

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

Novitates CARIBAEA

Número 20. Julio, 2022

Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”

Revista científica semestral (enero y julio)



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. altagraciaespinoza@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
David Maceira	Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, UASD, República Dominicana. davidmaceira@yahoo.es
Esteban Gutiérrez	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. esteban@mnhc.inf.cu
Gabriel de los Santos	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. g.delossantos@mnhn.gov.do
Gabriela Nunez-Mir	University of Illinois at Chicago, USA. gnm@uic.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. sixtojinchaustegui@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

De esta publicación, *Novitates Caribaea*, núm. 20, se imprimieron 195 ejemplares en los talleres de la editora Amigo del Hogar, Santo Domingo, República Dominicana, en julio del 2022.



WEB OF SCIENCE

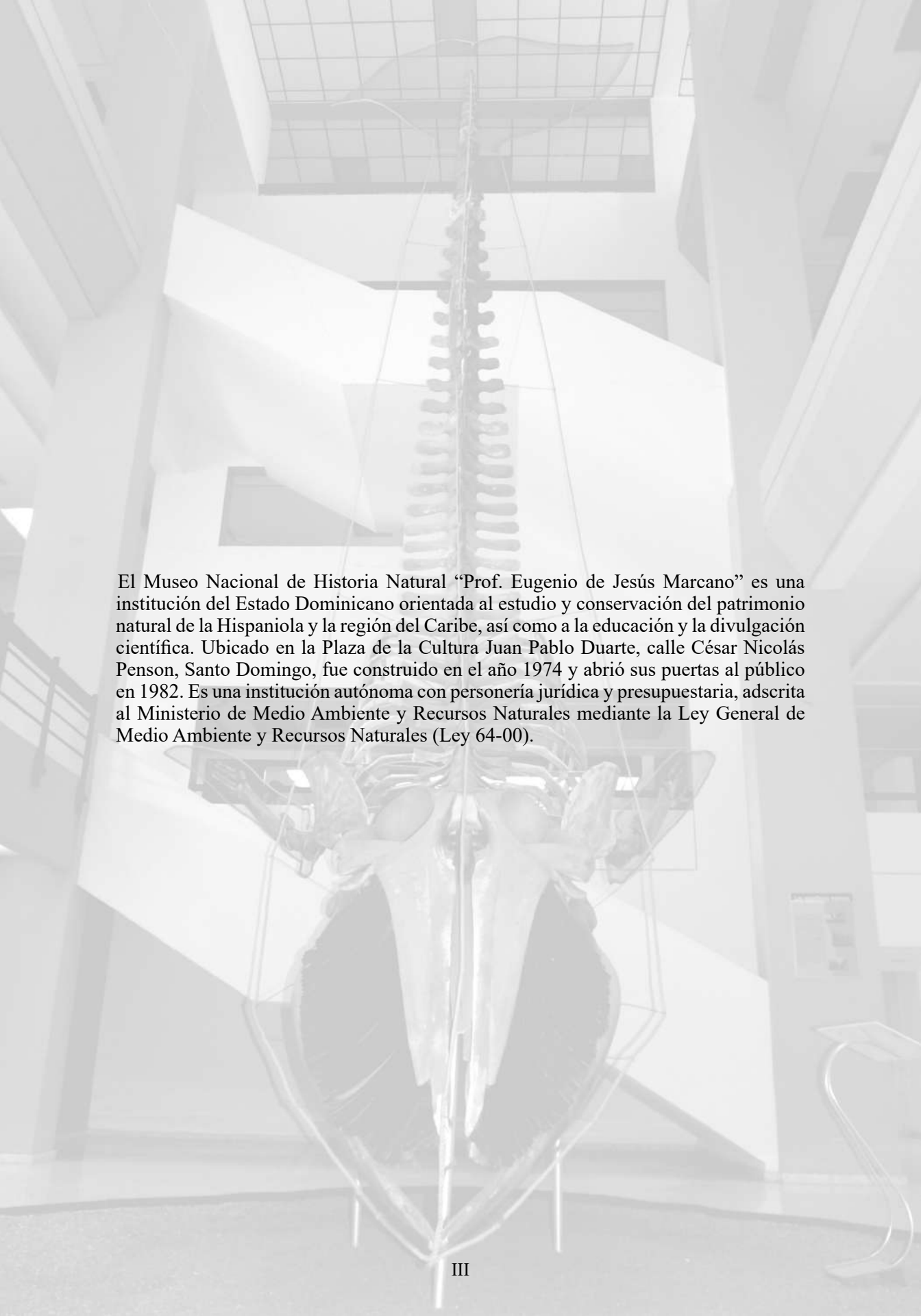
BIOSIS Biological Zoological
Previews Abstracts Record



Novitates CARIBAEA

Número 20. Julio, 2022

- ISSN versión impresa: 2071–9841
 - ISSN versión en línea: 2079–0139
- DOI: <https://doi.org/10.33800/nc.vi20>



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).

IN MEMORIAM
GILBERTO SILVA TABOADA
(1927–2022)

El 15 de enero de este año falleció Gilberto Silva Taboada, extraordinario naturalista cubano y de todo el Caribe con trascendencia intercontinental. Murió a la edad de 94 años, en La Habana, ciudad donde nació el 21 de noviembre de 1927, y en cuya universidad inició sus estudios superiores. La revista *Novitates Caribaeae* se honra enalteciendo su figura y dedica este número 20 (julio, 2022) en honor a su memoria.

Al momento de su fallecimiento, Silva Taboada tenía la condición de curador emérito del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, institución de la que fue fundador y a la que se dedicó por más de 60 años. Su partida deja un gran vacío, como siempre ocurre en estas circunstancias con hombres y mujeres de su amplia dimensión, pero también deja la herencia de incontables aportes a la defensa y conservación de las áreas protegidas y los recursos naturales, así como en la valoración de las colecciones científicas de referencia. Nos legó una obra científica voluminosa y de alta calidad en la mastozoología y en el estudio de la espeleofauna.

Tan importante como las contribuciones referidas es el legado no tangible y de alcance ilimitado que nos deja Silva Taboada: el ejemplo de un hombre humilde que vivió y murió con dignidad, entregándose sin reservas y con pasión a su trabajo, un gran ejemplo a seguir por las presentes y futuras generaciones. Yasmín Peraza, museóloga del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, amiga, colega y esposa de Silva Taboada, nos escribió estas palabras de valoración:

Siempre han existido seres humanos que sobresalen del promedio por diferentes razones, personas extraordinarias, así fue Gilberto Silva Taboada. Lo conocí como fundador del Museo de Historia Natural de Cuba, como el primer museólogo de la historia natural cubana por sus aportes –clásicos ya– al cuerpo teórico de la Museología. Lo conocí como el mastozoólogo riguroso, con obras paradigmáticas; como el científico integrador y transdisciplinario que socializó y abrió caminos desde el museo a disciplinas como la Paleontología, la Paleogeografía y la Biogeografía. Lo conocí como el editor científico certero a quien todos se confiaban. Lo conocí como el gran conversador, como el polemista siempre respetuoso del criterio diferente. Lo conocí como el maestro de muchos. Lo conocí como el cubano por nacimiento y convicción que enseñaba a amar la Naturaleza como a uno mismo. Pero sobre todo, lo conocí como el príncipe eterno del optimismo, de la generosidad, y como el ser humano extraordinario que fue.

El trabajo de investigación de Silva Taboada se orientó fundamentalmente hacia los murciélagos y la bioespeleología, abarcando aspectos tan variados como taxonomía, historia natural, ecología, biogeografía y etología. Entre sus numerosas publicaciones, incluyendo artículos y libros, destaca *Los murciélagos de Cuba* (1979), una portentosa monografía considerada por autorizados investigadores de los quirópteros como un clásico de la mastozoología americana. Previos a esta extraordinaria publicación fueron otros trabajos suyos muy bien valorados, tales como *A new species of bat of the genus Antrozous from Cuba* (1960),



Gilberto Silva Taboada en el Museo Americano de Historia Natural, Nueva York, cuando esta institución le confirió el Doctorado *honoris causa* (2016).

Apuntes históricos sobre las investigaciones bioespeleológicas en Cuba (1961, En A. Núñez Jiménez [Ed.], *Veinte años explorando a Cuba*), *Estado de los recursos naturales (renovables y no renovables) de Cuba* (1963, como editor), *Notes on the occurrence and ecology of Tadarida laticaudata yucatanica in Eastern Cuba* (1964), *Lista de los parásitos hallados en murciélagos cubanos* (1965), *Morphological and behavioral evidence for the relationship between the bat genus Brachyphylla and the Phyllonycterinae* (1969), *Sinopsis de la espeleofauna Cubana* (1974), entre muchos.



1



2



3



4

Fotografías sobre Gilberto Silva Taboada. 1, en el acto por el XX aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba, a la izquierda de Fidel Castro (1960); 2, impartiendo una conferencia en el Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (2005); 3, trabajando en el Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (2014); 4, haciendo trabajos científicos de campo con su colega Angelo Soto, en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (2015).

El trabajo de Silva Taboada con los quirópteros y la bioespeleología, a pesar de que fue intenso y productivo, no impidió que hiciera aportes significativos *en pro* del desarrollo institucional de la ciencia y su divulgación en Cuba. Fue miembro fundador del consejo de dirección del Museo Cubano de Ciencias Naturales (1960), institución que luego se transformó en el actual Museo Nacional de Historia Natural de Cuba; fundador y primer secretario de la Academia de Ciencias de Cuba (1962); fundador y director del Instituto de Biología de la Academia de Ciencias, organismo precursor del Instituto de Ecología y Sistemática, destacada institución científica de la actualidad; creador de la revista de zoología *Poeyana* y editor-jefe de la Editorial *Academia* (1977).

Las menciones anteriores constituyen solo una muestra de las numerosas realizaciones en ese sentido. Lo mismo podríamos decir de los bien merecidos reconocimientos que recibió, tanto de la sociedad cubana como de la comunidad científica internacional: Curador Emérito del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (2003), Medalla Carlos J. Finlay, que concede el Consejo de Estado de la República de Cuba (2008), Doctorado *honoris causa* otorgado por el Museo Americano de Historia Natural (2016), Premio Nacional de Medio Ambiente, otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (2019), Premio por la obra de toda la vida, otorgado por el Consejo Nacional de Patrimonio de Cuba (2021), Homenaje y diploma en el 67 Aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba (2007) y Premio Lazzaro Spallanzani por su obra de estudio y conservación de los murciélagos, otorgado por la Sociedad Americana para la Investigación y Conservación de los Murciélagos, EUA (2007), entre muchos más.

La vida y la obra de Gilberto Silva Taboada marcó no solo a sus contemporáneos, sino a varias generaciones de cubanos e hispanoamericanos, sobre todo de zoólogos. Giraldo Alayón García, aracnólogo del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, nos escribió estas palabras:

Conocí a Gilberto Silva cuando era un estudiante de Secundaria Básica. Lo visité con un amigo en su oficina del Capitolio Nacional, lugar de la sede de la recién fundada Academia de Ciencias de Cuba. Estábamos interesados en la Espeleología y buscábamos orientación, él era el Secretario de esa institución y fue sorprendente, para nosotros, que ocupara su limitado tiempo en dos bisoños estudiantes. La conversación fue breve y precisa, confieso que desde ese momento se convirtió en uno de mis héroes científicos. A lo largo de todos estos años de nuestras relaciones siempre fue el amigo, el maestro, el interlocutor sagaz y el indispensable compañero en el cual encontrar el consejo o la opinión oportuna.

Luis Manuel Díaz, herpetólogo del mismo museo, nos lo describe con estas palabras:

El Museo Nacional de Historia Natural de Cuba merece llevar el nombre de Gilberto Silva Taboada, pues no solo fue su fundador y quien construyó sus cimientos conceptuales y metodológicos, sino también su más ferviente defensor. El rigor y la minuciosidad que caracterizaban a Silva han dejado profundas huellas, a manera de escuela, en todos los que aprendimos de él y disfrutamos deleitantes vivencias a su lado. Fue un hombre de una autodisciplina y sentido del deber cabales, además de una vasta cultura general. No paraba de generar proyectos. Su prestigio, visión y capacidad de comunicación fortalecieron a la institución, abriendo importantes caminos de gestión. Disfrutaba mucho y tuvo una vida sumamente interesante, llena de experiencias únicas, con momentos y personalidades históricos, por lo que fue clave para conectar adecuadamente los tiempos y las generaciones. En su ser primaba el desenfado, la amabilidad, la ponderación, y los toques de jocosidad y buen humor. No solo sus obras científicas constituyen clásicos; Silva, en sí, es un clásico, un pilar de la ciencia cubana. En mi trabajo cotidiano, todavía siento la inercia de querer conocer opiniones y recibir consejos de Silva.

Desde *Novitates Caribaea* nos unimos al dolor de la sociedad y la comunidad científica cubanas por la pérdida de Gilberto Silva Taboada. Que lleguen nuestras condolencias a sus familiares, amigos y colegas, especialmente a todo el personal del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, homólogo del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”, institución auspiciadora y representante de esta revista.

Carlos Surriel

Editor

Santo Domingo, D. N., República Dominicana

12 de julio de 2022

COMPLETE ZYGOMATIC ARCHES IN THE LATE QUATERNARY SLOTH
NEOCNUS FROM LA ALTAGRACIA PROVINCE, DOMINICAN REPUBLICArcos cigomáticos completos en el perezoso *Neocnus* del cuaternario
tardío de la provincia La Altagracia, República DominicanaRobert K. McAfee¹ and Juan N. Almonte²

¹Department of Biomedical Sciences, Philadelphia College of Osteopathic Medicine – Georgia, Suwanee, USA, orcid.org/0000-0002-3115-2993. ²Musco Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”, Santo Domingo, D.N., Dominican Republic, orcid.org/0000-0002-2661-9931, j.almonte@mnhn.gov.do. Corresponding author: rkmcafee@gmail.com

[Recepción: 25 de marzo, 2022. Aceptado para publicación: 07 de abril, 2022]

ABSTRACT

Specimens of the extinct sloth genus *Neocnus* recovered from northwestern La Altagracia Province, Dominican Republic exhibit a unique zygomatic arch. The arch consists of the jugal anteriorly fused to the maxilla and the zygomatic arch ligament fully ossified between the jugal and the zygomatic process of the temporal bone. Evidence of the novel ossification is seen in adult and juvenile individuals. This occurrence is also unexpected as *Neocnus* individuals are 40 times smaller than the next sloth genus (e.g. *Nothrotheriops*) with a secondarily complete arch. No known species of *Neocnus* exhibits any of these jugal and zygomatic features and thus these specimens may represent a new species.

Keywords: *Neocnus*, paleontology, Hispaniola, morphology, jugal.

RESUMEN

Los especímenes del perezoso extinto del género *Neocnus* recolectados en el noroeste de la provincia La Altagracia, República Dominicana, exhiben un arco cigomático único. El arco tiene el yugal fusionado anterior al maxilar y el ligamento de arco cigomático completamente osificado entre el yugal y el proceso cigomático del hueso temporal. La evidencia de la nueva osificación se ve en individuos adultos y juveniles. Esta ocurrencia también es inesperada, ya que los individuos de *Neocnus* son 40 veces más pequeños que el siguiente género de perezosos (e.g. *Nothrotheriops*) con un arco secundario completo. Ninguna especie conocida de *Neocnus* exhibe ninguna de estas características yugulares y cigomáticas y, por lo tanto, estos especímenes pueden representar una nueva especie.

Palabras clave: *Neocnus*, paleontología, Hispaniola, morfología, yugal.



INTRODUCTION

Members of the Order Pilosa, which includes sloths and anteaters, are united by several shared skeletal features and molecular evidence, including a reduced jugal element and a lack of a bony zygomatic arch (Delsuc & Douzery, 2008; Wetzel, 1985). This characterization is especially pronounced in the anteater lineages but in sloths there exists additional complexity in the morphology.

In sloths the jugal (anterior zygomatic or malar) is typically separated from the zygomatic process of the temporal (posterior zygomatic), and with the jugal posteriorly developed into three processes: ascending (dorsal), middle (posterior), and descending (ventral). The morphologies of these processes differ across sloth taxa and are strongly influenced by feeding mechanics (Naples, 1982; Sicher, 1944). In the extant sloths, the arch is secondarily completed by a zygomatic arch ligament (ZAL; Naples, 1982) attaching between the anterior and posterior portions. A secondary completion by the ligament also occurs in the giant anteater (Naples, 1999). The zygomatic arch ligament in tree sloths also serves as an attachment site for masticatory muscles, and a similar condition is also predicted in the extinct sloths (Naples, 1987, 1989, 1990; Naples & McAfee, 2012, 2014). The strength of the arch connection and the fusion of the mandibular symphysis typically results in a weak maxillary-jugal connection to provide some level of cranial kinesis while chewing. The connection can be strengthened by age-related factors (i.e. fusion) but overall the suture joint remains weak to where absence or loss of the jugal is the standard condition in fossil sloth crania.

Individual size also plays a role in the morphology of sloth jugals and the zygomatic arch. In mid-to large-bodied sloths, those with an estimated body mass greater than 400 kg, the distance between the anterior and posterior arch elements decreases, and in the largest of sloths (e.g. *Eremotherium*, *Lestodon*) the squamosal process rests between and makes contact with the ascending and middle jugal processes. In some older individuals of *Megatherium*, the two arch bones will form a fused suture at the point of contact and thereby create a secondarily true bony arch (Bargo, 2001; De Iuliis, 1996). A completed zygomatic arch has also been noted for *Megalonyx* (McDonald, 1977).

Species assigned to the Caribbean sloth genus *Neocnus* represent one of the smallest sloth genera, of both living and extinct taxa. *Neocnus* species are known from the Late Pleistocene-Middle Holocene of Cuba and Hispaniola, with jugal elements associated to skulls recovered and that are identifiable to the genus level (McAfee, 2011; Silva Taboada et al., 2007). From the published cases, *Neocnus* represents another taxon where the zygomatic arch is incomplete as the jugals are separate from the squamosal processes. The condition of an incomplete arch was initially predicted for the Haitian species of *Neocnus* (MacPhee et al., 2000), in part due to the small contact area for the jugal with the maxilla, as well as the small size of the animals and the known relationship of zygomatic arches within sloths.

Recent expeditions of underwater caves in the La Altagracia Province by collaboration between the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” in Santo Domingo and the Dominican Republic Speleological Society (DRSS) have produced many new paleontological finds of Late Pleistocene-Early Holocene age. Of primary interest are several individuals of *Neocnus* that bear evidence of complete, bony zygomatic arches. These new specimens challenge the concept that such an arch is only possible in the largest of sloths, and we herein present the specimens and an overview of their novel morphology.

OBJECTIVES

-We report the finding of numerous specimens of the sloth *Neocnus* from a cave locality in the Dominican Republic who exhibit evidence of a complete zygomatic arch. Description of the unique morphology is given in comparison to that of other sloths, both Caribbean and continental.

MATERIALS AND METHODS

Expeditions to recover specimens from Cueva Macho have been conducted since 2018 and yielded numerous fossils of various taxonomic groups. All the specimens, including the sloths (*Acratocnus*, *Neocnus*, *Parocnus*), are housed at the Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”. The positively identified *Neocnus* specimens were studied in person, but also 3D surface scanned and printed to allow for additional study outside the Museo. The surface scans were made using an Artec Space Spider and the Artec Studio 15 software. 3D prints were produced from the scans with a Stratasys Object Prime 30 printer, using Vero Grey material. Morphological comparisons were made to specimens from housed in other institutions (see below) and to published reports in the literature.

Institutional abbreviations. AMNH, American Museum of Natural History, New York, USA; LACMHC, Los Angeles County Museum – La Brea, Los Angeles, USA; MNHNSD FOS, Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, División de Geología y Paleontología, Santo Domingo, Dominican Republic; UF, University of Florida Museum of Natural History, Gainesville, USA.

RESULTS

Cueva Macho is an extensive underwater cave system with numerous chambers that have produced fossils of sloths, as well as bats, birds, crocodiles, lizards, monkeys, rodents, and turtles, which also indicates the caves were dry in the past. *Neocnus* remains in general have been sparse from Dominican Republic sites (5 individuals) and those recovered from Cueva Macho (18 individuals) far exceeds the combined total of all other cave sites to date. The *Neocnus* individuals with the completed arches or showing signs of ossification all come from the same chamber in the cave system and consist of various age classes, with a minimum number of individuals equaling 16, based on crania recovered. Another Cueva Macho chamber has produced two more individuals of *Neocnus* (1 adult, 1 juvenile), although only cranial remains currently exist for the adult that lacks jugals.

Skulls from nine individuals of various ages, but mostly adult, exhibit either complete zygomatic arch complexes or evidence that an arch was likely to exist, but the elements are broken or incompletely preserved. Three of the nine skulls are adults with associated mandibles that exhibit the complete zygomatic arch on both or one side (Table I). None of the specimen perfectly preserves the arch and jugal, although the left side of MNHNSD FOS 25.4430 is the most complete (Fig. 1A). Three additional adults present with roots of the jugals attached or the entire jugal (e.g. MNHNSD FOS 25.4279). In total there are six skulls where part of the jugal element is preserved, which allows for reconstruction of the complete and unique jugal morphology for specimens from this locality and enables comparison to jugals of other *Neocnus* specimens. The remaining three skulls belong to young adults or subadults and are included for their contributions to the posterior zygomatic arch element (Fig. 2). For the remaining seven individuals of the total 16, presence of jugal or arch elements were not discernable either due to preservation issues related either to damage or very young age.

Table I. Age class estimate for Cueva Macho specimens of *Neocnus* exhibiting zygomatic arch structures

MNHNSD FOS Specimen	Age Class*	Notes
25.4276	3 – full adult	Both arches complete; associated with mandible 25.4299
25.4277	1 – immature	Both zygomatic arch ligaments ossified to squamosal processes
25.4278	3 – full adult	Jugals broken but roots fused to maxilla
25.4279	3 – full adult	Jugals damaged but fused to maxilla
25.4284	3 – full adult	Jugals broken but roots fused to maxilla
25.4286	1 – immature	Left zygomatic arch ligament ossified to squamosal process
25.4287	2 – young adult	Both zygomatic arch ligaments ossified to squamosal processes; associated with mandible 25.4296
25.4289	3 – full adult	Left arch complete; associated with mandible 25.4305
25.4430	3 – full adult	Both arches complete; associated with mandible 25.4431

*adapted from Anderson and Handley (2001)

Jugal Morphology. Aside from having a bony connection to the temporal bone to form a complete zygomatic arch, the jugals of the *Neocnus* specimens from Cueva Macho are quite different from those Haiti (McAfee, 2011; McAfee & Rimoli, 2019) and *N. gliriformis* in Cuba (Silva Taboada et al., 2007). The general form is the same with a distinct and slender ascending process and an inferior mass from which it is difficult to differentiate the middle and inferior processes. As the middle process in the Cueva Macho specimens is even less distinct than that of Haitian *Neocnus* and *N. gliriformis*, the overall jugal appears more akin to that of *Acratocnus* where the middle jugal process is fully absent. Another similarity to *Acratocnus* is the fusion of the malar root anteriorly to the maxilla, a feature seen in only a few ground sloths (e.g. *Megalonyx*) and very old individuals amongst the extant sloths (pers. obs.).



The fusion of jugal to maxilla also appears to be an adult character as the immature specimens do not retain the jugal element and exhibit the articular fossa just inferior to the lacrimal where the malar root would have articulated (Fig. 2B, D-F). Nevertheless, adults of equal age in the other *Neocnus* species do not demonstrate fusion of the jugal to the maxilla. The suture between the jugal and maxilla is also obliterated in all of the jugal bearing Cueva Macho specimens, except for MNHNSD FOS 25.4279 where the suture is somewhat visible on both sides (Fig. 1G, H). Additionally, the malar root is wider and thicker than in *Neocnus* from Haiti and *N. gliriformis*. Notable exceptions to the Haitian *Neocnus* jugal morphology are two specimens, UF 76807 from Trouing Marassa and UF 131990 from Trouing Jeremie 3, that possess broken jugals where the malar root is wide and fused to the maxilla like the specimens from Cueva Macho.

The ascending jugal processes are typically uniform and parallel in their width for Haitian *Neocnus* and *N. gliriformis*, with some variability in the morphology of the superiormost tip (McAfee, 2011; McAfee & Rimoli, 2019; Silva Taboada et al., 2007), but the same does not hold for the Cueva Macho specimens. Two specimens (MNHNSD FOS 25.4276, 25.4279) exhibit the middle portion of the ascending process to be widened with a posteriorly directed bulge that is part of the ascending process and not from the ossified ligament, as exhibited by the suture lines of MNHNSD FOS 25.4276 (Fig. 1E, F). A similar morphology is exhibited by an unattached jugal of *Megalonyx jeffersoni* (LACMHC 123453). The ascending jugal of MNHNSD FOS 25.4279 also bears an anterior bulge that is not present on any of the other specimens (Fig. 1H); it has the appearance of a healed bone break, but that status cannot be confirmed. The ascending process is not fully straight in the Cueva Macho specimens and bends posteriorly just prior to joining or right at the ossified zygomatic arch ligament. The dorsal half of the ascending process of MNHNSD FOS 25.4279 does remain straight as in the other *Neocnus* species, but that may be related to the potential healed break.

The descending jugal process is only completely retained in MNHNSD FOS 25.4430 and is indistinguishable from the assumed middle process in the region where they would meet (Fig. 1A). The lack of a distinct middle process is common amongst Caribbean sloth jugals, with exceptions being a jugal attributed to *Acratocnus odontrigonus* from Puerto Rico (see Anthony, 1926: AMNH 17711) and an associated skull and jugal of *Parocnus torrei* from Cuba (Fischer, 1971). The inferior jugal process is more blade like than other *Neocnus* species and does not have the two distinct prongs noted by McAfee (2011) for Haitian *Neocnus* specimens. Although there are some small tubercles on the posterior surface of the descending process and inferiormost tip that would correlate with the various slips of the masseter musculature. The overall morphology of the descending jugal process is more akin to that of *Acratocnus ye*, including the presentation of the small tubercles.

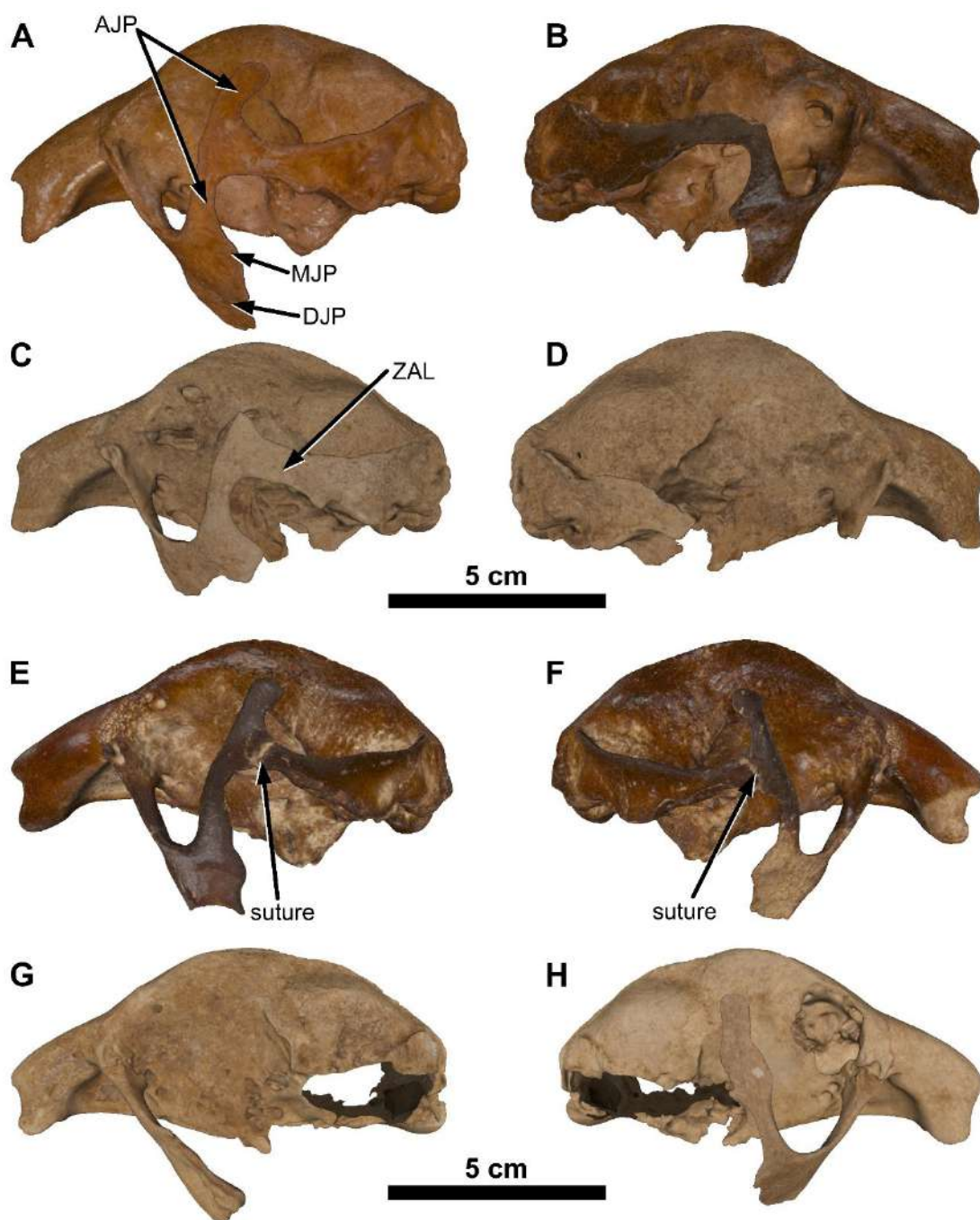


Figure 1. Lateral views of adult *Neocnus* crania from Cueva Macho exhibiting zygomatic arch complexes. All specimen numbers preceded by MNHNSD FOS. **A, B**) Left and right view of 25.4430; **C, D**) left and right views of 25.4289; **E, F**) left and right views of 25.4276; **G, H**) left and right views of 25.4279. **AJP**, ascending jugal process; **DJP**, descending jugal process; **MJP**, middle jugal process; **ZAL**, zygomatic arch ligament. Scale bar is equal to 5 cm.

