ID	Museum Number	Species	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5956	MNHNSD 23.3794	<i>A. porcatus</i>	NBG	18.48978	-69.95885	MN514353
GK-5932	MNHNSD 23.3795	<i>A. porcatus</i>	NBG	18.48768	-69.96184	MN514351
GK-6032	MNHNSD 23.3796	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.44141	-69.96142	MN514375
GK-6013	MNHNSD 23.3797	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43835	-69.96703	MN514369
GK-5965	MNHNSD 23.3798	<i>A. porcatus</i>	PMO	18.44885	-69.99464	MN514357
GK-5961	MNHNSD 23.3799	<i>A. porcatus</i>	PC	18.47205	-69.90863	MN514355
GK-6006	MNHNSD 23.3800	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43725	-69.97080	MN514365
GK-5986	MNHNSD 23.3801	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.44803	-69.94247	MN514359
GK-6012	MNHNSD 23.3802	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43827	-69.96722	MN514368
GK-6011	MNHNSD 23.3803	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43725	-69.97080	MN514367
GK-6014	MNHNSD 23.3804	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43582	-69.97744	MN514370
GK-5996	MNHNSD 23.3805	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.44823	-69.94293	MN514362
GK-6007	MNHNSD 23.3806	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43963	-69.96449	MN514366
GK-5921	SMF 105359	<i>A. porcatus</i>	PC	18.47207	-69.90862	MN514354
GK-5931	SMF 105360	<i>A. porcatus</i>	SD	-	-	MN514376
GK-5935	SMF 105361	<i>A. porcatus</i>	NBG	18.49040	-69.95785	MN514352
GK-5942	SMF 105362	<i>A. porcatus</i>	SD	18.49575	-69.77985	MN514377
GK-5985	SMF 105363	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.44717	-69.94374	MN514358
GK-5992	SMF 105364	<i>A. porcatus</i>	PC	18.47197	-69.90866	MN514356
GK-5994	SMF 105365	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.45564	-69.93234	MN514360
GK-5995	SMF 105366	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.45284	-69.93379	MN514361

## Appendix B. Continuation

Specimen ID	Museum Number	Species	Locality	Latitude	Longitude	GenBank Number
GK-5999	SMF 105367	<i>A. porcatus</i>	SD	18.45357	-69.92937	MN514363
GK-6004	SMF 105368	<i>A. porcatus</i>	SD	18.45357	-69.92937	MN514364
GK-6015	SMF 105369	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43714	-69.97083	MN514371
GK-6016	SMF 105370	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43714	-69.97111	MN514372
GK-6017	SMF 105371	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.43725	-69.97080	MN514373
GK-6018	SMF 105372	<i>A. porcatus</i>	PMS	18.44141	-69.96128	MN514374
GK-4891	SMF 97976	<i>A. porcatus</i>	BC	18.44918	-69.60341	MN514378
GK-4892	SMF 97977	<i>A. porcatus</i>	BC	18.44918	-69.60341	MN514379
GK-5675	SMF 105357	<i>A. porcatus</i>	-	-	-	MN514349
GK-5676	SMF 105358	<i>A. porcatus</i>	-	-	-	MN514350
GK-5058	SMF 99014	<i>A. cyanostictus</i>	VA	18.44004	-69.99910	MN514346
GK-5059	SMF 99015	<i>A. cyanostictus</i>	VA	18.44004	-69.99910	MN514347
GK-5060	SMF 99016	<i>A. cyanostictus</i>	VA	18.44004	-69.99910	MN514348
GK-4634	SMF 97836	<i>A. chlorocyanus</i>	LR	18.43476	-69.19080	MN514308
GK-4678	SMF 97841	<i>A. chlorocyanus</i>	BA	18.64256	-68.34635	MN514309
GK-4679	SMF 97842	<i>A. chlorocyanus</i>	BA	18.64821	-68.36394	MN514310
GK-4686	SMF 105311	<i>A. chlorocyanus</i>	BA	18.64735	-68.42858	MN514311
GK-4738	SMF 105312	<i>A. chlorocyanus</i>	BC	18.44780	-69.61122	MN514312
GK-4883	SMF 97858	<i>A. chlorocyanus</i>	AD	18.52900	-70.00996	MN514268
GK-4887	SMF 97861	<i>A. chlorocyanus</i>	AD	18.52900	-70.00996	MN514313
GK-4888	SMF 97862	<i>A. chlorocyanus</i>	AD	18.52900	-70.00996	MN514314
GK-4889	SMF 97847	<i>A. chlorocyanus</i>	BC	18.44918	-69.60341	MN514315
GK-5053	SMF 97840	<i>A. chlorocyanus</i>	PP	19.63135	-70.58644	MN514316
GK-5054	SMF 97841	<i>A. chlorocyanus</i>	PP	19.63135	-70.58644	MN514317

## LITERATURE CITED

- Almonte-Espinosa, H. 2018. Composición, riqueza, diversidad y abundancia de Aves en cuatro áreas verdes de Santo Domingo. *Novitates Caribaea*, 12: 14–24.
- Arias, C. Y. 1985. *Anolis chlorocyanus* y *Anolis porcatius* (Sauria, Iguanidae) en la ciudad de Santo Domingo. Tesis para optar por el título de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana.
- Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN). 2016. Análisis del contexto del Distrito Nacional: Delimitación del contexto. Distrito Nacional, República Dominicana.
- Cedeño-Vázquez J. R., D. Rodríguez, S. Calme, J. Perran Ross, L. D. Densmore, & J. B. Thorbjarnarson. 2008. Hybridization between *Crocodylus acutus* and *Crocodylus moreletii* in the Yucatan Peninsula: I. Evidence from mitochondrial DNA and morphology. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 309: 661–673.
- Cochran, D. M. 1941. The herpetology of Hispaniola. United States National Museum Bulletin, 177: 1–398.
- Consejo Nacional de Asuntos Urbanos (CONAU). 2007. Geo Santo Domingo, Perspectiva del Medio Ambiente Urbano. Santo Domingo, República Dominicana.
- Dépraz, A., J. Hausser, & M. Pfenninger. 2009. A species delimitation approach in the *Trochulus sericeus/hispidus* complex reveals two cryptic species within a sharp contact zone. *BMC Evolutionary Biology*, 9 (1): 171.
- García, R., A. Queral, R. Powell, J. S. Jr. Parmerlee, D. D. Smith, & A. Lathrop. 1994. Evidence of Hybridization among green anoles (Lacertilia: Polychrotidae) from Hispaniola. *Caribbean Journal of Science*, 30: 279–281.
- Glor, R. E., M. E. Gifford, A. Larson, J. B. Losos, L. R. Schettino, A. R. Lara, & T. R. Jackman. 2004. Partial island submergence and speciation in an adaptive radiation: A multilocus analysis of the Cuban green anoles. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271: 2257–2265.
- Gorman, G. C., & L. Atkins. 1968. Natural hybridization between two sibling species of *Anolis* lizards: chromosome cytology. *Science*, 159: 1358–1360.
- Ivanova, N. V., J. De Waard, & P. D. N. Hebert. 2006. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. *Molecular Ecology Notes*, 6: 998–1002.
- Jezkova, T., M. Leal & J. A. Rodríguez-Robles. 2013. Genetic drift or natural selection? Hybridization and asymmetric mitochondrial introgression in two Caribbean lizards (*Anolis pulchellus* and *Anolis krugi*). *Journal of Evolutionary Biology*, 26: 1458–1471.
- Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16: 111–120.
- Köhler, G. 2014. Characters of external morphology used in *Anolis* taxonomy: Definition of terms, advise on usage, and illustrated examples. *Zootaxa*, 3774 (3): 201–257.

- Köhler, G., D. M. Dehling & J. Köhler. 2010. Cryptic species and hybridization in the *Anolis polylepsis* complex, with the description of a new species from the Osa Peninsula, Costa Rica (Squamata: Polychrotidae). *Zootaxa*, 2718: 23–38.
- Köhler, G., J. Vargas, & S. Lotzkat. 2014. Two new species of the *Norops pachypus* complex (Squamata, Dactyloidae) from Costa Rica. *Mesoamerican Herpetology*, 1: 254–280.
- Köhler, G. & S. B. Hedges. 2016. A revision of the green anoles of Hispaniola with description of eight new species (Reptilia, Squamata, Dactyloidae). *Novitates Caribaea*, 9: 1–135.
- Kumar, S., G. Stecher & K. Tamura. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33 (7): 1870–1874.
- Mejía, M., & R. García. 1994. El Jardín Botánico Nacional. Editora Corripio, 60 pp.
- Mertens, R. 1939. Herpetologische Ergebnisse einer Reise nach der Insel Hispaniola, Westindien. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 449: 1–84.
- Pfenninger, M., F. Reinhardt, & B. Streit. 2002. Evidence for cryptic hybridization between different evolutionary lineages of the invasive clam genus *Corbicula* (Veneroidea, Bivalvia). *Journal of Evolutionary Biology*, 15 (5): 818–829.
- Poe, S., A. Nieto-Montes de Oca, O. Torres-Carvajal, K. de Queiroz, J. A. Velasco, B. Truett, L. N. Gray, M. J. Ryan, G. Köhler, F. Ayala-Varela, & I. Latella. 2017. A phylogenetic, biogeographic, and taxonomic study of all extant species of *Anolis* (Squamata; Iguanidae). *Systematic Biology*, 66: 663–697.
- Powell, R., D. O. Smith, J. S. Jr. Parmerlee, C. V. Taylor, & M. L. Jolley. 1990. Range expansion by an introduced anole: *Anolis porcatus* in the Dominican Republic. *Amphibia-Reptilia*, 11: 421–425.
- Rhymer, J. M., & D. Simberloff. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27 (1): 83–109.
- Saitou, N., & M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstruction of phylogenetic trees. *Molecular Biology Evolution*, 4: 406–425.
- Schwartz, A., & R. W. Henderson. 1991. *Amphibians and Reptiles of the West Indies: Descriptions, Distributions, and Natural History*. Gainesville, FL, USA: University of Florida Press, 720 pp.
- Schwenk, K., N. Brede, & B. Streit. 2008. Introduction. Extent, processes and evolutionary impact of interspecific hybridization in animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363 (1505): 2805–2811.
- Stuart, Y. E., M. A. Landestoy, D. L. Malher, D. Scantlebury, A. J. Geneva, P. S. VanMiddlesworth, & R. E. Glor. 2012. Two new introduced populations of the Cuban green anole (*Anolis porcatus*) in the Dominican Republic. *IRCF Reptiles & Amphibians*, 19: 71–75.
- Szabó, M. 2010. *Árboles de Santo Domingo*. Ayuntamiento del Distrito Nacional, Santo Domingo, República Dominicana, 93 pp.

- Wegener, J. E., J. N. Pita-Aquino, J. Atutubo, A. Moreno & J. J. Kolbe. 2019. Hybridization and rapid differentiation after secondary contact between the native green anole (*Anolis carolinensis*) and the introduced green anole (*Anolis porcatius*). *Ecology and Evolution*, 9: 4138–4148.
- Williams, E. E. 1965. The species of Hispaniolan green anoles (Sauria, Iguanidae). *Breviora*, 227: 1–16.
- Wirtz, P. 1999. Mother species–father species: unidirectional hybridization in animals with female choice. *Animal Behaviour*, 58: 1–12.

[Recibido: 26 de agosto, 2019. Aceptado para publicación: 24 de octubre, 2019]

## NEW BAT LOCALITY RECORDS FROM CUBA WITH EMPHASIS ON THE PROVINCE OF MATANZAS

### Nuevas localidades y registros de murciélagos para Cuba, con énfasis en la provincia de Matanzas

Johanset Orihuela<sup>1\*</sup>, Lázaro W. Viñola<sup>2</sup>, and Ricardo A. Viera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Earth and Environment (Geosciences), Florida International University, Miami, Florida, 33199, USA;  [orcid.org/0000-0002-7806-603X](https://orcid.org/0000-0002-7806-603X); \*Para correspondencia: [jorih003@fiu.edu](mailto:jorih003@fiu.edu). <sup>2</sup>Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, FL 32611-7800;  [orcid.org/0000-0002-2956-6759](https://orcid.org/0000-0002-2956-6759). <sup>3</sup>Progressus Heritage and Community Foundation, USA;  [orcid.org/0000-0002-6535-1472](https://orcid.org/0000-0002-6535-1472).

#### ABSTRACT

Here we provide a compilation of bat distribution records based on neontological and paleontological data, updating the known distribution in Matanzas province, the Isle of Pines, and Central Cuba. From 97 collecting localities in the Province of Matanzas, we report 27 taxa out of the 34 known from the Cuban archipelago; 21 of them are extant while the other six are extinct. *Antrozous koopmani* and *Natalus primus* are considered locally extinct in Matanzas, as in most of the archipelago today, but had a wider distribution in the past that lasted until very late in the Holocene. The extinct endemics, *Artibeus anthonyi*, and *Phyllops vetus*, are reported for the first time in the province, and the distribution records of *Phyllops falcatus*, *Lasiurus pfeifferi*, *Lasiurus insularis*, *Chilonatalus macer*, and *Eumops ferox* are updated and expanded. These records make Matanzas the second richest province in bat diversity of the Cuban archipelago and an area of considerable conservation potential.

*Keywords:* bats, Matanzas, fossils, Cuba, extinction, biogeography.

#### RESUMEN

Se hace una actualización del registro de murciélagos para la provincia de Matanzas, Isla de Pinos y zona central de Cuba, basada en reportes paleontológicos y neontológicos de un total de 97 localidades de colecta. Para la provincia de Matanzas reportamos 27 especies de 34 registradas, entre extinguidas y vivientes, representando un 79 % de la quiropterofauna conocida y más del 84 % de las especies vivientes del archipiélago cubano. Las especies en alto riesgo de extinción *Antrozous koopmani* y *Natalus primus*, aunque localmente extintas en la provincia, como en la gran mayoría de la isla, presentaron un registro fósil que sugiere una mayor distribución hasta el Holoceno tardío. Las especies extinguidas endémicas *Artibeus anthonyi* y *Phyllops vetus* se reportan por vez primera para Matanzas. Además, se actualizan y expanden los registros de *Phyllops falcatus*, *Lasiurus pfeifferi*, *Lasiurus insularis*, *Chilonatalus macer* y *Eumops ferox*. Las nuevas localidades y registros hacen de la región de Matanzas la segunda provincia de mayor diversidad quiropterológica del archipiélago cubano, distinguiéndose como un área de considerable potencial para la conservación de los murciélagos de Cuba.

*Palabras clave:* murciélagos, Matanzas, fósiles, Cuba, extinción, biogeografía.

## INTRODUCTION

The Cuban archipelago is a center of bat biodiversity in the Antilles. The main island of Cuba, including the Isle of Pines and surrounding keys, have the greatest bat richness with 27 living species, seven of them endemics, representing nearly half (45 %) of the recorded species of the entire Antillean sub-region (Silva Taboada, 1979; Morgan & Wood, 1986; Morgan, 2001; Mancina & García, 2011; Mancina, 2012). Of this fauna, 16 species (60 %) utilize caves for roosting or diurnal refuge, of which 10 (37 %) are considered strict cave-dwellers. Fewer species are arboreal (Silva Taboada, 1979; Mancina, 2012). In addition to the current diversity, there are seven species (excluding the extinct *M. magna*) of which two, *Mormoops megalophylla* and *Desmodus rotundus*, are extirpated. So far, four species are considered accidental records: *Eumops perotis*, *Lasiurus cinereus*, *Myotis sodalis* and *Ariteus flavescens* (Gundlach, 1868; Silva Taboada, 1979; see Balseiro, 2011, for an alternative interpretation).

Identifying sites or areas of high species richness and providing inventories of their diversity are among the most important aspects of conservation (Longino & Colwell, 1997; Sánchez-Lozada *et al.*, 2018). Since Gilberto Silva Taboada's work on Cuban bats (1979), the chiropteran fauna within the region of Matanzas, among others in the archipelago, has been partially updated or reassessed. The most recent have concentrated on providing inventories from National Parks or Park Reserves, which have nevertheless provided new locality records throughout the archipelago (Díaz-Franco, 2005; Mancina, 2011, 2012; Mancina & García, 2011; García & Mancina, 2011; Balseiro, 2011; Borroto-Páez & Mancina, 2017; Sánchez-Lozada *et al.*, 2018). However, most of these recent compilations did not include paleontological data or subfossil/fossil-derived records, which we consider important for the understanding of former fauna diversity and changes in local distribution; both which are imperative for long-term conservation planning. Recent paleontological data have already hinted at the region's rich historical diversity (Viera, 2004; Viera & Orihuela, 2006; Orihuela, 2011, 2010, 2013; Orihuela & Tejedor, 2012), but these have not been assimilated into some of the current distributional compilations or inventories (García & Mancina, 2011; Mancina, 2012; Sánchez-Lozada *et al.*, 2018).

## OBJECTIVES

- Our goal here is to present a species-location compilation based on paleontological and neontological records available since the XIX century, including 41 new localities and observations that are absent from previous inventories or species distribution research.

## MATERIALS AND METHODS

The records are based on observations, sample collections, and paleontological work executed between 1995 and 2018. Identification and systematic taxonomy follow Silva Taboada (1976, 1979), Silva Taboada and Vela (2009) and Mancina (2012). We considered *Antrozous koopmani* as an endemic species (Silva Taboada, 1976; Silva Taboada & Vela, 2009), although it has been considered as a subspecies of the continental form *A. pallidus* (Simmons, 2005; Fig. 2). The extinct *Mormoops magna* is here tentatively considered conspecific with *Mormoops megalophylla*, and *Desmodus puntajudensis* is considered a full synonym of *Desmodus rotundus* (Orihuela, 2010, 2011).