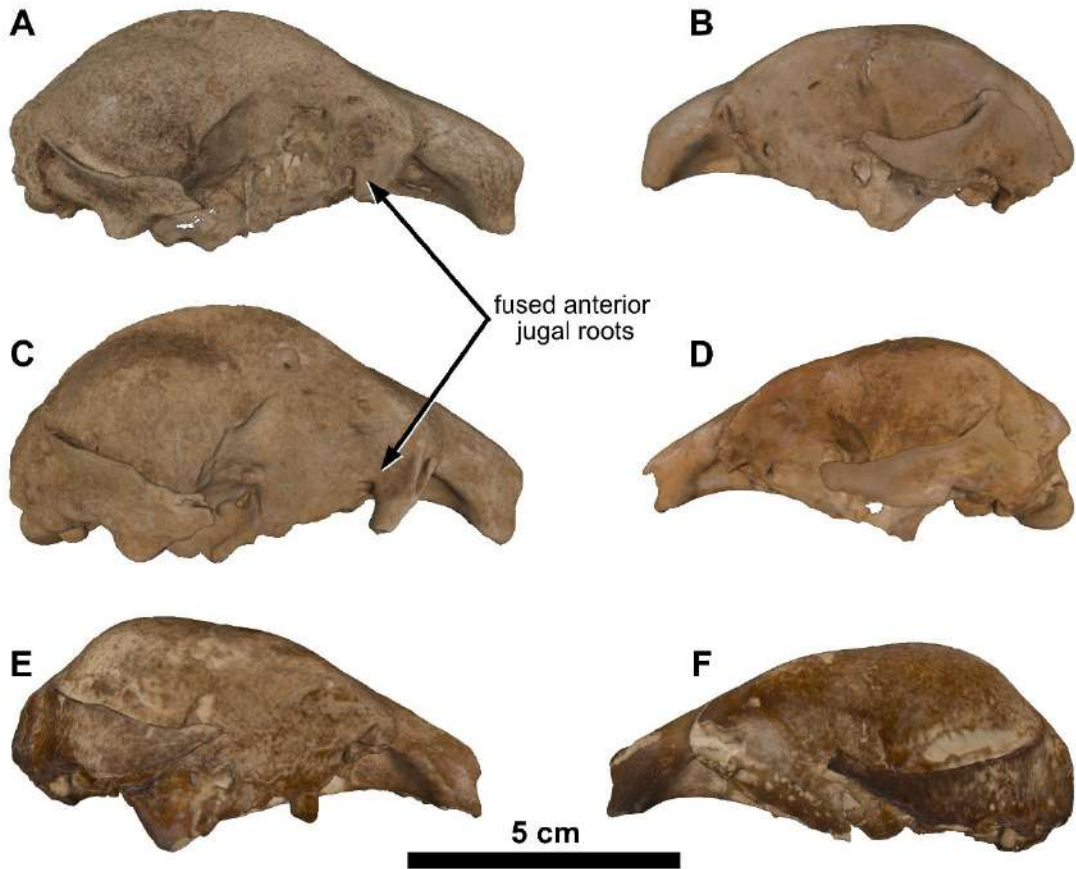


Figure 2. Lateral views of subadult and juvenile *Neocnus* crania from Cueva Macho exhibiting fused jugal roots or ossified zygomatic arch ligament remnants. All specimen numbers preceded by MNHNSD FOS. **A)** Right view of 25.4278; **B)** left view of 25.4386; **C)** right view of 25.4284; **D)** left view of 25.4277; **E-F)** right and left views of 25.4287. Scale bars equal to 5 cm.

Zygomatic Arch Complex. Unlike most of the larger bodied sloth taxa, the zygomatic process of the temporal bone is not aligned with the notch between the ascending and middle jugal processes but is superiorly positioned such that the ossified extension contacts the middle portion of the ascending jugal process (Fig. 1). This condition was also suggested for *N. gliriformis* by Silva Taboada et al. (2007), whereas McAfee (2011) reconstructed that of *Neocnus* from Haiti to align more with the middle jugal process. The later assumed the zygomatic arch ligament was more likely to connect there from the temporal process and that the position would better align the superior part of the ascending jugal process with the postorbital process, which may be erroneous as proximity of the two is not necessary to complete the orbital ring with the postorbital ligament (Naples, 1982). A similar orientation is also seen in some specimens of the Miocene aged sloth *Hapalops*, which is on the low end of sloth body masses (~40 kg sensu Croft, 2016) but not nearly as small as *Neocnus* (6–11 kg, based on formulas for femur length from Farina et al., 1998). In those sloths without a contacting or complete arch, the anterior end of the zygomatic process of the temporal tapers to a blunt point.

The ossification and completion of the zygomatic arch was not confined just to the adults. While the jugals are unfused and lacking for those younger age classes (i.e. 1 and 2, Table I), there is evidence for ossification of the posterior arch. On various specimens, extensions from

the zygomatic processes of the temporals are present (Fig. 2B, E-F). The extensions are not as dorsoventally broad as the zygomatic processes and are anterodorsally inclined in the same manner as the posterior arch portions in the adult specimens. Given the visible suture lines in the adult MNHNSD FOS 25.4276, it is possible the zygomatic processes in the younger specimens were still in the process of making contact to form the suture and the extensions in the subadult MNHNSD FOS 25.4287 do extend anterior to near the point where they would have contacted the jugals (Fig. 2E, F).

CONCLUSIONS

The presence of a complete zygomatic arch complex in multiple specimens of *Neocnus* from Cueva Macho is a unique discovery amongst sloths. With an estimated body mass of ~10 kg, these sloths are 40 times smaller than the next closest sloth taxon (*Nothrotheriops shastensis*) to possess an arch where the posterior and anterior components consistently come into contact. The morphology exhibited is also different from that of most *Neocnus* specimens recovered from other regions of Hispaniola (e.g. Haiti).

Neocnus remains are currently rare in the Dominican Republic, making it difficult to currently determine if there is something unique about the preservation at Cueva Macho versus other localities. However, the lack of ossified ligamentous structures on any of the other skeletal elements suggests that it is not special preservation resulting in the mineralization of the zygomatic arch ligament but that the ligament was already ossified during the life of the sloths. The ossification also does not seem to be fully dependent on age of the individual given the evidence presented by younger age classed specimens, though age does play a role with the anterior attachment of the jugal.

Although there is some jugal morphology variation amongst the individuals from Cueva Macho, it is far less when compared to the various species of *Neocnus* from elsewhere in Hispaniola and Cuba. A locality near to Cueva Macho (Oleg's Bat Cave) has produced a jugal attributed to *N. cf. dousman* that is morphologically more akin to *Neocnus* from Haiti than to the Cueva Macho individuals. The overall implications of the differential jugal morphologies suggest that the Cueva Macho specimens may represent a new species, but further investigation of the post-cranial elements is required.

Additional work also needs to be applied to the chewing mechanics of *Neocnus*. A revision is likely necessary for Haitian *Neocnus* given the potential misalignment of the jugal mentioned earlier, but the fused zygomatic arch for the Cueva Macho individuals would likely require changes to the masticatory patterns given the loss of cranial kinesis that sloths without fused arches are able to employ. Comparison against *Acratocnus* and *Megalonyx* is also of interest as those genera have anteriorly fused jugals and similar morphologies, which may further indicate that the jugal form is correlated to their functional ability or restraints.

ACKNOWLEDGEMENTS



Thanks to Phillip Lehman and the members of the Dominican Republic Speleological Society for their efforts leading to the obtainment of these specimens. Additional thanks to staff of the Museo Nacional de Historia Natural "Prof. Eugenio de Jesús Marciano" for support in these projects and specifically to Eveling Gabot who assisted in the collection of specimens.

REFERENCES

- Anderson, R. P., & Handley, C. O. (2001). A new species of three-toed sloth (Mammalia: Xenarthra) from Panama, with a review of the genus *Bradypus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 114(1), 1–33.
- Anthony, H. E. (1926). Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands. Mammals of the Porto Rico, living and extinct–Rodents and Edentata. *New York Academy of Sciences*, 9(2), 97–241.
- Bargo, M. S. (2001). The ground sloth *Megatherium americanum*: skull shape, bite forces, and diet. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46(2), 173–192.
- Croft, D. A. (2016). *Horned armadillos and rafting monkeys*. Indiana University Press.
- De Iuliis, G. (1996). A systematic review of the Megatheriinae (Mammalia: Xenarthra: Megatheriidae) [Ph.D. Dissertation, University of Toronto, Toronto, Canada]. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/systematic-review-megatheriinae-mammalia/docview/304328110/se-2?accountid=40721>
- Delsuc, F., & Douzery, E. J. (2008). Recent advances and future prospects in xenarthran molecular phylogenetics. In S. F. Vizcaíno & W. J. Loughry (Eds.), *The Biology of the Xenarthra* (pp. 11–23). University Press of Florida.
- Farina, R. A., Vizcaíno, S. F., & Bargo, M. S. (1998). Body mass estimations in Lujanian (late Pleistocene-early Holocene of South America) mammal megafauna. *Mastozoología Neotropical*, 5(2), 87–108.
- Fischer, K. (1971) Riesenfaultiere (Megalonychidae, Edentata, Mammalia) aus dem Pleistozän der Plio-Domingo-Höhle in Kuba. *Wissenschaftliche Zeitschrift, Humboldt-Universität, Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe*, 20, 609–673.
- MacPhee, R. D. E., White, J. L., & Woods, C. A. (2000). New megalonychid sloths (Phyllogphaga, Xenarthra) from the Quaternary of Hispaniola. *American Museum Novitates*, 3303, 1–32.
- McAfee, R. K. (2011). Feeding Mechanics and Dietary Implications in the fossil sloth *Neocnus* (Mammalia: Xenarthra: Megalonychidae) from Haiti. *Journal of Morphology*, 272(10), 1204–1216.
- McAfee, R. K., & Rimoli, R. O. (2019). Easternmost occurrences of *Neocnus* (Mammalia, Pilosa, Megalonychidae) from the late Pleistocene–early Holocene of the Dominican Republic (Hispaniola). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 39, 3. <https://doi.org/10.1080/02724634.2019.1624971>
- McDonald, H. G. (1977). Description of the osteology of the extinct gravi-grade edentate *Megalonyx* with observations on its ontogeny, phylogeny and functional anatomy [Master's Thesis, University of Florida]. https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=McDonald%2C+H.+G.+%281977%29
- Naples, V. L. (1982). Cranial osteology and function in the tree sloths, *Bradypus* and *Choloepus*. *American Museum Novitates*, (2739), 1–41.

- Naples, V. L. (1987). Reconstruction of cranial morphology and analysis of function in the Pleistocene ground sloth *Nothrotheriops shastense* (Mammalia, Megatheriidae). *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*, (389), 1–21.
- Naples, V. L. (1989). The feeding mechanism in the Pleistocene ground sloth, *Glossotherium*. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*, (415), 1–23.
- Naples, V. L. (1990). Morphological changes in the facial region and a model of dental growth and wear pattern development in *Nothrotheriops shastensis*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 10(3), 372–389.
- Naples, V. L. (1999). Morphology, evolution and function of feeding in the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*). *Journal of Zoology, London*, (249), 19–41.
- Naples, V. L., & McAfee, R. K. (2012). Reconstruction of the cranial musculature and masticatory function of the Pleistocene panamerican ground sloth *Eremotherium laurillardi* (Mammalia, Xenarthra, Megatheriidae). *Historical Biology*, 24(2), 187–206.
- Naples, V. L., & McAfee, R. K. (2014). Chewing through the Miocene: an examination of the feeding musculature in the ground sloth *Hapalops* from South America. *F1000 Research*, 3, 86. <http://f1000research.com/articles/3-86/v1>
- Sicher, H. (1944). Masticatory apparatus of the sloths. *Fieldiana Zoology*, (29), 161–168.
- Silva Taboada, G., Suárez Duque, W., & Díaz Franco, S. (2007). *Compendio de los mamíferos terrestres autóctonos de Cuba vivientes y extinguidos*. Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Fernwood Books, Ltd.
- Wetzel, R. M. (1985). The identification and distribution of Recent Xenarthra (=Edentata). In G. G. Montgomery (Ed.), *The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas* (pp. 5–21). Smithsonian Institution Press.
- Citation:** McAfee, R. K., & Almonte, J. N. (2022). Complete zygomatic arches in the late quaternary sloth *Neocnus* from Altigracia province, Dominican Republic. *Novitates Caribaea*, (20), 1–10. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.301>.

REVISION OF THE FOSSIL LAND TORTOISES
(TESTUDINES: TESTUDINIDAE) FROM HISPANIOLA
WITH THE DESCRIPTION OF A NEW SPECIESRevisión de las tortugas terrestres fósiles (Testudines: Testudinidae)
de La Española con la descripción de una especie nuevaLázaro W. Viñola-López^{1,2*}, Juan N. Almonte³

¹Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, FL 32611–7800, USA; ²Department of Biology, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA;  orcid.org/0000-0002-2956-6759. ³Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marciano”, Santo Domingo, Dominican Republic,  orcid.org/0000-0002-2661-9931, j.almonte@mnhn.gov.do *Corresponding author: lwvl@gmail.com

[Recibido: 27 de abril, 2022. Aceptado para publicación: 11 de junio, 2022]

ABSTRACT

The genus of land tortoises *Chelonoidis* had a wide distribution across the Caribbean and Bahamian Archipelago during the Late Pleistocene and Holocene. Two extinct species of this genus, *C. marcanoi* Turvey *et al.*, 2017 and *C. dominicensis* Albury *et al.*, 2018 were recently described from fossils collected in deposits in the southwest and east of the Dominican Republic respectively. Here we review the taxonomic status of *Chelonoidis* species from Hispaniola based on previously described remains along with new specimens recently collected. More diagnostic elements collected from cave deposits in the southwest Dominican Republic indicate that *C. marcanoi* is a senior synonym of *C. dominicensis*. This species was distributed across the south of eastern Hispaniola, including the Northern and Southeast Paleo-island. The new collection of fossils from the Pedernales region also includes associated elements of an undescribed species, *Chelonoidis gersoni* **sp. nov.**, closely related to *C. cubensis* and *C. marcanoi*. The triangular-shaped gular projection of the epiplastron of this new species of *Chelonoidis* is unique among tortoises of this genus.

Keywords: *Chelonoidis*, Greater Antilles, Dominican Republic, Quaternary, extinction.

RESUMEN

Las tortugas terrestres del género *Chelonoidis* tuvieron una amplia distribución en el Caribe insular y las Bahamas durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno. Dos especies de este género, *C. marcanoi* Turvey *et al.*, 2017 y *C. dominicensis* Albury *et al.*, 2018 fueron recientemente descritas a partir de elementos colectados en depósitos en el suroeste y este de República Dominicana respectivamente. Aquí revisamos el estatus taxonómico de las especies de *Chelonoidis* en La Española a partir de elementos previamente descritos y de otros recientemente colectados. Restos más diagnósticos colectados en el suroeste de República Dominicana sugieren que *C. marcanoi* es un sinónimo anterior de *C. dominicensis*.



Esta especie tuvo una amplia distribución a través del sur de la región oriental de La Española, incluyendo la Paleo-isla norte y sureste. La nueva colección de fósiles de la región de Pedernales también incluye restos asociados de una especie, *Chelonoidis gersoni* **sp. nov.**, cercanamente emparentada con *C. cubensis* y *C. marcanoi*. La forma triangular de la proyección del gular en el entoplastron en esta nueva especie es única entre las tortugas de este género.

Palabras clave: *Chelonoidis*, Antillas Mayores, República Dominicana, Cuaternario, extinción.

INTRODUCTION

The genus *Chelonoidis*, is one of the best-known tortoise genera, especially because of the diversity of forms inhabiting the Galapagos Islands and the impact they had on Darwin and his subsequent development of the theory of evolution. *Chelonoidis* also has three species that live on the mainland, *C. carbonarius* with a wide distribution from Central America to Northern Argentina, *C. denticulatus* which is found in the Amazon basin, and *C. chilensis* distributed in Argentina, Bolivia, and Paraguay (Ernst, 1998; Ernst & Leuteritz, 1999a, 1999b; Vargas Ramírez et al., 2010). Multiple fossil taxa have been described from Central America, South America, and the West Indies, and the oldest fossil remains available of the genus are from the Late Oligocene (de la Fuente et al., 2018). This, along with molecular studies, suggests that the arrival of Testudines to South America from Africa took place between the Late Eocene and the Early Oligocene (Lourenco et al., 2012).

The West Indies had a high diversity of endemic land tortoises during the Quaternary, similar to that found in the Galapagos Islands today. Fossils of *Chelonoidis* have been found in the multiple island banks in the Bahamas, Turks and Caicos Islands, and the islands Hispaniola, Navassa Island, Cuba, Mona, Sombrero, Anguilla, and Barbados. Hitherto, six species of large and medium-size tortoises have been named: *Chelonoidis cubensis* (Leidy, 1868) from multiple localities in Cuba, *C. sombreroensis* (Leidy, 1868) from Sombrero Island, *C. monensis* (Williams, 1952) from Mona Island, *C. alburyorum* Franz and Franz, 2009 from Abaco in the Bahamas, with two subspecies in Turks and Caicos *C. a. keegani* and *C. a. sementis* (Franz et al., 2020), and *C. marcanoi* Turvey, 2017 and *C. dominicensis* Albury et al., 2018 from Hispaniola. All native species of *Chelonoidis* in the West Indies are extinct today, but radiometric dates of multiple populations of *C. alburyorum* across the Bahamian archipelago indicate that this species survived until 920–780 BP (Steadman et al., 2020).

Molecular studies using ancient DNA of specimens of *C. alburyorum* from numerous islands in the Bahamas and Turks and Caicos Islands confirmed the assignation of this species to *Chelonoidis*. It also suggested that the separation between the ancestor of *C. alburyorum* and its sister clade conformed by *C. chilensis* and *C. niger* took place between the early and the Middle Miocene (Kehlmaier et al., 2021; Kehlmaier et al., 2017). Kehlmaier et al. (2017) further proposed that *Chelonoidis* arrived in the West Indies either thru Northern South America or Central America. Several authors have suggested that the species from the Greater Antilles share morphological characteristics with continental congeners and not with the taxa from the Bahamas, and Turks and Caicos Islands (Albury et al., 2018; Franz & Franz, 2009; Franz et al., 2020). However, it is not clear yet whether *Chelonoidis* colonized the region multiple times, or the diversity observed in the West Indies is the result of a single event followed by the radiation of species across islands.

In Hispaniola, fossils of *Chelonoidis* were first described by Franz and Woods (1983), but it was not until 2017, after the discovery of new isolated elements from the southwest Dominican Republic, that a new species was described, *C. marcanoi* (Turvey et al., 2017). However, Vlachos (2018) and Albury et al. (2018) considered *C. marcanoi* a *nomen dubium* because the holotype of the species, a humerus (Fig. 2), is not a diagnostic element to distinguish among species of the genus. At the same time, Albury et al. (2018) named a new species, *C. dominicensis*, from a nearly complete specimen comprising the carapace with associated cranial and postcranial elements recovered in an underwater deposit in Oleg's Bat Cave, in La Altagracia Province, northeastern of the Dominican Republic. Here we revise the taxonomy of Hispaniola extinct turtles utilizing new specimens collected from new and former localities.

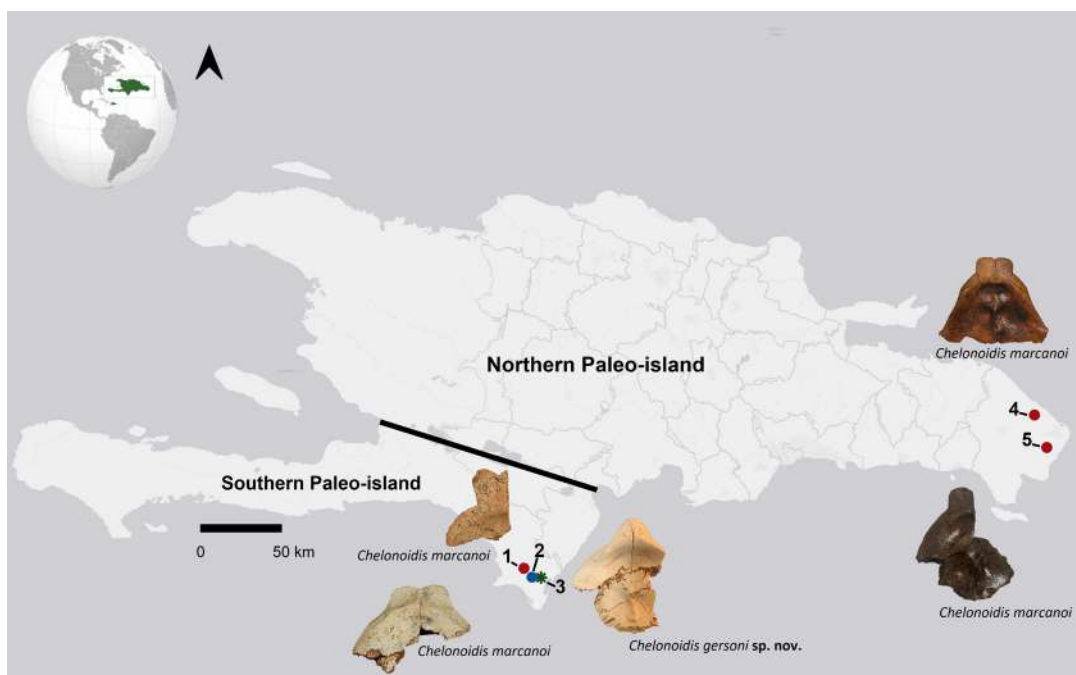


Figure 1. Map of Hispaniola with localities containing elements of *Chelonoidis* included in this paper. Cueva del Papayo (1, type locality of *C. marcanoi*), Cueva de las Tortugas (2), Cueva Gabot (2), Cueva del Mono (3, type locality of *C. gersoni*), Oleg's Bat Cave (4, type locality of *C. dominicensis* [= *C. marcanoi*]), Cueva del Pastor (5).

OBJECTIVES

-To revise the taxonomy of Quaternary land tortoises from Hispaniola and describe a new species.

MATERIAL AND METHODS

Abbreviations and terminology. Collection acronyms: AMNH, American Museum of Natural History, New York; CJOL, Colección Johanset Orihuela León, Florida; CLV, Colección Lázaro Viñola, Cuba; MHD, Museo del Hombre Dominicano; MNHNCu, Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, Cuba; MNHNSD, Museo Nacional de Historia Natural “Profesor Eugenio de Jesús Marcano”, Santo Domingo, Dominican Republic; NHMUK, Natural History Museum, London; NMB, National Museum of the Bahamas/Antiquities, Monuments and Museums Corporation, Abaco, the Bahamas; UF, Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville.

Material examined. *C. alburyorum alburyorum*: Sawmill Sink, UF 225400 (Holotype, carapace, skull, and postcranial skeleton), NMB.AB50.T4 (shell). *C. alburyorum keegani* UF 453000 (Holotype, complete plastron), UF 452989 (anterior plastron), UF 452991 (anterior plastral lobe), UF 452990 (partial plastron), UF 452991 (anterior plastral lobe), UF 453010 (left humerus), UF 453011 (right humerus), UF 432468 (left mandible). *C. alburyorum sementis* UF 432441 (Holotype, left xiphiplastron), UF 432462 (left epiplastron), UF 432455 (epiplastron). *C. carbonarius*. *C. chilensis* UF 33621, 33603, 33615, 33609, 33600, 33605. *C. cubensis*: Cienfuegos Province, Ciego Montero, AMNH 6202 (anterior lobe of the plastron), 6203 (xiphiplastron), 6204 (nuchal); Sancti Spiritus Province, Casimba de las Llanadas, AMNH 13078 (three partial humerus), 13079 (three partial humerus); Matanzas Province, Cueva Centella, CLV 2230 (entoplastron), 2233 (scapula), CJOL P281 (entoplastron); Cueva Afan, CLV 2457, 2516 (right humerus), 2563, 2536 (left humerus); Cantera J4 No. 1 CLV 2531 (left humerus), 94 (scapula), 2582 (right dentary), Cantera J4 No. 2, CLV 2606 (left maxilla). *C. denticulatus* UF 19241, 33685, 33680. *C. niger* UF 19507, 116066, 141684. *Centrochelys sulcata* UF 55250, 159339, 153852.

Here we follow the skeletal terminology and measures used by Joyce and Bell (2004), Hulbert (2001), Franz and Franz (2009), and Albury et al. (2018). Franz and Franz (2009) used the term “bird face” referring to the interclavicular sculpture of the entoplastron, which has an anterior more elevated mass and an interclavicular keel in the midline with a pair of lateral fossae. This structure is diagnostic at species level and the term “bird face” has been adopted by researchers describing fossil of *Chelonoidis* in the Bahamas and Greater Antilles (Albury et al., 2018; Franz et al., 2020; Turvey et al., 2017).

Localities. The specimens described here were collected from five localities in the Dominican. Specimens from two of those localities, Cueva de las Tortugas and Oleg’s Bat Cave, have been reported before and a description of the deposits and associated fauna can be found in Turvey et al. (2017) and Albury et al. (2018), respectively. Two of the new localities, Cueva del Mono and Cueva Gabot, are sinkhole caves localized in the Jaragua National Park, Pedernales Province in the southwest Dominican Republic. Both localities lie in the southeastern portion of the southern paleo-island in Hispaniola (Fig. 1). Jaragua National Park is dominated by a karstic landscape with abundant sinkholes and vertical caves that open in Miocene-Pleistocene marine limestone (Cooke et al., 2018). The fauna and geology of Cueva del Mono have been described elsewhere (Cooke et al., 2018; Steadman et al., 2019) and include Late Pleistocene-Mid Holocene sloths, rodents, a primate, numerous lizards, and a giant eagle. Cueva Gabot is very similar in origin to the former one. The cave-sinkhole has a 12 m fall from the entrance on the surface. Fossils of late Quaternary tortoises, rodents, sloths, lizards, and birds were collected from three excavation pits (60 cm x 60 cm) at the bottom of the cave. The fifth locality, Cueva del Pastor, localized in Paraje Hoyo Claro in the Municipality of Juanillo, La Altagracia Province is a partially flooded cave. Fossil remains of *Crocodylus rhombifer*, *Isolobodon portoricensis*, and a tortoise were collected from the wet part of the cave by Juan Almonte, Solanly Carrero and Philip Lehman, in August of 2021. The associated fauna of mammals from the five caves is very similar and characteristic of other late Pleistocene-Holocene deposits in Hispaniola.

In addition to the localities mentioned above, Franz and Woods (1983), and Turvey et al. (2017) reported remains of *Chelonoidis* from several caves from Dominican Republic. Although those specimens were referred to *C. marcanoi*, most of the remains are to incomplete or not diagnostic at species level. Similarly, there are fossils of *Chelonoidis* from several other localities housed at the MNHNSD but can not be identified beyond genus level.

RESULTS

Systematic paleontology

Order Testudines

Family Testudinidae

Genus *Chelonoidis*

The fossil tortoises described here are assigned to *Chelonoidis* instead of *Hesperotestudo* or any other North America taxa because they lack cervical scute, limb and tail armor, and growth annuli. They also possess thin shells, pectoral scute narrow at the midline and wider antero-posteriorly towards the marginal scutes, enlarged entoplastron and pectoral scute, and interior entoplastral sculpture (Franz & Franz, 2009; Vlachos, 2018).

Chelonoidis marcanoi Turvey, Almonte, Hansford, Scofield, Brocca, et Chapman, 2017
(Figs. 1, 2, 3, 4)

Chelonoidis marcanoi Turvey et al., 2017: 1, 4, 5; Albury et al., 2018: 2, 3, 4, 21, 22; Franz et al., 2020: 2; Vlachos, 2018: 46, 82.

Chelonoidis dominicensis Albury et al., 2018: 7; Morgan et al., 2018: 3, 43; Franz et al., 2020: 2, 7, 9; Kehlmaier et al., 2021: 2, 4, 7.

Emended diagnosis. Medium-size tortoise of the Greater Antilles *Chelonoidis* group (*C. cubensis*, *C. gersoni* **sp. nov.**) based on the presence of thin shell, prominent bony ridges in costal sulci, and strong epiplastral shelf that separates gular from the internal floor of the lobe. It differs from other species in the group based on the presence of an oval entoplastron (subtriangular in *C. cubensis*) with a prominent two-part brow on the upper part of the entoplastron and a very thin keel separating a prominent pair of fossae (one low brow with a wide and low keel separating a shallow pair of fossae in *C. gersoni* **sp. nov.**). Humerus with shallow muscle scar for *M. latissimus dorsi* and medial process significantly above the humeral head.

Diagnosis enmendada (in Spanish): Tortuga de tamaño mediano del grupo *Chelonoidis* de las Antillas Mayores (*C. cubensis*, *C. gersoni* **sp. nov.**) basado en la presencia de caparazón delgado, crestas óseas prominentes en los surcos costales y fuerte plataforma en el epiplastron que separa el proceso gular del piso interno del lóbulo anterior. Se diferencia de otras especies del grupo por la presencia de un entoplastron ovalado (subtriangular en *C. cubensis*) con una ceja prominente en dos partes en la parte superior del entoplastrón y una quilla muy delgada que separa un par de fosas prominentes (una frente baja con una quilla ancha y baja que separa un par de fosas poco profundas en *C. gersoni* **sp. nov.**). Húmero con cicatriz muscular del *M. latissimus dorsi* poco profunda y proceso medio significativamente por encima de la cabeza del humero.

Description

Detail description of the morphology of the shell and the skull of this species can be found in Albury et al. (2018).



Figure 2. Left humerus of the type specimens of *Chelonoidis*. *C. marcanoi* (A, B, NHMUK PVR 36954), *C. dominicensis* (C, D, MHD 1000), and *C. gersoni* sp. nov. (E, MNHNSD FOS 23.001).

Skull. The premaxilla is triangular, and it has a very shallow cup-like fossa on the internal side (Fig. 3). The premaxilla and the maxilla are separated by a reduced transverse ridge. The maxilla has three straight and parallel cutting edges, the tomial edge (more lingual), the middle triturating edge, and the lingual edges like in *C. alburyorum* whereas they are concave in *C. cubensis*. The tomial and middle triturating edges are reduced in *C. marcanoi* but more prominent in *C. cubensis* and *C. alburyorum*. The jugal process of the maxilla is small in *C. marcanoi* while very prominent in *C. alburyorum* and absent in *C. cubensis*. The contact suture between the maxilla and the jugal is not exposed laterally like in *C. cubensis*. The posterior margin of the exoccipital, opisthotic, and squamosal is slightly concave similar to *C. alburyorum*. The anterior edge of the condyle ends well behind the anterior edge of the tympanic cavity.

Dentary. The dentary and right articular of *C. marcanoi* resemble that of other *Chelonoidis* in being elongated, narrow, and relatively shallow while that of *C. alburyorum* is more robust (Fig. 3). It is characterized by the presence of a frontal large “tooth” or beak surrounded by a lateral depression on each side in the labial edge of *C. alburyorum* and *C. chilensis*, while the lateral depressions are reduced or absent in other species. Most of the labial cutting edge, including the two depressions, possess well-defined indentation but the lingual cutting edge is free of indentation. The lingual and labial cutting edges are straight, parallel to each other like in *C. alburyorum* but in *C. cubensis* they are slightly concave. Both cutting edges are separated by a wide and deep channel. In lateral view, the section of the lingual edge posterior to the depression is nearly straight and at the same as the more internal edge. The posterior half of the ventral margin of the dentary is ventrally directed. In internal view, a prominent Meckelian sulcus separates the upper and wider section of the dentary from the lower and thinner section like in *C. alburyorum* whereas in *C. cubensis* this sulcus is very shallow. The small inferior alveolar foramen is in the posterior section of the dentary near the shelf formed by the Meckelian sulcus, and the articular also contributes to it. The specimen MHD-1000, on which this description is based, is part of the type series of *C. dominicensis* but was not included in the original description.



Figure 3. Comparative plate of cranial and mandibular elements of *Chelonoidis*. *C. alburyorum* (A-F, UF 225400), *C. marcanoi* (type specimen of *C. dominicensis* MHD 1000, G-L), and *C. cubensis* (M-R, CLV 2606, 2582).

Shell and postcranial skeleton. The shell of this medium size tortoise is thin like in other West Indies species of the genus and possesses a caudal bump that begins at suprapygale (similar in *C. gersoni* **sp. nov.**) (Fig. 4). The cervical dent of the nuchal is reduced. The gulars are sub-rectangular and strongly project anteriorly and are separated from the floor of the anterior lobe by a marked epiplastral shelf (as in *C. cubensis*). The junction of the gular branching is well separated from the entoplastron (as in *C. cubensis* and *C. gersoni* **sp. nov.**). The entoplastron is oval and wider than long as in *C. gersoni* **sp. nov.** and *C. alburyorum*. Humeral scutes are longer than femoral scutes. The xiphoplastral notch is marked as in *C. gersoni* **sp. nov.** and *C. cubensis*, whereas the anal notch is particularly deep and wide in the males of *C. marcanoi*. The first dorsal vertebrae have a short and wide centrum, lack a central keel, and have relatively reduced prezygapophyses. In the scapula, the angle between acromion and blade is approximately 120° as in *C. cubensis* and possesses a pelvis with a nearly circular ischiopubic fenestra.

Morphological variation of the plastron. The morphology of the anterior lobe of the plastron is variable among specimens in the sample available. In smaller specimens that probably belong to juveniles the gular is less projected and more rounded than in larger specimens (Fig. 5). This variation was also observed among individuals of different sizes in *C. cubensis* from Cuba by Williams (1950). However, the larger entoplastra can be segregated into two different classes, one with gular lobes projected laterally and strongly bifurcated with a V notch at the midline, and others with poor or no bifurcated gular lobes which have nearly straight lateral margins (Fig. 4). Similar variation is also present in other extinct tortoises like *C. gringorum* from the Miocene of Argentina and has been interpreted to be linked with sexual dimorphism (Orioabala et al., 2017). This morphology seems to vary within and between populations of *C. dominicensis* across its range (Figs. 1, 5). Individual variation among the sample includes the presence of raised ridges in the ventral side of the plastron MNHNSD FOS 23.107–108 and ventrally inflated gular lobes in specimen MNHNSD FOS 23.214.

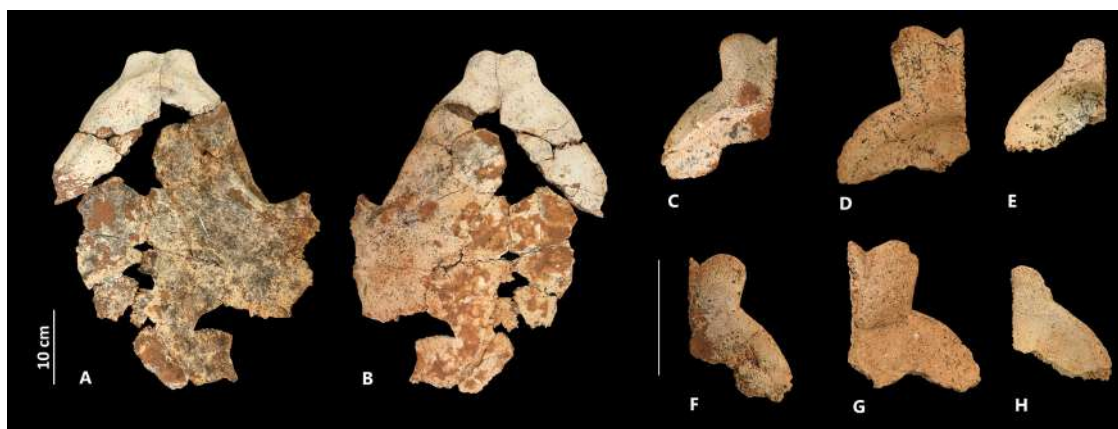


Figure 4. Plastral elements of *Chelonoidis marconoi*. Partial plastron (MNHNSD FOS 23.107–08) and epiplastrons (Cueva Gabot: C, F, MNHNSD FOS 23.103; D, G, MNHNSD FOS 23.214; E, H, MNHNSD FOS 23.207) of *C. marconoi* from Cueva Gabot in the Pedernales Province in internal (A, C, D, E) and ventral (B, F, G, H) view.

Holotype. Right humerus (NHMUK PV R 36954) collected on May 12 of 2007 in Cueva del Papayo, Pedernales Province, Dominican Republic.

Material examined. Pedernales Province: Cueva Gabot, partial plastron missing xiphiplastron and portions of hypoplastron, hyoplastron, and entoplastron (MNHNSD FOS 23.107–108), articulated left epiplastron and entoplastron (MNHNSD FOS 23.303 three left epiplastron (MNHNSD FOS 23.103, 23.207, 23.214), a right epiplastron (MNHNSD FOS WN), and a nuchal (MNHNSD FOS 23.215); Cueva de las Tortugas, two left epiplastron (MNHNSD FOS WN, 23.252), and a right epiplastron (MNHNSD FOS 23.300). La Altagracia Province: Oleg's Bat Cave, shell and associated skeleton (Holotype of *C. dominicensis*, MHD–1000); Cueva del Pastor, left entoplastron and associated entoplastron (MNHNSD FOS 23.404).

Distribution. Fossils of this species have been collected from several localities in the southwestern Dominican Republic, Pedernales Province, specifically Cueva del Papayo, Cueva de la Tortuga and Cueva Gabot, and the northeastern Hispaniola, in La Altagracia Province in Oleg's Bat Cave and Cueva del Pastor (Albury et al., 2018).

Remarks. *Chelonoidis marcanoi* was described by Turvey et al. (2017) from a nearly complete right humerus (holotype) and several other shells and postcranial elements collected from five caves in the Pedernales Province, in the southwest Dominican Republic. In addition, Turvey et al. (2017) also included the type series of other elements previously reported by Franz and Woods (1983) from a cave near Bayaguana in the Monte Plata Province. Shortly after the publication of *C. marcanoi*, Albury et al. (2018) and Vlachos (2018) considered the species a nomen dubium because the elements used to erect it are morphologically similar and poorly diagnostic among species of *Chelonoidis*. Furthermore, Vlachos (2018) noticed that two specimens (MNHNSD FOS 23.1056, MNHNSD FOS 23.1060) identified as epiplastrons by Turvey et al. (2017) correspond to other parts of the shell. We agree with Vlachos (2018) that those species were misidentified, and they correspond to a nuchal (MNHNSD FOS 23.1056) and a peripheral (MNHNSD FOS 23.1060). This also explains the “absence” of the internal ornamentation and gular projections reported for the epiplastron of *C. marcanoi* by Turvey et al. (2017), which are otherwise characters present in *Chelonoidis* and other tortoises (Franks & Franks, 2009).

Based on a nearly complete skeleton recovered from Oleg’s Bat Cave, a flooded cave in the La Altagracia Province in the east of the Dominican Republic, Albury et al. (2018) described a new species of tortoise, *C. dominicensis*. Although the humerus of *C. dominicensis* cannot be separated from that of *C. marcanoi*, Albury et al. (2018) suggested that the island of Hispaniola may have sustained more than one species based on biogeographical grounds. The type specimen of *C. marcanoi* and *C. dominicensis* come from localities in the southern and northern paleo-islands respectively. Both paleo-islands are currently separated by a large depression, the Neiba Valley, which was periodically inundated until it reached its current configuration in the Late Pleistocene (Graham, 2003; Iturralde-Vinent, 2006; Iturralde & MacPhee, 1999). Although the paleo-island has shared flora and fauna, there are numerous instances where each one hosts closely related species of plants (Judd, 2007), amphibians, reptiles (Landestoy et al., 2018; Schwartz, 1980), and birds (Sly et al., 2011).

Additional fieldwork in several dry caves in the Pedernales Province and a flooded cave in the La Altagracia province led to the discovery of numerous diagnostic fossils of *Chelonoidis*. An associated entoplastron and epiplastron recovered from Cueva del Pastor in La Altagracia is very similar to the holotype of *C. dominicensis*, whereas new specimens from Pedernales suggest that two species of *Chelonoidis* inhabited the region in the Late Pleistocene-Early Holocene. The shell and limb bones of one of them are indistinguishable from *C. marcanoi* and *C. dominicensis* whereas several other fossils including an associated skeleton belong to a new form described below. The humerus and shell of the new species fall outside of the range of variation observed in the two previously named species. However, we did fail to find a combination character that could be used to separate the two already described species of *Chelonoidis* other than small differences in the gular notch. Therefore, we consider *C. dominicensis* Albury et al., 2018 a junior synonym of *C. marcanoi* Turvey et al., 2017. Although *C. dominicensis* was based on a more complete material (associated shell, skull, and limb bones), the name *C. marcanoi* takes priority over the former.

As mentioned above, within the sample of specimens collected in caves from Pedernales some specimens have strongly projected gulars with marked notch separating them and while others have smaller gulars and less prominent notch (Fig. 4). However, there also seems to be a geographic variation of this morphology. The type specimen of *C. dominicensis*, a male from the eastern side of the island (Northern Paleo-island), has strongly projected gulars but lacks the midline notch, which contrasts with the gulars of possible males from

Pedernales (Southeast Paleo-Island), (Fig. 1). A second specimen from the east of the island has a small notch in the midline of the gular. Pedernales and the eastern side of the island have very different ecosystems. Pedernales is dryer and dominated by xerophytic forest whereas the eastern side of the island is more mesic. The presence of strongly divergent gulars, which would have been covered by a thick sheet of keratin while the animal was alive, may be related to higher pressure for the competition of the limited resources. On the other hand, there are genetic and body size differences between populations of mammals from the North and Southeast paleo-islands that have been interpreted as differences at the subspecies level. This may also be the case for the populations of *C. marcanoi* here understudy, but increased sample size is necessary to test this hypothesis.

Chelonoidis gersoni **sp. nov.**

(Figs. 1, 2, 5, and 6)

Zoobank Nomenclatural Act: A8C87F3D-F526-4553-8ABA-D4E35A97F4B7 (June, 2022)

Diagnosis. Medium-size tortoise (greater length of the plastron: 28.12 cm) of the Greater Antilles *Chelonoidis* group (*C. cubensis*, *C. marcanoi*) based on the presence of thin shell, prominent bony ridges in costal sulci, and strong epiplastral shelf that separates gular from the internal floor of the lobe. It can be distinguished from other species in the group based on the presence of pronounced gular projection with triangular lobes (sub rectangular in *C. cubensis* and *C. marcanoi*); oval entoplastron (sub triangular in *C. cubensis*) with low brow, wide and low middle keel and shallow lateral fossae. Humerus with shallow muscle scar for *M. latissimus dorsi* (prominent in *C. cubensis*) and medial process at the same level of the humeral head (medial process higher than humeral head in other species of the genus).

Diagnosis (in Spanish). Tortuga de tamaño mediano del grupo *Chelonoidis* de las Antillas Mayores (*C. cubensis*, *C. marcanoi*) basado en la presencia de caparazón delgado, crestas óseas prominentes en los surcos costales y fuerte plataforma en el epiplastron que separa el proceso gular del piso interno del lóbulo anterior. Se puede distinguir de otras especies del grupo por la presencia de una proyección gular pronunciada con lóbulos triangulares (subrectangulares en *C. cubensis* y *C. marcanoi*); entoplastrón ovalado (subtriangular en *C. cubensis*) con frente baja, quilla ancha y media baja y fosas laterales poco profundas. Húmero con cicatriz muscular poco profunda para *M. latissimus dorsi* (prominente en *C. cubensis*) y proceso medio del humero al mismo nivel de la cabeza del humero (proceso medio significativamente más elevado en otras especies del género).

Description

Plastron. The plastron has a total length of 28.12 cm and is very thin at the midline of the hyoplastron (2.38–2.74 mm). Although it has multiple fractures and part of some scutes are missing, most of the diagnostic elements are well preserved (Fig. 5). The epiplastron is well preserved although it lacks part of the right humeral scute. The gular lobes are strongly projected towards with and strong epiplastral notch like in *C. cubensis* and *C. marcanoi*, but the lateral margins of the lobes are tilted medially giving the gular projection a triangular shape, a condition unique among species of *Chelonoidis*. The apices of the gular lobes are slightly separated by a weak notch between them, and the midline of the gular branching is longer than two lateral branches. At the same time, gulars are widely separated from the entoplastron. In internal view, the epiplastral shelf that separates the gular from the posterior lobes' excavation is very strong like in *C. cubensis* and *C. marcanoi*, while in *C. alburyorum* it is almost absent. The humeral scute is shorter than in *C. marcanoi*.

The entoplastron is oval, wider than long, very shallow anteriorly (5.32 mm) and posteriorly (3.81 mm), slightly concave, and does not contact the humero-pectoral groove. The bird face structure of the entoplastron has been used recently to distinguish among species of *Chelonoidis* by Franz and Franz (2009) and Albury et al. (2018). The sculpture in *C. gersoni* **sp. nov.** is unique among species of *Chelonoidis*, it includes a low individual brow in the anterior section of the entoplastron, a very shallow and wide beak that ends in a free spine before reaching the posterior section of the entoplastron, and very shallow fossae. It markedly differs from *C. cubensis* and *C. marcanoi* which bears elevated brow and beak with deep fossae.

The hyoplastron is poorly preserved, missing most of its lateral section, but it is very thin near the midline. Like in other members of *Chelonoidis* the pectoral scute is narrower at the midline and expands towards the more lateral section of the scute (Zacarias et al., 2013). The humeral scute (67.4 cm) is nearly as long as the femoral scute (62.14 cm) like in *C. alburyorum*, and it is a character commonly used to distinguish some species of *Chelonoidis* (Albury et al., 2018). On the other hand, the hypoplastron is very well preserved, despite the presence of numerous internal fractures the pieces remain in anatomical position and can be distinguished clearly. The plastron thickens from the abdominal to the femoral scute. In lateral view, the contact between the femoral and the inguinal scute is very narrow. The xiphiplastron is very well preserved, missing only part of the anal projections on both sides. Although the condition of the anal projection is possible to observe that the specimen had a strong xiphiplastral notch like in *C. cubensis* and *C. marcanoi* while it is very reduced or absent in *C. alburyorum* and *C. monensis*. The femora-anal groove is nearly transversal in *C. gersoni* **sp. nov.** like in *C. alburyorum* and *C. cubensis* while oblique in *C. monensis* and *C. marcanoi*. The anal scutes are very short at the midline (9.52 cm) but become longer towards the lateral margin of the plastron, in part because of the combination of the nearly transversal femora-anal groove and the strong wedge anal groove. The anal scutes are very thin and gracile in general, while *C. cubensis* and *C. marcanoi* have more robust and thicker anal scutes.

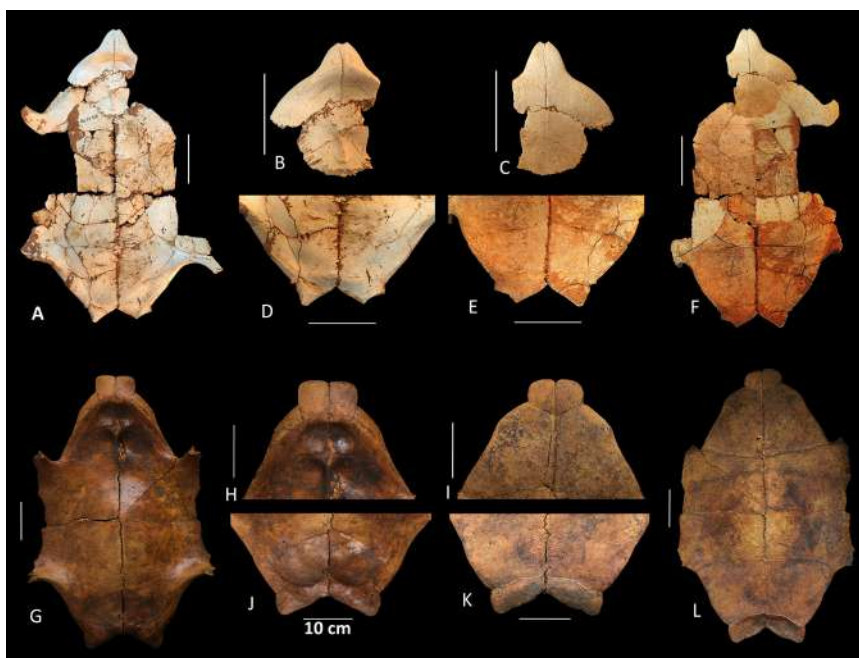


Figure 5. Internal and ventral view of the plastron of *Chelonoidis* species from Hispaniola. *Chelonoidis gersoni* **sp. nov.** (A-F, MHD 1000) and *C. marcanoi* (G-L, MNHNSD FOS 23.001, holotype). Complete plastron (A, F, G, L), close up of anterior (B, C, H, I) and posterior lobe (D, E, J, K).

Carapace. Only a small portion of the posterior section of the carapace is preserved and includes the pygal, right marginals XI to IV, left marginals XI to VII, and a costal of indeterminate position (Fig. 6). The pygal is domed and in association with marginal XI and X, it seems that form part to be pygal complex bump described known from *C. marcanoi*. The costal bears the sulci with elevated bony ridges that characterize most species of *Chelonoidis* from the West Indies except in *C. monensis*. The marginal XI has the shape of a right trapezoid while the remaining ones are sub-rectangular, in general, all the marginals are thin, particularly those that occupy a more lateral position.

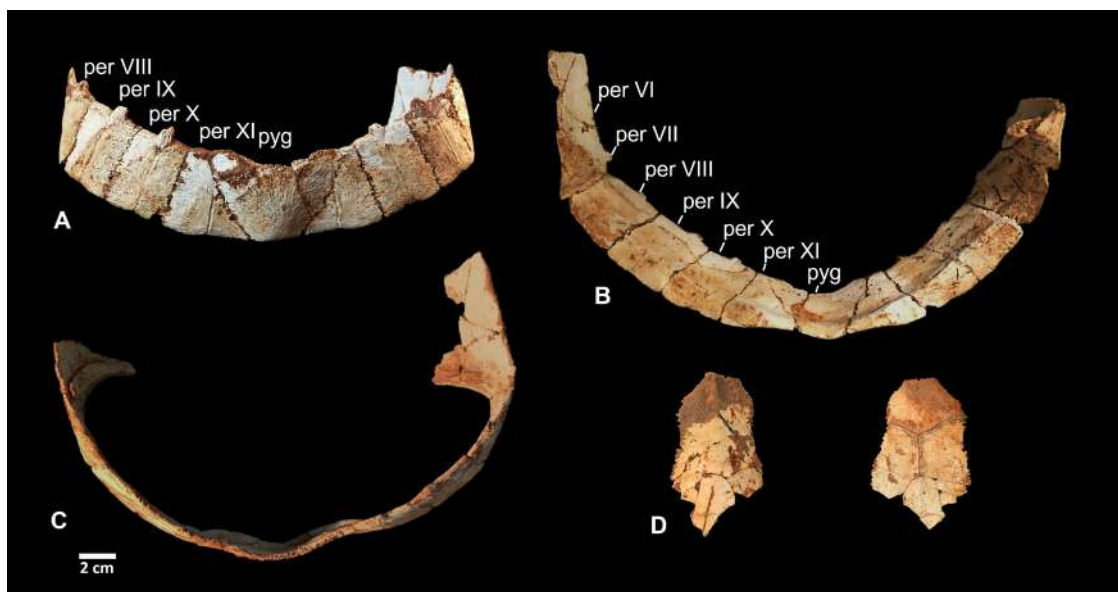


Figure 6. Shell element of *C. gersoni* sp. nov. (MNHNSD FOS 23.001, holotype). Pygal, right and left peripheral XI, X, IX, VIII, VII, right peripheral VI (A-C), and costal (D).

Humerus. The diaphysis of the humerus is slender and slightly curved like that of *C. marcanoi* (Fig. 2). The distal end of the *M. latissimus dorsi* scar is present on the type specimen and suggests that this muscle scar was relatively shallow like *C. marcanoi*, *C. monensis*, and *C. alburyorum* while much deeper in *C. cubensis*. Differ from all other West Indies forms in the genus hitherto described in that the humeral head and the medial process are at the same whereas the medial process rises significantly above the head in the other species throughout ontogeny.

Types. Holotype. Partial shell (MNHNSD FOS 23.001) of a female that includes the plastron (most of the epiplastron, entoplastron, hypoplastron, xiphiplastron, and midsection of the hypoplastron), pygal, right marginals from XI to IV, left marginals from XI to VII, and a costal of indeterminate position, proximal epiphysis and distal half of right humerus. The specimen was collected by Juan Almonte on August 17 of 2015 in the dry cave Cueva del Mono, Pedernales Province, Dominican Republic. Paratypes, entoplastron (MNHNSD FOS 23.025) from Cueva de Gabot and entoplastron (MNHNSD FOS 23.029) from Cueva de las Tortugas, Pedernales Province, Dominican Republic.

Etymology. We dedicate this species to Gerson Feliz, field biologist of the Grupo Jaragua who has contributed to the study and conservation of the natural resources of Pedernales for over 20 years.

Distribution. Remains of *C. gersoni* **sp. nov.** have been collected in the southwestern Dominican Republic, Pedernales Province, in the following caves, Cueva del Mono, Cueva Gabot, and Cueva de la Tortuga.

Remarks. The shape of the gular on the epiplastron and the design of the bird face sculpture on the entoplastron distinguish *C. gersoni* **sp. nov.** from any other member of the genus. The diagnostic characters of *C. gersoni* fall outside the ontogenetic and sexual variation range of *C. marcanoi* (see *Morphological variation of the plastron* above) and that of other living and extinct species of *Chelonoidis* (Barros et al., 2012; Franz et al., 2020; Franz & Franz, 2009; Oriorzabala et al., 2017;). It also shares a suite of other characters with species from the West Indies, especially *C. cubensis* and *C. marcanoi*, and separates them from *C. alburyorum*. Hitherto, remains of the species have only been recovered from three caves in the southern paleo-island in Hispaniola. The associated fauna includes another species of tortoise, *C. marcanoi*, other reptiles like *Anolis* sp., *Leiocephalus* sp., *Celestus* sp., indeterminate snakes; several mammals including *Acratocnus* ye, *Neocnus comes*, *Plagiodontia araeum*, *Isolobodon portoricensis*, *Plagiodontia aedium*, *P. ipnaeum*, *Brotomys voratus*, *Nesophontes hypomicrus*, *N. paramicrus*, *N. zamicrus*, *Solenodon paradoxus*, a primate, and the birds *Tyto glaucops*, *Caracara* sp., and *Falco* sp. (Cooke et al., 2018; Turvey et al., 2017; Viñola-Lopez et al., 2022).

Table I. Shell measurements in mm of *Chelonoidis gersoni* (MNHNSD FOS 23.001, holotype), *C. alburyorum* (UF 225400) and *C. marcanoi* (MHD 1000). Measurements of the last two species were obtained from Albury et al. (2018)

Measurements	<i>C. gersoni</i> sp. nov.	<i>C. alburyorum</i>	<i>C. marcanoi</i>
Greater length of plastron	281.2	354	366
Posterior plastral lobe length	66.07	85	103
Length of sulcus between suprapygal II and pygal		79.7	72
Width of pygal at shell margin		45.7	50
Plastral Bones			
Epiplastron length at midline	41.53	34.6	44
Entoplastron length at midline	44.39	45.1	50
Entoplastron greatest width		70.8	66
Hyoplastron length at midline	79.94	106.1	90
Hypoplastron length at midline	73.86	115.0	100
Xiphiplastron length at midline	44.42	55.3	60
Distance between the entoplastron & humeral/pectoral sulcus	9.19	27.7	16.8

DISCUSSION

Hispaniola is one of the few islands known to have sustained more than one taxon of tortoise. In the Galapagos, Santa Cruz and Isabela also support multiple species of tortoises. There are some cases in those islands where distantly related taxa occupying the same island, suggesting more than one colonization event (Poulakakis et al., 2015). Usually, the taxa found on the same island have an allopatric distribution, with populations separated by altitude, ecological barriers such as humidity content, or living on different sides of the volcanoes (Fritts, 1983; Poulakakis et al., 2015). In the Dominican Republic, fossils of *C. marcanoi*



have been found from La Altagracia Province in the northeastern of the island to Pedernales Province in the southwestern. On the other hand, *C. gersoni* **sp. nov.** has been collected only in the Pedernales Province. Remains belonging to both species have been found in Cueva Gabot and Cueva de las Tortugas suggesting that these specimens may have been sympatric. Nonetheless, without a better temporal resolution of deposits where the specimens come from, it is not possible to determine whether the two species overlapped or not.

As Albury et al. (2018) suggested, the presence of two species of *Chelonoidis* in Hispaniola is not unexpected. The island was bisected longitudinally in two major paleo-islands during the Middle-Late Miocene (Graham, 2003), and it did not reach its current configuration until the late Pleistocene (Maurrasse et al., 1980). The southern paleo-island, composed of Barahona (Dominican Republic) and Tiburon (Haiti) peninsulas, is separated from the northern paleo-island by the Hispaniolan Rift Valley. Although the fauna from each paleo-island may share a common ancestor, this vicariant event often conditioned the evolution of distinctive and endemic biotas in each region. Examples of this are known from plants (Judd, 2007), mammals (Cooke et al., 2011; Turvey et al., 2016), birds (Sly et al., 2011), amphibians, reptiles (Geneva et al., 2015; Parham et al., 2013; Schwartz, 1980), and other groups (Albury et al., 2018; Turvey et al., 2017). On the other hand, the distribution of species from different paleo-islands can overlap in the zone of contact between paleo-islands, as was probably the case of *C. marcanoï* and *C. gersoni* in the province of Pedernales. This pattern is also observed in the modern distribution of the terrapins *Trachemys decorata* and *T. stejnegeri*, and the rock iguanas *Cyclura cornuta* and *C. ricordii* (Parham et al., 2013; Ramer, 2004).

The relationship among species of *Chelonoidis* in the West Indies is poorly understood, in part because of the lack of comprehensive phylogenetic study and the poor preservation of the fossils recovered from most dry caves. Several of the species described in the region seem to have undergone a high level of specialization, evolving a series of unique characters. This led Williams (1952) to the description of the subgenus *Monachelis* where he included the fossil tortoise from Mona Island characterized by a very elongated and narrow first dorsal vertebra. On the other hand, Franz and Franz (2009) notices that the skull of *C. alburyorum* did not have a completely ossified postotic chamber, and proposed that it could have been a hearing adaptation of the Bahamian species. Similarly, *C. cubensis*, *C. marcanoï*, and *C. gersoni* **sp. nov.** had very distinctive but prominent gular projections, that in extant species are often used during combat (Leuteritz & Gantz, 2013; McRae et al., 1981; Pritchard, 2013). This contrasts with the very reduced gular of *C. alburyorum*. Furthermore, the Bahamas species also differ from *C. cubensis*, *C. marcanoï*, and *C. gersoni* **sp. nov.** in that it lacks the strong epiplastral shelf found in the Greater Antilles species and has a more robust dentary. Some of these characters were used by Franz and Franz (2009) and Albury et al. (2018) to argue that *Chelonoidis* colonized the northern part of the West Indies multiple times independently.

Species of *Chelonoidis* from the Bahamas and the Greater Antilles had very thin shells compared with other tortoises (Albury et al., 2018; Franz & Franz, 2009; Williams, 1950), which has been interpreted as an adaptation to insular conditions and the lack of predator (Turvey et al., 2017). Nonetheless, *C. chilensis*, a continental species closely related to *C. alburyorum* and the Galapagos clade, also have a thin shell. This may suggest that this character evolved independently multiple times under different conditions, or the continental ancestor of the West Indies tortoises had already thin shells before reaching the islands. However, the evolution toward giantism in *Chelonoidis* is not unique to insular species (Cadena et al., 2015; Zacarias et al., 2013), and not all West Indies tortoises were giant either. *C. cubensis*, *C. sobrerensis* and an undescribed species from the Bahamas are the only ones that may fit this description (Auffenberg, 1967; Franz & Franz, 2009; Williams, 1950),

with a plastron that probably extended over a meter in length, whereas the Hispaniola species *C. marcanoi* (greatest length of plastron: 366 mm) and *C. gersoni* **sp. nov.** (281.2 mm) were significantly smaller (Albury et al., 2018).

Apart from *C. alburyorum*, which has become a study model in the region (Franz et al., 2020; Hastings et al., 2014; Kehlmaier et al., 2021; Kehlmaier et al., 2017; Steadman et al., 2020), little is known about the ecology and timing of the extinction of other tortoises in the West Indies (Turvey et al., 2017). Extant members of the genus *Chelonoidis* occupy a wide range of habitats including savannas, xerophytic and open ecosystems, and wet tropical and subtropical forests (Ernst, 1998; Ernst & Leuteritz, 1999a; 1999b; Fritts, 1983; Manzano et al., 2009; Vargas Ramírez et al., 2010; Wang et al., 2011;). In the Galapagos, Fritts (1983) found a correlation between dryness and the carapace size of tortoises from different islands. Tortoises from more xeric habitats had smaller body sizes while the ones inhabiting more mesic regions grew larger. This correlation was interpreted by Fritts (1983) as a response to ecological pressures like shade and food availability. Similarly, *C. gersoni* **sp. nov.** the smallest species of *Chelonoidis* in Hispaniola has only been found until the moment in various dry areas in the southwestern Dominican Republic. Meanwhile, *C. marcanoi* is known from both, the xeric and mesic habitats. On the other hand, *C. cubensis*, a very large tortoise from Cuba, and its remains are often found associated with fauna from open environments (Arredondo, 2007; Orihuela et al., 2020; Viñola-Lopez et al., 2018; Williams, 1950). The gracile and serrated dentaries of *C. marcanoi* and *C. cubensis* (Fig. 2) further suggest that the two species potentially ate soft vegetation and fruits, in contrast with the more robust and deeper dentary of *C. alburyorum* that may have been used to consume harder vegetation. However, all this species with a high diversity of morphologies and ecologies became extinct in the late Pleistocene-Holocene.

In a similar manner in that *Chelonoidis* from the Galapagos islands are an example of island diversification and radiation, *Chelonoidis* in the West Indies has become a suitable example for the study of extinction. No other group of reptiles in the West Indies experienced such level of species losses in the late Quaternary and is only comparable with the extinction of some clades of mammals like the Caribbean sloths and primates. While radiocarbon dates and the association of specimens from archaeological contexts in the Bahamas Archipelago suggest that *Chelonoidis* survived for approximately one to three centuries after the arrival of humans between AD ~700–1000 (Franz et al., 2020; Steadman et al., 2020). The timing and causes of extinction for other species in the region are unknown so far, and the only other species with a radiometric date available is *C. marcanoi* (Kehlmaier et al., 2021), suggesting that it was still present on Hispaniola around 7810 ± 30 years before the present.

ACKNOWLEDGEMENTS

We want to extend our gratitude to all those who helped to collect the fossils study here as part of the field work supported by the Museo Nacional de Historia Natural “Profesor Eugenio de Jesus Marcano”. Thanks to Jason R. Bourque and William Suarez Duque for the thoughtful discussions on the taxonomy of Hispaniola fossil tortoises. Also, want to thank Laureano Gonzalez Ruiz, Juliana Sterli, and Carolina Orioabala for sharing images of *Chelonoidis gringorum*. This manuscript was improved thanks to the input of Carmi M. Thompson, the editor Carlos Surriel and two anonymous reviewers.

REFERENCES

- Albury, N. A., Franz, R., Rimoli, R., Lehman, P., & Rosenberger, A. L. (2018). Fossil land tortoises (Testudines: Testudinidae) from the Dominican Republic, West Indies, with a description of a new species. *American Museum Novitates*, 2018(3904), 1–28.
- Arredondo, C. (2007). Paleofauna, paleoambiente y subsistencia alimentaria de humanos tempranos en el noroeste de cuba central. *Anthropos* 2007. 1 Congreso Iberoamericano de Antropología. (5–9 de marzo de 2007) La Habana, Cuba. CD-ROM: ISBN 959-282-043-0. 679–704.
- Auffenberg, W. (1967). Notes on West Indian tortoises. *Herpetologica*, 23, 34–44.
- Barros, M. S., Silva, A. G., & Ferreira Junior, P. D. (2012). Morphological variations and sexual dimorphism in *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) and *Chelonoidis denticulata* (Linnaeus, 1766) (Testudinidae). *Brazilian Journal of Biology*, 72, 153–161.
- Cadena, E. A., Anaya, F., & Croft, D. A. (2015). Giant fossil tortoise and freshwater chelid turtle remains from the middle Miocene, Quebrada Honda, Bolivia: Evidence for lower paleoelevations for the southern Altiplano. *Journal of South American Earth Sciences*, 64, 190–198.
- Cooke, S. B., Mychajliw, A., Almonte, J. N., Feliz, G., McAfee, R. K., Turvey, S., & Lovett, S. (2018). A Late Pleistocene to Holocene Faunal Community in Pedernales Province, Dominican Republic. Submitted to the 78th Annual Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology, Albuquerque, NM.
- Cooke, S. B., Rosenberger, A. L., & Turvey, S. (2011). An extinct monkey from Haiti and the origins of the Greater Antillean primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2699–2704.
- De la Fuente, M. S., Zacarías, G. G., & Vlachos, E. (2018). A review of the fossil record of South American turtles of the clade Testudinoidea. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 59(2), 269–286.
- Ernst, C. H. (1998). *Geochelone chilensis*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 668, 1–4.
- Ernst, C. H., & Leuteritz, T. E. J. (1999a). *Geochelone carbonaria*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 690, 1–7.
- Ernst, C. H., & Leuteritz, T. E. J. (1999b). *Geochelone denticulata*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 691, 1–6.
- Franz, R., Albury, N. A., & Steadman, D. W. (2020). Extinct tortoises from the Turks and Caicos Islands. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 58(1), 1–38.
- Franz, R., & Franz, S. E. (2009). A new fossil land tortoise in the genus *Chelonoidis* (Testudines: Testudinidae) from the northern Bahamas, with an osteological assessment of other neotropical tortoises. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 49, 1–44.