**Species abbreviations.** The species roster is organized alphabetically based on taxonomic abbreviations as follows: *Artibeus anthonyi* (**AA**), *Artibeus jamaicensis parvipes* (**Ajp**), *Antrozous koopmani* (**Ak**), *Brachyphylla nana* (**Bn**), *Chilonatalus macer* (**Chm**), *Desmodus rotundus* (**DR**), *Eumops ferox* (**Ef**), *Eptesicus fuscus dutertrei* (**Efd**), *Erophylla sezekorni* (**Es**), *Lasiurus insularis* (**Li**), *Lasiurus pfeifferi* (**Lpf**), *Mormoops blainvillii* (**Mb**), *Mormoops megalophylla* (**MM**), *Molossus molossus tropidorhynchus* (**Mmt**), *Monophyllus redmani clinedaphus* (**Mrc**), *Macrotus waterhousiei minor* (**Mwm**), *Nycticeius cubanus* (**Nc**), *Noctilio leporinus mastivus* (**Nlm**), *Natalus primus* (**Npr**), *Nyctiellus lepidus* (**Nyl**), *Phyllops falcatus* (**Pf**), *Phyllonycteris poeyi* (**Pp**) and *Phyllops vetus* (**PV**). Taxa abbreviations and valid subspecies follow Silva Taboada (1979) and Tejedor (2011). Validity follows Simmons (2005). Subspecies were included only for the purpose of creating the abbreviations, and discussed in the text where necessary. All capitals indicate extinct/extirpated species. The subspecies pertain to those recognized for Cuban species (Silva Taboada, 1979). An asterisk (\*) indicates species reported only from fossil or subfossil material. Only species that were irrefutably identified were counted in our records. Uncertain records, such as *Nyctinomops macrotis* from Cueva de la Caja (Viera, 2004) or a live specimen of *Antrozous koopmani* from the region of Guamuhaia (see Mancina, 2012) are not counted here, largely because these specimens were not preserved or lack any other form of record and are thus not available for study or confirmation. Species referred and illustrated here were donated to the Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Cuba, but not all have been cataloged.

Rarity indices were calculated to represent abundance-collection frequency following Silva's Taboada (1979) equation =  $\sqrt{AF/10}$ ; where **A** stands for specimens resulting from collection or observation, and **F** stands for the total number of collecting stations from which the **A** collection originated. The resulting score was arbitrary organized as follows: very common (> 15 collection localities), common (11-15), scarce (6-10) and rare (< 5).

**Localities.** The collection or sampling localities are organized in occurrence (Fig. 1). Our locality list includes a compilation of previous reports (Gundlach, 1868; Chapman, 1892; Miller, 1904; Allen, 1911, 1917, 1918., Anthony, 1917; Barbour, 1945; Aguayo, 1950; Silva Taboada, 1974, 1976, 1979; Garrido, 1980; Mancina *et al.*, 2004; Tejedor *et al.*, 2004, 2005; Viera, 2004; Silva Taboada & Vela, 2005; Orihuela, 2010, 2011; García & Mancina, 2011; Hernández Muñoz & Mancina, 2011; Tejedor, 2011; Valdés *et al.*, 2011; Mancina, 2012; Orihuela & Tejedor, 2012; Borroto-Páez & Mancina, 2017; Sánchez-Lozada *et al.*, 2018).

Thus providing the perspective of over a century of records (Tables I-II). Altitudes are approximate given in meters above present sea level taken from Google Earth Pro (2019). Current vegetation and original vegetation, when discussed, are from personal observations, the Cuban National Atlas (Instituto de Planificación Física, 1989), González *et al.* (2012) and Borroto-Páez and Mancina (2017). The gazetteer of localities is provided in Table I.



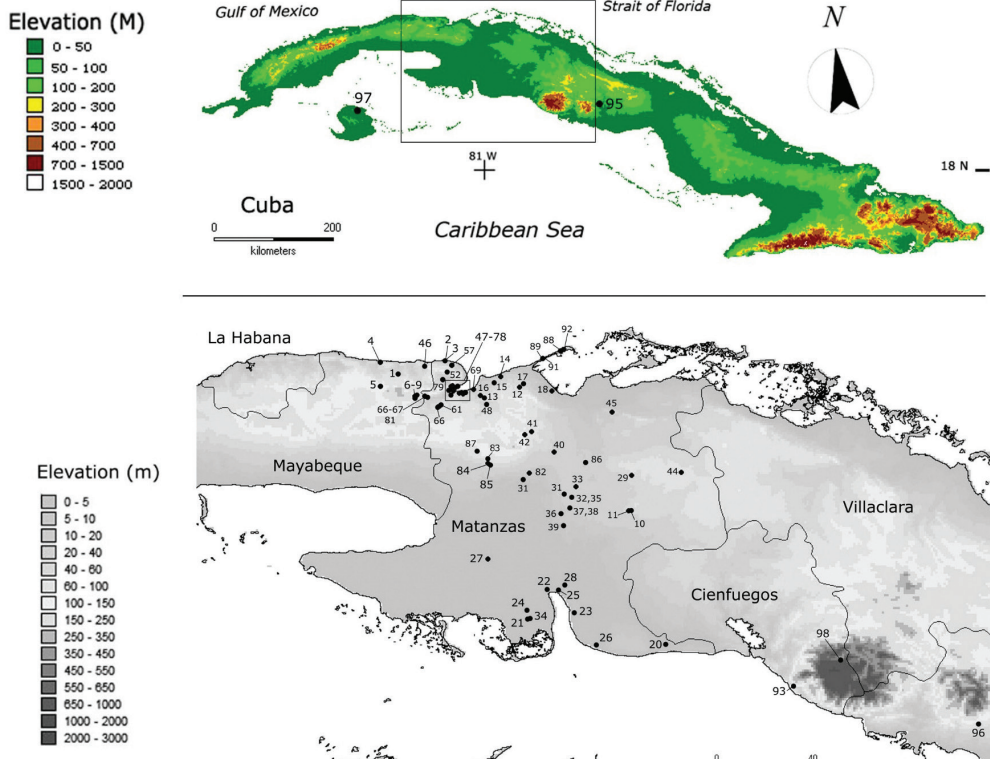


Figure 1. Distribution of sampled localities and bat collecting stations in Cuba (location number are indexed on Table I database).

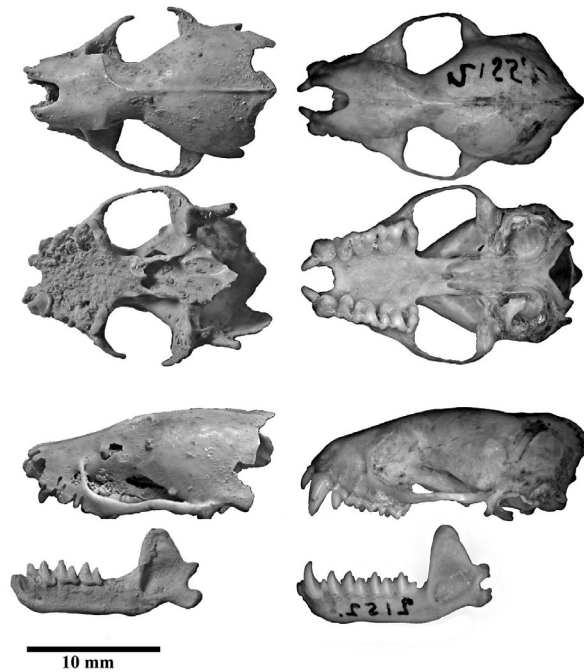


Figure 2. Comparison between the endemic Cuban Pallid bat (*Antrozous koopmani*) from Cueva de los Nesofontes (loc. 6) and the North American Pallid bat (*Antrozous pallidus*, AMNH 2152 mandible, and the skull AMNH 2155, both females from Guadalajara, Mexico).

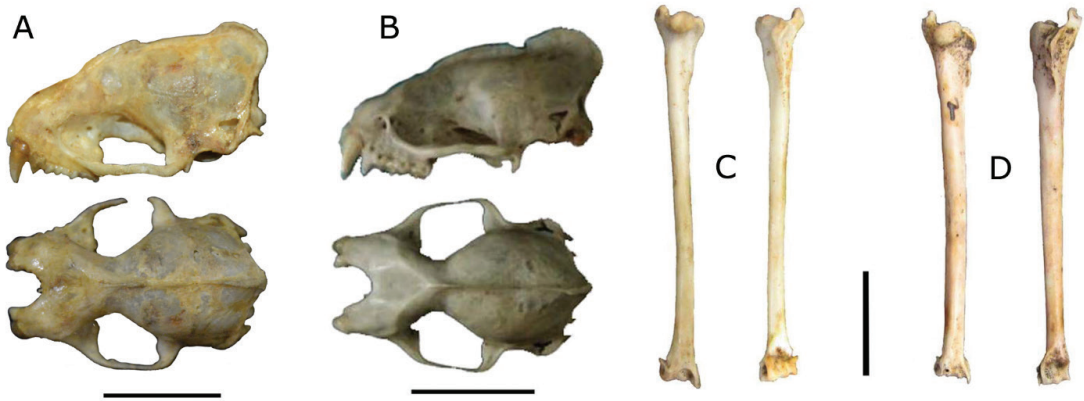


Figure 3. Neontological *Lasiurus insularis* and *Eumops ferox* specimens. A, *Lasiurus insularis* extracted skull from specimen collected and reported by Viera (2004) from the Yumuri River Gorge, in the outskirts of Matanzas city (locality 77). B, *Lasiurus insularis* skull and humerus, C, from a modern owl roost at J4-Quarry (locality 38). D, *Eumops ferox* from Hornos de Cal site (locality 95) in Santi Spiritus. All scale bars = 10 mm.

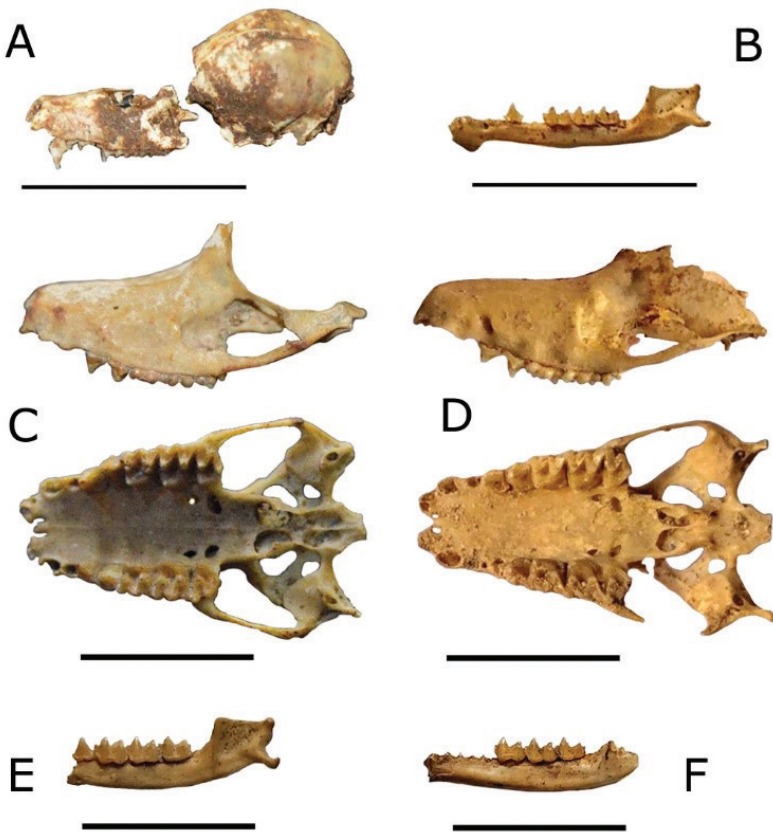


Figure 4. Very fresh natalids from two owl roost deposits in Matanzas. A, *Chilonatalus macer* fragmentary skull from Cueva del Ciclón. B, *Chilonatalus macer* left dentary from a *Tyto furcata* fresh pellet in a modern roost at Cueva del Ciclón (Loc. 62). C-E, *Natalus primus* rostra and fragment of a left dentary from the same locality and in association to *Ch. macer* from above. F, *Natalus primus* right dentary (image mirrored) from Cueva del Gato Jíbaro (loc. 58). All scale bars = 10 mm.

## RESULTS

Here we report a total of 27 bat species in 19 genera, including extant and extinct taxa, distributed throughout 97 localities including the Sierra de Caballos in the Isle of Pines (Isla de Pinos), Cienfuegos, Villa Clara, and Santi Spiritus, but with emphasis on the Province of Matanzas (Table I). Of the 26-living species registered for the Cuban archipelago, we report 21 taxa from the region of Matanzas alone, representing 84 % of the extant bat diversity of the Cuban archipelago.

In the region of Matanzas, 41 new localities are added to the existing record, including both modern and fossil/subfossil specimens. At the same time, we increase the record of species from several of the already published localities. Among these, occurrences in owl pellets or from cave localities and urban centers comprise 55.7 % and 22.7 % of the collection localities respectively; and together over 78 % of the total localities. Rural localities constituted 21.6 % of all localities, but are comparable to urban localities (Table I-II).

Of the overall total of 27 recorded species, four represent extinct forms: *Artibeus anthonyi*, *Desmodus rotundus*, *Mormoops megalophylla*, and *Phyllops vetus*, which constitute 57 % of the known extinct and extirpated species from Cuba. *Artibeus anthonyi* and *Phyllops vetus* constitute new confirmed fossil records for the region of Matanzas. *Phyllops vetus* is also recorded for the first time in Villa Clara province. Several other records now extend the modern distributions of *Lasiurus insularis*, *Lasiurus pfefferi*, *Chilonatalus macer* and *Eumops ferox* (Figs. 3-4; Table I). An additional record of *Lasiurus insularis* is provided from modern owl roost at the J4 quarry (loc. 37), plus two modern records of *Eumops ferox* from which it was previously unrecorded: one captured inside a house in the city of Cárdenas (loc. 17, by RV) and another from a fresh owl pellet from Cueva del Indio 2 (by LWV, loc. 66; Fig. 3D).

The critically endangered and very rare species *Antrozous koopmani* and *Natalus primus* are reported from paleontological deposits only, although some of them are possibly very recent in age (Fig. 2). These species had already been registered from fossil, subfossil and neontological records by several authors across the island (Silva Taboada, 1976, 1979; Viera, 2004; Orihuela, 2011, 2010; Tejedor, 2011; Orihuela & Tejedor, 2012, Mancina, 2012). The modern (i.e., post-Columbian) specimens of *Natalus primus* were discovered in what seemed to be “fresh” owl pellets in modern owl roosts in Cueva del Gato Jíbaro and Cueva Ciclón (Fig. 4), two caves of the Bellamar system near the city of Matanzas. A specimen under similar conditions had been previously reported from Cueva Ciclón by Viera (2004) and from Gato Jíbaro by Tejedor (2011). Fossil remains of *Phyllops falcatus* are reported for the first time from Cueva Musulmanes, Varadero peninsula, suggesting the presence of this species there at least in the Holocene. This last specimen is highly mineralized and likely does not have enough collagen for radiocarbon dating.







Table II. Summary of species and percent composition, trophic guild, foraging strategy, habitat and current IUCN status

Species	No. of Modern Localities	%	No. of Fossil Localities	%	Trophic Guild	Foraging Strategy	Roost Habitat	IUCN 2015
<i>Aribesus anthonyi</i>	0	0	3	20	Fruugivore	Stationary feeder	Multiple	Ex.
<i>Aribesus jamaicensis</i>	49	55.7	5	33.3	Fruugivore	Stationary feeder	Multiple	Lc
<i>Anrozous pallidus koopmani</i>	0	0	1	6.7	Insectivore	Stationary feeder	Multiple	Ext.?
<i>Brachyphylla nana</i>	28	31.8	5	33.3	Fruugivore	Stationary feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Chilonatalus macer</i>	6	6.8	3	20	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	NT (as <i>C. micropus</i> )
<i>Desmodus rotundus</i>	0	0	1	6.7	Sanguivore	Stationary feeder	Multiple	Ex. (Lc in Continent)
<i>Eumops ferox</i>	7	8	0	0	Insectivore	Open space feeder	Multiple	Lc (as <i>E. glaucinus</i> )
<i>Eptesicus fuscus</i>	19	21.6	1	6.7	Insectivore	Open space feeder	Multiple	Lc
<i>Erophylla sezekorni</i>	9	10.2	4	26.7	Pollinivorous	Stationary feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Lasirurus insularis</i>	3	3.4	1	6.7	Insectivore	Open space feeder	Arboriferous/caves	VU
<i>Lasurus pfeiferi</i>	8	9	0	0	Insectivore	Open space feeder	Arboriferous	NT
<i>Mormoops blainvillii</i>	18	20.5	4	26.7	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Mormoops megalophylla</i>	0	0	1	6.7	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Ex. (Lc in Continent)
<i>Molossus molossus</i>	16	18.2	1	6.7	Insectivore	Open space feeder	Multiple	Lc
<i>Monophyllus redmani</i>	15	17	2	13.3	Pollinivorous	Stationary feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Macrotus waterhousii</i>	20	22.7	3	20	Insectivore	Stationary feeder	Multiple	Lc
<i>Nycticeius cubanus</i>	2	2.3	0	0	Insectivore	Stationary feeder	Multiple	NT
<i>Noctilio leporinus</i>	8	9	0	0	Pscivore	Stationary feeder	Arboriferous	Lc
<i>Natalus pringi</i>	0	0	7	46.7	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Ex.
<i>Nyctellus lepidus</i>	15	17	1	6.7	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Phyllotis fulvatus</i>	15	17	5	33.3	Fruugivore	Stationary feeder	Arboriferous	Lc
<i>Phyllotis vetus</i>	0	0	5	33.3	Fruugivore	Stationary feeder	Arboriferous	Ex.
<i>Phyllostegia poeyi</i>	21	23.9	4	26.7	Pollinivorous	Stationary feeder	Arboriferous	Lc
<i>Pteronotus quadridens</i>	10	11.4	2	13.3	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Pteronotus macleayi</i>	5	5.7	3	20	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Pteronotus parnellii</i>	13	14.8	4	26.7	Insectivore	Aerial feeder	Strict cavernicolan	Lc
<i>Tadarida brasiliensis</i>	17	19.3	1	6.7	Insectivore	Open space feeder	Multiple	Lc

## DISCUSSION

The phyllostomid *Artibeus jamaicensis* was by far the most common species, collected or observed in 49 localities, representing over 55 % of all collection stations (Table II). Other species occurred at collecting stations as follows: *Brachyphylla nana* (31.8 %), *Phyllonycteris poeyi* (23.9 %), *Macrotus waterhousii* (22.7 %), *Eptesicus fuscus* (21.6 %) and *Mormoops blainvillii* (20.5 %). However, the abundance of *Tadarida brasiliensis* (19.3 %) and *Molossus molossus* (18.2 %), especially in architectural structures near urban settings, is also noteworthy. *Artibeus jamaicensis*, *Brachyphylla nana*, and *Phyllonycteris poeyi* are also the most frequent bats in the diet of *Tyto furcata* (Silva Taboada, 1979; Vilato *et al.*, 2002; Hernández-Muñoz & Mancina, 2011), likely because of their large size and stationary feeding behavior. At the turn of the last century, an expedition was led by William Palmer who summarized that *Artibeus jamaicensis*, *Tadarida brasiliensis*, and *Eptesicus fuscus* were the most common of all Cuban bats (Miller, 1904). This condition similarly persists to date, including also *Phyllonycteris poeyi* and *Macrotus waterhousii* (Silva Taboada, 1979).

The species *Artibeus jamaicensis*, *Brachyphylla nana*, *Mormoops blainvillii*, *Monophyllus redmani*, *Pteronotus parnellii*, *Phyllonycteris poeyi*, and *Tadarida brasiliensis* have been recorded in both the live and fossil states in the same localities, suggesting a continuous presence in those areas at least since the middle Holocene (Orihuela *et al.*, in ed.). The rarest living species in our study were Koopman's pallid bat (*Antrozous koopmani*) with a rarity index of < 2, the Cuban evening bat (*Nycticeius cubanus*) with 2.3 and the Cuban yellow bat (*Lasiurus insularis*) with 3.4.

*Nycticeius cubanus* is considered a rare species and has not been found in the region's fossil record (Silva Taboada, 1979). However, fossil/subfossil remains of *Lasiurus insularis*, *Phyllops vetus* and the critically endangered *Antrozous koopmani* and *Natalus primus* suggest a wider distribution for these species in the recent past than at present. Koopman's pallid bat (*Antrozous koopmani*) is currently known from a handful of fossil and subfossil remains resulting from raptor-derived pellets, plus only three living specimens captured during the early and middle 20<sup>th</sup> century (Orr & Silva Taboada, 1960; Silva Taboada, 1976, 1979; Mancina & García Rivera, 2005; Hernández-Muñoz & Mancina, 2011). The Cuban greater funnel-eared bat (*Natalus primus*) is currently known from a single living population in the extreme west of the island, but its fossil record supports a much wider distribution throughout the Greater Antilles in the past (Tejedor *et al.*, 2004, 2005; Tejedor, 2011).

In the case of the lasiurins their distribution in the archipelago is wide despite their rarity. These taxa have been considered as rare since the late XIX century (Gundlach, 1868). Today, the Cuban lasiurines are known from a handful of records and collecting localities (Silva Taboada, 1979; García & Mancina, 2011). The Cuban yellow bat (*Lasiurus insularis*), one of Cuba's rarest bats (Silva Taboada, 1979), is known from less than a dozen collection localities and several fossil/subfossil remains, including "fresh" (i.e., post-Columbian) raptor-derived pellet deposits (Silva Taboada, 1979; Orihuela, 2010; Mancina, 2012; Borroto-Páez & Mancina, 2017). New specimens, captured or from modern owl pellets, had not been collected for over 40 years (Silva Taboada, 1979; García & Mancina, 2011; Mancina, 2012; Borroto-Páez & Mancina, 2017). However, an additional record of *Lasiurus insularis* and another of *Lasiurus pfeifferi* since Silva Taboada (1979), but not included in Mancina (2012), García and Mancina (2011), Balseiro (2011) or Sánchez-Lozada *et al.* (2018), were reported by Viera (2004). Aguayo and Howell Rivero, (1954) reported *Lasiurus insularis* from Matanzas city (loc. 70) and Orihuela (2010)



reported it from fossil material at Cueva de la Caja (loc. 6; Orihuela *et al.*, submitted) while Viera (2004) reported a fresh carcass fallen from trees in the Yumurí River Gorge in 1998 (loc. 77; Fig. 3A), in a rural setting near the city of Matanzas. A modern specimen collected in an owl roost at the J4 limestone quarry (loc. 37), captured and deposited in a fresh pellet by a *Tyto furcata* between 2013 and 2014, is additionally reported here.

The vegetation in the area surrounding the rural Matanzas locality is very depauperated and almost entirely modified for agriculture. Like in the above-mentioned localities, this one is outside a 20 km radius from any setting with *Thrinax*-like palms, which *Lasiurus insularis* prefers for roosting (Silva Taboada, 1979). As discussed in Orihuela (2010), the occurrence in caves, other than raptor-derived cave deposits, may indicate the facultative occasional use of other vegetation types, or caves, as happens with similar lasiurines in North America (De Beaufort, 1934; Quay & Miller, 1955; Myers, 1960; Grady & Olson, 2006). Distribution data are obscured in cases of raptor-derived pellet deposits because, owls, for example, can easily carry specimens captured over a dozen km from the roost locality (Dodson & Wexlar, 1979; Andrews, 1990; Kusmer, 1990). It seems that the rarity of the species may be due to its solitary and arboreal lifestyle, but with an otherwise wide distribution in the Matanzas region and the rest of the island (Table I-II; see Silva Taboada, 1976, 1979).

A similar case occurs for *Lasiurus pfeifferi* and *Chilonatalus macer*, both considered rare species by Silva Taboada (1979). *Lasiurus pfeifferi* had been previously reported from Cárdenas city (loc. 17), from an unknown locality at Zapata Swamp (loc. 20), and from Matanzas city (loc. 70) by Silva Taboada (1979). Viera (2004) had reported an additional fresh carcass at the doorstep of the Pueblo Nuevo church in Matanzas city (loc. 74) Two additional specimens, one from Hicacos Peninsula (Varadero, loc. 91), and one from the rural village of Santo Tomás in the Zapata Swamp (loc. 26) were recently added to the regional list by Sánchez-Lozada *et al.* (2018), who considered that *L. pfeifferi* is not as uncommon as previously thought; an opinion we support. These reports have been further confirmed by the Cubabat research group.

Until recently, *Chilonatalus macer* was known in the province only from fossil and subfossil material found in owl pellet cave deposits (Silva Taboada, 1979; Viera, 2004; Orihuela, 2010). Live specimens have been captured from the rural village of Cocodrilo in the Zapata Swamp and from Cueva Fabian (loc. 61), western Matanzas, in 1998 by one of us (RV). Several other localities have been added since then (13, 16, and 50 in Tejedor, 2011, and Sánchez-Lozano *et al.* 2018). Additional subfossil-modern remains are now reported from very fresh owl pellet deposits at Cueva del Ciclón (loc. 62) and Gato Jíbaro (loc. 57) where *C. macer* seems to have been sympatric with *Natalus primus* until the Amerindian interval of the Late Holocene (authors unpubl. Data; Orihuela *et al.*, forthcoming). Several fresh specimens of both species have collected at the last two localities.

Among the new occurrences provided by Viera (2004), including the first neontological record of the Cuban evening bat (*Nycticeius cubanus*) for the Sierra de Caballos in the Isle of Pines, he also recorded *Nyctinomops macrotis* in 1998 from Palenque Hill, where Cueva de la Caja is located (Viera, 2004). However, we consider this last record erroneous and remove it from the region's bat record because the supposed specimen was not preserved or photographed in detail, thus the identification is now unverifiable. It can be considered questionable due to the similarity of this taxon with *Eumops ferox* (Silva Taboada, 1979). This species is known from several specimens throughout the island, including fossils and subfossils (Koopman & Ruibal, 1955; Woloszyn & Silva Taboada, 1977; Silva Taboada, 1979). Although it is not considered rare, it is relatively scarce (Silva Taboada, 1979; Mancina, 2012).

Among the extinct species (including those Cuban fossil forms we consider synonymous with extant relatives), Peter's ghost-faced bat (*Mormoops megalophylla*) and the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) are the rarest in the region, and the two rarest bats of the Cuban fossil record. Their remains have been collected a handful of times in several localities through central-western Cuba (Silva Taboada, 1979; Jiménez *et al.*, 2005; Suárez, 2005; Viera & Orihuela, 2006; Orihuela, 2010, 2011). In the case of *Mormoops megalophylla*, new specimens have not been reported since 2012 (Orihuela & Tejedor, 2012), but more specimens of *Desmodus rotundus*, yet unreported, are known today from Mayabeque. The extinct short-faced phyllostomid *Artibeus anthonyi* was the third rarest, recorded only from three localities (5, 55, and 57) in the region of Matanzas. By comparison, *Natalus primus* was the most common species in all the fossil record, known from seven (47 %) of the 15 paleontological localities listed here. The three remaining extinct species absent in our study are known only from their type locality (Balseiro, 2011).

Altogether, the fossil and subfossil remains of the extinct, rare and scarce taxa support a wider distribution within the island and a much more recent extinction (Jiménez *et al.*, 2005; Orihuela, 2010; Orihuela & Tejedor, 2012; Orihuela *et al.*, forthcoming) than were previously recognized. This is also true for the extinct fig-eating bat *Phyllops vetus* of which we record fossil remains for the first time in Matanzas and Villa Clara. *Phyllops vetus* had been reported for third in the archipelago in 1992 (Dolón Rodríguez, 1992), but since these results were not published, but presented at a symposium without providing measurements or illustrations, nor the specimens deposited in a museum collection for further verification, and giving the similarity for the extant *Phyllops falcatus*, we consider this record unconfirmable at best.

It is worth mentioning that there is no apparent faunal turnover between the Holocene fossils/subfossils and the modern record of bats in Matanzas; instead there area selective extinctions of a few species and survival of the rest of the known faunal assemblage. At the same time, several of the extinct or extirpated species (*A. anthonyi*, *M. megalophylla*, *P. vetus*) have sister (syntopic) taxa still inhabiting the region, likely occupying similar ecological niches.

From this and other previous studies, it is evident that owl pellet accumulations play a unique role in revealing the distributions of cryptic and solitary species that are otherwise hard to collect. This is especially true for *A. koopmani*, *L. insularis*, *L. pfeifferi* and *E. ferox* (Silva Taboada, 1976; Hernández-Muñoz & Mancina, 2011; Vilato *et al.*, 2002). Several other large species with localized flight are relatively common prey of *Tyto furcata* and *Asio stygius*, as aforementioned, whereas the small insectivorous bats are less common prey for owls likely because of their higher and faster flight (Silva Taboada, 1979; Jiménez *et al.*, 2005; Hernández-Muñoz & Mancina, 2011). These records can also help assess anatomical changes in local bat populations, which can be attributed to geographical or chronoclinal variation. For instance, smaller than average *Monophyllus redmani*, and larger than average *Artibeus jamaicensis* and *Brachyphylla nana* have been noted from several deposits in Cueva de la Caja (Orihuela 2010; Orihuela unp. data). Moreover, fossil humeri of *Macrotus waterhousii* collected from Sinkhole No. 1 Limestone Quarry J4 were significantly smaller in greatest length ( $p > 0.05$ ) than those of the modern population, a temporal variation previously observed by Silva Taboada (1974) and Jiménez *et al.* (2005).

The addition of raptor-derived records to diversity inventories provides a unique picture of the bat community in a region, but this surveying method is not without bias. Often, only part of the pellet accumulations is preserved. The presence of certain species may be caused by predator preference and the inclusion of allochthonous species. But even so, pellets can help provide a snapshot of former microvertebrate communities that rarely is integrated to

the fossil record (Jiménez *et al.*, 2005; author's unpub. data). Because owls show generational fidelity for the same roostings and nesting grounds, some of the sites are active for several thousand years, thus generating unique deposits that can help to understand local faunal and climatic changes through time (Suárez & Díaz-Franco, 2003; Orihuela *et al.*, in ed). In that sense, pellet accumulation provides a spatial and temporal average, which may combine more than one ecosystem and bat community, and thus record changes of fauna or prey selection/availability. Thus, pellets provide a time-averaged local record that can complement local inventories.

It is likely that for these reasons, in terms of faunal richness and diversity, caves and raptor-derived cave deposits provided the most abundant records, followed only by urban setting records. Apparently, even species that are considered scarce or rare, such as *Lasiurus insularis*, *L. pfeifferi*, *Chilonatalus macer*, *Eumops ferox* and *Phyllops falcatus*, can be found near or within urbanized areas. And in many other cases, remains of these bats can be transported by raptors into their roosts from nearby environments.

Many species seem to have adapted and likely benefited from human alteration and urbanization. In Matanzas and other parts of Cuba, the molossids *Molossus molossus*, *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis* have adapted well to roosting in human-made architectural structures (Silva Taboada, 1979). The city lights attract insects, which in turn are easily preyed upon by these insectivores. We have even observed a *Noctilio leporinus* catching insects at a light pole in Sabana del Mar, in the Dominican Republic (JO unpub. obsv., Nov. 2004; Fig. 4). This phenomenon has been documented for this species in Cuba and Hispaniola (Silva Taboada, 1979; Rodríguez-Duran & Christenson, 2012; Núñez-Novas *et al.*, 2019), and for other bat species in other parts of the world (Perini *et al.*, 2003; Haupt *et al.*, 2006), and may be beneficial not only to molossids and vespertilionids but also the smaller Cuban natalids. Agricultural fields and fruit plantations, or fruit-bearing arborization in cities, are also attractive to the fruit and pollinivorous bats *Artibeus jamaicensis*, *Brachyphylla nana*, *Phyllops falcatus*, and *Phyllonycteris poeyi* for instance, which are often observed foraging in urban settings. In that sense, urbanized and agricultural areas do not appear to limit generalist species, but provide a beneficial corridor between rural and natural environments, for several groups.



Figure 5. *Noctilio leporinus* observed preying on insects under a streetlamp at the town of Sabana de la Mar, near Samaná bay, Dominican Republic, November 2004.

## Importance of regional distribution in the conservation of Cuban bats

The region of Matanzas has played an important role in the history of bat research, specially the taxonomy and systematics of Cuban bats. Six species, including three endemics, were originally described by Johannes Gundlach and Wilhelm Peters during the mid-19<sup>th</sup> century from type specimens collected by Gundlach in Cárdenas city and Fundador de Canimar plantation, all in the region of Matanzas (Silva Taboada, 1976; loc. 16 here). Moreover, some of the first fossil bats reported from Cuba were based on specimens collected in caves from Matanzas (Allen, 1917, 1918; Anthony, 1919).

Of the living species recorded for the Cuban archipelago, 21 (80.7 %) representing all six bat families known in Cuba, inhabit the province of Matanzas (Fig. 1, Table I-II). A reason for the high diversity of bats in this region may be that Cuba does not possess major geographical or vegetation barriers such as high mountains or wide deserts. Instead, the island is characterized by its low-lying landscape, with hills that are oriented in parallel to the axis of the archipelago and rarely surpass 400 m in elevation (Acevedo González, 1992). As a result, bat distribution in Cuba is highly homogeneous, with similar numbers of species found in all other of Cuba's 15 provinces.

The low topography and complex geological history of the archipelago have likely contributed to the biogeography of Cuban bats, especially during the Quaternary. Most species have widespread distributions (wider still during most of the Holocene and up to the recent past, as the fossil record suggests), and only a few species have ranges restricted by the availability of specific vegetation (e.g., *Nyctinomops laticuadata* and *Lasiurus insularis*, which prefer savannah biomes with palms of the genus *Thrinax* sp. and *Copernicia* sp. Silva Taboada, 1979). *Lasiurus pfeifferi* seems to be less selective in diurnal roosts, but preferring the foliage of broad-leaved trees (Silva Taboada, 1979). Others, such as *Mormopterus minutus*, which originally preferred roosting in the palm *Copernicia gigas* (= *vespertilium*; Henderson *et al.*, 1995) have recently adapted to roosting in architectural structures (Silva Taboada, 1979).

Sixteen species or 60 % of Cuban bats use caves in one way or another, and of these 10 (37 %) are strict cave dwellers, preferring rooms with especially hot microclimates or "hot caves" (Silva Taboada, 1976, 1979; Morgan, 2001; Mancina *et al.*, 2004). In that sense, the geological history of the archipelago and its proclivity towards cave formation in limestone karst terrain bears importance in Cuban bat past and present distribution (Silva Taboada, 1979).

Matanzas harbors today the most extensive subaerial karst region of the entire Cuban archipelago, a potentially cave-rich region ~65,500 km<sup>2</sup> wide (Acevedo González, 1992). Probably, no other province in Cuba has more caves available for cave-roosting bats today than the region of Matanzas. However, at the end of the Ice Age, ~11,500 years ago, Pinar del Río and the Gulf of Batabanó, south of the western half of Cuba had the largest potential in the availability of caves for bat roosting anywhere in the Cuban archipelago, competing in size only with the Bahama bank. Once the ice of the last glacial maximum melted with the warmer temperatures of the Holocene epoch, sea level rose and inundated some of the Cuban ancient karst plains, drowning about ~13,300 km<sup>2</sup> of latent cave-rich territory (Nuñez *et al.*, 1984, 1989), essential for bat life in the island, and likely culling the territory of several species. Many have postulated this as an important reason for the disappearance of several cave-dwelling bat species (Morgan & Woods, 1986; Morgan, 2001; Dávalos & Russell, 2012, Soto-Centeno *et al.*, 2015). However, fossil and subfossil material indicate the survival of most bat species well into the late pre-Columbian interval of the late Holocene, even after all the fluctuations of the late Pleistocene and the Holocene, including several thousands of years of human colonization of the archipelago (Orihuela, 2010; Orihuela & Tejedor, 2012; Borroto-Páez & Mancina, 2017; Orihuela *et al.*, in ed.).

Deforestation and other forms of human environmental destruction and disturbance since European colonization seem to have been a pivotal factor in the survival of Cuban bats (Borroto-Páez & Mancina, 2017). Although a significant part of the original forest vegetation has been eliminated or replaced by agricultural and secondary vegetation since the mid-late 18<sup>th</sup> century (Marrero, 1972, 1976; Monzote, 2008; Borroto-Páez & Mancina, 2017), the abundance of caves and few preserved patches of forest seem to have aided in maintaining the overall distribution and bat diversity observed in most of the Cuban archipelago. This is true for some species, but such deforestation as a form of habitat elimination was likely detrimental to species such as the lasiurines, *Antrozous koopmani* and *Natalus primus* (Silva Taboada, 1979).