- Franz, R., & Woods, C. A. (1983). A fossil tortoise from Hispaniola. *Journal of Herpetology*, 17, 79–81.
- Fritts, T. H. (1983). Morphometrics of Galapagos tortoises: evolutionary implications. In R. I. Bowman, M. Berson, and A. E. Leviton, (Eds.) *Patterns of evolution in Galapagos organisms* (107–122). AAAS Pacific Division.
- Geneva, A. J., Hilton, J., Noll, S., & Glor, R. E. (2015). Multilocus phylogenetic analyses of Hispaniolan and Bahamian trunk anoles (distichus species group). *Molecular phylogenetics and evolution*, 87, 105–117.
- Graham, A. (2003). Geohistory models and Cenozoic paleoenvironments of the Caribbean region. *Systematic Botany*, 28, 378–386.
- Hastings, A. K., Krigbaum, J., Steadman, D. W., & Albury, N. A. (2014). Domination by reptiles in a terrestrial food web of the Bahamas prior to human occupation. *Journal of Herpetology*, 48(3), 380–388.
- Hulbert Jr., R. C. (Ed.). 2001. *The fossil vertebrates of Florida*. Gainesville: University Press of Florida.
- Iturralde-Vinent, M. A. (2006). Meso-Cenozoic Caribbean paleogeography: implications for the historical biogeography of the region. *International Geology Review*, 48, 791–827.
- Iturralde-Vinent, M. A., & MacPhee, R. D. E. (1999). Paleo-geography of the Caribbean region: Implications for Cenozoic biogeography. *American Museum of Natural History Bulletin*, 238, 1–95.
- Joyce, W. G., & Bell, C. J. (2004). A review of the comparative morphology of extant testudinoid turtles (Reptilia: Testudines). *Asiatic Herpetological Research*, 10, 53–109.
- Judd, W. S. (2007). Revision of Miconia sect. Chaenopleura (Miconieae, Melastomataceae) in the Greater Antilles. *Systematic Botany Monographs*, 81, 1–235.
- Kehlmaier, C., Albury, N. A., Steadman, D. W., Graciá, E., Franz, R., & Fritz, U. (2021). Ancient mitogenomics elucidates diversity of extinct West Indian tortoises. *Scientific reports*, 11(1), 1–9.
- Kehlmaier, C., Barlow, A., Hastings, A. K., Vamberger, M., Pajmans, J. L. A., Steadman, D. W., Albury, N. A., Franz, R., Hofreiter, M., & Fritz, U. (2017) Tropical ancient DNA reveals relationships of the extinct Bahamian giant tortoise *Chelonoidis alburyorum*. *Proceedings of the Royal Society B*, 284, 20162235. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2235>.
- Landestoy T., M. A., Turner, D. B., Marion, A. B., & Hedges, S. B. (2018). A new species of Caribbean toad (Bufonidae, *Peltophryne*) from southern Hispaniola. *Zootaxa*, 4403, 523–539.
- Leidy, J. (1868). Notice of some vertebrate remains from the West Indian Islands. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 178–180.
- Leuteritz, T. E., & Gantz, D. T. (2013). Sexual dimorphism in radiated tortoises (*Astrochelys radiata*). *Chelonian Research Monographs*, 6, 105–112.

- Lourenço, J. M., Claude, J., Galtier, N., & Chiari, Y. (2012). Dating cryptodiran nodes: origin and diversification of the turtle superfamily Testudinoidea. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(1), 496–507.
- Manzano, A. S., Noriega, J. I., & Joyce, W. G. (2009). The tropical tortoise *Chelonoidis denticulata* (Testudines: Testudinidae) from the late Pleistocene of Argentina and its paleoclimatological implications. *Journal of Paleontology*, 83(6), 975–980.
- Maurrasse, F., Pierre-Louis, R., & Rigaud, J. G. (1980). Cenozoic facies distribution in the southern peninsula of Haiti and the Barahona Peninsula, Dominican Republic, and its relations concerning tectonic evolution of the La Selle-Baoruco block. *Caribbean Geology, Collected Contributions*, 9, 1–24.
- McRae, W. A., Landers, J. L., & Cleveland, G. D. (1981). Sexual dimorphism in the gopher tortoise (*Gopherus polyphemus*). *Herpetologica*, 46–52.
- Orihuela, J., Viñola-Lopez, L. W., Vázquez, O. J., Mychajliw, A. M., de Lara, O. H., Lorenzo, L., & Soto-Centeno, J. A. (2020). Assessing the role of humans in Greater Antillean land vertebrate extinctions: New insights from Cuba. *Quaternary Science Reviews*, 249, 106597.
- Oriozabala, C., Sterli, J., & Ruiz, L. G. (2017). Morphology of the mid-sized tortoises (Testudines: Testudinidae) from the Middle Miocene of Northwestern Chubut (Argentina). *Ameghiniana*, 55(1), 30–55.
- Parham, J. F., Papenfuss, T. J., Van Dijk, P. P., Wilson, B. S., Marte, C., Schettino, L. R., & Simison, W. B. (2013). Genetic introgression and hybridization in Antillean freshwater turtles (Trachemys) revealed by coalescent analyses of mitochondrial and cloned nuclear markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67(1), 176–187.
- Poulakakis, N., Edwards, D. L., Chiari, Y., Garrick, R. C., Russello, M. A., Benavides, E., Watkins-Colwell, G. J., Glaberman, S., Tapia, W., Gibbs, J. P., & Cayot, L. J. (2015). Description of a new Galápagos giant tortoise species (*Chelonoidis*; Testudines: Testudinidae) from Cerro Fatal on Santa Cruz island. *PLoS One*, 10(10), e0138779.
- Pritchard, P. C. H. (2013). Madagascar: Island Continent of Tortoises Great and Small. *Chelonian Research Monographs*, 6, 17–24.
- Ramer, J. (2004). A survey of Ricord's iguanas (*Cyclura ricordii*) and Rhinoceros iguanas (*Cyclura cornuta cornuta*) in Isla Cabritos National Park, Dominican Republic 2003: A preliminary report. *Iguana*, 11, 88–95.
- Schwartz, A. (1980). The herpetogeography of Hispaniola West Indies. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands*, 61(1), 86–127.
- Sly, N. D., Townsend, A. K., Rimmer, C. C., Townsend, J. M., Latta, S. C., & Lovette, I. J. (2011). Ancient islands and modern invasions: disparate phylogeographic histories among Hispaniola's endemic birds. *Molecular Ecology*, 20(23), 5012–5024.
- Steadman, D. W., Albury, N. A., Carlson, L. A., Franz, R., LeFebvre, M. J., Kakuk, B., & Keegan, W. F. (2020). The paleoecology and extinction of endemic tortoises in the Bahamian Archipelago. *The Holocene*, 30(3), 420–427.


- Steadman, D. W., Almonte Milan, J. N., & Mychajliw, A. M. (2019). An extinct eagle (Aves: Accipitridae) from the Quaternary of Hispaniola. *Journal of Raptor Research*, 53(3), 319–333.
- Turvey, S. T., Almonte, J., Hansford, J., Scofield, R. P., Brocca, J. L., & Chapman, S. D. (2017). A new species of extinct late Quaternary giant tortoise from Hispaniola. *Zootaxa*, 4277(1), 1–16.
- Turvey, S. T., Peters, S., Brace, S., Young, R. P., Crumpton, N., Hansford, J., Nuñez-Miño, J. M., King, G., Tsalikidis, K., Ottenwalder, J. A., Timpson, A., Funk, S.M., Brocca, J.L., Thomas, M. G., & Barnes, I. (2016). Independent evolutionary histories in allopatric populations of a threatened Caribbean land mammal. *Diversity and Distributions*, 22, 589–602. <https://doi.org/10.1111/ddi.12420>.
- Vargas Ramírez, M., Maran, J., & Fritz, U. (2010). Red-and yellow-footed tortoises, *Chelonoidis carbonaria* and *C. denticulata* (Reptilia: Testudines: Testudinidae), in South American savannahs and forests: do their phylogeographies reflect distinct habitats? *Organisms Diversity & Evolution*, 10(2), 161–172.
- Viñola-Lopez, L. W., Garrido, O. H., & Bermudez, A. (2018). Notes on *Mesocapromys sanfelipensis* (Rodentia: Capromyidae) from Cuba. *Zootaxa*, 4410(1), 164–176.
- Viñola-Lopez, L. W., Bloch, J. I., Almonte, J. N., & LeFebvre, M. (2022). The biogeography and timing of extinction of endemic rodent on Hispaniola during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*. [Manuscript submitted for publication].
- Vlachos, E. (2018). A review of the fossil record of North American turtles of the clade Pan-Testudinoidea. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 59(1), 3–95.
- Wang, E., Donatti, C. I., Ferreira, V. L., Raizer, J., & Himmelstein, J. (2011). Food habits and notes on the biology of *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) (Testudinidae, Chelonia) in the southern Pantanal, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 6(1), 11–19.
- Williams, E. E. (1950). *Testudo cubensis* and the evolution of western hemisphere tortoises. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 95(1), 1–36.
- Williams, E. E. (1952). A new fossil tortoise from Mona Island, West-Indies, and a tentative arrangement of the tortoises of the world. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 99(9), 545–560.
- Zacarias, G. G., de la Fuente, M. S., Fernández, M. S., & Zurita, A. E. (2013). Nueva especie de tortuga terrestre gigante del género *Chelonoidis* Fitzinger, 1835 (Cryptodira: Testudinidae), del Miembro inferior de la Formación Toropí/Yupoí (Pleistoceno tardío/Lujanense), Bella Vista, Corrientes, Argentina. *Ameghiniana*, 50(3), 298–318.

Citation: Viñola-Lopez, L. W., & Almonte, J. N. (2022). Revision of the fossil land tortoises (Testudines: testudinidae) from Hispaniola with the description of a new species, Dominican Republic *Novitates Caribaea*, (20), 11–29. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.302>.

NATALUS PRIMUS (CHIROPTERA: NATALIDAE),
DE CUEVA LAS ANEMOLITAS, GIBARA, ESTE DE CUBA

Natalus primus (Chiroptera: Natalidae),
from Las Anemolitas Cave, Gibara, East of Cuba

Luis Mariano Rodríguez Garrido

Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Biología, Instituto Preuniversitario “Luis Martínez Almaguer”, Calle 30 de noviembre # 2, c/ Avenida de Ávilas y Calle #14, Gibara 82100, Holguín, Cuba.  orcid.org/0000-0003-0785-2647; luismariano@ho.rimed.cu

[Recibido: 25 de enero, 2022. Aceptado para publicación: 17 de mayo, 2022]

RESUMEN

Se registra como subfósil a la especie de murciélago endémica *Natalus primus* Anthony, 1919, sobre la base de un cráneo recuperado sobre el piso del Salón de los Megalitos, de la cueva Las Anemolitas, municipio de Gibara, al norte del oriente de Cuba. El ejemplar aquí referido fue comparado con materiales craneales de otros murciélagos cubanos, con análisis de caracteres cualitativos y cuantitativos, así como con medidas, fotos, y dibujos existentes en la bibliografía. Este natálido se encuentra actualmente extirpado en la mayor parte del territorio cubano, con solo una población relictica en una caverna del extremo occidental del archipiélago. El presente hallazgo de *N. primus* demuestra la diversidad de quirópteros que antaño presentó la región donde se ubica el depósito fosilífero aquí tratado.

Palabras clave: *Natalus primus*, registro fósil, Cueva Las Anemolitas, Cupeicillo, Gibara, Cuba.

ABSTRACT

It is registered as a subfossil of the endemic bat species *Natalus primus* Anthony, 1919, on the basis of a skull recovered on the floor of the Salón de los Megalitos, from the cave Las Anemolitas, municipality of Gibara, in the north of eastern Cuba. The specimen referred here was compared with cranial materials of other Cuban bats, with analysis of qualitative and quantitative characters, as well as with measurements, photos, and existing drawings in the bibliography. This natalid is currently extirpated in most of the Cuban territory, with only a relict population in a cave in the western end of the archipelago. The present finding of *N. primus* demonstrates the diversity of Chiroptera that once existed in the region where the fossil deposit treated here is located.

Keywords: *Natalus primus*, fossil record, Las Anemolitas Cave, Cupeicillo, Gibara, Cuba.



INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son los únicos mamíferos capacitados para volar (Martínez, 2011; Simmons, 2005; Varona, 1980), y constituyen el segundo orden mejor representado en la clase Mammalia, luego de Rodentia. Conforman algo más del 20 % de los mamíferos actuales, y solo no habitan la Antártida. Hasta el 2005, 1100 especies se encontraban agrupadas en 200 géneros –250 con la suma de los táxones fósiles–, con 18 familias vivientes y 6 extintas (Gunnell y Simmons, 2005; Simmons, 2005), mayormente del suborden Microchiroptera (Sevilla García, 1988, p. 116), únicos capaces de ecolocalizar (Lehel, 2006). En la actualidad (2022), según datos moleculares, se han reconocido 3 nuevas familias, y descrito más de 5 nuevos géneros, adicionalmente más de 175 nuevas especies han sido nombradas, mientras 120 especies han dejado de ser sinónimos desde 2005 (Simmons y Cirranello, 2022). Se han reportado 380 especies y 98 géneros de murciélagos neotropicales (Solary y Martínez-Arias, 2014).

Restos fosilizados se registran desde el Eoceno Temprano (51 ma), (Gunnell y Simmons, 2005). El taxon más antiguo conocido es *Icaronycteris index* Jepsen, 1966 [Icaronycteridae] de Norteamérica (Gunnell y Simmons, 2005; Jepsen, 1966). Análisis moleculares recientes sitúan a los protoquirópteros, posiblemente existentes a inicios del Terciario 70 Ma (Lehel, 2006), agrupados en el clado Laurasiatheria (Mancina y Borroto-Páez, 2011). Se conocen 5 géneros extintos referidos a la superfamilia Nataloidea por Simmons y Geisler (1998), no considerados miembros estrictos de Natalidae (Morgan y Czaplewski, 2003), y especies extintas en varios continentes (Mancina, 2011; Martín, 1972).

La familia Natalidae Gray, 1866, restringida al Neotrópico Americano (Morgan y Czaplewski, 2003), fue considerada monogenérica (*Natalus* Gray, 1838), con tres subgéneros (Mitchell, 1965; Tejedor et al., 2005), donde *Natalus* es el género más diverso (Tejedor, 2011; Tabla V). Según Goodwin (1959), este género agrupa tres especies, una *N. major* Miller, 1902, es propia de las Antillas Mayores (Baker y Genoways, 1978; Griffiths y Klingener, 1988), con tres subespecies: *N. m. primus* Anthony, 1919 [Cuba], *N. m. jamaicensis* Goodwin, 1959 (Jamaica), y *N. m. major* Goodwin, 1959 (La Española), (Hoffman et al., 2019; Hoyt y Baker, 1980; Silva Taboada, 1974; Tejedor et al., 2004; Tejedor et al., 2005, entre otros). Cuba es centro de biodiversidad de murciélagos en el Caribe, con 27 especies vivientes (Hoffman et al., 2019; Orihuela et al., 2020), donde tres especies de natálidos son cavernícolas obligados (García Rivera y Mancina, 2011). Desde 1837, cuando por vez primera el naturalista Gervais hace mención de murciélagos hoy pertenecientes a la familia Natalidae (al estudiar materiales procedentes de una expedición a Cuba), la taxonomía de este grupo ha sido muy controvertida (Ottenwalder y Genoways, 1982).

Las especies de Natalidae tienen necesidad de vivir en cuevas, son de alimentación insectívora, con orejas en forma de embudo y presencia de órgano natálido en los machos, formado por una glándula en forma de saco situada al dorso de la base del hocico, que en *Natalus* es grande, con forma de campana que le cubre toda el área facial (Álvarez-Castañeda, 1999; Hoyt y Baker, 1980). *Natalus primus* es el mayor de los natálidos (Goodwin, 1959; Tejedor, 2011; Tejedor et al., 2005). Sus restos fosilizados han sido reportados en Ralph's Cave, Abaco, Bahamas, con antigüedad de 3700–3570 AP (Soto-Centeno y Steadman, 2015). En Cuba se consideró extinto hasta 1992 (Walker et al., 1975), cuando fue descubierta una colonia en una cueva del occidente de la isla (García Rivera y Mancina, 2011; Tejedor et al., 2004; Tejedor et al., 2005). Su historia natural se conoce de cueva La Barca, en el occidente cubano (500 metros de espeleometría, compuesta por seis cámaras y dos cuerpos de agua), considerada una cueva neotropical caliente, con pequeñas entradas y topografía que permite una mínima ventilación, donde una de sus cámaras se caracteriza

por mantener unos 26–40 °C de temperatura y una humedad relativa mayor de 90 %, características de este tipo de cueva (Tejedor et al., 2005). Las cámaras restantes son de “temperatura de fase”, donde las condiciones climáticas son intermedias; cerca del 80 % de las localidades fósiles de *N. primus* en Cuba y otras islas del Caribe son cuevas calientes (Tejedor et al., 2004).

En la presente contribución registramos un nuevo cráneo subfósil de *Natalus primus*, recuperado en la cueva de Las Anemolitas, Gibara, en el extremo oriental del archipiélago.

OBJETIVO

-Registrar la presencia de *Natalus primus* sobre la base de un cráneo subfósil recuperado del piso de la cueva Las Anemolitas, Gibara, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Cueva Las Anemolitas se localiza en el Municipio Gibara, al norte de la provincia de Holguín, al oriente de Cuba (76° 07' 54" de longitud oeste y los 21° 06' 34" de latitud norte), con un área de 619 km² de extensión (Fig. 1). Sus límites son el océano Atlántico al Norte, y los municipios siguientes, dentro de la isla mayor: Holguín, al Sur; Rafael Freyre, al Este; y Calixto García al Oeste (Fernández Velázquez et al., 2014). A través de su extensión se observan tres regiones naturales que incluyen: 1) Llanura Costera (norte); 2) Sierra de Gibara (oeste), donde se destacan dos grupos montañosos: Alturas de Cupeicillo, y más al sur la Sierra de la Candelaria, con altura máxima del municipio, 243 metros en la Loma de Abelardo; 3) Llanuras Onduladas de Colinas Residuales (suroeste). Casi el 50 % de la superficie municipal está compuesta por rocas calizas, sedimentadas en mares poco profundos del Cretácico Inferior, que han permitido el desarrollo de diversos accidentes cársticos. El área cárstica de la región ha sido clasificada como cónico y de torres, dentro de la región Maniabón (Núñez Jiménez, 1984), con predominio de diferentes formas: dolinas, cenotes, aguadas, lapiez, colgadizos marinos y cuevas. La cueva ‘Las Anemolitas’ es una de estas cavidades, situada a 100 metros de altitud en el llamado Cerro Negro, localizada en el sector SO de la estribación oriental de la Sierra de Cupeicillo, a 4 km de la ciudad de Gibara (Fig. 2). Las rocas donde se abre pertenecen a la Formación Embarcadero, con edad estimada entre Paleoceno Superior-Eoceno Medio (Fernández et al., 2014). La cavidad presenta 5 entradas, y sus galerías se desarrollan en dos direcciones, NNE y SSE, su espeleometría llega a alcanzar los 630 metros de longitud.



Figura 1. Ubicación de la localidad de Gibara en el nordeste cubano.



Figura 2. Situación de la cueva Las Anemolitas en el Cerro Negro, Gibara.

Materiales y ordenamiento taxonómico. Las comparaciones directas se efectuaron con material craneal de los géneros de Chiroptera presentes en la región donde se ubica el depósito: *Chilonatalus* Miller, 1898, y *Nyctiellus* Gervais, 1855, depositado en la colección del Museo de Historia Natural de Gibara “Joaquín Fernández de la Vara Pi” (MHNG 2422–2432), y las colecciones particulares del espeleólogo Alexis García Silva (ASG 398–407), y del autor (LMR–Q 674–684). Los caracteres cualitativos de niveles genérico y específico identificados son los descritos e ilustrados por Silva Taboada (1979), (clave dicotómica para los caracteres internos); Tejedor (2011) y Tejedor et al. (2005), entre otros. El arreglo sistemático sigue la lista taxonómica combinada de Vela Rodríguez y León Serafín (2007), y la actualización taxonómica de Vela Rodríguez y Silva Taboada (2020). La terminología dental es la propuesta por Duque-Osorio et al. (2009). Las observaciones del cráneo se realizaron con un estereoscopio Novel, HG661414. Las medidas (mm), se tomaron con un calibrador Vernier de precisión 0.05 mm.

RESULTADOS

Sistemática paleontológica

Clase Mammalia Linneo, 1758
 Orden Chiroptera Blumembach, 1779
 Suborden Microchiroptera Dobson, 1875
 Superfamilia Vespertilionoidea Weber, 1928

Familia Natalidae Gray, 1866
 Género *Natalus* Gray, 1838

El cráneo en estudio es referido al género *Natalus* por presentar fórmula dentaria craneal: I2, C1; PM3, M3 = 18 dientes (Silva Taboada, 1979; Walker et al., 1975). Cráneo largo y estrecho, hocico elongado con elevación marcada de su ápice y una característica acanaladura entre los huesos nasales. Longitud occipito-premaxilar mayor de 19 mm; diámetro cerebral menor de 11 mm; presencia de forámenes palatinos anteriores (bóveda palatina sin escotadura en el borde anterior); bóveda palatina no penetrada por la fosa interpterigoidea; diámetro anteorbital mayor de 3.9 mm; longitud occipito-premaxilar menor de 21.5 mm; diámetro anteorbital menor de 5.5 mm (Silva Taboada, 1979).

Natalus primus Anthony, 1919
Murciélago de Orejas de Embudo Grande

Material Referido: Cráneo [ASG-1233] con fractura del hemisferio izquierdo y escasa abrasión, colectado por Sandy Villar, en 2010 sobre un gran megalito en el piso del salón de igual nombre, cueva Las Anemolitas, municipio Gibara, provincia Holguín.

Comparaciones y descripción. El cráneo objeto del presente estudio es de color amarillento, y poco mineralizado, alargado, con caja cerebral ovalada, globosa, con cresta sagital poco desarrollada (Fig. 3A). Rostro inflado dorsoventralmente, largo (causado por la elongación rostral del premaxilar, medido desde la parte más estrecha de la constricción anteorbital hasta el ápice) en relación con la longitud total del cráneo, mayor que en las demás especies del género; formando diastema entre el canino y los incisivos—algunos autores (Sevilla García, 1988: 126), lo atribuyen a la común pérdida del I3 en murciélagos insectívoros. Ápice del rostro recurvado hacia arriba (Fig. 3B), con surco largo y profundo entre los nasales; bóveda craneana más alta en la región interparietal, lateralmente no elevada de forma abrupta sobre el plano de los huesos nasales (rostro), sino en un ángulo menor de 55° con el plano de la superficie de estos. Punto de flexión entre rostro y neurocráneo situado ligeramente más caudal, o posterior, al borde rostral (anterior) de la órbita. Constricción anteorbital con lados divergentes rostralmente; maxilar convexo (inflado) sobre los molares. Foramen infraorbitario abierto lateralmente, con un largo canal infraorbital, extendido desde P2 al M2. Ventralmente los bordes internos de las hileras dentarias son casi paralelos, con erupción total de la dentición (adulto), forámenes palatinos anteriores situados a nivel del borde anterior de los caninos, fosa basiesfenoidea dividida por un tabique. La fórmula dental craneal: I2, C1, PM3, M3 x 2, molares con patrón W marcado (Silva Taboada, 1979), tipo dilambdodonto [sin fusión de las cúspides principales externas (paracono-metacono)], adquiriendo sus ectolophos o crestas, al irradiar (labial o bucalmente) formas de W, donde la cúspide protocono queda fuera del recorrido del ectolopho, o puede estar ausente, situándose labial al paracono, formando un valle entre ambos (cuenca protoconal del Trígono), la cual recibe al Talónido del molar inferior durante la oclusión, posterior a esta se sitúan el hipocono y la cuenca hipoconal (Freeman, 1998); las tres puntas de la W serían cúspulos nombrados antero-posteriormente (parastylo, mesostylo y distostylo), una característica de la dentición de otras familias de murciélagos insectívoros como Vespertilionidae; en estos mamíferos cada molar mandibular ocluye entre dos superiores, donde los PM4 forman parte funcional de la hilera molar, allí ocluyen los molares dilambdodontos de altas cúspides (Duque-Osorio et al., 2009, Fig. 9B; Gunnell y Simmons, 2005). Fosa basiesfenoidea larga y profunda, cóncava (como *Chilonatalus*), forma una doble concavidad mediante una cresta medial longitudinal, con fenestra esfenoidea postorbital presente. Región interparietal más alta que la supraoccipital, con dos pares de largas fenestras palatinas entre los últimos molares maxilares (Fig. 3C).

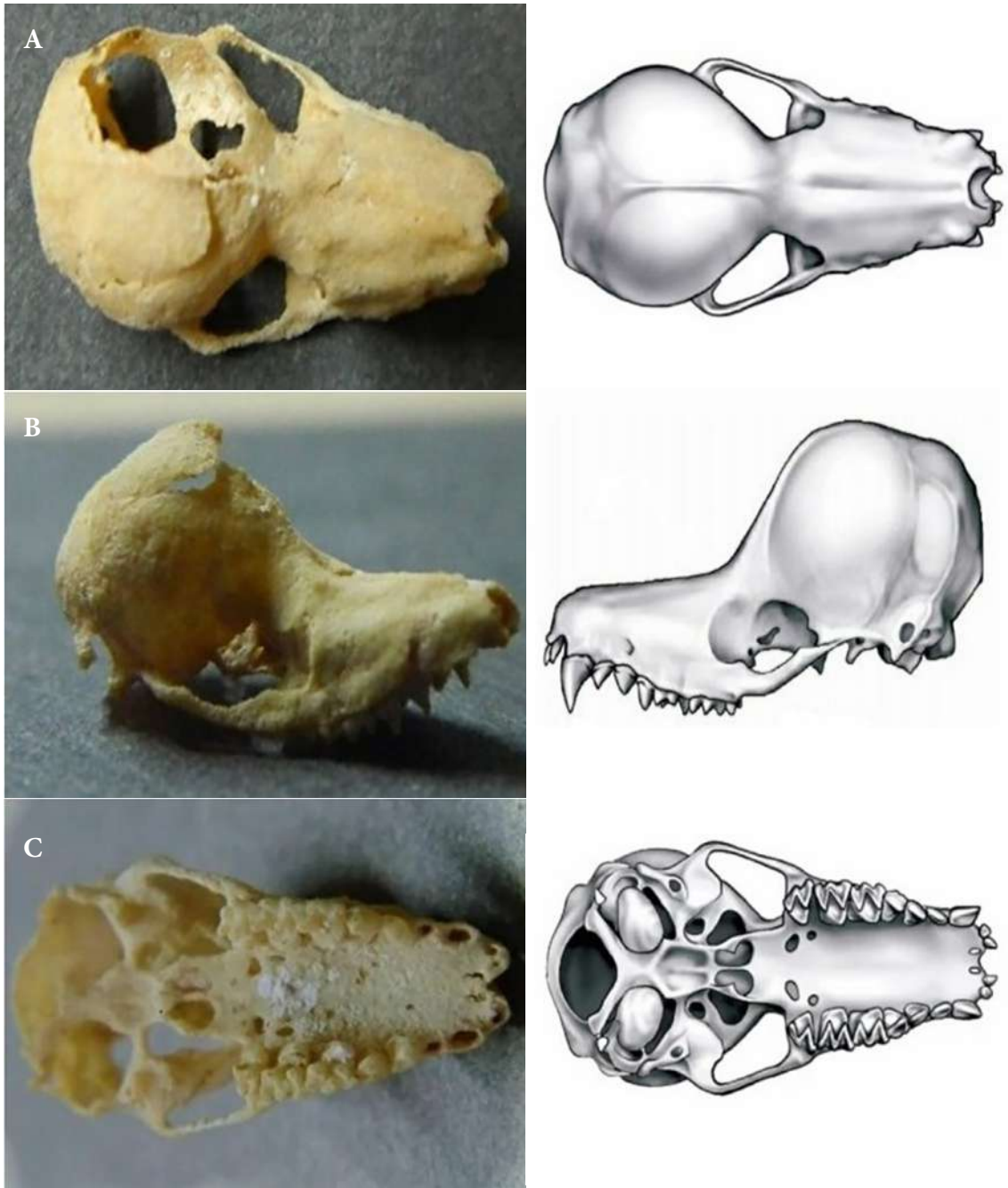


Figura 3. Cráneo de *Natalus primus* recuperado en Cueva Las Anemolitas, comparado con Tejedor et al. (2005). **A)** Vista sagital; **B)** vista lateral; **C)** vista oclusal.

La especie *Chilonatalus macer* (Miller, 1914) se diferencia por presentar cráneo pequeño y alargado, con menor longitud, 13.5–14.7 mm (Kerridge y Baker, 1978; Silva Taboada, 1979); rostro tan largo como la caja cerebral; fosa interpterigoidea dividida longitudinalmente por un tabique; premolares sucesivamente mayores, caja cerebral levantada de forma abrupta con relación al rostro (en ángulo dorsal a la órbita, en vista lateral), y fosas basiesfenoideas divididas en dos por cresta longitudinal con lados paralelos (semejante a *Natalus*, pero con cráneo mucho más pequeño) que divergen caudalmente, con un rostro más alargado desde la constricción anteorbital (Kerridge y Baker, 1982), estrecho como el cráneo, con surco entre los nasales, caja cerebral globular y delicada, elevándose desde el rostro en una curva de suave pendiente situada dorsal a la órbita (moderada flexión rostral), maxilar convexo dorsal a los molares (Tejedor, 2011, Tabla IV).

El taxon *Nyctiellus lepidus* (Gervais, 1837), difiere por la extremadamente pequeña longitud de su cráneo (12.5–14 mm), considerado el miembro más pequeño de la familia, y uno de los murciélagos más pequeños del mundo (Tejedor, 2011), cráneo poco inflado, caja cerebral baja, con ancho y profundo rostro, y cresta sagital muy alta, arco cigomático robusto (profundo) en relación al último molar; la emarginación palatina premaxilar y los incisivos superiores, casi se tocan entre sí a lo largo de la línea media; maxila hinchada sobre los dientes molares, con leve flexión craneal; porción anterior de los arcos cigomáticos más anchos que dos veces la altura de los últimos molares; fosas basiesfenoideas no divididas por cresta longitudinal que lo diferencia del género *Natalus* (Tejedor, 2011).