## CONCLUSIONS

Our compilation of bat distribution records in the region of Matanzas, plus several sparse records from the Isle of Pines and the central region of the main island of Cuba, incorporating neontological and paleontological data, indicate that bat diversity in the region has been generally stable but some species had a much wider range since the middle Holocene that lasted until very recently. This is especially true for locally extinct species *Natalus primus* and *Antrozous koopmani*, which seem to have persisted in the region until the very late Holocene and likely up to the post-Columbian/colonial period. The globally extinct *Artibeus anthonyi* and *Phyllops vetus*, reported for the first time in the province, support a slightly higher phyllostomid diversity in the area, and a wider range within the archipelago.

However, the knowledge of the bat fauna in most areas of the Matanzas region, as in others of the archipelago, is limited to a few records, generally lacking detailed and prolonged inventories. One of these areas is the Zapata Swamp, from which only a handful of records exists (Silva Taboada, 1979; Díaz-Franco, 2004). Inventories are especially needed from areas of high urbanization touristic development such as in developing areas of Varahicacos and central parts of the province, including urban populations, to better understand the situation of bat communities there and their response to human alterations. Accelerating changes in environmental degradation or modifications driven by human techno-economic endeavors are known to affect species with restricted ranges outside of nature reserves or national parks.

Our records, taken with other published accounts, indicate that urban centers are an attractive hub to some species which seem to be adapting and benefiting from human alteration. Some of Cuba's rarest or scarce bats, such as *Lasiurus insularis*, *L. pfeifferi* and *Chilonatalus macer* have been collected directly in urban areas, suggesting that urban centers can act as corridors between rural and preserved areas (e.g., Matanzas city, the Valle de Yumurí, and the high forests of the Pan de Matanzas-Palenque hills).

The data we presented here are relevant to the understanding and overall estimation of Cuban bat diversity and distribution. Furthermore, they can help provide sensible-location and temporal-spatial distribution data to complement capture-only inventories within the island, crucial to environmental and faunal conservation in the archipelago.

## ACKNOWLEDGMENTS

Many thanks are due to Leonel Pérez Orozco, Candido Santana, Jorge Garcell, Osvaldo Jiménez and Joel Monzón for their help with field research and logistics during the last two decades. To Adrian Tejedor, Gilberto Silva Taboada and Osvaldo Jiménez enlightening discussion on Cuban bats and extinction. Thanks are also due to Nick Czaplewski who corrected the first versions of the manuscript, to Carlos Suriel, and one anonymous referee provided suggestions and corrections that helped better this paper.

## LITERATURE CITED

- Acevedo González, M. 1992. *Geografía física de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 389 pp.
- Aguayo, C. G. 1950. Observación sobre algunos mamíferos cubanos extinguidos. *Boletín de Historia Natural de la Sociedad Felipe Poey*, 1: 121–134.
- Aguayo, C. G., & L. Howell Rivero. 1954. Sinopsis de los mamíferos cubanos. *Circulación del Museo y Biblioteca Zoológicas*, La Habana: 1283–1324.
- Allen, G. M. 1911. Mammals of the West Indies. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 40: 173–263.
- Allen, G. M. 1917. New fossil mammals from Cuba. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 61: 3–12.
- Allen, G. M. 1918. Fossil mammals from Cuba. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 62: 133–148.
- Andrews, P. 1990. *Owls, Caves and Fossils*. University of Chicago Press, Chicago, 231 pp.
- Anthony, H. E. 1917. New rabbit and a new bat from Neotropical regions. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 37: 335–337.
- Anthony, H. E. 1919. Mammals collected in Eastern Cuba. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 41: 625–643.
- Balseiro, F. 2011. Los Murciélagos extintos. Pp. 171–177, *In*: R. Borroto Páez, & C. A. Mancina (Eds.) *Mamíferos en Cuba*. UPC Print, Vaasa, Finland.
- Barbour, T. 1945. *A Naturalist in Cuba*. Little Brown and Co., Boston, 317 pp.
- Barrios, D., & C. A. Mancina. 2017. *Dendrocereus nudiflorus* (Cactacea): pasado, presente y futuro de un anacronismo en peligro de extinción según modelos de nicho climático. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 38: 119–132.
- Borroto-Páez, R., & C. A. Mancina. 2017. Biodiversity and conservation of Cuban mammals: past, present, and invasive species. *Journal of Mammalogy*, 98 (4): 964–985.
- Chapman, F. M. 1892. Notes on the birds and mammals observed near Trinidad, Cuba, with remarks on the origin of West Indian bird life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 4: 279–330.
- Dávalos, L. M., & A. L. Russell. 2012. Deglaciation explains bat extinction in the Caribbean. *Ecology and Evolution*, 2 (12): 3045–3051.
- De Beaufort, C. F. 1934. *Dasypterus intermedius* H. Allen in Cuba. *Journal of Mammalogy*, 15: 316.
- Díaz-Franco, S. 2004. Análisis de la extinción de algunos mamíferos Cubanos, sobre la base de evidencias paleontológicas y arqueológicas. *Revista biológica*, 18 (2): 147–154.

- Díaz-Franco, S. 2005. Mammals, p. 110-111. In A. Kirkconnell, D. F. Stotz, and J. M. Shopland (Eds), *Cuba: Península de Zapata*. Rapid Biological Inventories 07, The Field Museum, Chicago.
- Dodson, P., & D. Wexlar. 1979. Taphonomic investigation of owl pellets. *Paleobiology*, 5 (3): 275–284.
- Dolón Rodríguez, E. M. 1992. Hallazgo de dos craneos de *Stenoderma vetun* [= *Phyllops vetus*] (Orden Chiroptera, Taxon fosil) Tercer reporte para Cuba. *Resúmenes del II Congreso Espeleológico de Latinoamérica y del Caribe*. Viñales, Pinar del Río, Cuba, septiembre de 1992.
- García Rivera, L., & C. A. Mancina. 2011. Murciélagos insectívoros, p: 140–165. In R. Borroto-Páez, and C. A. Mancina (eds), *Mamíferos en Cuba*. UPC, Vasa, Finland.
- Garrido, O. H. 1980. Los vertebrados terrestres de la Península de Zapata. *Poeyana*, 203: 1–49.
- González Alonso, H., L. Rodríguez, A. Rodríguez, C. A. Mancina, & I. Ramos (Eds.). 2012. *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, 304 pp.
- Grady, F. V., & S. L. Olson. 2006. Fossil bats from Quaternary deposits on Bermuda (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy*, 87 (1): 148–152.
- Gundlach, J. 1868. Revista y catálogo de los mamíferos cubanos. *Repertorio Físico-Natural de la Isla de Cuba*, II: 40-56. Imprenta de la viuda de Barcina y Comp. La Habana.
- Haupt, M., S. Menzler, & S. Schmidt. 2006. Flexibility of habitat use in *Eptesicus nilssonii*: Does the species profit from Anthropologically altered habitats? *Journal of Mammalogy*, 87 (2): 351–361.
- Henderson, A., G. Galeano, & R. Bernal. 1995. *Field Guide to the Pals of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, 502 pp.
- Hernández-Muñoz, A., & C. A. Mancina. 2011. La dieta de la lechuza (*Tyto alba*) (Aves: Strigiformes) en hábitats naturales y antropogénicos de la región central de Cuba. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82 (1): 217–226.
- Instituto de Planificación Física. 1989. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía La Habana, Cuba, 288 pp.
- Jiménez, O., M. M. Condis, & E. G. Cancio. 2005. Vertebrados post-glaciales en un residuario fósil de *Tyto alba* Scopoli (Aves: Tytonidae) en el occidente de Cuba. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9 (1): 85–112.
- Kirkconnell-Paez, A., D. F. Stotz, & J. M. Shopland (Eds). 2005. *Cuba: Península de Zapata*. Rapid Biological Inventories Report 07. The Field Museum, Chicago, 96 pp.
- Koopman, K. F., & R. Ruibal. 1955. Cave-fossil vertebrates from Camagüey, Cuba. *Breviora*, 46: 1–8.
- Kusmer, K. D. 1990. Taphonomy of owl pellet deposition. *Journal of Paleontology*, 64 (4): 629–637.

- Longino, J. T., & R. K. Colwell. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant faun of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7 (4): 1263–1277.
- Mancina, C. A. 2011. Introducción a los murciélagos, p. 123-133. In R. Borroto-Páez, and C. A. Mancina, (Eds), *Mamíferos en Cuba*. UPC Print, Vaasa, Finland.
- Mancina, C. A. 2012. Mamíferos, p. 268-291. In H. González Alonso *et al.* (Eds), *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Mancina, C. A., A. Hernández Marrero, & A. D. Álvarez. 2004. Catálogo de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) depositados en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana (Cuba). *Poeyana*, 492: 14–33.
- Mancina, C. A., & L. García Rivera. 2011. Murciélagos fitófagos, p. 134-147. In R. Borroto-Páez, and C. A. Mancina (Eds), *Mamíferos en Cuba*. UPC Print, Vaasa, Finland.
- Marrero, L. 1972. *Cuba: Economía y Sociedad Vol. 1*. Editorial Playor, S. A., Madrid, 309 pp.
- Marrero, L. 1976. *Cuba: Economía y Sociedad Vol. 5*. Editorial Playor, S. A., Madrid, 227 pp.
- Miller, G. S. 1904. Notes on the bats collected by William Palmer in Cuba. *Proceedings of the U. S. National Museum*, 27 (1359): 337–348.
- Monzote, R. F. 2008. *From Rainforest to Cane Field in Cuba: An Environmental History since 1492*. University of North Carolina Press, North Carolina, 384 pp.
- Morgan, G. S. 2001. Patterns of extinction in West Indian bats, p. 369-407. In C. A. Woods, and F. E. Sergile (Eds), *Biogeography of the West Indies: Patters and Perspectives*. CRC Press, Boca Raton, 608 pp.
- Morgan, G. S., & C. A. Woods. 1986. Extinction and zoogeography of the West Indian landmammals. *Biology Journal of the Linnaean Society*, 28: 167–203.
- Myers, R. F. 1960. *Lasiurus* from Missouri caves. *Journal of Mammalogy*, 41 (1): 114–117.
- Núñez Jiménez, A., N. Viña Bayes, M. Acevedo González, M. Iturralde Vinent, & A. Graña González. 1984. *Cuevas y Carsos*. Editorial Militar, La Habana, Cuba, 431 pp.
- Núñez Jiménez, A. 1989 [1990]. *Medio Siglo Explorando a Cuba* (Tomo 1-2). Imprenta Central de las FAR, La Habana, Cuba, 560 pp.
- Núñez-Novas, M. S., R. Guzmán-Pérez, & A. Contreras-Puigbó. 2019. Guía de identificación de los murciélagos de La Española y anotaciones sobre las familias y especies. *Novitates Caribaea*, 13: 39–63.
- Orihuela, J. 2010 [2012]. Late Holocene Fauna from a Cave Deposit in Western Cuba: post Columbian occurrence of the Vampire Bat *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae: Desmodontinae). *Caribbean Journal of Science*, 46: 297–312.
- Orihuela, J. 2011. Skull variation of the vampire bat *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae): Taxonomic implications for the Cuban fossil vampire bat *Desmodus puntajudensis*. *Chiroptera Neotropical*, 17 (1): 963–976.



- Orihuela, J. 2013. Fossil Cuban crow *Corvus cf. nasicus* from a Late Quaternary cave deposit in northern Matanzas, Cuba. *Journal of Caribbean Ornithology*, 26: 12–16.
- Orihuela, J. & A. Tejedor. 2012. Peter's ghost-faced bat *Mormoops megalophylla* (Chiroptera: Mormoopidae) from a pre-Columbian archeological deposit in Cuba. *Acta Chiropterologica*, 14: 63–72.
- Orihuela, J., L. Pérez Orozco, R. J. L. Álvarez, A. Viera & C. Santana (in ed.). Late Holocene land vertebrate fauna from Cueva de los Nesofontes, Western Cuba: last appearance dates and paleoecology. Submitted to *Paleontologia Electronica*.
- Orihuela, J., L. W. Viñola, O. Hernández de Lara, A. Mychajliw, O. Jiménez, L. Lorenzo, & A. Soto-Centeno. (in ed.). The role of human son Greater Antillean land vertebrate extinctions: new insights from Cuba.
- Orr, R. T. & G. Silva Taboada Taboada. 1960. A new species of bat of the genus *Antrozous* from Cuba. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 73: 83–86.
- Perini, F. A., V. C. Távares, & C. M. D. Nascimento. 2003. Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 9: 169–172.
- Quay, W. B., & J. S. Miller. 1955. Occurrence of the Red bat, *Lasiurus borealis* in caves. *Journal of Mammalogy*, 36 (6): 454–455.
- Rodríguez-Durán, A., & K. Christenson. 2012. *Breviario sobre los murciélagos de Puerto Rico, La Española e Islas Vírgenes*, Universidad Interamericana de Puerto Rico, 104 pp.
- Sánchez-Lozada, M., H.V. Rodríguez, H. M. D. Perdomo, J. M. González, A. H. de la Cruz Mora, A. L. Muñoz, A. Loyola, T. M. Espinosa, A. Rodríguez-Cabrera, A.V. Bertuccioli, & C. A., Mancina González. 2018. Datos de distribución de murciélagos en Cuba: un acercamiento a través de inventarios biológicos rápidos. *Poeyana*, 507: 76–81.
- Silva-Taboada, G. 1974. Fossil Chiroptera from cave deposits in central Cuba, with a description of two new species (genera *Pteronotus* and *Mormoops*) and the first West Indian record of *Mormoops megalophylla*. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 19: 33–73.
- Silva Taboada, G. 1976. Historia y actualización taxonómica de algunas especies antillanas de murciélagos de los géneros *Pteronotus*, *Brachyphylla*, *Lasiurus*, y *Antrozous*. *Poeyana*, 153: 1–24.
- Silva Taboada, G. 1979. *Los Murciélagos de Cuba*. La Habana, Cuba, Editorial Academia, 423 pp.
- Silva Taboada, G., & H. Vela Rodríguez. 2009. Actualización taxonómica y distribucional de los murciélagos de Cuba (1). *El Explorador*, 26 de mayo.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. In D. E. Wilson and D. M. Reeder (Eds). *Mammal species of the world: A Taxonomic and Geographic reference*, 3<sup>rd</sup> ed. Washington D.C. Smithsonian Institution Press, 2,142 pp.
- Soto-Centeno, J. A., M. O'Brien, & N. B. Simmons. 2015. The importance of late Quaternary climate change and karst on distributions of Caribbean mormoopid bats. *American Museum Novitates*, 3847: 1–32.

- Suárez W. 2005. Taxonomic Status of the Cuban Vampire Bat (Chiroptera: Phyllostomidae: Desmodontinae: *Desmodus*). *Caribbean Journal of Science*, 41 (4): 761–767.
- Suárez, W., & S. Díaz-Franco. 2003. A new fossil bat (Chiroptera: Phyllostomidae) from a Quaternary cave deposit in Cuba. *Caribbean Journal of Science*, 39 (3): 371–377.
- Tejedor, A. 2011. Systematics of funnel-eared bats (Chiroptera: Natalidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 353: 1–140.
- Tejedor, A., G. Silva Taboada, & D. R. Hernández. 2004. Discovery of extant *Natalus major* (Chiroptera: Natalidae) in Cuba. *Mammalian Biology*, 69: 153–162.
- Tejedor, A., V. D. Tavares, & G. Silva-Taboada. 2005. A revision of extant Greater Antillean bats of the genus *Natalus*. *American Museum Novitates*, 3493: 1–22.
- Valdés, D. B., L. R. González-Torres, & A. P. Bejerano. 2011. Biología de la polinización de *Leptocereus scopulophilus* (Cactaceae) en el Pan de Matanzas, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 32–33: 163–168.
- Viera, R. A. 2004. Aportes a la quiroptero fauna nacional. *1861 Revista de Espeleología y Arqueología*, 5 (1): 21–23.
- Viera Muñoz, R. A., & J. Orihuela. 2006. Importante hallazgo de murciélago vampiro. *Mundo Interior*, 2 (1): 13–15.
- Vilato, R., D. M. Barroso, A. D. Freyre, & J. M. Townsend. 2002. Importancia alimentaria en la dieta de la lechuza *Tyto alba furcata* (Aves: Strigiformes) en la Ciudad de Camagüey, Cuba. *El Pitirre*, 15: 61–64.
- Woloszyn, B. W., & G. Silva Taboada. 1977. Nueva especie fósil de *Artibeus* (Mammalia: Chiroptera) de Cuba, y tipificación preliminar de los depósitos fosilíferos Cubanos contentivos de mamíferos terrestres. *Poeyana*, 161: 1–17.

[Recibido: 01 de julio, 2019. Aceptado para publicación: 28 de octubre, 2019]





*Notas*



PRIMER REGISTRO DE *CORAMBE OBSCURA*  
(NUDIBRANCHIA: CORAMBIDAE) PARA LA  
COSTA ATLÁNTICA MEXICANA

**First record of *Corambe obscura* (Nudibranchia: Corambidae)  
for the Mexican Atlantic coast**

Vicencio de la Cruz-Francisco\*<sup>1a</sup>, Coral Kaztenny López Torres<sup>1b</sup>,  
Gabriel Omar Ramos Téllez<sup>1c</sup> y Jimmy Argüelles-Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana. Carr. Tuxpan-Tampico km 7.5, Col. Universitaria CP. 92860, Tuxpan, Veracruz, México. \*Para correspondencia: vicenciodelacruz@gmail.com. <sup>1a</sup>  orcid.org/0000-0001-8339-6730; <sup>1b</sup>  orcid.org/0000-0002-8829-8424; <sup>1c</sup>  orcid.org/0000-0001-8283-5797; <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Hidalgo 617, Col. Río Jamapa, C.P. 94290, Boca del Río, Veracruz, México.  orcid.org/0000-0002-1968-2692.

RESUMEN

Se registra por primera vez la presencia del nudibranquio *Corambe obscura* para una laguna costera de México. El espécimen se encontró en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, sobre colonias de briozoos incrustados en raíces sumergidas de mangle rojo. El nudibranquio presentó un tamaño de 5.6 mm de longitud y 3 mm de ancho; es de color amarillo con manchas marrones en el notum y carece de muesca en el notum posterior. El presente registro aumenta el ámbito de distribución original de *C. obscura* hacia el suroeste del golfo de México.

*Palabras clave:* nudibranquio, briozoarios, sistema lagunar, mangle rojo, Golfo de México.

ABSTRACT

The presence of the *Corambe obscura* nudibranch is recorded for the first time for a coastal lagoon in Mexico. The specimen was found in the lagoon of Tampamachoco, Veracruz, on colonies of bryozoans embedded in red mangrove submerged roots. The nudibranch has a size of 5.6 mm long and 3 mm wide; it is yellow with brown spots in the notum and lacks a notch in the posterior notum. This record increases the original distribution range of *C. obscura* to the southwest of the Gulf of Mexico.

*Keywords:* nudibranch, bryozoarians, lagoon system, red mangrove, Gulf of Mexico.

La familia Corambidae está representada por tres especies del género *Loy* y por 10 especies del género *Corambe* (Caballer y Ortea, 2018). Estos nudibranquios son ovalados, aplanados, pequeños y poseen una cutícula notal. Por sus hábitos crípticos se encuentran estrechamente ligados a colonias de briozoarios, de las que se alimentan habitualmente (Cunha *et al.*, 2017; Caballer y Ortea, 2018). En México, el género *Corambe* ha sido mencionado principalmente para el litoral del Pacífico y está representado por la especie *Corambe pacifica* MacFarland & O'Donoghue, 1929 (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017). En cambio, de las seis especies de *Corambe* que tienen distribución en el Atlántico (Martynov y Schrödl, 2011; Caballer y Ortea, 2018), ninguna se ha registrado para las costas mexicanas del golfo y del Caribe mexicano.

En diciembre de 2018, se recolectó un espécimen de nudibranquio proveniente de la laguna de Tampamachoco (Fig. 1). Este ecosistema lagunar se encuentra en Veracruz, México, entre las coordenadas  $21^{\circ} 02' 10''$  N,  $97^{\circ} 22' 50''$  W y  $20^{\circ} 58' 40''$  N,  $97^{\circ} 20' 29''$  W (Fig. 1). Es una laguna somera de elevada turbidez y transparencia media de 0.30 m, presenta una profundidad promedio de 1 m (Contreras, 1983), las temperaturas superficiales son de 25-30 °C y la salinidad fluctúa entre 20 y 40 UPS, por lo que es de características polihalina-euhalina (Lara-Domínguez *et al.*, 2011). En primavera, la salinidad se incrementa y disminuye en otoño, mientras la temperatura es mayor en verano y disminuye en invierno (López-Ortega *et al.*, 2012).

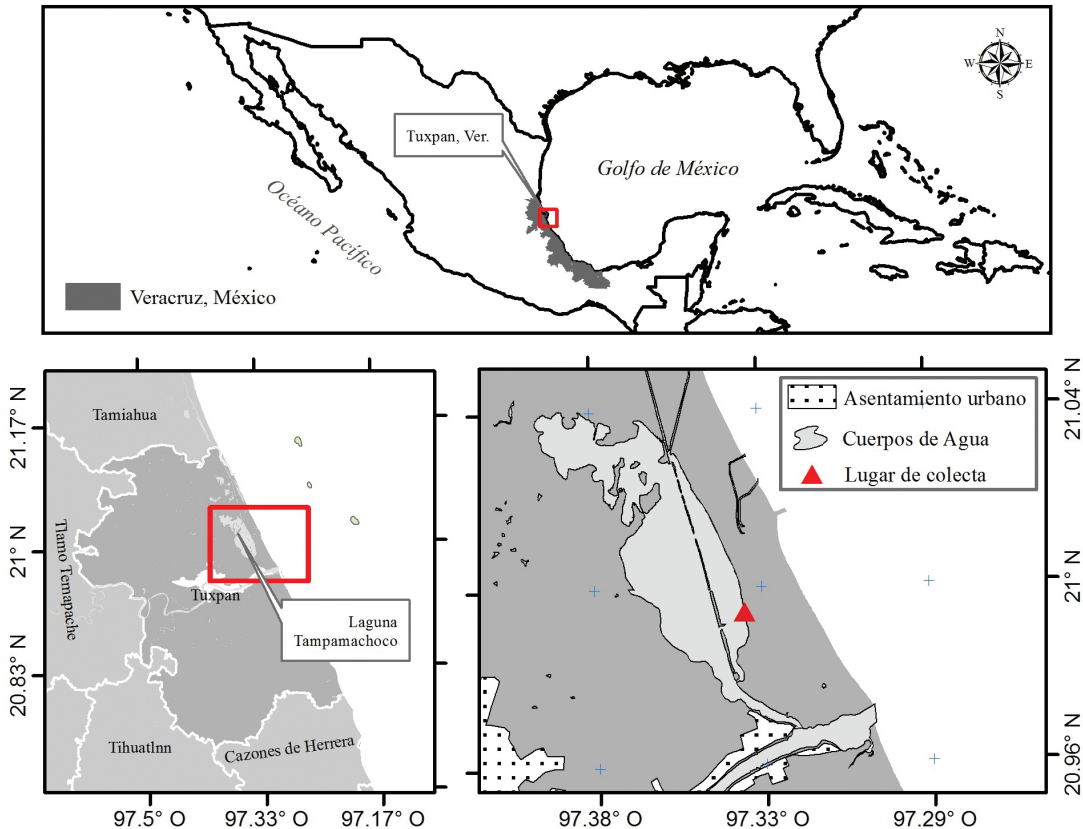


Figura 1. Localización geográfica de la laguna de Tampamachoco y el lugar de colecta de *Corambe obscura*.

Este sistema lagunar tiene un área de 15 km<sup>2</sup>, mide aproximadamente 10.6 km de largo y 2.7 km de ancho y se encuentra separada del mar por una barrera arenosa conocida como Barra Galindo (Reguero *et al.*, 1991).

El espécimen fue encontrado en raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) a una profundidad de 0.5 m. La muestra biológica se desprendió manualmente y se conservó en alcohol al 70 %. La identificación taxonómica de la especie se realizó con base en la morfología y patrón de coloración que se detallan en los trabajos de Gomoiu y Skolka (1997) y Martynov y Schrödl (2011). El material biológico se depositó en la colección biológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Veracruzana. Se consultó la World Register of Marine Species (WoRMS, 2019) para la nomenclatura y las sinonimias.

## TAXONOMÍA

Clase: Gastropoda Cuvier, 1795  
Subclase: Heterobranchia Burmeister, 1837  
Orden: Nudibranchia Cuvier, 1817  
Familia: Corambidae Bergh, 1871  
Género: *Corambe* Bergh, 1869  
*Corambe obscura* (A. E. Verrill, 1870)

*Sinonimias.* *Corambe batava* Kerbert, 1886; *Corambe sargassicola* Bergh, 1871; *Corambella baratariae* Harry, 1953; *Corambella depressa* Balch, 1899; *Doridella obscura* A. E. Verrill, 1870.

*Material examinado.* UVP-000500, sureste de la laguna (20° 59' 39.1" N; 97° 20' 15.7" W), Tuxpan, Veracruz, México. 0.5 m de profundidad, col. V. De la Cruz (08/XII/2018).

*Descripción morfológica.* Cuerpo oval y curvado (Fig. 2), tamaño de 5.6 mm de longitud y 3 mm de ancho. Notum (superficie dorsal) de color amarillento con protuberancias bajas de color marrón (Fig. 2, A-B). Rinóforos blancos y alargados, con ápices redondeados (Fig. 2, A-B). Branquias y ano en posición posteroventral (Fig. 2, C-D). Borde posterior del notum entero (Fig. 2, A-B). Tentáculos orales en forma de triángulos y fusionados al margen anterior del cuerpo (Fig. 2D). Margen anterior del pie muscular con hendidura (Fig. 2D).

*Tipo de localidad.* Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz, México.

*Distribución geográfica.* Noreste del golfo de México (Rosenberg *et al.*, 2009); Atlántico norte y Mar Negro (Gomoiu y Skolka, 1997; Martynov y Schrödl, 2011). Constituye el primer registro para México.

*Observaciones.* De las especies del género *Corambe*, *C. obscura* es de las pocas que carecen de muesca en el notum posterior (Martynov y Schrödl, 2011). Otra especie con esta característica es *C. carambola*, la cual se distribuye al sur del Atlántico (Martynov y Schrödl, 2011; Cunha *et al.*, 2017), sin embargo, *C. carambola* se distingue de *C. obscura* por presentar un parche blanco brillante en posición ventral (Cunha *et al.*, 2014) que no es observado en el ejemplar colectado (Figura 2, A-D).

Si bien *Corambe obscura* se restringe a los ambientes marinos, es tolerante a condiciones salobres (Martynov y Schrödl, 2011), esto explica su presencia en la laguna de Tampamachoco, la cual es de características polihalinas-euhalinas (Lara-Domínguez *et al.*, 2011). En el área de estudio, este nudibranquio se encontró sobre briozoarios, la cual es una de sus principales presas (Martynov y Schrödl, 2011). La coloración amarilla y las manchas marrones que presenta *C. obscura* en el notum, facilitó su observación de entre las colonias de briozoos (Martynov *et al.*, 2011), no obstante, el pequeño tamaño y el movimiento lento podrían ser factores que dificulten su avistamiento en posteriores estudios, por lo que se sugiere realizar revisiones minuciosas.

Varios trabajos han reportado la riqueza malacológica en la laguna de Tampamachoco (Reguero *et al.*, 1991; Lucas y De la Cruz-Francisco, 2018), sin embargo, no citan la presencia de nudibranquios. Por lo tanto, el hallazgo de *C. obscura* es importante a nivel local y nacional, dado que constituye el primer registro para México, con distribución para el suroeste del golfo de México. Con esta contribución, sustentamos que la familia Corambidae está presente en el litoral del pacífico mexicano con *C. pacifica* (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017) y en las costas mexicanas del golfo de México con *C. obscura*.

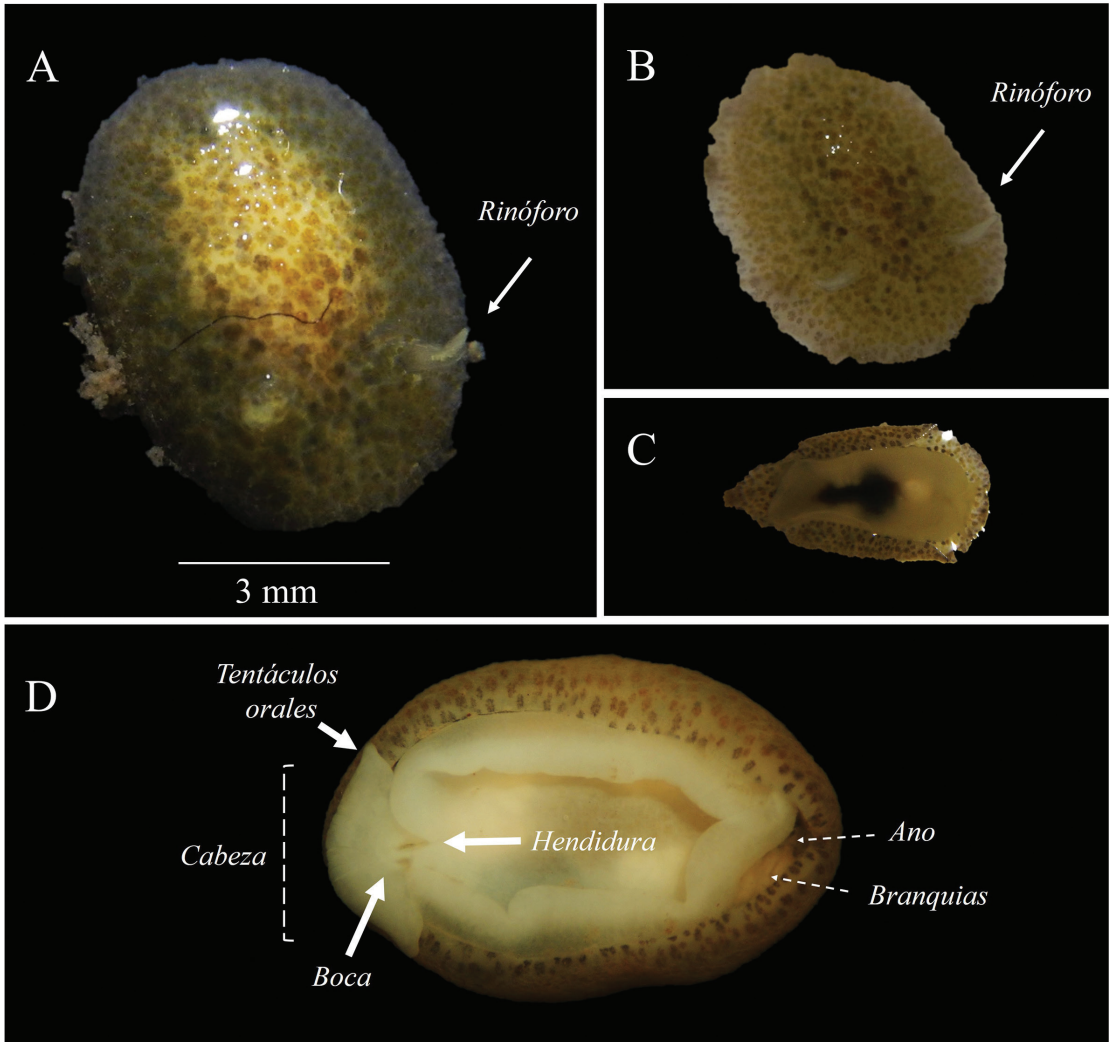


Figura 2. A-B, vista dorsal de *Corambe obscura* con los rinóforos extendidos. C-D, vista ventral, forma de la cabeza, boca y pie muscular.

#### LITERATURA CITADA

- Caballer, M. y J. Ortea. 2018. A rare new species of *Corambe* Bergh, 1869 (Mollusca: Gastropoda: Nudibranchia) from the Caribbean Sea, with a review of the taxonomical history of the Corambidae Bergh, 1871. *Marine Biodiversity*, 49 (3), 1371–1383. doi.org/10.1007/s12526-018-0919-0.
- Contreras E., F. 1983. Variaciones en la hidrología y concentraciones de nutrientes del área estuarino-lagunar de Tuxpan, Tampamachoco, Veracruz, México. *Biótica*, 8 (2): 201–213.
- Cunha, C. M., L. M. Vieira y A. E. Migotto. 2017. Direct observations of the nudibranch *Corambe carabola* (Marcus, 1955) preying on the bryozoan *Alcyonidium hauffi* Marcus, 1939. *Marine Biodiversity*, 48 (4): 1693–1694.






- Cunha, C. M., L. O. Saad y P. O. V. Lima. 2014. Rediscovery of Brazilian corambids (Gastropoda: Onchidorididae). *Marine Biodiversity Record*, 7: e14. doi:10.1017/S1755267214000062.
- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez, A. Valdés-González, G. Martínez-Vásquez, Y. Mora-Marín y E. J. González-Sandoval. 2017. Riqueza, composición de la comunidad y similitud de las especies bentónicas de la Subclase Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) en cinco sitios del litoral de Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52 (1): 67–80.
- Gomoiu, M.-T. y M. Skolka. 1997. A new gastropod – opisthobranch at the Romanian Black Sea coast. *Geo-Eco-Marina*, 2: 201–203.
- Lara-Domínguez, A. L., F. Contreras Espinosa, O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2011. Lagunas costeras y estuarios. *En: Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (Eds.), pp. 301-318. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado Veracruz, México.* Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C.
- López-Ortega, M., G. Pulido-Flores, A. Serrano-Solís, J. C. Gaytán-Oyazún, W. S. Monks. Sheets y M. A. López-Jiménez. 2012. Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (3): 713–719.
- Lucas M., E. y De la Cruz-Francisco, V. 2018. Macroflora y macrofauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), en la laguna Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 10 (1): 31–42.
- Martynov, A. y M. Schrödl. 2011. Phylogeny and evolution of corambid nudibranchs (Mollusca: Gastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 163: 585–604.
- Martynov, A., B. Brenzinger, Y. Hooker y M. Schrödl. 2011. 3D-anatomy of a new tropical peruvian nudibranch gastropod species, *Corambe mancorensis*, and novel hypotheses on dorid gill ontogeny and evolution. *Journal of Molluscan Studies*, 77: 129–141.
- Reguero, M., A. García-Cubas y G. Zúñiga. 1991. Moluscos de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México: Sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 18 (2): 289–328.
- Rosenberg, G., F. Moretzsohn y E. F. García. 2009. Gastropoda (Mollusca) of the Gulf of Mexico. *En: D. L. Felder & D. K. Camp (Eds.), pp. 579–699, Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity.* Texas A & M Press, College Station, Texas.
- WoRMS Editorial Board 2019. World Register of Marine Species. Disponible en <http://www.marinespecies.org>. Accesado: 28-08-2019. doi:10.14284/170.

[Recibido: 17 de junio, 2019. Aceptado para publicación: 27 de agosto, 2019]

DEPREDACIÓN DE *TURBO CASTANEA* (TROCHIDA: TURBINIDAE)  
 POR *FASCIOLARIA TULIPA* (NEOGASTROPODA: FASCIOLARIIDAE)  
 EN CUBA

**Depredation of *Turbo castanea* (Trochida: Turbinidae) by *Fasciolaria tulipa*  
 (Neogastropoda: Fascioliidae) in Cuba**

Asiel Cabrera Guerrero<sup>1, \*</sup>, Rogelio Muñoz Li<sup>2</sup> y Flavia Álvarez Denis<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Grupo Científico Estudiantil de Ecología Marina “Dra. María Elena Tbarra Martín”. Departamento de Biología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente.  
<sup>1</sup>  orcid.org/0000-0002-8858-0331. <sup>2</sup>  orcid.org/0000-0003-3549-5560. <sup>3</sup>  orcid.org/0000-0002-3732-3693.