En *N. primus* (Fig. 6), existe dimorfismo sexual con variaciones morfométricas notables, el género en las Antillas mayores posee mayor tamaño que sus representantes continentales, además, las muestras fósiles de este género atribuidas al Pleistoceno son de mayor longitud, respecto a las tomadas en ejemplares vivientes en cuatro dimensiones craneales seleccionadas para el estudio: en ejemplares pleistocénicos la longitud occipito-premaxilar es 19.7–20.4 mm (Tejedor et al., 2004, Tabla III), mientras en los vivientes es solo 18.5–19.9 mm (Tejedor et al., 2004, Tabla II), valores indicativos de variación geográfica y cronológica (Tejedor et al., 2004).



Figura 6. Aspecto de *Natalus primus*.

Un estudio de la literatura (autores mencionados) permitió constatar caracteres cuantitativos presentes en el espécimen aquí tratado (Tabla I), los cuales separan cualquier otro natálido antillano: longitud occipito-premaxilar 18.1–19.9 (García Rivera y Mancina, 2011; Tejedor, 2011; Tejedor et al., 2005).

Tabla I. Medidas en el cráneo ASG–1233, cueva Las Anemolitas, Gibara, Cuba

Medidas	(mm)
Longitud del cráneo	18.9
Anchura del cráneo	8.6
Anchura cigomática	9.3
Anchura postorbital	3.4
Anchura entre molares	6.6

DISCUSIÓN

El cráneo ASG- 1233 es referido aquí a *Natalus primus* Anthony, con localidad tipo Cueva de los Indios, en Daiquirí, provincia de Santiago [antiguamente Oriente] de Cuba (Anthony, 1919; Varona, 1974), ubicada a 106 km (66 millas) de distancia del presente hallazgo. Este taxon es considerado como el mayor de los natálidos (Goodwin, 1959; Tejedor, 2011; Tejedor et al., 2005). La especie se conocía por restos óseos en 22 localidades fosilíferas de Cuba e Isla de la Juventud [= Isla de Pinos] (Tejedor, 2011), hasta 1992, cuando fue descubierta una colonia en la cueva La Barca (véase Introducción), situada al occidente de la isla (García Rivera y Mancina, 2011; Tejedor et al., 2004; Tejedor et al., 2005), hallazgo que amplió la distribución conocida para este pequeño mamífero alado, actualmente en peligro crítico de extinción (García Rivera y Mancina, 2011; Mancina y Borroto-Páez, 2011; Orihuela et al., 2020). Los miles de ejemplares hallados de esta especie ocupan las cámaras calientes, colgando en grupos aislados lejos de la entrada cerca de un metro de alto, en grupos de algunas docenas a cientos de ejemplares para controlar la temperatura, sostenidos de una o ambas extremidades, sin contacto ventral con el substrato, y regularmente espaciados, a más de 10 cm (Tejedor, 2011; Tejedor et al., 2004). Convive con seis especies: *Pteronotus parnellii*, *Mormoops blainvillei*, *Brachyphylla nana*, *Erophylla zezekorni*, *Artibeus jamaicensis* y *Chilonatalus micropus*. Al parecer el *N. primus* realiza una suerte de migración estacional fuera de la cueva, algo improbable en otros natálidos (Tejedor et al., 2004).

La fauna viviente y extinguida de murciélagos conocida de Gibara, cuenta con 20 especies, agrupadas en 17 géneros bajo 5 familias, incluida Natalidae, representada por los géneros: *Nyctiellus* en 12 cuevas, *Chilonatalus* en 3 cuevas, conviviendo ambas sintópicamente en dos de ellas. Se han encontrado ambos géneros en estado fósil en una de ellas. En el cuaternario antillano, 27 especies de murciélagos han sufrido extinción (Tejedor et al., 2004), y el 75 % de los eventos de extinción han involucrado a murciélagos cavernarios. La casi extinción de *Natalus primus* parece estar dada por la dependencia a vivir perchando (colgando) dentro de las cuevas, lo cual introduce un alto grado de estoclasticidad en los murciélagos cavernarios obligados. Su limitada capacidad de dispersión debido a su vuelo lento, extrema tendencia a la deshidratación, especialización para vivir en las cada vez más escasas cuevas calientes, con frecuente colapso

de secciones de estas cuevas (eventos de extirpación asociados a accidentes estocásticos) debido a la erosión, causan el descenso de la temperatura interior alterando su ecosistema (Tejedor et al., 2004).

CONCLUSIONES

La cueva Las Anemolitas parece haber sido por algún tiempo un lugar muy caliente y húmedo, ideal para ser habitado por especies de murciélagos cavernarios obligados, como los representantes de la familia Natalidae, incluyendo el *N. primus*. Posteriormente, factores abióticos como el calor, la oscuridad, humedad y otros, parecen haber sido alterados por algún derrumbe que finalmente comunicó la cueva con el exterior (a través de la entrada hoy llamada El Mirador), con cambios en las condiciones interiores y causando la desaparición de la comunidad de murciélagos cavernarios local del Salón de los Megalitos (nombrado así por la gran cantidad de enormes clastos resultantes de un antiguo derrumbe). En esta cueva existió la más alta diversidad de especies de quirópteros (11) en la región que tratamos, de ellas tres vivientes, seis conocidas por restos óseos recientes y dos fosilizados. El área de la geografía gibareña, región con favorables factores naturales, gran variedad y abundancia de nichos ecológicos para ser explotados -elevado número de cuevas, extensa región forestal, y gran área con techos de tejas de construcción colonial en la ciudad cabecera, que sirven de refugio a especies insectívoras. La cueva Las Anemolitas es la espelunca de la región, con mayor representatividad de especies, donde habitan la cavidad: *Macrotus waterhousei*, *Tadarida brasiliensis* y *Nyctiellus lepidus*. Restos óseos recientes procedentes de esta cueva han sido identificados como *Artibeus jamaicensis*, *Phyllops falcatus* (como visitantes ocasionales o resultado de la depredación por lechuzas [=Tytonidae], *Pteronotus quadridens*, *Brachyphylla nana*, *Monophyllus redmani* y *Phyllonycteris poeyi*. Los táxones identificados en base a elementos en estado fósil incluyen a *Mormoops blainvillei* y la especie aquí registrada, *N. primus*.

AGRADECIMIENTOS

Las primeras versiones del manuscrito fueron mejoradas gracias a la revisión crítica hecha por el Dr. William Suárez. A Orlando Sánchez Tamayo y Luis Ángel Rodríguez, por su colaboración durante las comparaciones y mediciones realizadas. Sandy Villar Bermúdez por las fotos que acompañan la investigación. Carlos Suriel y revisores anónimos mejoraron sustancialmente la versión final.

REFERENCIAS

- Álvarez-Castañeda, S. T. (1999). Familia Natalidae. En S. T. Álvarez-Castañeda, & J. L. Patton (Eds.), *Mamíferos del Noroeste de México* (67–76). Centro de Investigaciones Biológicas del noroeste.
- Anthony, H. E. (1919). Mammals collected in eastern Cuba in 1917, with description of two new species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 41, 625–643.
- Baker, R. J., & Genoways, H. H. (1978). Zoogeography of Antillean Bats. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Special Publication*, 13, 53–97.
- Duque-Ororio, J. F., Ortiz Salazar, M. A., Salazar-Monsalve, L., & Mejía Pavony, C. A. (2009). Mamíferos: Evolución y Nomenclatura Dental. *Revista Estomatología*, 17(2), 30–44.
- Fernández Velázquez, A., Sigarreta Vilches, S., Suárez Terán, S. I., Peña Rodríguez, C., Vega Torres, A., González Gutiérrez, P. A., Rodríguez, Y., Fernández Cruz, P. S., Hernández Marrero, D., Esnard Hernández, B., Urbino Rodríguez, J., Laffita Gámez, O., Córdova García, E. A., & Leyva Bermudez, O. (2014). Monografía 1: *Caracterización ambiental del municipio Gibara e identificación de factores de amenaza a la flora y la fauna*. Centro de Investigaciones y Servicios Tecnológicos de Holguín, (CISAT), 1–135.
- Freeman, P. W. (1998). Form, Function, and Evolution in Skulls and Teeth of Bats University of Nebraska-Lincoln. *Papers in Natural Resources*. Paper 9. Washington, DC. Smithsonian Institution Press, 1998 (140–156).
- García Rivera, L., & Mancina, C. A. (2011). Murciélagos Insectívoros (3.3). En R. Borroto-Páez y C. A. Mancina (Eds.), *Mamíferos en Cuba* (140–165). Impreso por UPC Print.
- Goodwin, G. G. (1959). Bats of the Subgenus *Natalus*. *American Museum Novitates*, 1977, 22.
- Griffiths, T. A., & Klingener, D. (1988). On the Distribution of Greater Antillean Bats. *Biotropica*, 20(3): 240–251.
- Gunnell, G. F., & Simmons, N. B. (2005). Fossil evidence and the origin of Bats. *Journal of Mammalian Evolution*, 12(1–2), 209–246.
- Hoffman, J. D., Kadlubar, G., Pedersen, S. C., Larsen, R. J., Larsen, P. A., Phillips, C. J., Kwiecinski, G. G., & Genoways, H. H. (2019). Predictors of Bat Species Richness within the Islands of the Caribbean Basin. *Mammalogy Papers: University of Nebraska State Museum*, 293.
- Hoyt, R. A., & Baker, R. J. (1980). *Natalus major*. *Mammalian Species*, 130, 1–3.
- Jepsen, G. L. (1966). Early Eocene Bat from Wyoming. *Science*, 154(3754), 1333–1339.
- Kerridge, D. C., & Baker, R. L. (1978). *Natalus micropus*. *Mammalian Species*, (114), 1–3.
- Lehel, B. S. (2006). Chiropteran Evolution. Where are the limits? Babes – Bolyai University.
- Mancina, C. A. (2011). Introducción a los Murciélagos. En R. Borroto Paez & C. A. Mancina (Eds.), *Mamíferos en Cuba* (123–133). Impreso por UPC Print.

- Mancina, C. A., & Borroto-Páez, R. (2011). Generalidades de los Mamíferos. En R. Borroto Paez y C. A. Mancina (Eds.), *Mamíferos en Cuba* (11–21). Impreso por UPC Print.
- Martín, R. A. (1972). Synopsis of late Pliocene and Pleistocene Bats of North America and the Antilles. *The American Midland Naturalist*, 87(2), 326–335.
- Martínez González, J. (2011). *Protección y Desarrollo de la Fauna*. Editorial Pueblo y Educación.
- Mitchell, G. C. (1965). A Natural History study of the funnel-eared bat *Natalus stramineus* (Tesis sometida a la facultad de Department of the Zoology Master of Science. University of Arizona, USA).
- Morgan, G. S., & Czaplewski, N. J. (2003). A New Bat (Chiroptera: Natalidae) from the early Miocene of Florida, with Comments on Natalid Phylogeny. *Journal of Mammalogy*, 84(2), 729–752.
- Núñez Jiménez, A. (1984). *Cuevas y Carsos*. Editora Militar (EMFAR).
- Orihuela, J., Viñola, L. W., & Viera, R. A. (2020). Nuevas Localidades y Registros de Murciélagos para Cuba, con énfasis en la Provincia de Matanzas. *Novitates Caribaeae*, (15), 96–116. <https://doi.org/10.33800/nc.vi15.218>.
- Ottenwalder, J. A., & Genoways, H. H. (1982). Systematic Review of the Antillean Bats of the *Natalus micropus* – complex (Chiroptera: Natalidae). *Annals of the Carnegie Museum of Natural History*, 51.
- Sevilla García, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario Español. *Paleontologia i evolució*, 22, 113–233.
- Silva Taboada, G. (1974). Fossil Chiroptera from Cave Deposits in Central Cuba, with Description of Two New Species (Genera *Pteronotus* y *Mormoops*) and the First West Indian Record of *Mormoops megalophylla*. *Acta Zoologica Cracoviensia*, (3), Tomo XIX. 31. V.
- Silva Taboada, G. (1979). *Los Murciélagos de Cuba*. Editorial Academia de Ciencias, Cuba.
- Simmons, N. B. (2005). An Eocene Big Bang for Bats. Perspectives. *Evolution. Science*, 307(5709), 527–528. <https://doi.org/10.1126/science.1108871>.
- Simmons, N. B., & Cirranello, A. L. (2022). Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database. <https://batnames.org/about.html>.
- Simmons, N. B., & Geisler, J. H. (1998). Phylogenetic relationships of Icaronycteris, Archaeonycteris, Hassianycteris, and Palaeochiropteryx to extant bat lineages, with comments on the evolution of echolocation and foraging strategies in Microchiroptera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 235, 1–182.
- Solary, S., & Martínez-Arias, V. (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). *Theria*, 5(1), 167–196. <https://doi.org/10.12933/theria-14-180>.


- Soto-Centeno, J. A., & Steadman, D. W. (2015). Fossils reject climate change as the cause of extinction of Caribbean bats. *Scientific Report*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep07971>
- Tejedor, A. (2005). A new species of funnel-eared bat (Natalidae: *Natalus*) from México. *Journal of Mammalogy*, 86(6), 1109–1120.
- Tejedor, A. (2011). Systematics of Funnel – Eared Bats (Chiroptera – Natalidae). *Bulletin of The American Museum of Natural History*, 2011(353), 1–140.
- Tejedor, A., Silva Taboada, G., & Rodríguez Hernández, D. (2004). Discovery of Extant *Natalus major* (Chiroptera: Natalidae) in Cuba. *Mammalian Biology*, 69(3), 153–162.
- Tejedor, A., Tavares, V. D. C., & Silva Taboada, G. (2005). Revision of Extant Greater Antillean Bats of the Genus *Natalus*. *American Museum Novitates*, (3493), 1–22.
- Varona, L. S. (1974). *Catálogo de los Mamíferos Vivientes y Extinguidos de las Antillas*. Editorial Academia de Ciencias.
- Varona, L. S. (1980). *Mamíferos de Cuba*. Editorial Gente Nueva.
- Vela Rodríguez, H., & León Serafín, L. (2007). Lista taxonómica combinada de los murciélagos cubanos. *Bioespeleología. El Explorador, Periódico Digital Espeleológico*. N° 34. 26.2.2007.
- Vela Rodríguez, H., & Silva Taboada, G. (2020). Actualización Taxonómica y Distribucional de los Murciélagos de Cuba. (I). Cuba Subterránea. Sitio Web de los Espeleólogos Cubanos. Abril 10, 2020. 7 pp.
- Walker, E. P., Warnick, F., Hamlet, S. E., Lange, K. I., Davis, M. A., Uible, H. E., & Wright, P. F. (1975). Genera of Recent Mammals of the World. En *Mammals of the World*. (Third Ed., Vol. 1). The Johns Hopkins University Press.
- Cómo citar:** Rodríguez Garrido, L. M. (2022). *Natalus primus* (Chiroptera: Natalidae), de Cueva Las Anemolitas, Gibara, este de Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 30–41. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.306>.

UNA NUEVA ESPECIE DE *OXYUROSTYLIS* CALMAN, 1912 (CRUSTACEA: PERACARIDA) DE CUBA

A new species of *Oxyurostylis* Calman, 1912 (Crustacea: Peracarida) from Cuba

Manuel Ortiz

Laboratorio de Crustáceos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México

 orcid.org/0000-0002-6985-8019, ortiztouzet@yahoo.com

[Recibido: 21 de enero, 2022. Aceptado para publicación: 03 de mayo, 2022]

RESUMEN

Se describe una especie nueva del género *Oxyurostylis* para las aguas cubanas. La giba notable en el dorso del penúltimo segmento del pereón distingue con facilidad esta especie. La especie nueva es la sexta especie del género citada para el golfo de México y el mar Caribe, así como la décima que se conoce a nivel mundial.

Palabras clave: Cumacea, especie nueva, nuevo registro, región noroccidental de Cuba.

ABSTRACT

A new species of the genus *Oxyurostylis* is described from the Cuban waters. The noticeable hump on the back of the penultimate segment of the pereon easily distinguishes this species. The new species is the sixth known of the genus recorded for the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, as well as the tenth known worldwide.

Keywords: Cumacea, new species, new record, North Western Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los cumáceos cubanos comenzaron a ser conocidos desde la década de los setenta (Băcescu, 1971; Băcescu y Muradian, 1977a, 1977b). Sin embargo, los trabajos más importantes para el conocimiento del grupo en el país han sido publicados en el presente siglo (Ortiz y Lalana, 2002, 2017; Petrescu, 2004). Hasta el momento la familia Diastylidae está representada en Cuba por las especies *Leptostylis gutzui* Petrescu, 2004 y *Oxyurostylis smithi* Calman, 1912.

En la actualidad se conocen nueve especies de *Oxyurostylis*, de las cuales cinco han sido señaladas para el golfo de México y el mar Caribe: *O. antipai* Petrescu, Iliffe y Sarbu, 1993; *O. bacescui* Petrescu, 2002; *O. atlantica* Radha Dev y Kurian, 1981; *O. lecroyae* y *O. smithi* Calman, 1912 (Heard et al., 2007; Heard y Roccatagliata, 2009; Roccatagliata y Heard, 1995; WoRMS, 2022). De ellas, únicamente *O. smithi* está señalada para las aguas cubanas (Ortiz y Lalana, 1999).



Las especies del mencionado género son reconocidas con facilidad por ser el único dentro de la familia Diastylidae Bate, 1856 con la zona distal del telson algo levantada, estiliforme y desprovista de setas terminales (Heard et al., 2007). Cabe destacar que hasta ahora en la playa de Cojímar, la localidad tipo de la especie nueva que se describe más adelante, solamente se ha registrado *Cumella clavicauda* Calman, 1911 (Ortiz, 2001).

Durante una colecta de macrobentos efectuada en marzo del 2020, en la mencionada localidad se detectaron dos ejemplares de cumáceos, que después de su estudio se ha concluido que se trata de una especie nueva, que se describe a continuación.

OBJETIVO

-El objetivo del presente estudio es actualizar la información sobre los cumáceos cubanos con la descripción de una especie nueva de *Oxyurostylis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron recolectados con snorkel, con el auxilio de una red manual de 0.3 mm de abertura de malla arrastrada sobre el fondo blando. Fueron separados y conservados en alcohol etílico al 90 % hasta el momento de su estudio. Las disecciones fueron realizadas con un microscopio estereoscópico Jenaval con 10–100X y se dibujaron con el auxilio de una cámara clara Carl Zeiss, Jena. Todas las figuras han sido entintadas con el programa Corel Draw X6. El largo de los ejemplares estudiados se ha medido desde el lóbulo ocular hasta la punta del telson.

La clave dicotómica que se presenta para las especies presentes en el golfo de México y el mar Caribe, no incluye datos de las piezas bucales, pues en el área, solo existe un trabajo que las presenta, lo cual impide sus comparaciones (Roccatagliata y Heard, 1995).

RESULTADOS

Taxonomía

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Superclase Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball,
Wetzer, Martin & Cunningham, 2010

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca grobben, 1892

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Cumacea Kroyer, 1846

Familia Diastylidae Bate, 1856

Género *Oxyurostylis* Calman, 1912

Oxyurostylis roccatagliatai sp. nov.

(Figuras 1–5)

Material estudiado

Holotipo. Macho adulto; 5 mm de largo. La Puntilla, Playa de Cojímar, siete km al Este de la Bahía de La Habana; 1.3 m; fondo de arena; 14 de marzo del 2020; colector, Manuel Ortiz Touzet. Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de biología, UNAM No. CNCR 36159.

Paratipo. Manca; 1.6 mm; recolectado y conservado junto al holotipo, No. CNCR 36160.

Diagnosis. Carapacho sin ojos; desprovisto de cresta horizontal; cresta oblicua no termina en un diente fuerte; pseudorostro y lóbulo ocular sin denticulos notables; primer pereópodo más largo que los restantes; telson estiliforme con la punta en forma de estilete; con una seta robusta situada a cada lado antes de la mitad de su largo; desprovisto de setas terminales; con una giba notable en el dorso del penúltimo segmento del pereón.

Diagnosis. Carapace without eyes; devoid of horizontal ridge; oblique ridge does not end in a strong tooth; pseudorostrum and eyelobe without noticeable denticles; first pereopod longer than the rest; styliform telson with stylet-shaped tip; with a robust seta on each side before half its length; devoid of terminal setae; with a noticeable hump on the back of the penultimate segment of the pereon.

Descripción del holotipo

Carapacho. Ancho 0.70 de su largo; sin ojos; desprovisto de cresta horizontal; cresta oblicua termina sin diente prominente; lóbulo ocular arqueado; extremo del pseudorostro con dos setas dirigidas hacia delante y otra hacia abajo algo rezagada; zona frontal en vista lateral algo cóncava; armada de denticulos pequeños dispersos; región cardíaca con una discreta depresión transversa; cresta posterior discreta.

Región torácica. En vista lateral del mismo largo del carapacho medido desde el lóbulo central hasta el margen posterior; primer segmento más corto que el segundo; segundo y tercero, del mismo largo; cuarto tan largo como el segundo y el tercero juntos; cuarto segmento levantado bruscamente para formar una giba notable y curvada hacia abajo; quinto segmento más bajo; algo más alto que el primer segmento abdominal.

Abdomen. En vista lateral 0.9 del largo del pereón; tres segmentos anteriores casi cuadrados e iguales; segmento cuatro el más largo; segmento cinco 0.6 el largo del cuatro; segmento seis el más corto; en vista dorsal ensanchado hacia atrás (Figs. 1A, B, 2A, B).

Primera antena. Artejo 1 del pedúnculo de la mitad del largo del segundo; segundo 0.8 el largo del tercero; flagelo principal con tres artejos iguales; con tres setas distales; flagelo accesorio con tres artejos; el primero y el tercero cortos e iguales; con dos setas distales (Fig. 2C).

Segunda antena. Artejos 1–2 desnudos; artejo 3 tan largo como el 1–2 juntos; algo estriado; artejo 4 muy corto; con dos setas distales simples (Fig. 2D).

Mandíbulas. Molares fuertes, cilíndricos, trituradores y situados basalmente; con once setas accesorias; mandíbula izquierda con tres dientes incisivos y tres en la lámina móvil (Fig. 2E); mandíbula derecha con los incisivos y la lámina móvil imperceptibles (Fig. 2F).

Maxilula. Placa externa con 12 setas simples y tres pectinadas distalmente; palpo con tres setas simples; placa interna con 15 setas (Fig. 2G).

Maxila. Placa externa con nueve setas robustas distales y una subdistal larga y delgada; placa interna con cinco setas cuatro robustas (Fig. 2H).

Primer maxilípodo. Basi alargado y cubierto de setas simples largas laterales y distales; isquio, mero y carpo desnudos; propodio más largo que el dactilo; ambos con 3–4 setas simples; cada artejo del epipodito con una seta larga distal (Fig. 2I).

Segundo maxilípodo. Basi del largo del isquio y el mero juntos; con 2–3 setas plumosas; carpo 0.9 el largo del mero; propodio 0.6 el largo del dactilo (Fig. 3A).

Tercer maxilípodo. Basi algo más largo que la suma de los restantes artejos; con el margen interno cubierto de setas; las distales plumosas; isquio de la mitad del largo del mero; mero, carpo y propodio del mismo largo; dactilo estrecho y 0.7 del largo del propodio; epipodito 0.9 del largo del isquio, mero, carpo, propodio y dactilo juntos (Fig. 3B).

Pereópodo 1. Basi de la mitad del largo del isquio, mero y carpo juntos; con dos setas largas plumosas distales; mero y carpo juntos del largo del propodio; dactilo 1.3 del largo del mero; epipodito 0.7 del largo del basipodito; con setas largas simples (Fig. 3C).

Pereópodo 2. Basi 0.9 del largo de los restantes artejos juntos; con setas simples en el margen interno; isquio del largo del dactilo; mero y carpo del mismo largo; epipodito alcanza el extremo distal del mero; con setas largas plumosas paralelas a partir de cada artejo (Fig. 3D).

Pereópodo 3. Basi 0.8 del largo del isquio, mero y carpo juntos; propodio del doble del largo del dactilo; carpo con tres setas largas en el ángulo anterodistal; con una seta robusta distal; dactilo muy corto (Fig. 3E).

Pereópodo 4. Basi 0.8 del largo del isquio, mero y carpo juntos; propodio y dactilo de la mitad del grosor del carpo (Fig. 3F).

Pereópodo 5. Basi del largo del isquio, mero y carpo juntos; más corto que los restantes; propodio con una seta larga y recta que sobrepasa el extremo del dactilo (Fig. 3G).

Urópodo. Pedúnculo tan largo como el largo del telson; margen interno con 5–6 setas robustas; rama externa con tres artejos; juntos 0.8 del largo del pedúnculo; primero muy corto; artejo distal 0.8 del largo del segundo; rama interna entera (Fig. 4).

Telson. Dos veces más largo que el último segmento abdominal; con una seta robusta situada a cada lado antes del punto medio de su largo total (Fig. 4).

Estadio larval manca. Con la giba dorsal del segmento cuatro del tórax en desarrollo, pero perfectamente visible (Fig. 5).

Distribución. Solo conocida en la localidad típica.

Etimología. Especie dedicada con aprecio a Daniel Roccatagliata, del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina; en reconocimiento a sus grandes aportes al conocimiento de los crustáceos, y de los cumáceos en particular.

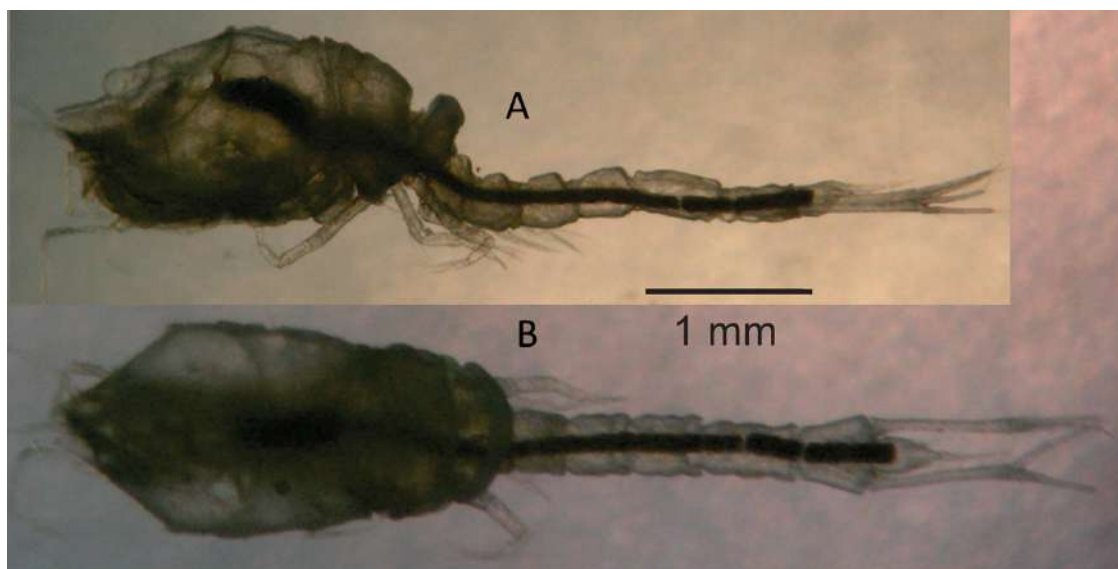


Figura 1. *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. A) Vista lateral del cuerpo; B) vista dorsal del cuerpo.

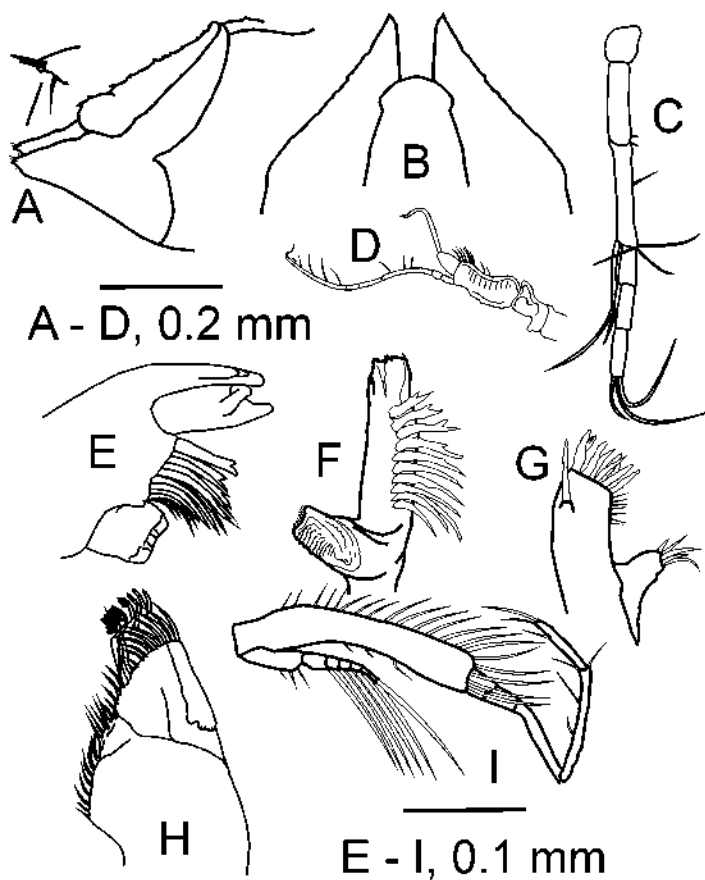


Figura 2. *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. A) Vista dorsal de la cabeza; B) vista lateral de la cabeza; C) antena 1; D) antena 2; E) mandíbula izquierda; F) mandíbula derecha; G) maxila 1; H) maxila 2; I) maxilípodo 1.

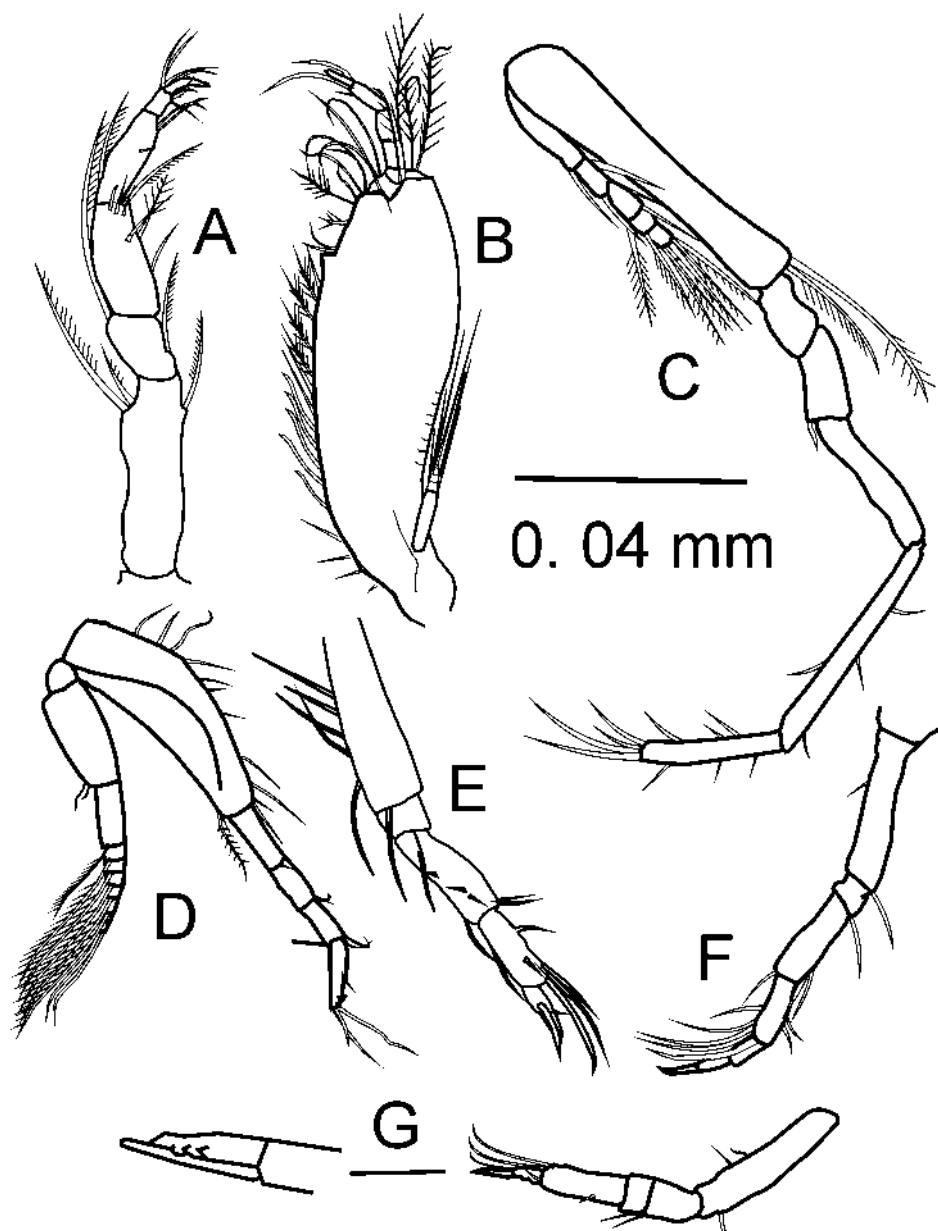


Figura 3. *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. A) Maxilípodo 2; B) maxilípodo 3; C) pereópodo 1; D) pereópodo 2; E) pereópodo 3; F) pereópodo 4; G) pereópodo 5.