\*Para correspondencia: asiel.cabrera@estudiantes.uo.edu.cu.

RESUMEN

El Tulipán Verdadero, *Fasciolaria tulipa* (Linnaeus, 1758), es un depredador de gasterópodos y bivalvos marinos, En el presente trabajo se registra por primera vez para Cuba la depredación de *Turbo castanea* (Gmelin, 1791) por *F. tulipa*. El registro se documenta fotográficamente en el sublitoral de la playa de Sardinero en Santiago de Cuba.

*Palabras clave:* Tulipán verdadero, Turbante castaño, alimentación, Caribe.

ABSTRACT

The True Tulip, *Fasciolaria tulipa* (Linnaeus, 1758), is a predator of marine gastropods and bivalves. In this work, the predation of *Turbo castanea* (Gmelin, 1791) by *F. tulipa* is recorded for the first time in Cuba. The record is photographed in the sub-littoral of Sardinero beach in Santiago de Cuba.

*Keywords:* True tulip, chestnut turban, feeding, Caribe.

El neogasterópodo *Fasciolaria tulipa* (Linnaeus, 1758) es de hábitats marinos y estuarinos. Se encuentra ampliamente distribuido desde Carolina del Norte hasta Texas (EEUU), gran parte del Caribe hasta Brasil. Habita en praderas de angiospermas marinas y fondos arenosos-coralinos, entre la zona intermareal y aproximadamente a 73 m de profundidad (Santhanam, 2019). Por su parte, *Turbo castanea* Gmelin, 1791 comparte la distribución de *F. tulipa* y es frecuente encontrarlos sobre fondos de sustratos no consolidados, lechos de algas y angiospermas marinas en un rango batimétrico entre cero y 141m (Wehrtmann y Cortés, 2009). En Cuba, han sido registradas en varias localidades y en hallazgos arqueológicos (De la Guardia *et al.*, 2003; Diez y Jover, 2012; 2013; Orihuela y Jiménez, 2017).

El día 8 de mayo del 2019, a las 14:00 horas, en la playa de Sardinero (19°57'34.59'' N; 75°47'00.92'' O), al sureste de la provincia de Santiago de Cuba (Fig. 1), se observó un ejemplar de *F. tulipa* devorando un individuo de *T. castanea* (Fig. 2) en una pradera dominada por *Thalassia testudinum* Banks ex König con parches de *Syringodium filiforme* Kützing. La observación se realizó a través buceo libre con equipo ligero a una profundidad de 4 m y a 13 m de la orilla. El proceso observado duró alrededor de dos horas y media y al final se observó la concha de *T. castanea* vacía, mientras que el ejemplar de *F. tulipa* permaneció en reposo con el opérculo cerrado durante un tiempo prolongado.

La especie *F. tulipa* es un depredador activo de hábito carnívoro y su dieta consiste fundamentalmente de otros moluscos, como bivalvos y gasterópodos. Aunque los gasterópodos de gran tamaño son los más frecuentes durante su alimentación (Paine, 1963). La depredación de *T. castanea* por *F. tulipa* ha sido consignada para los cayos de la Florida en ecosistemas de *T. testudinum* (Paine, 1963; Engstrom, 1982). La presente observación confirma la coexistencia de estos dos gasterópodos en las costas de Cuba oriental como ha sido documentado por Díez y Jover (2012, 2013) y constituye la primera evidencia del uso de *T. castanea* como recurso alimenticio de *F. tulipa*.

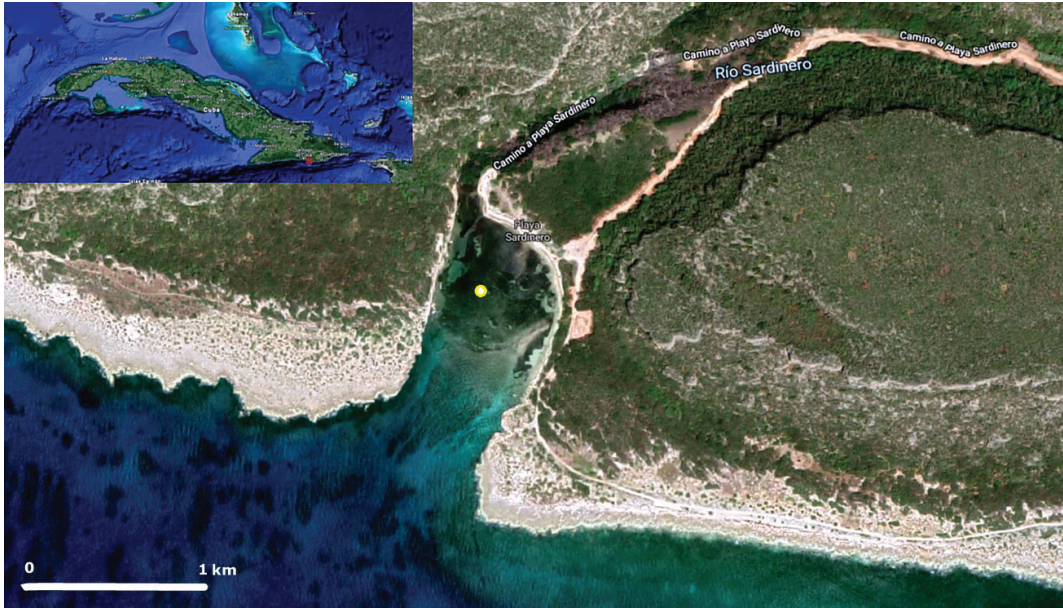


Figura 1. Ubicación geográfica de la playa Sardinero. El círculo amarillo representa la localidad donde se realizó la observación.



Figura 2. Depredación de *Turbo castanea* por *Fasciolaria tulipa* en playa Sardinero, Cuba.

## AGRADECIMIENTOS

A Yander L. Diez García, por la legitimación taxonómica de las dos especies de moluscos. Agradecemos a los revisores y a Abdiel Jover Capote por su sugerencias y comentarios.

## LITERATURA CITADA

- De la Guardia, E., G. González-Sansón y C. Aguilar. 2003. Biodiversidad marina en la laguna costera el Guanal, Cayo Largo, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 24 (2): 111–116.
- Diez, Y. L. y A. Jover. 2012. Moluscos marinos del sector Bahía de Puerto Padre-Bahía de Nipe, Cuba. *Amici Molluscarum*, 20 (1): 17–28.
- Diez, Y. L. y A. Jover. 2013. Lista y distribución de los moluscos marinos de Santiago de Cuba, costa suroriental de Cuba. *Amici Molluscarum*, 21 (1): 23–38.
- Engstrom, N. A. 1982. Escape responses of *Turbo costanea* to the predatory gastropod *Fasciolaria tulipa*. *Veligev*, 25: 163–168.
- Orihuela, J. y O. Jiménez. 2017. Reporte del molusco marino *Busycon perversum* (Gastropoda: Busyconidae) del sitio arqueológico El Morrillo, Matanzas, Cuba. *Cuba Arqueológica*, 10 (1): 52–59.
- Paine, R. 1963. Trophic relationships of 8 sympatric predatory gastropods. *Ecology*, 44 (1): 63–73.
- Santhanam, R. 2019. *Biology and ecology of edible marine gastropod molluscs*. Apple Academic Press, Inc. Waretown, New Jersey, USA, 459 pp.
- Wehrtmann, I. y J. Cortés, 2009. *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer, Dordrecht, Nederland, 538 pp.

[Recibido: 19 de mayo, 2019. Aceptado para publicación: 15 de septiembre, 2019]

DISTRIBUTION RANGE EXTENSION OF YAGUAJAL LIMIA,  
*LIMIA YAGUAJALI* (TELEOSTEI: POECILIIDAE) FROM NORTH  
OF THE DOMINICAN REPUBLIC, HISPANIOLA

**Extensión de rango de distribución de la Limia de Yaguajal, *Limia yaguajali*  
(Teleostei: Poeciliidae) en el norte de República Dominicana, la Hispaniola**

Rodet Rodríguez Silva<sup>1a\*</sup>, Patricia Torres Pineda<sup>2</sup>,  
Carlos Manuel Rodríguez<sup>3</sup>, and Ingo Schlupp<sup>1b</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, University of Oklahoma, USA; \*Para correspondencia: rodet.rodriguez.silva-1@ou.edu.  
<sup>1a</sup>  [orcid.org/0000-0002-7463-8272](https://orcid.org/0000-0002-7463-8272). <sup>2</sup>Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”,  
Santo Domingo, Dominican Republic;  [orcid.org/0000-0002-7921-3417](https://orcid.org/0000-0002-7921-3417). <sup>3</sup>Ministerio de Educación Superior,  
Ciencia y Tecnología, Santo Domingo, Dominican Republic. <sup>1b</sup>  [orcid.org/0000-0002-2460-5667](https://orcid.org/0000-0002-2460-5667).

ABSTRACT

In this study we report two new distribution records of *Limia yaguajali* Rivas, 1980, a livebearing fish previously reported only from Río Yaguajal (type locality) in northwestern Dominican Republic, Hispaniola. We provide a description for an appropriate species identification and also characterize new habitats where this species was reported.

*Keywords:* *Limia yaguajali*, endemic, livebearing fish, distribution.

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan dos nuevos reportes de distribución para *Limia yaguajali* Rivas, 1980. Esta especie de pez vivíparo había sido previamente reportada solo en Río Yaguajal, (localidad tipo) situado al noroeste de la República Dominicana. Además, se incluye la descripción necesaria para la identificación de la especie, así como una caracterización general de los nuevos hábitats donde se colectó la misma.

*Palabras clave:* *Limia yaguajali*, endémica, peces vivíparos, distribución.

Livebearing fishes of the family Poeciliidae (Rosen & Bailey, 1963; Poeciliinae *sensu* Parenti, 1981), occur from the southern part of USA to the north of Argentina, the Greater Antilles, and Trinidad and Tobago. They are the dominant group of freshwater fish in the Caribbean islands with five genera. Two of them, *Girardinus* Poey, 1854 and *Quintana* Hubbs, 1934 are endemic to Cuba. Two others, *Gambusia* Poey, 1854 and *Poecilia* Bloch & Schneider, 1801 are widespread distributed in Southern USA, Central America, South America, the Greater Antilles, Trinidad and Tobago and Curazao. The genus *Limia* Poey, 1854 which is the most speciose genus in the area with 20 species is endemic to the Caribbean and currently known from Hispaniola, Cuba, Jamaica, and Grand Cayman. Even though most *Limia* species occur in inland waters, some of them are tolerant to varying salinity levels and may be even found in hypersaline coastal lagoons (Haney & Walsh, 2003; Weaver *et al.*, 2016a). Specifically, Hispaniola is considered to be the center of endemism for *Limia* since at least 17 species are reported from this island whereas only one endemic species each is known from Cuba, Jamaica, and Grand Cayman each (Chambers, 1987; Burgess & Franz, 1989; Weaver *et al.*, 2016b). The genus shows a notable radiation in Lake Miragoane located in southern Haiti, where seven endemic species are currently reported including a species flock within the endemic subgenus *Odontolimia* (Rivas, 1980). However, in the Dominican side of Hispaniola there are also many endemic species, some of them locally distributed. *Limia yaguajali* Rivas, 1980, for instance, so far has only been known from the Río Yaguajal in the province of Santiago Rodríguez.

The species was named after the river where this species was first collected. There are no scientifically documented records reporting this *Limia* species outside of the Río Yaguajal. In this work we report two new distribution areas of *L. yaguajali* in the northern Dominican Republic through the analysis of key morphological traits for appropriate species identification. Some characteristics of new habitats where the species was collected are also provided.

We conducted sampling surveys in May 2018, December 2018 and May 2019 in three localities in northern Dominican Republic. We sampled Río Yaguajal and Río Cana in the province of Santiago Rodríguez, and also Río Jamao al Norte in the province of Espaillat. Fieldwork and fish collections were performed under the corresponding permit approved by Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales of the Dominican Republic. We collected fishes using a seine of 7 m length, 1.5 m height and 0.5 mm mesh size. We also recorded GPS coordinates for each location and described the physical structure of the aquatic and surrounding terrestrial habitat (e.g. depth of water body, presence/absence of submerged vegetation, substrate type, and type of the surrounding land use). In addition, we measured temperature and salinity (as conductivity) of each sampling point since these variables are known to be important in fish community composition. A total of 9 specimens (5 males and 4 females) collected in the surveyed localities were examined under an Olympus SZX7 stereomicroscope (magnification 50X) for species identification. Characters used by Rivas (1980) in the original description of *L. yaguajali* were measured in these specimens following the methods described by Rivas (1978). Three additional gonopodial characters for males; segments distal to the ray 3 keel, ray 4 grooved segments, and segments distal to the ray 5 keel were included in species identification (Chambers, 1987). Scale counts were done according to Miller (1948). Standard length (SL) was measured using a DigitalAid caliper (to the nearest 0.1 mm). Voucher specimens were deposited in the Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History, University of Oklahoma, Oklahoma, USA and also in the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, Santo Domingo, Dominican Republic.



Figure 1. Sampling sites showing new distribution areas for *L. yaguajali* in northern Dominican Republic. RYAG: Río Yaguajal, RCAN: Río Cana, RJAN: Río Jamao al Norte.

In this study we report two new distribution records for *L. yaguajali* in northern Dominican Republic (Fig. 1). The first one in Río Cana (19.49604° N, 71.27964° W), province of Santiago Rodríguez (near Sabaneta village); the second one in Río Jamao al Norte (19.63052° N, 70.44946° W), province of Espaillat (near Cabarete village).

Specimens were collected in small and shallow streams (2–3 m wide and 0.3 m depth). Big trees and shrubs were observed growing in the banks that provided patches of shade to the streams. A noticeable reduction in water flow was observed between the wet and dry seasons (May and December respectively). Bottom of streams were mostly covered by rocks and gravel although some muddy patches were observed as well. Values of water temperature and conductivity in wet and dry seasons for each locality are provided in Table I.

Other livebearing fishes were collected together with *L. yaguajali*. For instance, in Río Cana we also documented the endemics *Limia zonata*, *Poecilia hispaniolana* and *Poecilia dominicensis* as well as two introduced poeciliids: *Poecilia reticulata* (Guppy) and *Xiphophorus hellerii* (Green swordtail). In the Río Jamao al Norte other livebearers such as the endemic *Gambusia hispaniolae* and also the introduced *Poecilia reticulata* were found occurring in sympatry with *L. yaguajali*. Surprisingly we did not collect *L. yaguajali* either in the wet or dry season in the type locality (Río Yaguajal). Instead, other livebearing fishes were collected in that area including the relatively widespread endemic species *Limia zonata* as well as the introduced *Poecilia reticulata* and *Xiphophorus hellerii*.

Table I. Measurements of water temperature and conductivity in wet (month of May) and dry (month of December) seasons for each locality sampled.

Locality	Water temperature (°C)	Water conductivity (microS/cm)
Río Cana	25.9 (December 2018) 29.3 (May 2019)	540 (December 2018) 648 (May 2019)
Río Jamao al Norte	25.3 (December 2018) 27.7 (May 2018)	528 (December 2018) 475 (May 2018)
Río Yaguajal	28.6 (December 2018) 29.8 (May 2018)	583 (December 2018) 387 (May 2018)

*L. yaguajali* can be distinguished from other species of *Limia* by the fewer dorsal rays (usually 7) and also fewer predorsal scales (usually 11 to 13). The species has numerous branched caudal rays (usually 16) (see Table II). The ray 4p serrae of males usually have 11 to 12 serrae and about 17 segments distal to them. There is a palp that extends to the tip of gonopodium (Fig. 2).



Figure 2. Gonopodium tip of a male (36.0 mm standard length) of *L. yaguajali* from Río Jamao al Norte.

The females have the origin of the dorsal fin slightly behind the origin of the anal fin. The males lack any distinctive mottling on the dorsal fin, which is very common in males of other *Limia* species (Fig. 3, A-B). The species has a color pattern similar to *Limia tridens* with males having yellow abdomen and dorsal fin. However, the two species are markedly different by the shape of caudal fin. *L. yaguajali* has truncate caudal fins whereas *L. tridens* has a largely rounded caudal fin.

The new records of distribution reported in this study for *L. yaguajali* represent major range extensions for the species in northern Dominican Republic. Since the description of this livebearing fish by Rivas (1980), no reports of distribution other than those related to the type locality in Río Yaguajal are found in the scientific literature. In the case of Río Cana, the distance from nearest previous record is 8.6 km to the northeast. However, the distance is considerably higher for Río Jamao al Norte, which is located 120 km northeast of Río Yaguajal. Results of this work also highlight the importance of extensive inventories of the Hispaniolan freshwater fish fauna to re-evaluate distribution ranges of native species. This sort of studies is also needed to quantify the number of invasive species and future assessments of their impact on native fish fauna.