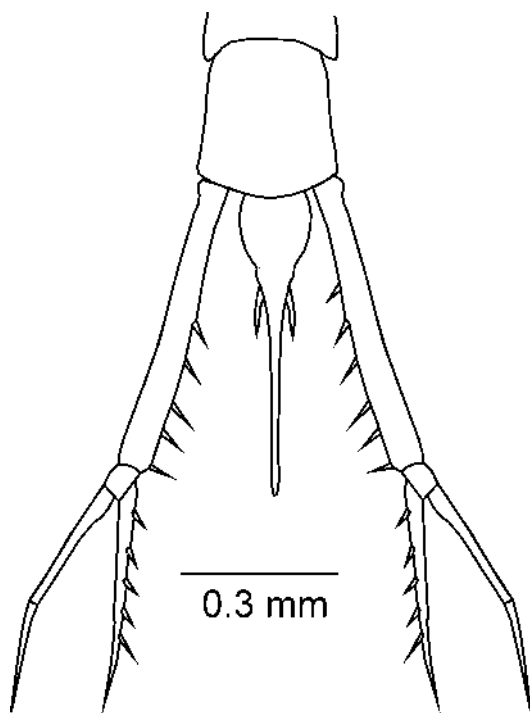


Figura 4. *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. Vista dorsal del telson y los urópodos.



Figura 5. *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. Estadio manca.

Clave para la determinación de las especies del género *Oxyurostylis* presentes en el golfo de México y el mar Caribe

- 1A. Especie sin ojos.....2
- 1B. Especie con ojos.....4
- 2A. Con una giba notable en el dorso del segmento cinco del tórax;.....*O. roccatagliatai* sp. nov.
- 2B. Sin la mencionada giba.....3
- 3A. Márgenes dorsal y ventral del carapacho lisos; ángulo antero ventral curvado; margen ventral del basi del pereópodo 1 con setas plumosas largas en su mitad distal; pedúnculo del urópodo con cuatro setas en su margen interno*O. atlantica*
- 3B. Margen ventral del carapacho finamente aserrado; margen dorsal con dientecillos dispersos; ángulo antero ventral del carapacho con un diente bien definido; margen ventral del basi del pereópodo 1 con setas plumosas largas en toda su extensión; pedúnculo del urópodo con 10 setas en su margen interno *O. antipai*
- 4A. Carapacho con carina horizontal*O. lecroypai*
- 4B. Carapacho sin carina horizontal.....5
- 5A. Tercio intermedio del margen lateral del pseudorostró aserrado en vista dorsal; carina oblicua formada por dos concavidades que se juntan; pereópodo 1 más largo que los restante..... *O. bacescui*
- 5B. Tercio intermedio del margen lateral del pseudorostró casi liso en vista dorsal; carina oblicua casi recta; pereópodo 1 no más largo que los restantes..... *O. smithi*

CONCLUSIONES

La especie *Oxyurostylis roccatagliatai* sp. nov. es la sexta especie del género *Oxyurostylis* citada para el golfo de México y el mar Caribe, así como la décima que se conoce a nivel mundial (WoRMS). Además, *O. roccatagliatai* sp. nov. aumenta el número de cumáceos cubanos a 28 especies. Finalmente, la especie nueva se cita por primera vez para la parte suroriental del golfo de México.

AGRADECIMIENTOS


Se agradece a las autoridades del CIM y de la Universidad de La Habana por las facilidades ofrecidas para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Băcescu, M. (1971). New Cumacea from the littoral Waters of Florida (Caribbean Sea). *Travaux du Muséum d' Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 11, 5–23.
- Băcescu, M., & Muradian, Z. (1977a). *Cubanocuma gutzui* gen. et. sp. n. (Cumacea, Nannastacidae) from the tropical western Atlantic. *Revue Roumaine de Biologie, serie Biologie animale*, 22, 3–9.
- Băcescu, M., & Muradian, Z. (1977b). Species of the genus *Cumella* (Cumacea, Nannastacidae from the Western Tropical Atlantic. *Travaux du Muséum d' Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 28, 89–101.
- Heard, R., & Roccatagliata, D. (2009). Cumacea (Crustacea) of the Gulf of Mexico. En D. L. Felder & D. K. Camp (Eds.), *Gulf of Mexico Origin, Waters and Biota* (1–1393). Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A & M University.
- Heard, R., Roccatagliata, D., & Petrescu, I. (2007). *An illustrated guide to Cumacea (Crustacea, Malacostraca, Peracarida from Florida coastal and shelf waters to depths of 100 m*. State of Florida, Department of Environmental Protection, Tallahassee.
- Ortiz, M. (2001). Lista de los invertebrados marinos, estuarinos y semiterrestres de la playa de Cojímar en la costa norte de la provincia Ciudad de La Habana. *Revista de Investigaciones Marinas*, 22(2), 93–102.
- Ortiz, M., & Lalana, R. (1999). Nuevos datos sobre los crustáceos peracáridos colectados por la expedición cubano-soviética, a bordo del B/I Académico Kovaliewsky, en 1965. *Revista de Investigaciones Marinas*, 20(1–3), 1–5.
- Ortiz, M., & Lalana, R. (2002). Una nueva especie de cumáceo del género *Cyclaspis* (Cumacea, Bodotriidae) de aguas cubanas. *Avicennia*, 15, 23–30.
- Ortiz, M., & Lalana, R. (2017). Los cumáceos (Crustacea, Peracarida) del archipiélago cubano. *Novitates Caribaea*, (11), 21–45. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i11.12>
- Petrescu, I., (2004). *New mentions of Cumaceans (Crustacea: Peracarida) in Cuba*. *Travaux du Muséum National d' Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 47, 89–95.
- Roccatagliata, D., & Heard, R. (1995). Two species of *Oxyurostylis* (Crustacea: Cumacea: Diastylidae), *O. smithi* Calman, 1912 and *O. lecroyae*, new species from the Gulf of Mexico. *Proceeding of the Biological Society of Washington*, 108(4), 596–612.
- WoRMS Editorial Board (2022). World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org> at VLIZ.
- Cómo citar:** Ortiz, M. (2022). Una nueva especie de *Oxyurostylis* Calman, 1912 (Crustacea: Peracarida) de Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 42–50. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.307>.

NUEVOS HALLAZGOS DE PERACÁRIDOS MARINOS
(CRUSTACEA: AMPHIPODA, ISOPODA) EN EL
OCÉANO ATLÁNTICO Y EL GOLFO DE MÉXICO**New findings of marine peracarids (Crustacea: Amphipoda, Isopoda)
in the Atlantic Ocean and the Gulf of Mexico**

Carlos Varela

Institute of Environment, Department of Biological Sciences, Florida International University, Biscayne Bay Campus,
North Miami, Florida, USA.  orcid.org/0000-0003-3293-7562, varela06@gmail.com

[Recibido: 30 de junio, 2021. Aceptado para publicación: 30 de marzo, 2022]

RESUMEN

Producto del estudio de material depositado en la colección del Museo de Invertebrados Marinos de la Universidad de Miami se registran nuevas ubicaciones y se amplía la distribución de cuatro especies de peracáridos. Estas especies son el isópodo *Syscenus infelix* y tres especies de anfípodos pertenecientes al género *Trischizostoma*: *T. costai*, *T. richeri* y *T. denticulatum*. Estos organismos son marinos, habitantes de aguas profundas y ectoparásitos de peces y tiburones. Además, se brindan para los mismos, las nuevas ubicaciones en el Océano Atlántico y el Golfo de México donde fueron hallados.

Palabras clave: Atlántico, ectoparásitos, Crustacea, Amphipoda, *Trischizostoma*, *Syscenus*.

ABSTRACT

As a result of the study of material deposited in the collection of the Marine Invertebrate Museum of the University of Miami, new locations are recorded and the distribution of four species of peracarids is expanded. These species are the isopod *Syscenus infelix* and three species of amphipods belonging to the genus *Trischizostoma*: *T. costai*, *T. richeri* and *T. denticulatum*. These organisms are marine, deep-sea dwellers, and ectoparasites of fish and sharks. In addition, the new locations in the Atlantic Ocean and the Gulf of Mexico where they were found are provided.

Keywords: Atlantic, ectoparasites, Crustacea, Amphipoda, *Trischizostoma*, *Syscenus*.

INTRODUCCIÓN

Entre los atributos que confieren importancia a las colecciones zoológicas podemos citar que representan archivos para la investigación ecológica sobre los efectos del cambio climático global y el efecto antrópico sobre la biota de los ecosistemas, tanto los terrestres como los marinos. El material depositado en las colecciones, además es la base de investigaciones sobre la evolución, la especiación, la distribución y conservación de los organismos.



Sin embargo, en algunos casos parte del material depositado en las colecciones zoológicas se encuentra sin identificar o erróneamente identificado (Bakker et al., 2020; Hoeksema et al., 2011; Navarro et al., 2003; Schomberg, 1970; Trujillo et al., 2014).

En este sentido, se ha continuado el estudio y actualización de la colección de peracáridos marinos de aguas profundas que se encuentran, depositados en la colección del Museo de Invertebrados Marinos de la Universidad de Miami. Con anterioridad, ya se habían registrado cuatro especies nuevas y un nuevo registro (Varela, 2015a, 2015b, 2020; Varela y Bracken-Grissom, 2017; Varela y García-Gómez, 2015). Este material recolectado en aguas profundas siempre conlleva gratas sorpresas a los investigadores, debido a la elevada diversidad biológica que aún queda por descubrir allí (Ortiz et al., 2018; Sweetman et al., 2017; Varela et al., 2021; Varela y Bracken-Grissom, 2021).

En la presente contribución se registran nuevas localidades y se amplía la distribución en el Océano Atlántico y el Golfo de México de una especie de isópodo y tres especies de anfípodos, todos ectoparásitos y habitantes de las aguas profundas.

OBJETIVO

-Actualizar la distribución en el Océano Atlántico y el Golfo de México de tres especies de anfípodos y una especie de isópodo, todos de aguas profundas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado fue producto de los viajes de los buques de investigación B/I Gerda, B/I Columbus Iselin y B/I Elliot Pillsbury de la Universidad de Miami a diferentes ubicaciones del Océano Atlántico y del Golfo de México. Según consta en la etiqueta de los ejemplares, los mismos fueron recolectados con la ayuda de una rastra Otter. Los ejemplares fueron identificados bajo el microscopio estereoscópico y dibujados con la ayuda de la cámara clara. Todo el material se encuentra depositado en la colección del Museo de Invertebrados Marinos de Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS) de la Universidad de Miami (UM).

RESULTADOS

Orden Amphipoda

Familia Trischizostomidae Lilljeborg, 1865

Trischizostoma costai Freire y Serejo, 2004

(Figura 1A)

Material estudiado. BAHAMAS. Un ejemplar. Estación (CI-409) 23° 37' N y 76° 43' O. Recolectado a 1301 m de profundidad el 29.ii.1976. UMML 32.9038; BAHAMAS. Un ejemplar. Estación (CI-186) 23° 45' N y 75° 41' O. Recolectado a 1844–1851 m de profundidad el 12. ii. 1974. UMML 32.9026.

Diagnosis. Ojos presentes, cubren la mitad anterior de la cabeza. Gnatópodo 1 con propodito oval, la palma presenta 11 setas robustas de tamaño desigual y tres pares de largas setas robustas en su región distal. Coxópodo 2 subcuadrado, con el margen anterior redondeado. Pereópodo 3 con basípodo que es tres veces la longitud del propodito (modificado de Freire y Serejo, 2004).

Comentario. Esta especie se conocía solo para su localidad tipo en Brazil, a 1364 m de profundidad. Nuestro material coincide con la descripción de Freire y Serejo (2004). Esta es la primera ocasión en que se registra esta especie fuera de su localidad tipo y se amplía el rango de profundidad en que puede ser encontrada, de 1301 a 1851 m. Nuestro material coincide con la descripción de Freire y Serejo (2004).

Trischizostoma richeri Lowry y Stoddart, 1994
(Figura 1B)

Material estudiado. ESTRECHO DE LA FLORIDA (USA). Un ejemplar. Estación (G-860) 24° 05' N y 81° 44' O. Recolectado a 739 m de profundidad el 29. viii. 1967. UMML 32.9014; BAHAMAS. Un ejemplar. Estación (CI-178) 24° 13' N y 76° 06' O. Recolectado a 1790 m de profundidad el 10. ii. 1974. UMML 32.9027; GOLFO DE GUINEA (LIBERIA). Un ejemplar. Estación (P-82) 4° 58' N y 9° 31' O. Recolectado a 148 m de profundidad el 5. vi. 1964. UMML 32.9009; GOLFO DE GUINEA (NIGERIA). Un ejemplar. Estación (P-309) 4° 13' N y 4° 28' E. Recolectado a 1300 m de profundidad el 26. v. 1965. UMML 32.9017.

Diagnosis. Ojos presentes, cubren la cabeza casi por completo. Gnatópodo 1 con propodito oval y palma con 19 setas robustas cortas y tres pares de largas setas robustas en su porción distal. Coxopodito 2 con el margen anterior redondeado. Basipodito del pereópodo 3 es tres veces el largo del propodito (modificado de Freire y Serejo, 2004).

Comentario. Esta especie ha sido registrada para las islas de la Lealtad en el suroeste del Océano Pacífico y frente a las costas de Brazil en el Océano Atlántico (Freire y Serejo, 2004). Nuestro material coincide con la descripción de Lowry y Stoddart (1994). Esta es la primera ocasión en que se registra esta especie para el estrecho de La Florida y el golfo de Guinea.

Trischizostoma denticulatum Ledoyer, 1978
(Figura 1C)

Material estudiado. ST. KITTS AND NEVIS. Un ejemplar. Estación (P-954) 16° 57' N y 62° 44' O recolectado a 786–1125 m de profundidad el 18. vii. 1969. UMML 32.9010; BAHAMAS. Un ejemplar. Estación (CI-59) 24° 14' N y 77° 24' O, recolectado a 1435 m de profundidad el 27. ii. 1973. UMML 32.9030.

Diagnosis. Ojos ausentes. Gnatopodito 1 con el coxopodito 2 subtriangular con el margen anterior aguzado y el propodito subcuadrado. Telson redondeado en su porción distal (modificado de Freire y Serejo, 2004).

Comentarios. Esta especie ha sido registrada para Madagascar, en el Océano Indico y Brazil en el Océano Atlántico (Freire y Serejo, 2004). Nuestro material coincide con la descripción de Ledoyer (1978). Esta es la primera ocasión en que se registra esta especie para Bahamas y el Mar Caribe.

Orden Isopoda
Familia Aegidae
Syscenus infelix (Harger, 1881)
(Figura 1D)

Material estudiado. GOLFO DE MÉXICO. Un ejemplar. Estación (G-59) 25° 12' N y 80° 02' O. Recolectado a 503 m de profundidad el 24. i. 1964. UMML 32. 8360.

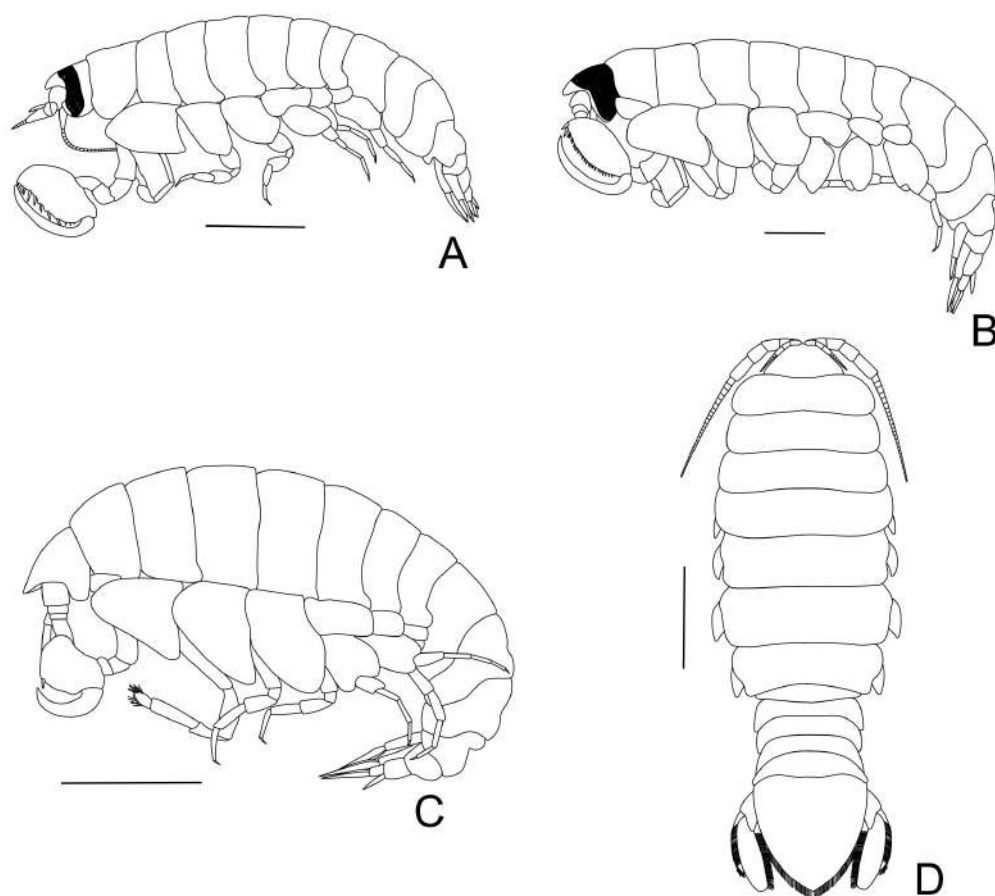


Figura 1. Crustáceos peracáridos ectoparásitos estudiados en este trabajo. **A)** Vista lateral de *Trischizostoma costai*; **B)** vista lateral de *Trischizostoma richeri*; **C)** vista lateral de *Trischizostoma denticulatum*; **D)** vista dorsal de *Syscenus infelix*. Escala 5 mm.

Diagnosis. Ojos ausentes. Los urópodos se extienden más allá del margen posterior del pleotelson. Pleotelson con márgenes concavos, aguzados posteriormente (modificado de Varela, 2015a).

Comentarios. Esta especie ha sido registrada para el cape Cod, Massachussetts to Cape Hatteras, USA Atlántico norte, Mar Mediterráneo y Natal, Sudáfrica (Barnard, 1940; Harger, 1881; Kensley, 2001, 2004; Kensley y Cartes, 2003; Ross et al., 2001). Esta es la primera ocasión en que se registra esta especie para el golfo de México.

CONCLUSIONES

Aunque si bien los peracáridos marinos de aguas someras, ectoparásitos de peces, son bien conocidos, como son las especies pertenecientes a las familias Aegidae, Cymothoidae y Gnathiidae (Kensley y Schotte, 1989; Müller, 1988; Williams y Bunkley-Williams, 1996; Williams y Williams, 1981), la información sobre las especies de peracáridos ectoparásitos que habitan las aguas profundas, considerado como uno de los ecosistemas menos estudiados, sigue siendo muy limitada (Klimpel et al., 2006; Quattrini y Demopoulos, 2016).

Los anfípodos del género *Trischizostoma* son conocidos por ser ectoparásitos de peces y tiburones de aguas profundas (Freire y Serejo, 2004; Varela y Bracken-Grissom, 2017). El género cuenta con 18 especies que habitan en todos los océanos, con excepción de las regiones polares (Winfield et al., 2016). Especies de este género han sido encontradas en varias ubicaciones del Océano Atlántico, cuatro en el Atlántico Norte y seis en el Atlántico Sur. Este trabajo aumenta el número de especies conocidas en el Atlántico Norte a seis, de las cuales *T. costai*, *T. denticulatum*, *T. raschi* y *T. richeri* se encuentran en ambas zonas del Océano Atlántico. Por otra parte se amplía el rango de profundidad en que habita la especie *T. costai*, la cual se conocía previamente solo de la localidad tipo a 1364 m de profundidad. El material estudiado en este trabajo fue recolectado en un rango de profundidad de 1301–1851 m.

Los isópodos del género *Syscenus* son conocidos por ser ectoparásitos de peces de aguas profundas (Ross et al., 2001). El género cuenta con 10 especies que habitan fundamentalmente aguas del Océano Pacífico y solo tres especies habitan en el Océano Atlántico: *S. atlanticus* Kononenko, 1985, *S. kensleyi* Varela, 2015 y *S. infelix* Harger, 1880 (Varela, 2015a). Esta es la primera ocasión en que una especie de este género es registrada para el golfo de México.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a María Ciales, Curadora del Museo de Invertebrados Marinos de RSMAS (Universidad de Miami), por haber permitido el estudio del material depositado en la colección.

REFERENCIAS

- Bakker, F. T., Antonelli, A., Clarke, J. A., Cook, J. A., Edwards, S. V., Ericson, P. G. P., Faurby, S., Ferrand, N., Gelang, M., Gillespie, R. G., Irestedt, M., Lundin, K., Larsson, E., Matos-Maraví, P., Müller, J., von Proschwitz, T., Roderick, G. K., Schliep, A., Wahlberg, N., & Källersjö, M. (2020). The Global Museum: natural history collections and the future of evolutionary science and public education. *PeerJ*, 8, e8225. <https://doi.org/10.7717/peerj.8225>
- Barnard, K. H. (1940). Contributions to the crustacean fauna of South Africa. 12. Further additions to the Tanaidacea, Isopoda and Amphipoda, together with keys for the identification of hitherto recorded marine and freshwater species. *Annals of the South African Museum*, (32), 381–543.
- Freire, P. R., & Serejo, C. S. (2004). The genus *Trischizostoma* (Crustacea: Amphipoda: Trischizostomidae) from the Southwest Atlantic, collected by the REVIZEE program. *Zootaxa*, 645, 1–15.
- Harger, O. (1881). *Report on the marine Isopoda of New England and adjacent waters*. Report of the Commissioner for 1878, United States Commission of Fish and Fisheries, part 6, appendix E, paper no. 14 (pp. 297–462).
- Hoeksema, B. W., van der Land, J., van der Meij, S. E. T., van Ofwegen, L. P., Reijnen, B. T., van Soest, R. W. M., & de Voogd, N. J. (2011). Unforeseen importance of historical collections as baselines to determine biotic change of coral reef: the Saba Bank case. *Marine Ecology*, 32(2), 135–141.
- Kensley, B. (2001). Biogeography of the marine Isopoda of the Indian Ocean, with a checklist of species and records. En B. Kensley, & R. Brusca (Eds.), *Isopod Systematics and Evolution. Crustacean Issues* (13, pp. 205–264). A. A. Balkema.
- Kensley, B. (2004). Redescription and distribution of two species of *Syscenus* (Crustacea, Isopoda, Aegidae) in the North Atlantic. *Sarsia*, 89(3), 160–174.
- Kensley, B. F., & Cartes, J. E. (2003). Records and distribution of *Syscenus infelix* in the deep Mediterranean (Crustacea: Isopoda: Aegidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(4), 775–777.
- Kensley, B., & Schotte, M. (1989). *Guide to the Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution.
- Klimpel S., Palm, H. W., Busch, M. W., Kellermanns, E., & Rückert, S. (2006). Fish parasites in the Arctic deep-sea: poor diversity in pelagic fish species vs. heavy parasite load in a demersal fish. *Deep Sea Research I*, 53(7), 1167–1181.
- Ledoyer, M. (1978). Contribution a l'étude des amphipodes gammariens profonds de Madagascar (Crustacea). *Théthys*, (8), 365–382.
- Lowry, J. K., & Stoddart, H. E. (1994). Crustacea Amphipoda: Lysianassoids from the tropical western South Pacific Ocean. En A. Crosnier (Ed.), *Resultats des campagnes MUSORSTOM, vol. 12, Memoires du Museum national d'Histoire naturelle*, (16), 127–223.

- Müller, H. G. (1988). The genus *Gnathia* Leach (Isopoda) from Santa Marta area, northern Colombia, with a review of Gnathiidea from the Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Bijdragen Tot de Dierkunde*, (58), 88–104.
- Navarro, A. G., Peterson, A. T. P., Nakazawa, Y., & Liebig-Fossas, I. (2003). Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. *Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*, 115–122.
- Ortiz, M., Winfield, I., & Ardisson, P. L. (2018). A new deep-sea *Psammogammarus* species (Crustacea: Amphipoda: Eriopisidae) from the continental slope of the SE Gulf of Mexico. *Journal of Natural History*, 52(1–2), 13–28.
- Quattrini, A. M., & Demopoulos, A. W. (2016). Ectoparasitism on deep-sea fishes in the western North Atlantic: In situ observations from ROV surveys. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5(3), 217–228.
- Ross, S. W., Sulak, K. J., & Munroe, T. A. (2001). Association of *Syscenus infelix* (Crustacea: Isopoda: Aegidae) with benthopelagic rattail fishes, *Nezumia* spp. (Macrouridae), along the western North Atlantic continental slope. *Marine Biology*, 138(3), 595–601.
- Schomberg, G. (1970). The value of zoological collections in conservation. *Journal of small Animal Practice*, (11), 55–62.
- Sweetman, A. K., Thurber, A. R., Smith, C. R., Levin, L. A., Mora, C., Wei, C. L., Gooday, A. J., Jones, D. O. B., Rex, M., Yasuhara, M., Ingels, J., Ruhl, H. A., Frieder, C. A., Danovaro, R., Würzburg, L., Baco, A., Grupe, B. M., Pasulka, A., Meyer, K. S., & Roberts, J. M. (2017). Major impacts of climate change on deep-sea benthic ecosystems. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 5, 23 pp. <https://doi.org/10.1525/elementa.203>
- Trujillo, E. T., Triviño, P. A. V., & Fajardo, L. V. S. (2014). Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas: una mirada a su importancia para la biodiversidad. *Momentos de Ciencia*, 11(2), 97–106.
- Varela, C. (2015a). Primer hallazgo del género *Syscenus* Harger, 1880 (Isopoda, Cymothoida, Aegidae), en el Golfo de México, con la descripción de una especie nueva. *Novitates Caribaea*, (8), 95–103. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i8.46>
- Varela, C. (2015b). Primer registro del género *Amathillopsis* Heller (Amphipoda, Amathillopsidae) para el Mar Caribe, con la descripción de una especie nueva. *Revista de Investigaciones Marinas y Costeras*, (7), 43–51.
- Varela, C. (2020). Especie nueva de *Epimeria* (Amphipoda: Epimeriidae) del Golfo de Panama. *Novitates Caribaea*, (15), 42–50. <https://doi.org/10.33800/nc.vi15.214>
- Varela, C., & Bracken-Grissom, H. D. (2017). First finding of the family Trischizostomatidae Lilljeborg, 1865 (Amphipoda: Gammaridea: Lysianassoidea) in the Caribbean Sea. *Novitates Caribaea*, (11), 16–20. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i11.9>
- Varela, C., & Bracken-Grissom, H. D. (2021). First record of the genus *Oediceroides* (Amphipoda: Amphilochidae: Oedicerotidae) for the Gulf of Mexico, with the description of a new species. *Novitates Caribaea*, (18), 18–27. <https://doi.org/10.33800/nc.vi18.261>

- Varela, C., & García-Gómez, J. (2015). Especie nueva de *Epimeria* Costa (Amphipoda: Epimeriidae) del Golfo de México y Mar Caribe. *Solenodon*, (12), 1–8.
- Varela, C., Golightly, C., Timm, L. E., Wilkins, B., Frank, T., Fenolio, D., Collins, S. B., & Bracken-Grissom, H. D. (2021). DNA barcoding enhances large-scale biodiversity initiatives for deep-pelagic crustaceans within the Gulf of Mexico and adjacent waters. *Journal of Crustacean Biology*, 41(1), 1–18.
- Williams, E. H., Jr., & Bunkley-Williams, L. (1996). Parasites of offshore, big game sport fishes of Puerto Rico and the Western North Atlantic. Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, Puerto Rico, and Department of Biology, University of Puerto Rico.
- Williams, L. B., & Williams Jr, E. H. (1981). Nine new species of *Anilocra* (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae) external parasites of West Indian coral reef fishes. *Proceedings Biological Society of Washington*, (94), 1005–1047.
- Winfield, I., Hendrick, M., & Ortiz, M. (2016). A new deep-water species of *Trischizostoma* Crustacea: Amphipoda: Gammaridea: Trischizostomidae) from western Mexico NE Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(1), 141–149.

Cómo citar: Varela, C. (2022). Nuevos hallazgos de peracáridos marinos (Crustacea: Amphipoda, Isopoda) en el Océano Atlántico y el Golfo de México. *Novitates Caribaea*, (20), 51–58. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.308>.

GUÍA ILUSTRADA PARA IDENTIFICAR LOS EUFAUSIÁCEOS
(CRUSTACEA: MALACOSTRACA) RECOLECTADOS EN CUBA**Illustrated guide for the identification of the euphausiids
(Crustacea: Malacostraca) collected in Cuba**

Manuel Ortiz

Laboratorio de Crustáceos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
 orcid.org/0000-0002-6985-8019, ortiztouzet@yahoo.com

[Recibido: 25 de enero, 2022. Aceptado para publicación: 11 de mayo, 2022]

RESUMEN

Los crustáceos eufausiáceos constituyen un grupo de 86 especies, conocidas como krill, que en general presentan una distribución muy amplia en todos los océanos, desde las aguas superficiales hasta los grandes abismos marinos. De ellos, 34 han sido citados para las aguas que circundan al archipiélago cubano. Sin embargo, son casi desconocidos en Cuba. La presente guía permite determinar las ocho especies que se han recolectado hasta el presente, con la consulta de las claves ilustradas originales que se ofrecen.

Palabras clave: Eufausiáceos, Crustacea, Malacostraca, guía ilustrada, Cuba.

ABSTRACT

The Euphausiian crustaceans constitute a group of 86 species known as krill that in general present a very wide distribution in all oceans, from surface waters to the great marine abysses. Of them 34 have been cited for the waters that surround the Cuban archipelago. However, they are unknown in Cuba. This guide allows to determine the eight species that have been collected to date, with the consultation of the original illustrated keys that are offered.