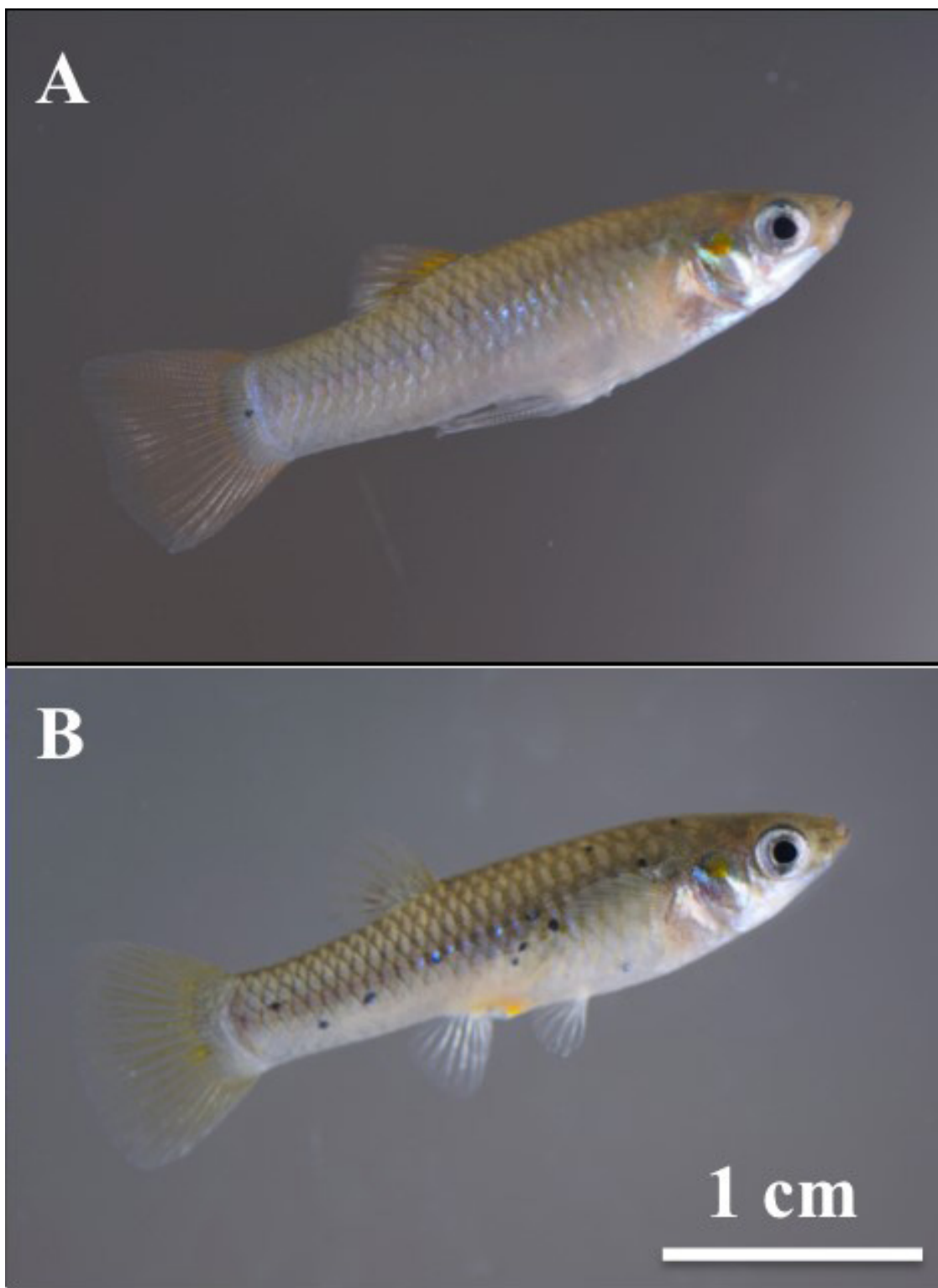


Figure 3. Live specimens of *L. yaguajali* collected in Río Cana. A, male. B, female.

Table II. Meristic characters and standard lengths (SL) measured in 9 individuals of *L. yaguajali* from Río Cana (N = 5) and Río Jamao al Norte (N = 4).

Counts	Río Cana (N = 5) 3 males (27.0, 28.5 and 30.0 mm SL) and 2 females (28.0 and 30.0 mm SL)		Río Jamao al Norte (N = 4) 2 males (35.0 and 36.0 mm SL) and 2 females (40.0 and 42.5 mm SL)	
Dorsal rays	7 (5)		7 (4)	
Caudal rays	15 (3)	16 (2)	15 (1)	16 (3)
Pectoral rays	14 (3)	15 (2)	14 (4)	
Anal rays	6 (1)	8 (1)	8 (2)	
Segments distal to ray 3 keel	19 (1)	20 (2)	20 (2)	
Ray 4a grooved segments	7 (1)	8 (2)	8 (1)	9 (1)
Ray 4p serrae	11 (2)	12 (1)	11 (1)	12 (1)
Segments distal to ray 4p serrae	14 (2)	15 (1)	15 (1)	16 (1)
Segments distal to ray 5 keel	19 (2)	21 (1)	19 (1)	20 (1)
Lateral scales	27 (3)	28 (2)	27 (3)	28 (1)
Pre-dorsal scales	13 (1)	14 (4)	14 (4)	
Pre-orbital pores	1 (4)	2 (1)	1 (4)	
Pre-opercular pores	5 (1)	6 (4)	5 (1)	6 (3)

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank to Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales of the Dominican Republic for kindly issuing collecting permits. Thanks to Carlos Suriel and Montrai Spikes for their support with fieldwork. This study was financially supported by the National Geographic Society (WW-054R-17) and the University of Oklahoma.

#### LITERATURE CITED

- Burgess, G. H., & R. Franz. 1989. Zoogeography of the Antillean freshwater fish fauna. In: C. A. Woods and F. E. Sergile (eds.), *Biogeography of the West Indies: Patterns and Perspectives*. Boca Raton, Florida, 263–304 pp.
- Chambers, J. 1987. The cyprinodontiform gonopodium, with atlas of the gonopodia of the fishes of the genus *Limia*. *Journal of Fish Biology*, 30: 389–418.
- Haney, D. C., & S. J. Walsh. 2003. Influence of Salinity and Temperature on the Physiology of *Limia melanonotata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae): A Search for Abiotic Factors Limiting Insular Distribution in Hispaniola. *Caribbean Journal of Science*, 39 (3): 327–337.
- Miller, R. R. 1948. The cyprinodont fishes of the Death Valley System of eastern California and southwestern Nevada. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*, 68: 7–155.

- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168 (4): 341–547.
- Rivas, L. R. 1978. A new species of poeciliid fish of the genus *Poecilia* from Hispaniola, with reinstatement and redescription of *P. dominicensis* (Evermann and Clark). *Northeast Gulf Science*, 2: 98–112.
- Rivas, L. R. 1980. Eight new species of poeciliid fishes of the genus *Limia* from Hispaniola. *Northeast Gulf Science*, 4: 28–38.
- Rosen, D. E., & R. M. Bailey. 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes): their structure, zoogeography, and systematics. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 126 (1): 1–176.
- Weaver P. F, O. Tello, J. Krieger, A. Marmolejo, K. F. Weaver, J. V García, & A. Cruz. 2016 a. Hypersalinity drives physiological and morphological changes in *Limia perugiae* (Poeciliidae). *Biology Open*, 5: 093–1101.
- Weaver, P. F., A. Cruz, S. Johnson, J. Dupin, & K. F. Weaver. 2016 b. Colonizing the Caribbean: biogeography and evolution of livebearing fishes of the genus *Limia* (Poeciliidae). *Journal of Biogeography*, 43: 1808–1819.

[Recibido: 15 de octubre, 2019. Aceptado para publicación: 14 de noviembre, 2019]

## Directrices para autores/as

### *Definición y alcance de la revista*

*Novitates Caribaea* es una revista científica arbitrada del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” de República Dominicana con el objetivo de publicar artículos originales e inéditos en zoología, paleobiología y geología, cubriendo áreas como: sistemática, taxonomía, biogeografía, evolución, genética, biología molecular, embriología, comportamiento y ecología. El *Comité Editorial*, en la selección de los trabajos sometidos, dará prioridad a los que traten sobre la biodiversidad y la historia natural de la Hispaniola y la región del Caribe. La revista podrá publicar ocasionalmente números monográficos dedicados a un tema de especial interés propuesto por invitación del Comité Editorial a la comunidad científica de la región. El idioma oficial de la revista es el español, pero también se aceptan trabajos en inglés a condición de que el autor o uno de los coautores tenga este idioma como su primera lengua; o bien, mediante constancia escrita de un profesional de habla inglesa que haya realizado la revisión del idioma.

### *Frecuencia de publicación*

La revista comenzó a editarse en el 1999 y durante varios años publicó un número anualmente. A partir de julio del 2018 publica dos fascículos al año con una periodicidad semestral, el primero en el mes de enero y el segundo en julio.

### *Tipos de originales aceptados*

a) Artículos: trabajos de investigación originales. Tendrán una extensión mínima de siete páginas y un máximo de 25, incluidas las referencias bibliográficas, quedando a discreción de los editores la aceptación para revisión de trabajos que excedan esta extensión.

b) Notas: información breve sobre hallazgos singulares, registros de nuevas especies o nuevas aportaciones resultantes de proyectos de investigación o estudios en marcha. Su extensión deberá ser mayor de tres páginas e inferior a diez, incluidas las referencias bibliográficas.

### *Formato de Artículos*

Los trabajos deberán enviarse en formato electrónico de un procesador Word o compatible a [novitatescaribaea@mnhn.gov.do](mailto:novitatescaribaea@mnhn.gov.do), con tipografía Times New Roman, a 11 puntos, interlineado sencillo y títulos (principal y de los acápitales) en mayúsculas. Deberán estar firmados con el/los nombre/s del/os autor/es, su afiliación institucional y la dirección de correo electrónico del autor principal. Los artículos científicos deberán estar estructurados en apartados de acuerdo a la siguiente conformación:

(1) TÍTULO: en español e inglés; conciso y ajustado al contenido del trabajo. La extensión del título principal no debería exceder de tres líneas escrito en mayúsculas y no se incluirá en estos la autoría de los nombres científicos de las especies ni de las categorías mayores, al menos que el contenido sea de discusión sobre el estatus de estas. Sin embargo, se aceptarán en el título los nombres de las categorías taxonómicas de pertenencia o inclusividad.

(2) RESUMEN y PALABRAS CLAVE / ABSTRACT and KEYWORDS: dos resúmenes, uno en español y otro en inglés, seguidos cada uno de una lista de 3-6 palabras clave en ambos idiomas. El resumen deberá ser informativo y conciso (máximo 250 palabras), incluyendo los resultados más sobresalientes del artículo.

(3) INTRODUCCIÓN: incluirá las citas y referencias necesarias para reflejar el estado del conocimiento más actualizado sobre el tema, al tiempo que dará cuenta de las razones y justificación de la investigación.

(4) OBJETIVOS: breves y precisos, a modo de enunciados.

(5) MATERIALES Y MÉTODOS: darán cuenta cabal o soportarán todos los resultados que se presenten, deberán informar debidamente qué se hizo, cómo, dónde y cuáles materiales y equipos se utilizaron; se describirá el análisis estadístico realizado, en caso de haberlo, y cómo se organizaron los resultados. En todos los puntos que se están considerando, se darán las referencias pertinentes.

(6) RESULTADOS: podría incluir subtítulos con el fin de ordenar los contenidos de acuerdo con las características del trabajo sometido. Los editores de la revista podrán proponer a los autores la composición final de este apartado. En la descripción de táxones nuevos para la ciencia, los autores deberán incluir: *Diagnosis* (en ambos idiomas), *Descripción del Holotipo*, *Procedencia y destino de los Tipos* (indicando localidades, colectores, fechas

de colecta y colecciones o instituciones de destino) y *Etimología* (del género o del epíteto específico, de acuerdo al caso). El nombre del taxon nuevo deberá señalarse con las inscripciones sp. nov. o gen. nov., según el caso, cada vez que aparezca en el texto. Todos los nombres genéricos y específicos deberán aparecer en itálicas, pudiendo abreviarse a partir de su primera referencia en el texto mediante la letra inicial del género seguida de un punto y el adjetivo específico (ejemplo: *Achromoporus heteromus*...*A. heteromus*). En sentido general, para los nombres y todos los actos nomenclaturales, los autores y los editores se regirán por las normas establecidas en la última edición que esté vigente del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, elaborado por la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica. La inclusión de otros bloques de contenido en la sección de RESULTADOS, tales como Historia Natural y Comentario, será opcional.

Tablas y Figuras: todas las tablas y figuras (gráficos, dibujos, fotos, mapas u otros elementos diferentes de las tablas) se incluirán en el apartado de RESULTADOS debidamente identificadas con un título conciso y numeradas secuencialmente, utilizando numeración romana para las tablas y arábica para las figuras. Las notas de las Tablas irán al pie de éstas (un espacio más abajo) y en algunos casos especiales al pie de una columna, usando asteriscos o números volados. Los dibujos deberán estar hechos en papel blanco y con tinta negra, bien definidos y ensamblados en láminas en caso de ser varios y así requerirlo el trabajo. Todas las figuras se enviarán también por correo electrónico, en archivos independientes de extensión BMP o JPG y con resolución de 270-300 DPI. La escala deberá indicarse tanto en los dibujos como en las fotos. Los pies de las Figuras deberán tener un título y el detalle de sus partes o componentes, separadas por letras.

(7) DISCUSIÓN: este acápite podría no ser necesario en artículos de taxonomía. Su extensión variará de acuerdo al contenido de los resultados presentados, pero este texto debería ser preciso y dar razón o interpretar los resultados del estudio, sin que consista en una repetición de estos últimos. En algunos trabajos, en consideración de su contenido, los editores podrían contemplar una propuesta de los autores para fusionar este acápite con el anterior: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

(8) CONCLUSIONES: su estilo de presentación se dejará a discreción de los autores, pero en todo caso deberían ser claras y precisas, vinculadas íntimamente a la DISCUSIÓN. En algunos Artículos, como sería el caso de aquellos que consisten en la descripción de especies nuevas, no será necesario el acápite CONCLUSIONES. En otros trabajos se podría acompañar este acápite con recomendaciones pertinentes, siendo posible titularlo como CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

(9) AGRADECIMIENTOS: se recomienda ser lacónicos en la mención de las instituciones y personas que colaboraron con el trabajo. Por razones éticas de mucha importancia se pide a los autores que hagan mención de los permisos oficiales a cuyo amparo se realizaron colectas de especímenes o se recibieron facilidades en el manejo de animales, así como decir los nombres de las instituciones que financiaron la investigación.

(10) LITERATURA CITADA: las referencias bibliográficas deberán tener una correspondencia exacta con las citas o menciones incluidas en el cuerpo del texto del trabajo, todas las citas y referencias incluidas en el cuerpo del trabajo deberán aparecer debidamente en LITERATURA CITADA, al tiempo que las referencias que figuren en esta deberán aparecer citadas en aquél.

### *Citas y referencias bibliográficas*

La revista *Novitates Caribaea* se ciñe a las convenciones fundamentales de la tradición del Sistema Harvard, por tanto:

a) Las citas textuales a los autores seguirán el esquema “Autor, año”, habiendo dos maneras frecuentes de hacerlo: (Genaro, 2017), que es la más usual y la preferida por esta revista, o mencionando el nombre del autor en el texto seguido del año en paréntesis, Genaro (2017). En todos los casos se utilizará el primer apellido del autor o ambos apellidos unidos por un guion si esa es la manera en que este firma (Perez-Gelabert, 2017; Bueno-Villegas, 2015).

b) Las citas a varias publicaciones de un mismo autor se colocarán en orden cronológico ascendente, separando los años por coma (Hedges, 2011, 2016, 2017) o también: Hedges (2011, 2016, 2017).

c) Si la cita corresponde a una publicación de dos autores deberán aparecer ambos: (Köhler y Hedges, 2016); (Köhler and Hedges, 2016) o también: Köhler y Hedges (2016); Köhler and Hedges (2016). En cambio, si la fuente citada tiene más de dos autores solo se consignará el primero de ellos seguido de la expresión “*et al.*”: (Hassall *et al.*, 2015) o Hassall *et al.* (2015).

d) Las citas a varias publicaciones de distintos autores se separarán por punto y coma siguiendo el orden cronológico ascendente: (Mertens, 1939; Hedges, 1996, 2015; Díaz *et al.*, 2016).

e) Las citas a dos o más publicaciones de un mismo autor en un mismo año serán identificadas con una letra minúscula (a partir de la “a”) al final del año: (Cordero-Rivera, 2017a, 2017b), de la misma manera deberán aparecer en el apartado de LITERATURA CITADA.

f) En las citas textuales se pondrá el texto citado entre comillas, seguido por la cita, agregando el número de la página de donde se extrajo: (Mauries y Hoffman, 1998: 100) o (Mauries and Hoffman, 1998: 100). Si el texto citado pasa de tres renglones se pondrá después de dos puntos y dos renglones más abajo del párrafo con un punto menos en la tipografía y en itálicas, pero sin las comillas.

g) En el apartado LITERATURA CITADA las referencias se organizarán una debajo de otra siguiendo un orden alfabético por autor y cronológico ascendente entre publicaciones de un mismo autor.

h) Se iniciará con el apellido (s) del primer autor seguido por coma y la inicial (es) del nombre, poniendo punto en esta última; a seguidas los demás autores separados por coma, pero invirtiendo el orden anterior, poniendo delante la inicial (es) del nombre con punto y luego el apellido (s). Después del último autor se pondrá punto y a seguidas el año de la publicación, el título del trabajo referenciado y al final el nombre de la publicación seriada, indicando número, volumen y paginación, o los datos de la editora, ciudad y número total de páginas en caso de tratarse de un libro. A continuación se ofrecen ejemplos para la elaboración de las referencias bibliográficas. El nombre de la publicación seriada o el título del libro, según el caso, se escribirá en letras itálicas. El uso de las conjunciones “y” o “and” dependerá del idioma en que se esté haciendo la publicación en esta revista, no de aquél en que se hizo la publicación referenciada. Ejemplos:

García Rodríguez, N. y J. Morffe Rodríguez. 2015. Redescrpción de *Ichthyocephalus victori* García et Fontenla, 2002 (Nematoda: Ichthyocephalidae) de Puerto Rico. *Novitates Caribaea*, 8: 104-111.

Henderson, R. W. and R. Powell. 2009. *Natural History of West Indian Reptiles and Amphibians*. University Press of Florida, Gainesville, Florida, 455 pp.

Mauries, J. P. y R. L. Hoffman. 1998. On the identity of two enigmatic Hispaniolan millipeds (Spirobolida: Rhinocricidae). *Myriapodologica*, 5 (9): 95-102.

Nelson, G. 1989. Cladistics and evolutionary models. *Cladistics*, 5: 275-289.

Pérez-Gelabert, D. E. and G. D. Edgecombe. 2013. Scutigermorph centipedes (Chilopoda: Scutigermorpha) of the Dominican Republic, Hispaniola. *Novitates Caribaea*, 6: 36-44.

### *Formato de las Notas*

Las secciones requeridas para este tipo de contribuciones son las siguientes: TÍTULO, RESUMEN y PALABRAS CLAVE (en inglés y español), a seguidas el cuerpo del texto, AGRADECIMIENTOS y al final la LITERATURA CITADA, con las mismas observaciones y recomendaciones para estas secciones enunciadas en los incisos anteriores para los Artículos.

### *Proceso de revisión de pares*

Los editores de *Novitates Caribaea* harán una primera revisión del manuscrito sometido para confirmar la pertinencia de su contenido con los objetivos y el alcance de la revista, así como el cumplimiento de nuestras normas editoriales establecidas en el documento “Directrices a los autores”. Los resultados de esta revisión inicial se comunicarán al autor en un plazo no mayor de tres semanas a partir de la fecha de recepción del trabajo. En una segunda etapa, el manuscrito será enviado a revisión por pares siguiendo el sistema doble ciego: el autor y los revisores solo tendrán comunicación con los editores, quedando sus identidades ocultas entre ellos. Los árbitros o revisores entregarán a los editores los resultados de su evaluación dentro de un tiempo no mayor de cuatro meses. En caso de retraso se notificará a los autores. Los editores harán posible la comunicación biunívoca entre autores y revisores manteniendo su anonimato, al tiempo que garantizarán el respeto a las consideraciones de ambas partes y la incorporación de los cambios pertinentes en el manuscrito aprobado o la comunicación de su rechazo, en caso de ser este el resultado. Los trabajos aprobados, luego de incorporar todos los cambios resultantes de la revisión, se someterán a una revisión gramatical y de estilo final de común acuerdo con el autor. Los editores se comprometen a enviar al autor un PDF de prueba con el trabajo final diagramado, requiriendo de su aprobación previo a la publicación.

### *Derechos de autor y política de acceso abierto*

La publicación se hará sin costo para los autores, quienes recibirán un ejemplar impreso del número de la revista. Salvo indicación contraria, todos los contenidos publicados en *Novitates Caribaea* se ofrecen a los lectores en acceso libre inmediato bajo la licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0: Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. Los autores/as que publiquen en esta revista aceptan las siguientes condiciones: a) Los autores/as conservan los derechos de autor y ceden a la revista el derecho de la primera publicación, con el trabajo registrado con la licencia de atribución de Creative Commons, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista. b) Los autores/as pueden realizar otros acuerdos contractuales independientes y adicionales para la distribución no exclusiva de la versión del artículo publicado en esta revista (p. ej., incluirlo en un repositorio institucional o publicarlo en un libro) siempre que indiquen claramente que el trabajo se publicó por primera vez en esta revista.

### *Excepción de responsabilidad*

El contenido de las contribuciones publicadas será siempre de la responsabilidad de los autores.

### *Envío de originales*

El envío de originales se hará exclusivamente mediante comunicación dirigida a los editores de la revista en: [novitatescaribaea@mnhn.gov.do](mailto:novitatescaribaea@mnhn.gov.do). Se comunicará oportunamente a los autores cuando se habilite el envío de manuscritos a través de la plataforma en línea Open Journals System. Si tiene alguna pregunta sobre la elaboración de un manuscrito, por favor contáctenos.

### *Declaración de privacidad*

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

## Author Guidelines

### *Aims and Scope*

*Novitates Caribaea* is a peer-reviewed scientific journal of the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesus Marcano”, Dominican Republic. *Novitates Caribaea* publishes original research in the fields of zoology, paleobiology and geology, with a focus on systematics, taxonomy, biogeography, evolution, genetics, molecular biology, embryology, behavioral biology and ecology. The Editorial Board prioritizes papers focusing on the biodiversity and natural history of the Hispaniola and the Caribbean region. This journal occasionally publishes monographs exploring topics of special interest by invitation of the Editorial Board to the scientific community of the region. Although the official language of the journal is Spanish, *Novitates Caribaea* also accepts papers written in English under the condition that one or more of the authors of the paper are native English speakers, or can prove the work has been professionally proofread.

### *Publication Frequency*

Following the journal’s first edition in 1999, *Novitates Caribaea* was published annually. However, since July 2018, the journal is published biannually—one edition in January and another in July.

### *Types of Original Contributions*

a) Articles: original research papers. Manuscripts submitted as articles must have a minimum of 7 pages and a maximum of 25 pages, including references. Papers exceeding the maximum number of pages will be considered for review under the discretion of the editors.

b) Notes: brief reports on unique findings, registration of new species or reports of new results from ongoing projects, investigations, or studies. Manuscripts submitted as notes must have a minimum of 3 pages and a maximum of 10 pages, including references.

### *Format for Articles*

All papers must be submitted via email to [novitatescaribaea@mnhn.gov.do](mailto:novitatescaribaea@mnhn.gov.do) as a word processor document. Manuscript text must be single-spaced, 11-point Times New Roman. All titles (headings and sub-headings) must be all-capitalized. Manuscripts must include the names and institutional affiliations of all authors, as well as the email address of the corresponding author. Manuscripts must be structured in the following manner:

(1) TITLE: in Spanish and English. Must be concise and specific to the paper’s contents. Titles must not exceed three manuscript lines when in all-caps. Please do not include author citations in conjunction with taxonomic names, unless it is pertinent to the paper’s content. However, do include the names of taxonomic groups.

(2) ABSTRACT and KEYWORDS: two abstracts, one in Spanish and one in English. Please include under each abstract a list of 3 to 6 keywords (in the respective language). Abstracts should be informative yet concise (maximum 250 words) and highlight the most important findings of the article.

(3) INTRODUCTION: should include the citations and references necessary to reflect the current status of existing knowledge on the topic, as well as detailed justification and reasoning for the investigation.

(4) OBJECTIVES: brief and precise.

(5) MATERIALS AND METHODS: Must address all results presented. This section should accurately describe the procedures by which the results were obtained (what was done, how, and where). All materials and equipment used must be reported. Any statistical analyses performed must be described, as well as the way results were put together. Pertinent references should be added when appropriate.

(6) RESULTS: may include subtitles in order to organize results in an efficient way for readers. Journal editors may propose edits to the composition and structure of this section. When describing new taxons, authors must include: *Diagnosis* (in both languages), *Description of Holotype*, *Origin and Destination of Types* (indicating locality, collectors, collection date, and the name of the collection or institution) and *Etymology* (of genus or specific epithet, accordingly). The name of the new taxon must be identified with the notations sp. nov. or gen. nov., accordingly, after each mention in the manuscript. All genus and species names must be italicized, and may be abbreviated after the first mention in the manuscript by using the first letter of the genus followed by a period and the specific epithet (e.g., *Achromoporus heteromus* → *A. heteromus*). Generally, in regards to nomenclature, authors and editors should



adhere to the guidelines established by the most current edition of the International Code of Zoological Nomenclature published by the International Commission on Zoological Nomenclature. The inclusion of other components in the RESULTS section, such as Natural History and Comments, is optional.

Tables and Figures: all tables and figures (graphs, drawings, pictures, maps or other elements that are not tables) must be included in the RESULTS section, be properly identified with a concise title, and be numbered sequentially using Roman numerals (for tables) or Arabic numbers (for figures). Notes referring to a table must be placed below the table (a single space below) and in special cases as a footnote for a column, using an asterisk or superscript number. Drawings must be made on white paper with black ink, well-defined and assembled in sheets if many and required by the work. All figures must also be submitted via email, in separate files (BMP or JPEG) with a resolution of 270-300 DPI. Scale must be indicated in both drawings and pictures. Below each figure must go its title and details regarding its parts or components, separated by letters.

(7) DISCUSSION: this section may not be necessary in taxonomic papers. The length of this section will vary depending on the content of the results presented. The text in this section must be precise and must provide reasoning or interpretations of the findings of the study, without it being a repetition of the RESULTS section. In some cases, editors may consider an author's request for a combined RESULTS AND DISCUSSION section, depending on the content of the manuscript.

(8) CONCLUSIONS: the style for this section will be left to the discretion of the authors. Regardless, the section must be clear and precise, and closely related to the DISCUSSION section. In some manuscripts, such as those describing new species, a CONCLUSIONS section is not necessary. In other cases, the CONCLUSIONS section may be supplemented with relevant recommendations. In such a case, the section may be titled: CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.

(9) ACKNOWLEDGEMENTS: we suggest authors are laconic when mentioning institutions and people who have collaborated in the work presented. For important ethical reasons, we ask that authors make mention of any official permits that allowed the collection of specimens or facilitated the handling of animals, as well as any institutions that provided financial support for the investigation.

(10) LITERATURE CITED: all bibliographic references must have an exact corresponding in-text citation or mention. Likewise, all citations and mentions in the manuscript text must be included in the LITERATURE CITED section.

### *Citations and Bibliographic References*

The *Novitates Caribaea* journal adheres to the fundamental conventions established by the Harvard System, therefore:

a) In-text citations must follow the structure "Author, year". There are two frequently used ways of doing this: (Genaro, 2017), which is the most common way and preferred by this journal, or Genaro (2017). Regardless, the cited author's first last name must be used, unless he or she uses a hyphenated last name (e.g., Perez-Gelabert, 2017; Bueno-Villegas, 2015).

b) Citations of multiple publications by the same author must be placed in ascending chronological order, using commas to separate each year, e.g., (Hedges, 2011, 2016, 2017) or also Hedges (2011, 2016, 2017).

c) If the publication cited is by two authors, use both authors' last names: (Köhler and Hedges, 2016) or Köhler and Hedges (2016). On the other hand, if the publication cited is by more than two authors, only the first author's last name shall be used, followed by the phrase "*et al.*": (Hassall *et al.*, 2015) or Hassall *et al.* (2015).

d) Combined citations to multiple publications by different authors shall be separated by a semicolon in ascending chronological order: (Mertens, 1939; Hedges, 1996, 2015; Díaz *et al.*, 2016).

e) Combined citations to two or more publications by the same author on the same year shall be annotated with a lower-case letter (starting by "a") after the year: (Cordero-Rivera, 2017a, 2017b). These must be annotated in the same way in the LITERATURE CITED section.

f) If specific text from a publication is cited, the in-text citation must specify the page number from wherein the text was extracted: (Mauries and Hoffman, 1998: 100). If the cited text is longer than three lines, it shall be placed two lines below the citation after the colon, with a font size one point smaller, in italics and no quotation marks.

g) The references in the LITERATURE CITED section will be listed by author in alphabetical order and in ascending chronological order among publications by the same author.

h) References must start with the first cited author's last name(s) followed by a comma and the author's initial(s) followed by a period. The first cited author's name will be followed by the names of the other authors of the publication organized in the following way: initial(s) followed by a period and then the author's last name(s), each name separated by a comma. The list of authors will be finalized with a period, and then followed by the publication year, the title of the publication and the name of the source of the publication (i.e. journal or book), indicating the issue, volume and page numbers or details of the publisher, city, and total number of pages if it is a book. The following are examples of how to structure bibliographical references for the LITERATURE CITED section. The name of the publication source must be italicized. The use of the conjunction "y" or "and" will depend on the language of the manuscript being submitted, not of the reference itself. Examples:

García Rodríguez, N. y J. Morffe Rodríguez. 2015. Redescrpción de *Icthyocephalus victori* García et Fontenla, 2002 (Nematoda: Icthyocephalidae) de Puerto Rico. *Novitates Caribaea*, 8: 104-111.

Henderson, R. W. and R. Powell. 2009. *Natural History of West Indian Reptiles and Amphibians*. University Press of Florida, Gainesville, Florida, 455 pp.

Mauries, J. P. y R. L. Hoffman. 1998. On the identity of two enigmatic Hispaniolan millipeds (Spirobolida: Rhinocricidae). *Myriapodologica*, 5 (9): 95-102.

Nelson, G. 1989. Cladistics and evolutionary models. *Cladistics*, 5: 275-289.

Pérez-Gelabert, D. E. and G. D. Edgecombe. 2013. Scutigermorph centipedes (Chilopoda: Scutigermorpha) of the Dominican Republic, Hispaniola. *Novitates Caribaea*, 6: 36-44.

#### *Format of Notes*

The following sections are required for this type of contribution: TITLE, ABSTRACT and KEYWORDS (in English and Spanish), followed by the manuscript text, ACKNOWLEDGEMENTS, and finally LITERATURE CITED. Notes must follow the same observations and recommendations listed above for the sections specified herein.

#### *Peer Review Process*

The editors of *Novitates Caribaea* will do an initial review of the manuscript to confirm the relevancy of its contents to the aims and scope of the journal, as well as to ensure the manuscript adheres to our editorial rules. The results of this initial review will be communicated to the author in three weeks or less from the submission date. During the next phase, the manuscript will be sent out for peer review following a double-blind system: the identity of authors and reviewers will be kept anonymous between both parties, furthermore authors and reviewers will only be able to communicate directly with editors. The reviewers will have up to four months to submit the results of their evaluations to the journal editors. In case of any delays, reviewers must contact editors. Editors will facilitate communication between authors and reviewers while maintaining their mutual anonymity and guaranteeing the respect for the opinions of both parties. If the manuscript is accepted, the editors will ensure that all pertinent changes suggested by the reviewers have been incorporated. In the case of a rejection, the editors will inform the authors. Accepted manuscripts will undergo a grammatical and style revision in joint agreement with the author(s). The editors will send the author(s) a PDF proof of the final manuscript for approval from the authors before publication.

#### *Copyright and Open Access Policy*

Accepted manuscripts will be published at no cost to authors, who will receive two offprints of the publication. Unless the opposite has been indicated, all of the published contents of *Novitates Caribaea* will be of open access to readers immediately under the CC BY-NC - Creative Commons Attribution-NonCommercial International License 4.0. Authors that publish in this journal will accept the following conditions: a) Authors will maintain copyright, but transfer the rights to the first publication to the journal. b) Authors may arrange for additional distribution of non-exclusive versions of the article published in this journal (e.g., including the article in a repository or publishing it as part of a book) as long as the authors clearly indicate that the article was first published in this journal.

#### *Exemption of Responsibility*

The content of published contributions to this journal will always be the responsibility of the authors.

### *Release of manuscripts*

The release of manuscripts will be done exclusively via communication addressed to the editors of the journal to [novitatescaribaea@mnhn.gov.do](mailto:novitatescaribaea@mnhn.gov.do). The journal will promptly inform authors when the release of manuscript is available through the Open Journals System platform. Please contact us if you have any questions.

### *Privacy Policy*

All names and email addresses provided to the journals will be used exclusively for the journal purposes and will not be released to third parties for their use or other uses.

# Novitates CARIBAEA

Número 15. Enero, 2020

## CONTENIDO

### Artículos

- New genus and first record of Hybotinae (Diptera: Empidoidea: Hybotidae) in middle Miocene Dominican amber  
Mónica M. SOLÓRZANO-KRAEMER, Xavier DELCLÒS, Enrique PEÑALVER  
& Bradley J. SINCLAIR..... 1
- Composición y diversidad de avispas Agaonidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en tres especies de *Ficus* L. (Moraceae) del Parque Mirador Sur en Santo Domingo, República Dominicana  
Candy G. RAMÍREZ-PÉREZ ..... 9
- Guajirus serpentinus*: a new genus and species of minute grasshoppers (Orthoptera: Acrididae: Ommatolampidinae) from Cuba  
Daniel E. PEREZ-GELABERT ..... 18
- Tainacanthus ferox*, a remarkable new genus and species of katydids from the high mountains of Hispaniola (Orthoptera: Tettigoniidae: Pseudophyllinae: Polyancistrini)  
Daniel E. PEREZ-GELABERT ..... 27
- Especie nueva de *Epimeria* (Amphipoda, Epimeriidae) del Golfo de Panamá  
Carlos VARELA..... 42
- Reconfirmación de *Galba cubensis* (Gastropoda: Lymnaeidae), hospedera de *Fasciola Hepatica* (Trematoda: Digenea), por técnicas moleculares en República Dominicana  
Mercedes DE VARGAS CASTRO, Juan Tomás CAMEJO JIMÉNEZ, Jairo MARTÍNEZ LA HOZ,  
Jean C. CASTILLO, Dolores PAULINO & Pedro M<sup>a</sup>. ALARCÓN-ELBAL..... 51
- Crustáceos como componentes principales en la dieta de *Prionotus rubio* (Scorpaeniformes: Triglidae) en Las Barrancas, Alvarado, en el Estado de Veracruz, México  
Néstor Armando QUIJANO REYES, Manuel ORTÍZ, José Antonio MARTÍNEZ PÉREZ,  
Jonathan DE LA CRUZ-TORRES, Ariana SOLÍS GÓMEZ, Jairo Sarael GARDUÑO-GAONA,  
Jonathan FRANCO LÓPEZ & Brenda Guadalupe MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ ..... 63
- Natural hybridization between two species of green Anoles: morphological and genetic evidence  
Eveling GABOT-RODRÍGUEZ, Sixto J. INCHÁUSTEGUI, Markus P. FENNINGER  
Barbara FELDMEYER & Gunther KÖHLER ..... 73
- New bat locality records from Cuba with emphasis on the province of Matanzas  
Johanset ORIHUELA, Lázaro W. VIÑOLA & Ricardo A. VIERA..... 96
- Notas
- Primer registro de *Corambe obscura* (Nudibranchia: Corambidae) para la costa atlántica mexicana  
Vicencio DE LA CRUZ-FRANCISCO, Coral Kaztenny LÓPEZ TORRES, Gabriel Omar RAMOS TÉLLEZ  
& Jimmy ARGÜELLES-JIMÉNEZ ..... 119
- Depredación de *Turbo castanea* (Trochida: Turbinidae) por *Fasciolaria tulipa* (Neogastropoda: Fasciolaridae) en Cuba  
Asiel CABRERA GUERRERO, Rogelio MUÑOZ LI & Flavia ÁLVAREZ DENIS ..... 124
- Distribution range extension of Yaguajal Limia, *Limia yaguajali* (Teleostei: Poeciliidae) from north of the Dominican Republic, Hispaniola  
Rodet RODRÍGUEZ SILVA, Patricia TORRES PINEDA, Carlos Manuel RODRÍGUEZ  
& Ingo SCHLUPP..... 127