Keywords: Euphausiids, Crustacea, Malacostraca, illustrated guide, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los eufausiáceos conforman un pequeño grupo de 86 especies de crustáceos holoplanctónicos, más conocidos en su conjunto como “krill”, que se distribuyen por todos los océanos y prácticamente desde las aguas superficiales hasta los grandes abismos marinos (Mauchline y Fisher, 1969; Spiridonov y Casanova, 2010). Se consideran entre los crustáceos planctónicos más veloces (Magnus y Tarling, 2017). Estos crustáceos son relativamente frecuentes en el plancton marino, junto con los copépodos y los anfípodos hipéridos. Su talla cuando adultos oscila entre 1–3 cm. Sin embargo, *Thysanopoda spinicaudata* Brinton, 1953, puede llegar a medir 15 cm (Castellanos y Suárez-Morales, 2009). Se distribuyen generalmente por debajo de los 50 m de profundidad, cuando con frecuencia realizan notables migraciones verticales, en función de la luz solar (Mauchline y Fisher, 1969).



Las especies *Euphausia superba* Dana, 1850, presentes en las cercanías de la Antártida y *Metanocythanes norvegica* Holt y Tattersall, 1905, *Thysanoessa raschii* (Sars, 1864) y *T. inermis* (Kroyer, 1846), las que habitan en los mares más fríos del hemisferio norte junto a los copépodos, forman las comunidades de crustáceos planctónicos más importantes que existen. Constituyen el alimento fundamental de los grandes cetáceos marinos, aunque en el hemisferio sur *E. superba* le sirve también de alimento a peces, focas y pingüinos.

Desde el punto de vista taxonómico, estuvieron considerados en el orden Schizopoda (Sars, 1883, 1885) hasta que Boas (1883) los separó, quedando así hasta el presente. En las aguas del Caribe mexicano, cercanas a Cuba, se han registrado 16 especies (Castellanos y Gasca, 2002). Antes, Owre y Foyo (1972) identificaron cinco eupausiáceos recolectados en el estrecho de Yucatán y 28 en el sur de la costa de la Florida (Mikkelsen, 1987). Sin embargo, un trabajo más reciente cita 34 en todo el golfo (Castellanos y Suárez-Morales, 2009).

En Cuba, sin embargo, solo se han citado ocho especies (Ortiz y Lalana, 2010; Ortiz et al., 2003). Generalmente se publican listas de eupausiáceos de diferentes regiones, sin embargo, las figuras de las especies del grupo no son abundantes y aparecen muy dispersas en la literatura. Por otra parte, son contados los trabajos cubanos de zooplankton marino que registran la presencia del grupo.

Morfología

El aspecto de los eupausiáceos es muy semejante al de los mísidos y los camarones comerciales, sin embargo, se distinguen de ellos con facilidad pues no presentan maxilípedos y poseen branquias arborescentes externas a lo largo de los márgenes ventrales del carapacho, que se hacen más evidentes hacia atrás.

Su cuerpo está dividido en cefalotórax y abdomen. La cabeza resulta de la fusión de los primeros cinco tagmas o segmentos, mientras que el tórax presenta ocho segmentos con sus correspondientes pares de toracópodos. En el final de su abdomen, llevan un par de urópodos y el telson (Fig. 1). El extremo dorso distal del primer artejo de la antena 1 o anténula es sumamente variable y de interés taxonómico, pudiendo aparecer en forma de una pequeña espina, algo proyectado, foliáceo, bífido, pectinado, en forma de garfio o lamelar cubierto de setas y extendido hasta la mitad basal del segundo artejo (Fig. 2, A-B). Las segundas antenas, sin embargo, no poseen un gran interés taxonómico (Brinton, 1975).

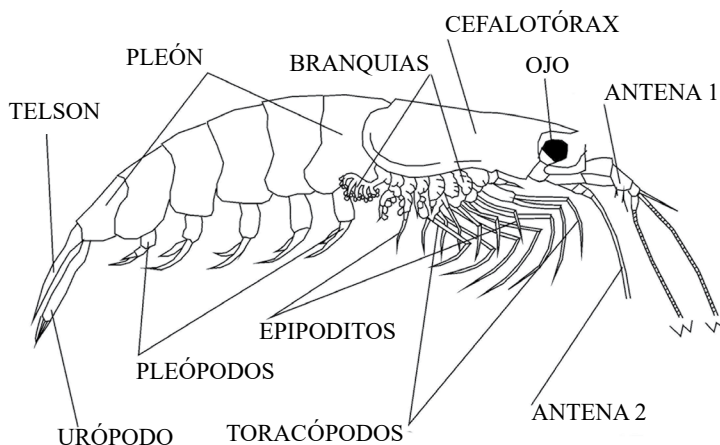


Figura 1. Vista lateral del cuerpo de un eupausiáceo mostrando sus partes.

Tan importante como lo anterior es la forma de los ojos, ya que pueden aparecer pedunculados con órbitas reducidas y de igual diámetro que su pedúnculo, o con órbitas de mayores dimensiones. En este caso, pueden tener un solo lóbulo redondeado o puede ser bilobulado, con ambos lóbulos iguales o desiguales, así como con o sin constricciones; sin embargo, también pueden presentar ojos piriformes. Cuando el ojo es bilobulado, en el lóbulo superior debe haber un número variable de conos cristalinos (Fig. 2, C-F).

Los toracópodos poseen endo y exopoditos que tienden a fusionar artejos o aparecer vestigiales en los pares 6–8. Todos son indispensables en la filtración del alimento de estos crustáceos. Se caracterizan además por presentar en su cuerpo un número variable de fotóforos bioluminiscentes que les sirven de enmascaramiento ante sus depredadores y para la comunicación con sus congéneres (Fig. 2, G-H).

En el grupo existe un dimorfismo sexual poco marcado, motivo por el cual se deben conocer las características morfológicas de los órganos copuladores externos o petasmas de los machos, que se disponen en los endopoditos del primer par de pleópodos (a veces también en el segundo) (Fig. 2, I-L), así como la estructura receptora de la masa espermática o télico de las hembras, que aparece sobre los dos esternitos finales del cefalotórax (Fig. 2M). Para más detalles, se puede consultar el trabajo de Brinton (1975).

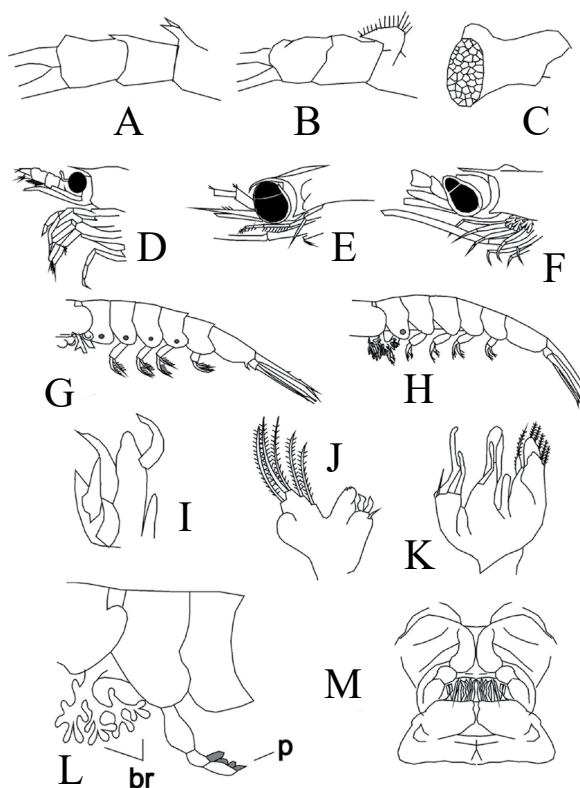


Figura 2. Morfología general de un eufausiáceo. **A-B)** Vista lateral de dos anténulas mostrando las variaciones morfológicas dorso distales del artejo 1; **C)** cabeza con ojo con pedúnculo alargado y cilíndrico y pocos ommatídeos; **D)** cabeza con ojo esférico; **E)** cabeza con ojo bilobulado; **F)** cabeza con ojo piriforme; **G)** abdomen con un fotóforo en los segmentos abdominales 1–4; **H)** abdomen con un fotóforo en el primer segmento abdominal; **I)** petasma con sus lóbulos no entrecruzados; **J)** petasma con un lóbulo con cuatro setas distales pectinadas; **K)** petasma con setas gruesas distales en cada uno de sus lóbulos; **L)** vista lateral del segmento 7 del pereón y 1–2 del pleón, mostrando una branquia (br) y el petasma (p), en vista lateral; **M)** vista dorsal de un télico.

Las piezas bucales no tienen el mismo peso en los eufausiáceos que en el caso de otros crustáceos malacostráceos, sin embargo, las mismas consisten en dos pares de maxilas y un par de mandíbulas, así como un labio superior y otro inferior que conforman la boca (Fig. 3). Finalmente, cabe señalar que las hembras portan sus huevos adheridos a sus esternitos pereonales que luego de fecundados y cierto tiempo se desprenden de su madre y pasan por dos estadios larvales muy característicos (caliptópis y furcila), (Mauchline y Fisher, 1969; Fig. 4).

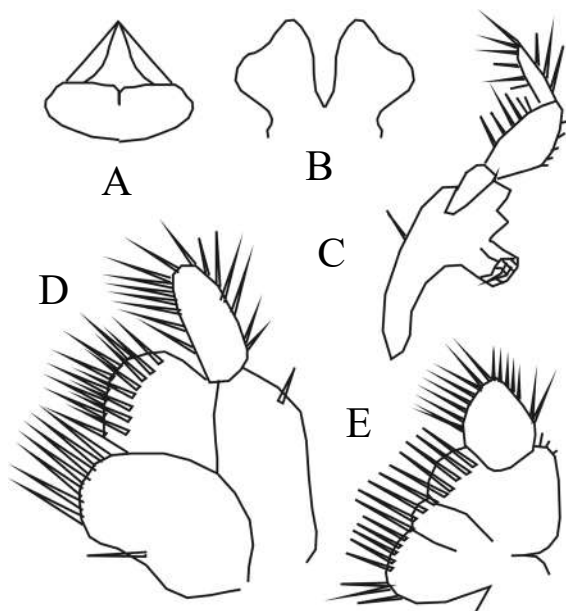


Figura 3. Piezas bucales de un eufausiáceo. A) Labio superior; B) labio inferior; C) mandíbula; D) maxílula; E) maxila.

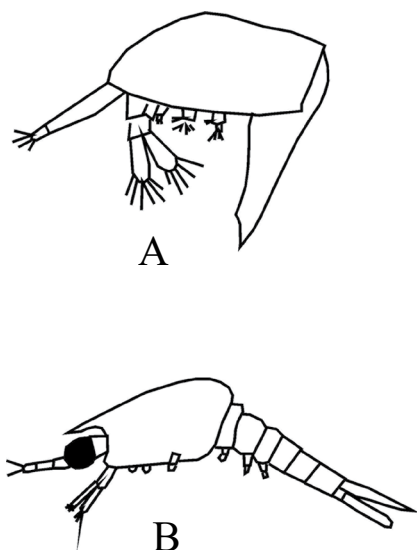


Figura 4. Estadios larvales en los eufausiáceos. A) Caliptópis; B) furcila.

OBJETIVO

-Presentar por primera vez una clave ilustrada para la identificación de los eufausiáceos recolectados en Cuba, que sirva de punto de partida para futuros estudios de este grupo de crustáceos planctónicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se basa en una pequeña colección de eufausiáceos recolectados en aguas cercanas a Cuba (Ortiz et al., 2003; Ortiz y Lalana, 2010). Para los detalles sobre los equipos, métodos de recolecta y procesamiento en los estudios de los eufausiáceos, se puede consultar el trabajo de Magnus y Tarling (2017). Para conocer otros aspectos de interés sobre estos crustáceos puede consultarse el trabajo de Spiridonov y Casanova (2010).

Las figuras que se presentan han sido confeccionadas con el programa Corel Draw X4; algunas basadas en las de Sars (1885). En las figuras de las especies de la familia Euphausiidae se presenta la vista lateral del petasma de cada especie, para confirmar las identificaciones.

RESULTADOS

Taxonomía

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Euphausiacea Dana, 1852

Composición. Benth euphausiidae Colosi, 1917; Euphausiidae Dana, 1852

Clave dicotómica para las familias

Composición: *Benth euphausia* G. O. Sars, 1885.

Un género y una sola especie, *Benth euphausia amblyops* (Sars, 1883), (Fig. 5).

Familia Euphausiidae Dana, 1842

Composición. *Euphausia amaericana* Hansen, 1911; *E. brevis* Hansen, 1905; *Nematoscelis megalops* Sars, 1883; *Stylocheiron carinatum* Sars, 1883, *S. suhmi* Sars, 1833; *Thysanopoda aequalis* Hansen, 1905; *T. pectinata* Ortman, 1893.

1A. Ojos con el pedúnculo muy largo y cilíndrico; córneas de menor diámetro que su pedúnculo; con muy pocos ommatídeos rodeados de una matriz homogénea orgánica.....Benth euphausiidae

1B. Ojos con el pedúnculo muy corto; córneas con diámetro mucho mayor que el de su pedúnculo; compuestos por numerosos ommatídeos dispuestos en paquetes.....Euphausiidae

Clave dicotómica para los géneros de la familia Euphausiidae

1A. Ojos esféricos; con proceso dorso distal en el primer artejo del pedúnculo de la antena 1; toracópodo 1 igual o subigual que los dos subsiguientes2

- 1B.** Ojos bilobados, oblongos o piriformes; sin proceso dorso distal en el primer artejo del pedúnculo de la antena 1; toracópodo 1 más largo que los dos subsiguientes.....3
- 2A.** Sin dientes a cada lado del carapacho; endópodo del toracópodo 7 con cinco artejos; lóbulos del petasma con o sin una seta distal engrosada y simple.....*Thysanopoda*
- 2B.** Con un par de dientes a cada lado del carapacho; endópodo del toracópodo 7 ausente; petasma con algún lóbulo distal trifido.....*Euphausia*
- 3A.** Con fotóforos ventrales en más de un segmento abdominal*Nematoscelis*
- Una sola especie, *N. megalops* Sars, 1883 (Fig. 6).
- 3B.** Con un fotóforo ventral en el primer segmento abdominal.....*Stylocheiron*

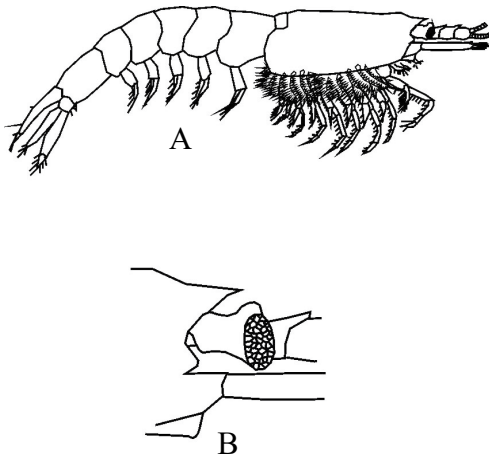


Figura 5. *Bentheuphausia amblyops*. **A)** Vista lateral del cuerpo; **B)** cabeza ampliada en vista lateral mostrando el ojo con pedúnculo cilíndrico y órbita con pocos ommatídeos.

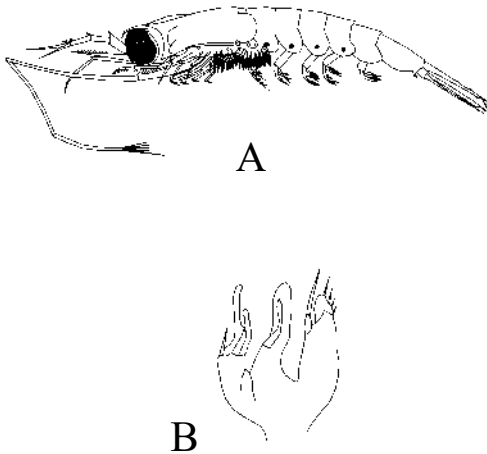


Figura 6. *Nematoscelis megalops*. **A)** Vista lateral del cuerpo; **B)** petasma.



Clave dicotómica para las especies del género *Thysanopoda*

1A. Rostro romo en vista lateral; artejo basal de la antena 1 con proceso dorso distal triangular fuerte y curvado sobre la base del artejo 2; carapacho con un diente postero-lateral; macho adulto con un proceso distal estiliforme en el toracópodo 3, que lo hace más largo que los toracópodos 1–2 y 4–5; lóbulos del petasma paralelos *T. aequalis* (Fig. 7).

1B. Rostro agudo en vista lateral; artejo basal de la antena 1 con proceso dorso distal alargado hacia delante con 10–13 setas pectinadas que se levanta sobre la base del artejo 2; carapacho sin diente posterolateral: macho adulto sin proceso distal en el toracópodo 3, que es del mismo largo que los restantes; lóbulos del petasma entrecruzados.....*T. pectinata* (Fig. 8).

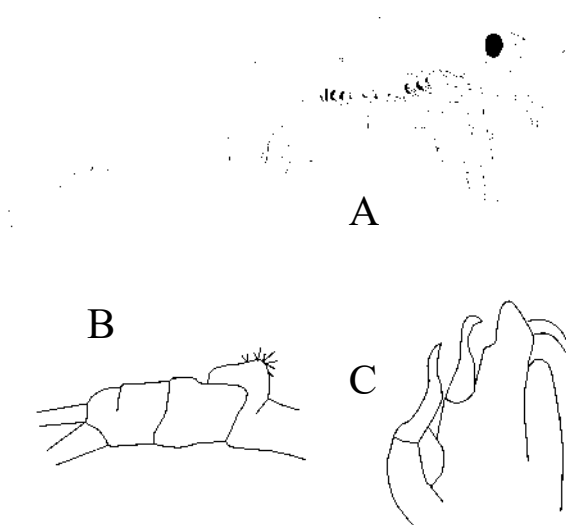


Figura 7. *Thysanopoda aequalis*. A) Vista lateral del cuerpo; B) vista lateral del pedúnculo de la antena 1; C) petasma.

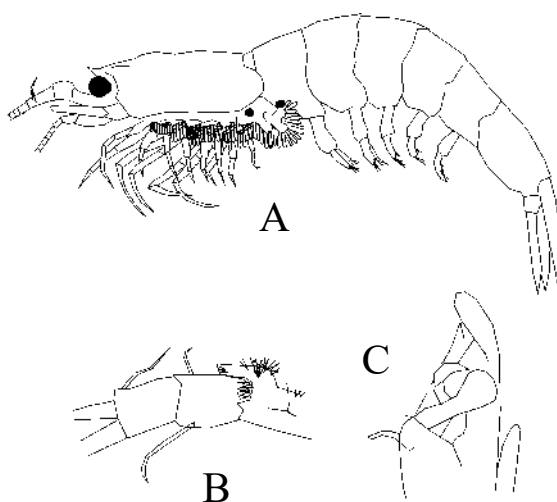


Figura 8. *Thysanopoda pectinata*. A) Vista lateral del cuerpo; B) vista lateral del pedúnculo de la antena 1; C) petasma.

Clave dicotómica para las especies del género *Euphausia*

- 1A.** Primer artejo de la antena 1 con proceso dorso distal formando un pliegue pectinado con 5–6 dentículos marginales, que se proyecta hacia delante sobre el artejo 2; rostro corto, en vista lateral llega hasta la mitad basal de la órbita ocular.....*E. americana* (Fig. 9)
- 1B.** Primer artejo de la anténula 1 con un proceso dorso distal considerablemente levantado más de 45° sobre el artejo 2; rostro largo, llega a alcanzar hasta el final de la órbita ocular*E. brevis* (Fig. 10)

Clave dicotómica para las especies del género *Stylocheiron*

- 1A.** Rostro largo que sobrepasa la órbita ocular; ojo con lóbulo superior con 6–8 conos cristalinos; carapacho con la región gástrica casi lisa; petasma con un lóbulo que posee cuatro setas largas pectinadas.....*S. carinatum* (Fig. 11)
- 1B.** Rostro corto que no llega al inicio de la órbita ocular; ojo con el lóbulo superior con tres conos cristalinos; carapacho con la región gástrica con una depresión oblicua; petasma con tres setas pectinadas largas en uno de sus lóbulos.....*S. suhmi* (Fig. 12)

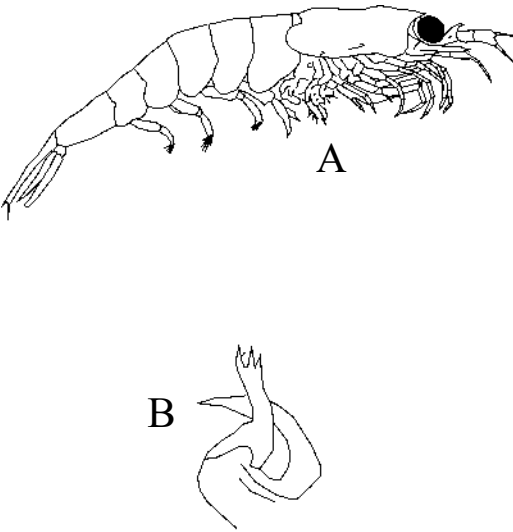


Figura 9. *Euphausia americana*. A) Vista lateral del cuerpo; B) petasma.

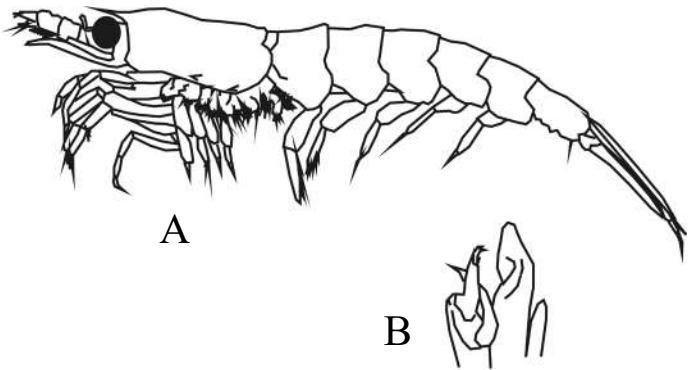


Figura 10. *Euphausia brevis*. A) Vista lateral del cuerpo de; B) petasma.



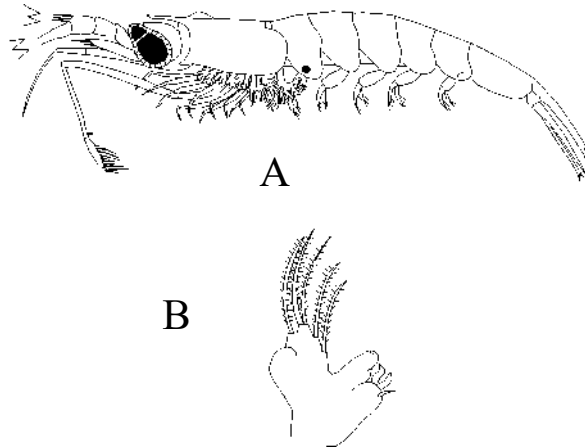


Figura 11. *Stylocheiron carinatum*. A) Vista lateral del cuerpo; B) petasma.

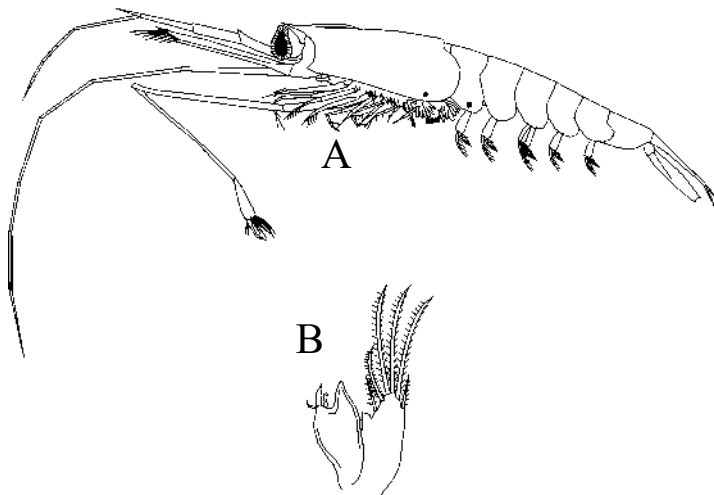


Figura 12. *Stylocheiron suhmi*. A) Vista lateral del cuerpo; B) petasma.

CONCLUSIONES

Los eufausiáceos en Cuba no han sido estudiados con la amplitud y el rigor requerido. Tampoco la literatura especializada está al alcance de todos. Mucho menos las figuras de las especies en cuestión. Se ha señalado que en los alrededores del archipiélago cubanos hay citadas 34 especies de estos crustáceos malacostráceos. Sin embargo, solamente se han recolectado ocho de ellas. Se espera que la presente contribución incentive la identificación de otras especies, provenientes de futuros muestreos del zooplancton de la región.




AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del CIM y de la Universidad de La Habana por las facilidades ofrecidas para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Boas, J. E. V. (1883). Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malacostraken [Studies on the relationships of the Malacostraca]. *Morphologisches Jahrbuch*, (8), 485–579.
- Brinton, E. (1975). Euphausiids of Southeast Asian waters. *NAGA Report*, 4(5), 1–287.
- Castellanos, I. A., & Gasca, R. (2002). Eufásidos (Crustacea: Malacostraca) del centro y sur del mar Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 50(1), 77–85.
- Castellanos, I. A., & Suárez-Morales, E. (2009). 58 Euphausiacea (Crustacea) of the Gulf of Mexico. En D. L. Felder y D. K. Camp (Eds.), *Gulf of Mexico Origin, waters and Biota* (1013–1016). Texas A & M University Press, 1393.
- Magnus, L. J., & Tarling, G. A. (2017). Collecting and processing euphausiids. *Journal of Crustacean Biology*, 37(2), 228–231.
- Mauchline, J., & Fisher, L. R. (1969). The biology of Euphausiids. *Advances in Marine Biology*, 18, 373–677.
- Mikkelsen, P. M. (1987). The Euphausiacea of eastern Florida (Crustacea: Malacostraca). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 100, 255–295.
- Ortiz, M., & Lalana, R. (2010). Claves taxonómicas para identificar a crustáceos cubanos (Arthropoda, Crustacea). *Cocuyo*, (18), 5–28.
- Ortiz, M., Lalana, R., Varela, C., & Leal, S. (2003). Crustáceos marinos planctónicos (Malacostraca), de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 24(1), 77–79.
- Owre, H. B., & Foyo, M. (1972). Studies on Caribbean zooplankton. Description of the program and results of the first cruise. *Bulletin of Marine Science*, 22, 483–521.
- Sars, G. O. (1883). Preliminary notices on the Schizopoda of the H. M. S. “Challenger” Expedition. *Fornandl. Vidensk. Selskeb. I Kristiania*, 7, 1–43.
- Sars, G. O. (1885). Report on the Schizopoda collected by the H. M. S. “Challenger” during the years 1873–1876. *Challenger Report Zoology*, 13(37), 1–228.
- Spiridonov, V., & Casanova, B. (2010). Order Euphausiacea Dana, 1852, En F. R. Schram y C. von Vaupel Klein (Eds.), *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea (A) Eucarida: Euphausiacea, Amphionidacea, and Decapoda (partim)* (pp. 5–82). Brill, Leiden.

Cómo citar: Ortiz, M. (2022). Guía ilustrada para identificar los eufausiáceos (Crustacea: Malacostraca) recolectados en Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 59–68. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.309>.

CONDUCTA DE APAREAMIENTO DE *SETIPELLIS STIGMATICA*
(GASTROPODA: CEPOLIDAE) EN CAUTIVERIO,
MORFOLOGÍA DEL DARDO Y DEL ESPERMATÓFORO**Mating behaviour of *Setipellis stigmatica* (Gastropoda: Cepolidae)
in captivity, morphology of dart and spermatophore**Bernardo Reyes-Tur^{1a*}, Camila Bosch-Díaz^{1b} y Maike Hernández²¹Departamento de Biología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. ^{1a}  orcid.org/0000-0002-7955-561X; ^{1b}  orcid.org/0000-0002-9213-8650, camilaboschdiaz@gmail.com.²Grupo de Invertebrados, Departamento de Estudios Zoológicos, Instituto de Ecología y Sistemática, Carretera Varona # 11835 entre Oriente y Lindero, Calabazar, Boyeros, La Habana, Cuba;  orcid.org/0000-0003-1026-1979, maike.hernandez@gmail.com. *Autor para correspondencia: breyestur@gmail.com

[Recibido: 27 de diciembre, 2021. Aceptado para publicación: 26 de abril, 2022]

RESUMEN

Setipellis stigmatica (Cepolidae) es un caracol hermafrodita, endémico cubano, cuya conducta de apareamiento se desconoce. Se describen su conducta de apareamiento y uso del aparato del dardo, en cautiverio, incluidos datos sobre morfología del dardo y espermatóforo. El trabajo se realizó en noviembre 2012 y entre enero-febrero 2016. Se recolectaron 13 individuos en Escaleras de Jaruco, Cuba, que se mantuvieron aislados en recipientes plásticos entre siete y 14 días previos a jornadas de apareamiento. La duración promedio del apareamiento fue 164 min y consistió en tres etapas: cortejo, cópula y post-cópula. Como promedio, el cortejo duró 107 min, e incluyó contactos táctiles y orales, así como consumo de mucus secretado por órganos genitales parcialmente evertidos durante intentos de intromisión. La cópula se inició simultáneamente con duración promedio de 43 min. Durante esta etapa tuvo lugar el intercambio recíproco de espermatóforos. El espermatóforo tiene tres regiones: cuello, cuerpo y cola, sin espinas, aunque con crestas transversales en el cuello y el cuerpo. Existe una protuberancia en el cuerpo justo en su unión con el cuello. Se sugiere que esta protuberancia retrasa el movimiento del espermatóforo al interior de la bolsa copulatriz. La post-cópula promedió 9 min de duración y el desacople de los penes marcó su inicio. Durante todo el apareamiento, las parejas no mostraron movimientos circulares, pero utilizaron sus aparatos del dardo de dos formas: frotos y pinchazos, dirigidos fundamentalmente a la región anterior del cuerpo de su pareja, usualmente sin pérdida del dardo.

Palabras clave: Cuba, Mollusca, reproducción, especie endémica.

ABSTRACT

Setipellis stigmatica (Cepolidae) is a hermaphroditic, Cuban endemic land snail, of which mating behaviour has never been studied. Here, we described the mating behaviour and the use of the dart apparatus of *S. stigmatica*, in captivity, including data on the morphology of the dart and the spermatophore. The study was conducted in November 2012 and between January-February 2016.



Thirteen adult individuals were collected in Escaleras de Jaruco, Cuba. Individuals were kept isolated in plastic containers between seven and 14 days before the mating sessions. Mating duration averaged 164 min and consisted of three stages: courtship, copulation and post-copulation. On average, courtship lasted 107 min, and included tactile and oral contacts, and consumption of mucus secreted by partially everted genitalia during intromission attempts. Copulation started simultaneously and lasted on average 43 min. During this stage took place the reciprocal exchange of spermatophores. The spermatophore was formed by three regions: neck, body and tail, without spines but with transversal ridges in the neck and body. There is a prominent bulge in the body just in its junction with the neck. We suggested that this bulge could slow down spermatophore movement into the bursa copulatrix. Post-copulation average was 9 min; penis withdrawal established the beginning of this stage. During all mating stages, pairs did not exhibit circling movements but two uses of the dart apparatus were distinguished: rubbing and stabbing, all of which were mainly directed toward the anterior region of the partner's body, usually without loss of the dart.

Keywords: Cuba, Mollusca, reproduction, endemic species.

INTRODUCCIÓN

Entre los animales hermafroditas simultáneos se encuentran los gastrópodos panpulmonados (Bouchet et al., 2017; Schärer y Ramm, 2016). Entre estos gastrópodos, en la superfamilia Helicoidea la mayoría de las especies posee un aparato del dardo como órgano copulatorio auxiliar (Davison y Mordan, 2007; Koene y Schulenburg, 2005). Este órgano se conforma por una glándula cuya posición y morfología es variable (Nordsieck, 1987; Schileyko, 1991). Como parte del órgano copulatorio auxiliar, varias especies de caracoles helicoideos poseen en el interior del saco del dardo una estructura calcárea o quitinosa, llamada dardo del amor (Lodi y Koene, 2016).

Durante el apareamiento, los caracoles con aparato del dardo presionan el tegumento de sus parejas con un dardo cubierto de mucus (Davison et al., 2005; Lodi et al., 2017). Esta conducta, conocida como “disparo del dardo”, es la más estudiada de las moduladas por la selección sexual en los caracoles pulmonados (Baur, 2010; Baur y Baur, 2017). Además, las pautas de uso del aparato del dardo son diferentes entre las especies de Helicidae (Chase, 2007), Bradybaenidae (Kimura y Chiba, 2013; Koene y Chiba, 2006) y Cepolidae (Reyes-Tur et al., 2015, 2020).

En general, la función del dardo es la transferencia a la pareja respectiva de secreciones producidas en las glándulas accesorias. Estas secreciones aumentan el éxito de la fertilización del esperma transferido después del pinchazo del dardo (Kimura et al., 2014; Lodi y Koene, 2016). Para *Cornu aspersum* (Müller, 1774), Stewart et al. (2016) identificaron una alohormona cuya transferencia, a través del dardo, provoca el acortamiento del órgano receptor de espermátóforos y el cambio de configuración del canal copulatorio.

En los caracoles con aparato del dardo los espermatozoides son transferidos por el espermátforo (Baur y Baur, 2017). Aunque la mayoría de los espermatozoides se degradan en la bolsa copulatrix, una parte llega hasta los túbulos espermáticos del saco espermático donde se almacenan hasta que ocurre la fertilización (Garefalaki et al., 2017). El espermátforo reduce el riesgo de degradación de los espermatozoides en la bolsa y facilita su transferencia exitosa al saco espermático (Tompa, 1984).

Los caracoles cubanos con aparato del dardo pertenecen a Cepolidae (Bouchet *et al.*, 2017), aunque la familia está distribuida en las Antillas Mayores y Menores, las Islas Caimán, la Florida y sus cayos (Miller y Naranjo-García, 1991). Según los árboles filogenéticos de la superfamilia Helicoidea, obtenidos a partir de análisis de marcadores moleculares (Calcutt *et al.*, 2020; Koene y Schulenburg, 2005; Razkin *et al.*, 2015; Sei *et al.*, 2017), Cepolidae constituye una familia basal y probablemente primitiva entre los caracoles con aparato del dardo.

Pese a las actualizaciones sobre la filogenia molecular de Helicoidea, su taxonomía supraespecífica tiene como base fundamental las estructuras reproductivas accesorias, incluido el aparato del dardo (Nordsieck, 2013). Según Nordsieck (2017), la familia Cepolidae se caracteriza por la ausencia de divertículo en el órgano receptor de espermátóforos y la presencia de un aparato del dardo simple, conformado por un saco del dardo con una glándula pedunculada apical. Conjuntamente, posee un saco atrial, con una o dos glándulas mucosas en la base. Sin embargo, para *Guladentia* Clench y Aguayo, 1951 y *Jeanneretia* Pfeiffer, 1877 se ha señalado ausencia de saco del dardo y presencia de una estructura similar al dardo, pero de consistencia más blanda que se encuentra unida a la papila muscular (Hernández *et al.*, 2021, 2022). Actualmente, para Cuba, la familia Cepolidae está representada por diez géneros, entre ellos *Setipellis* Pilsbry, 1926 (Hernández *et al.*, 2020).

El género *Setipellis* es endémico de Cuba y hasta el momento está comprendido por una especie, *Setipellis stigmatica* (L. Pfeiffer, 1841), registrada fundamentalmente sobre suelo cársico, en los bosques de la mitad occidental del archipiélago cubano (Espinosa y Ortea, 1999). Baker (1943) fue el primero en analizar y describir los órganos genitales de *Setipellis* a través de dos individuos procedentes de Puertas de Ancón, Viñales, Pinar del Río. Posteriormente, Schileyko (2004) redescubrió estas estructuras a partir del trabajo de Baker (1943). Además, se ha detectado variación interpoblacional del sistema reproductor (Bosch-Díaz, 2021; Méndez-Hernández, 2011).

En un apreciable número de especies animales la anatomía de los órganos reproductivos muestra evidencias de modificación como consecuencia de la selección sexual (Eberhard, 2015; Lodi y Koene, 2016). En caracoles terrestres con aparato del dardo tiene lugar una coevolución morfológica entre el diseño de los dardos y el sistema reproductivo, tal como ha sido revelado por el análisis comparativo de Koene y Schulenburg (2005). No obstante, existe escasez y dispersión de la información referente a las observaciones de los órganos genitales durante el apareamiento. Este tipo de información es útil para determinar cómo se utilizan los órganos sexuales, comprender sus funciones y ampliar el ámbito de la generalización de las pautas conductuales (Koene y Chiba, 2006). Asimismo, la inclusión de las pautas de la conducta de apareamiento en el análisis filogenético pudiera ser un objetivo atractivo para el futuro (Eberhard, 2011). Pese a su posición basal y primitiva entre los helicoideos, sobre Cepolidae se han publicado datos del apareamiento únicamente para especies de *Polymita* Beck 1837 (Reyes-Tur *et al.*, 2015; Reyes-Tur *et al.*, 2000; Reyes-Tur *et al.*, 2020; Reyes-Tur y Koene, 2007) y *Jeanneretia* (Hernández, 2015). En el presente trabajo se estudia la conducta de apareamiento de *S. stigmatica* con la finalidad de comprender si sus pautas se corresponden con lo conocido sobre la evolución del aparato de dardo.

OBJETIVOS

- Caracterizar la conducta de apareamiento de *Setipellis stigmatica* en cautiverio, incluido el uso del dardo.
- Describir la morfología del dardo y el espermátóforo de *Setipellis stigmatica*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de ejemplares. Para la caracterización del apareamiento de *S. stigmatica* se recolectaron 13 individuos adultos (*i.e.*: con labio reflejado) procedentes de Escaleras de Jaruco, provincia Mayabeque, en las Región Occidental de Cuba.

Mantenimiento de caracoles en cautiverio. La conducta de apareamiento fue estudiada en cautiverio. Para disminuir el efecto de probables apareamientos anteriores, los individuos recolectados se aislaron entre siete y 14 días en recipientes plásticos de 1 500 mL. La alimentación y las condiciones de la colonia en cautiverio (*i.e.*: temperatura, humedad relativa y fotoperíodo) se mantuvieron según Rodríguez-Potrony et al. (2020).

Conducta de apareamiento en cautiverio. En cada jornada de observación, se colocaron de cuatro a nueve individuos, previamente marcados con tinta indeleble, en un recipiente de 30 X 20 X 17 cm con el fondo y las paredes humedecidas para facilitar las cópulas. Las observaciones se iniciaron entre las 08:00 h y 19:00 h; en el horario nocturno se utilizó iluminación fluorescente en el laboratorio. Las parejas detectadas en cortejo se aislaron cuidadosamente a otro recipiente con similares características.

Para la descripción cualitativa y el análisis cuantitativo de los eventos conductuales se tomaron fotos y videos utilizando una cámara digital Nikon-Cool Pix s9600. Se determinó la duración en minutos (min) de cada etapa de la conducta de apareamiento: cortejo, cópula y post-cópula, según los criterios de Reyes-Tur et al. (2020). Se analizaron videos de siete apareamientos, en noviembre del 2013 ($n = 2$) y entre enero y febrero del 2016 ($n = 5$). En uno de los apareamientos se grabó exclusivamente el cortejo, y en seis las tres etapas. Para cada toma de video, se cuantificó el número de contactos del aparato del dardo, parcial o completamente evertido, contra el cuerpo del otro individuo (*i.e.*: uso del aparato del dardo), su frecuencia (segundos o minutos entre cada contacto), los sitios o regiones de contacto y la duración (en min).

Para cuantificar los sitios de contacto, se diferenciaron tres regiones: cefálica, pedal medio y pedal posterior. La cefálica incluyó desde el pliegue de la cavidad del manto, seguida por la cabeza con ambos pares de tentáculos, el atrio parcialmente evertido y la región cefálica ventral. Después del apareamiento cada miembro de la pareja fue aislado en su recipiente original.

Disección y microscopía. Los individuos sacrificados para el análisis anatómico se anestesiaron previamente con una inyección de 0.5 mL de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (50 mM). Posteriormente, se realizó la disección para aislar el sistema reproductor bajo un estereomicroscopio Novel NSZ-808 y el material de disección adecuado. Los dardos y espermatóforos fueron fotografiados bajo el estereomicroscopio con cámara digital acoplada, Canon 500D. A partir de las imágenes tomadas, se realizaron las mediciones mediante el programa *ImageTool* 3.0 (Wilcox et al., 2002), sobre la base de una escala previamente calculada con auxilio de un micrómetro ocular, según los criterios de Reyes-Tur et al. (2020).

Procesamiento de dardos y espermatóforos. Después del apareamiento, en tres parejas se examinó la presencia o ausencia del dardo y su estado (*i.e.*: roto o intacto), así como la transferencia de espermatóforo. Para examinar la presencia o ausencia del dardo y su estado se introdujo el aparato del dardo en una solución de NaOH (2 N) durante 5 horas para eliminar tejidos y mucus adyacentes al dardo. Para verificar la transferencia de espermatóforos, se realizó la disección de la bolsa copulatriz y su conducto, en los ejemplares utilizados para estudiar el dardo.

Se midió el largo máximo de cuatro dardos, así como el largo total de un espermatóforo y de sus partes: cuello, cuerpo y cola (todo expresado en mm).

Tanto para la conducta de apareamiento como la morfometría se caracterizó cada variable mediante el cálculo de la media y el error estándar.

RESULTADOS

Conducta de apareamiento en cautiverio. El apareamiento se dividió en tres etapas: cortejo, cópula y post-cópula. Su duración total fluctuó entre 93 y 279 min para una media \pm error estándar de 164 ± 27 min ($n = 6$). En todos los apareamientos existieron eventos repetitivos como el contacto táctil entre los individuos en posición frente a frente, las reiteradas eversions y retracciones de los atrios genitales durante el cortejo, los intentos de acoplamiento, el uso del aparato del dardo y la ingestión de secreciones mucosas producidas en los órganos genitales parcialmente evertidos (Fig. 1).

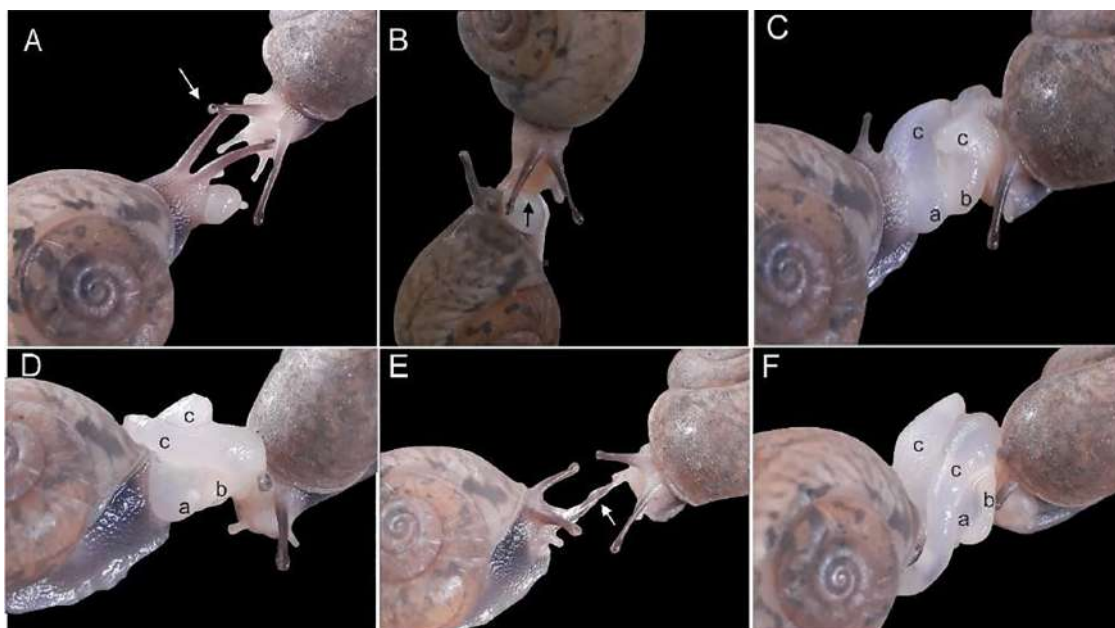


Figura 1. Etapas del cortejo y la cópula en cautiverio de *Setipellis stigmatica*. **A)** Contacto de los tentáculos oculares (flecha blanca) entre individuos proclives al cortejo, en estado inicial de eversión de sus órganos genitales; **B)** pareja durante el cortejo, el individuo que está en la parte superior presiona su rádula sobre el atrio parcialmente evertido de su pareja (flecha negra); **C y D)** parejas durante el cortejo con diferentes niveles de eversión del aparato del dardo; **E)** pareja en cortejo donde el individuo de la izquierda ingiere secreciones mucosas de los órganos genitales de su pareja; **F)** pareja en cópula con máximo nivel de eversión de los órganos genitales. Durante el apareamiento se observan: poro vaginal (a), lóbulo peneal (b) y aparato del dardo en contacto con diferentes regiones del cuerpo (c).

El cortejo fluctuó entre 49 y 227 min, su promedio de 107 ± 22 min ($n = 7$) representó el 67 % de la duración del apareamiento. Esta etapa comenzó cuando un par de individuos proclives a iniciar el cortejo, con diferentes grados de eversión parcial de sus atrios genitales, tuvieron contacto táctil con cualquier parte del cuerpo, fundamentalmente la región cefálica (Fig. 1A, B). La eversión parcial de los órganos genitales implicó la salida al exterior del lóbulo peneal y el poro vaginal, a ambos lados del aparato del dardo que ocupó una posición central (Fig. 1C, D). Cuando ocurrió la eversión máxima del aparato del dardo, se observó en el interior

del saco atrial, el saco del dardo y la glándula pedunculada. Durante el cortejo se realizaron eversiones y retracciones de los órganos genitales. Los periodos en que se mantuvieron retraídos los órganos genitales se consideraron como pausas, cuya duración se extendió entre uno y 12 min.

Cuando los órganos genitales estaban parcialmente evertidos, sin contacto entre ellos, hubo contacto entre los tentáculos oculares y se registraron movimientos laterales de la región cefálica (Fig. 1A). Además, uno o ambos individuos rasparon con su rádula la región bucal y los órganos genitales parcialmente evertidos de su pareja (Fig. 1B), la cual se retrajo como respuesta a la acción traumática. El contacto de los órganos genitales parcialmente evertidos facilitó el acomodo de los poros vaginales y lóbulos peneales (Fig. 1C, D), después de intentar el acoplamiento entre cuatro y 14 veces (8 ± 1 , $n = 7$). Al mismo tiempo, el aparato del dardo frotó diferentes zonas del cuerpo de la pareja; en ambos miembros y el tentáculo cefálico derecho se retrajo completamente (Fig. 1C, D). Durante las pausas de eversion de los órganos genitales quedó colgado entre la pareja un cordón de mucus secretado por los genitales el cual generalmente fue ingerido por uno de los miembros de la pareja (Fig. 1E). Luego de los intentos de intromisión, el acoplamiento simultáneo marcó el final del cortejo y el inicio de la cópula.

La duración de la cópula fluctuó entre 33–57 min, su valor medio de 43 ± 4 min ($n = 6$) representó el 27 % de la duración del apareamiento y se inició con la intromisión simultánea de ambos penes. En esta etapa, los individuos se mantuvieron sin reptar, con los tentáculos retraídos parcial o completamente y el aparato del dardo contactó diferentes sitios del cuerpo de la pareja (Fig. 1F). La cópula culminó con el desacople simultáneo de ambos penes.

Como promedio, la post-cópula se extendió 9 ± 1 min (entre siete y 13 min, $n = 6$) y representó el 6 % de la duración del apareamiento. Después del desacople de ambos penes los órganos genitales comenzaron su retracción, mientras los tentáculos alcanzaron su eversion máxima. Luego de la separación de la pareja también ocurrió ingestión de los restos de secreciones mucosas sobre el sustrato de apareamiento y el cuerpo de cada animal. Esta etapa culminó con el cese del contacto táctil.

Usos del aparato del dardo. El 67 % ($n = 284$) de los usos del aparato del dardo ocurrieron de forma unilateral. El aparato del dardo es flexible, largo y fino cuando está completamente extendido (Fig. 1F). La mayoría de sus contactos estuvieron ubicados en la región cefálica (74 %), aunque no se registraron contactos entre aparatos del dardo. El resto de los contactos tuvieron lugar en la región media del pie (25 %) y la concha (1 %).

Fueron detectadas dos formas de uso del aparato del dardo, los frotos y los pinchazos ($n = 284$). De los dos, el frote resultó la forma más frecuente, como promedio un frote cada 4 ± 1 min (límites: uno entre 3–7 min, $n = 243$) y el pinchazo la más rara, uno cada 28 ± 4 min (entre 18–46 min, $n = 41$). La frecuencia de uso del aparato del dardo (*i.e.*: frotos y pinchazos) fue mayor durante la cópula, cada 2 ± 0.4 min (entre 1–4 min, $n = 157$); comparada con el cortejo, cada 10 ± 2 min (entre 4–18 min, $n = 116$). Sólo el 4 % de uso del aparato del dardo, se detectó durante la post-cópula.

El tipo de uso del aparato del dardo de mayor duración promedio fue el frote (2 ± 0.1 min, $n = 246$). Durante el frote el aparato del dardo rozó, con el saco atrial evertido, diferentes regiones del cuerpo de la pareja, fundamentalmente alrededor del poro vaginal. Estos no provocaron retracción visible de la zona frotada.

Durante el frote se dispersó, sobre las regiones de contacto, el mucus secretado por el orificio del aparato del dardo y la superficie del saco atrial evertido. La superficie de este saco evertido es mayormente rugosa, aunque lisa en su extremo.

Los pinchazos siempre ocurrieron unilateralmente, con duración de 1 segundo y mayor frecuencia durante la cópula (61 %, $n = 41$). Este evento implicó que el aparato del dardo alcanzara su eversión máxima y se curvara (Fig. 1F). En estas condiciones el pinchazo tuvo lugar cuando su extremo contactó el cuerpo de su pareja y causó la retracción inmediata de la zona impactada, así como de la región cefálica.

Dardos y espermatóforos. Después de la cópula se registraron dardos en cinco de los individuos analizados ($n = 6$), en uno de ellos el dardo estaba roto. Los dardos tienen aspecto de estilete delgado y ligeramente curvado (Fig. 2), con largo máximo entre 1.63–2.21 mm (1.99 ± 0.13 ; $n = 4$).



Figura 2. Vista lateral de dardos de *Setipellis stigmatica*.

Para las tres parejas sacrificadas después del apareamiento se comprobó presencia del espermatóforo en la bolsa copulatrix de cinco individuos, en tres de ellos estaba parcialmente degradado y en otro muy fragmentado. Tampoco se encontró espermatóforo en el complejo peneal de la pareja del individuo que no lo recibió en su órgano receptor. Para el único espermatóforo íntegro, el largo resultó 5.36 mm y estuvo conformado por el cuello, el cuerpo y la cola (Fig. 3). El cuello es aguzado en su región anterior y presenta una serie de crestas que le confieren apariencia espiralada (largo: 1.91 mm; ancho máximo: 0.31 mm). A continuación, se encuentra el cuerpo (largo: 1.43 mm; ancho máximo: 0.5 mm) con una protuberancia cercana a su unión con el cuello. Además, en el cuerpo existen crestas laterales menos pronunciadas que en el cuello. La cola, tiene grosor uniforme y extremo distal romo (largo: 2.02 mm; ancho máximo: 0.43 mm). No se detectaron espinas en ninguna región del espermatóforo (Fig. 3).

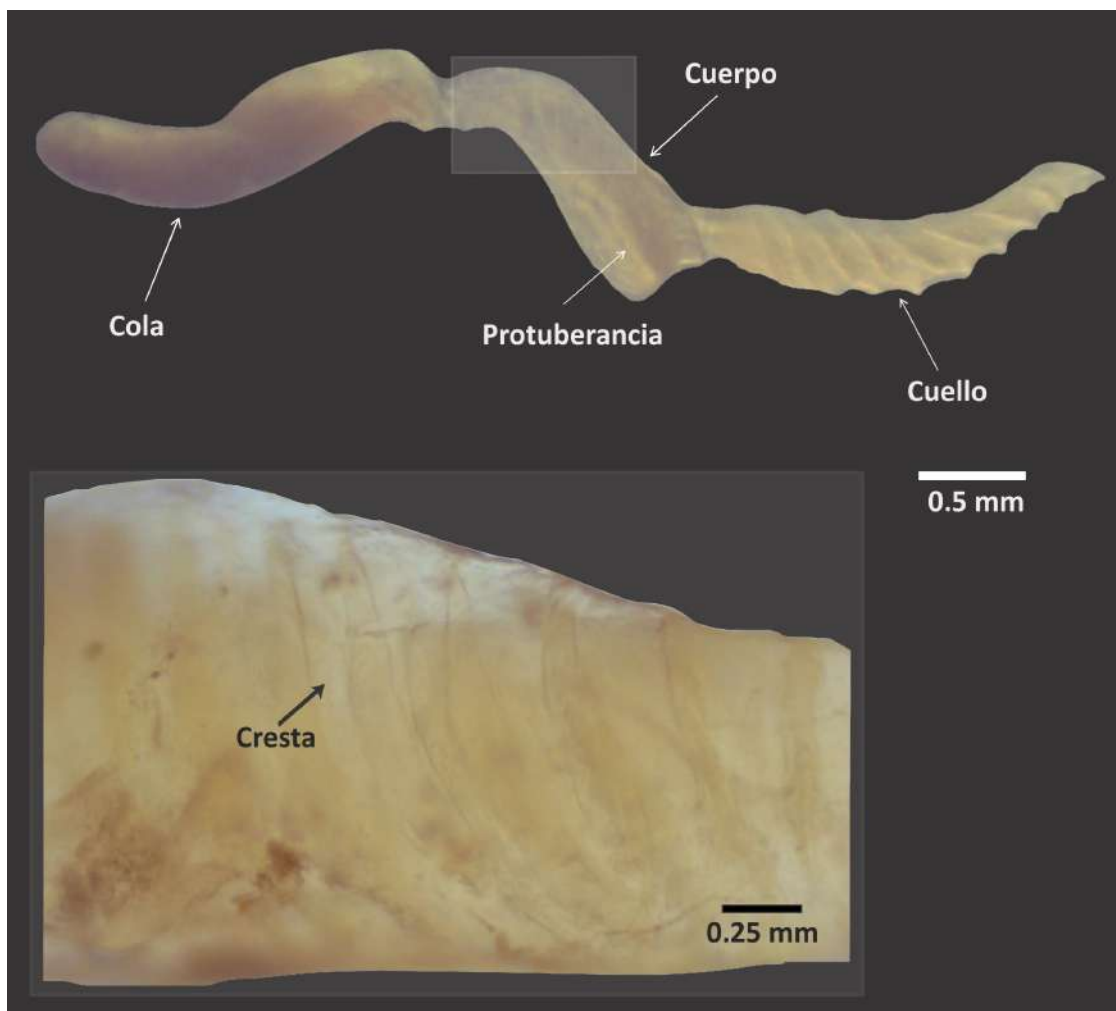


Figura 3. Morfología del espermatóforo de un ejemplar de *Setipellis stigmatica*. Se señala una de las crestas (flecha negra) en el cuerpo.

DISCUSIÓN

Conducta de apareamiento en cautiverio. El apareamiento de *S. stigmatica* posee tres etapas: cortejo, cópula y post-cópula, lo cual constituye un patrón similar a otras especies de Cepolidae (Reyes-Tur et al., 2020). Su duración media de 164 min fue cercana a la reportada para *Polymita muscarum* (Lea, 1834), (142 ± 29 min: Reyes-Tur y Koene, 2007). Sin embargo, la duración promedio del apareamiento de *S. stigmatica* fue menor que *P. brocheri* (Gutiérrez in Pfeiffer, 1864) (208 ± 23 min: Reyes-Tur et al., 2020) y *P. picta* (Born, 1780) (264 ± 12 min: Reyes-Tur et al., 2015). Además, a diferencia de estas últimas especies, para *S. stigmatica* en ningún caso se registró movimiento circular de algún miembro de la pareja.

En *S. stigmatica*, el cortejo representó el 67 % de la duración del apareamiento. Sin embargo, la cópula representó el 27 % de la duración del apareamiento; a diferencia de las especies cubanas con aparato del dardo estudiadas previamente, donde la cópula representó

más del 50 % del apareamiento (Reyes-Tur et al., 2020). Lo anterior sugiere que en *S. stigmatica* el cortejo es una etapa con apreciable demanda energética, donde el contacto táctil, el uso del aparato del dardo, así como la secreción, la transferencia y la ingestión de secreciones mucosas producidas en los órganos genitales pueden considerarse signos de motivación sexual. Tal como se ha sugerido para otros caracoles terrestres (Baur, 2010; Baur y Baur, 2017).

Usos del aparato del dardo. Para los apareamientos de *S. stigmatica*, se registró frecuencia promedio de un frote cada 4 min (límites: entre 3 y 7 min) y un pinchazo cada 28 min (límites: entre 18 y 46 min). Estos valores indican menor frecuencia de uso del aparato del dardo que lo señalado para otros caracoles cubanos pertenecientes a Cepolidae, como *P. muscarum*, entre 30 s y 3 min (Reyes-Tur y Koene, 2007); *P. picta*, entre 1 y 7 min (Reyes-Tur et al., 2015) y *P. brocheri*, entre 30 s y 4 min (Reyes-Tur et al., 2020). Sin embargo, para las especies mencionadas, incluida *S. stigmatica*, la frecuencia de uso del aparato del dardo es menor que la informada para *Euhadra subnimbosa* (Kobelt, 1894), 151 pinchazos cada minuto (Koene y Chiba, 2006).

La posición central del aparato del dardo entre los órganos genitales parcialmente evertidos constituye una novedad de la morfología genital durante el apareamiento de los cepólidos. Además, entre los tipos de uso del aparato del dardo, para *S. stigmatica*, los frotos fueron los más frecuentes y los de mayor duración. Estos eventos son menos traumáticos y pudieran disminuir la intensidad del conflicto sexual pues no provocan trauma aparente a ningún miembro de la pareja (Reyes-Tur et al., 2015). La mayoría de los frotos estuvieron ubicados alrededor del poro vaginal, esto está probablemente relacionado con la transferencia de mucus producido por las glándulas accesorias y la estimulación de órganos femeninos internos relacionados con las zonas contactadas (Eberhard, 2015; Koene y Reyes-Tur, 2020). Cabe destacar, la ausencia de zona sensitiva, así como de frotos y pinchazos entre aparatos del dardo, los cuales se han registrado para otras especies cubanas con aparato del dardo (Reyes-Tur et al., 2020).

El evento más traumático, el pinchazo, resultó el menos frecuente y de menor duración. Los pinchazos sobre la región cefálica y los órganos genitales parcialmente evertidos son una vía para transferir el mucus secretado por las glándulas mucosas. Específicamente en *C. aspersum*, estas secreciones están compuestas por una alohormona que provoca el acortamiento del órgano receptor de espermatóforo y disminuye la resistencia femenina. Lo anterior incrementa la probabilidad de éxito del espermatozoide transferido durante la fertilización (Lodi y Koene, 2016; Stewart et al., 2016). En general, los apareamientos traumáticos incrementan el éxito reproductivo mediante la superación de la resistencia femenina o la manipulación de los mecanismos postcopulatorios de selección de espermatozoide (Lange et al., 2013).

Por otro lado, Koene et al. (2000) demostraron en *C. aspersum*, que la región anteromedial derecha del ganglio cerebral constituye una región evolutivamente conservada en el sistema nervioso de los gastrópodos. Esta región participa en el control de la conducta de apareamiento, a través de algunas neuronas específicamente sensitivas al estímulo táctil en la zona superior de los tentáculos cefálicos y alrededor del poro vaginal. Lo anterior coincide con las principales zonas de contacto del aparato del dardo detectadas para *S. stigmatica*.

Dardos y espermatóforos. El largo máximo de los dardos de *S. stigmatica* varió entre 1.63 y 2.21 mm, más corto a lo reportado para *P. picta* (entre 2.6 y 4.2 mm: Reyes-Tur et al., 2015) y *P. brocheri* (entre 2.1 y 2.6 mm: Reyes-Tur et al., 2020). No obstante, en relación con las dimensiones de la concha, el dardo de *S. stigmatica* posee una apreciable talla. Esto puede estar relacionado con la baja frecuencia de uso del aparato del dardo, puesto que los pinchazos de

S. stigmatica deben ser más profundos que en las especies mencionadas anteriormente. Además, Baminger y Haase (2000) plantearon que dardos más largos pueden transferir productos de glándulas mucosas más largas, como es el caso de *S. stigmatica*.

De tres parejas sacrificadas después del apareamiento, solamente un individuo no presentó dardo en el saco. Lo cual indica que generalmente el dardo no se pierde durante el apareamiento, aunque también pueden existir individuos que lo pierdan o copulen sin dardos. Esto último ha sido confirmado para *Bradybaena pellucida* (Férussac, 1821), donde el dardo se forma sólo después del primer apareamiento (Kimura y Chiba, 2015).

En el presente trabajo se describió un espermátforo de *S. stigmatica* de Escaleras de Jaruco. Este resultó más corto que en *P. picta* (Reyes-Tur et al., 2015) y *P. brocheri* (Reyes-Tur et al., 2020). Probablemente, se deba a que las dimensiones de las estructuras donde se forma el espermátforo (*i.e.*: flagelo y epifalo de *S. stigmatica*) son menores que en *Polymita*.

El espermátforo de *S. stigmatica* carece de espinas, a diferencia de *P. picta* (Reyes Tur et al., 2015) y *P. brocheri* (Reyes-Tur et al., 2020). Las espinas favorecen el retraso del movimiento del espermátforo al interior del conducto de la bolsa copulatriz y facilitan que la cola se mantenga fuera del mencionado conducto (Garefalaki et al., 2017; Kimura y Chiba, 2013). Otra característica relevante del espermátforo es la presencia de una protuberancia en la región anterior del cuerpo. Esta protuberancia en la zona de unión entre el cuerpo y el cuello, sugiere una función similar a las espinas registradas en los espermátforos de *Polymita* (Reyes-Tur et al., 2020). Al retrasar el movimiento del espermátforo hacia el conducto de la bolsa copulatriz debe incrementarse la probabilidad de desplazamiento de los espermatozoides desde la cola hasta la bolsa espermática.

La pauta regular del apareamiento de *S. stigmatica* respalda la idea de que en los caracoles de la familia Cepolidae el aparato del dardo es utilizado repetidamente durante todo el apareamiento a través de pinchazos y frotos, usualmente sin perder el dardo (Lodi y Koene, 2016). Estas características conductuales pudieran ser ancestrales en la evolución del aparato del dardo. Además, pese a que son necesarios más estudios para demostrar el efecto de la protuberancia del espermátforo, el presente trabajo aporta evidencias de la relación potencial entre la morfología de los dardos, los espermátforos y el sistema reproductor, especialmente el órgano receptor de espermátforo.

CONCLUSIONES

En cautiverio, el apareamiento de *S. stigmatica* posee tres etapas: cortejo, cópula y post-cópula. El cortejo representó más de la mitad de su duración e incluyó contactos táctiles y orales, así como consumo de mucus secretado por los órganos genitales. Las parejas no mostraron movimientos circulares, pero utilizaron sus aparatos del dardo mediante frotos y pinchazos, dirigidos fundamentalmente a la región anterior del cuerpo de su pareja, usualmente sin pérdida del dardo.

Los dardos de *S. stigmatica* tienen aspecto de estilete delgado y ligeramente curvado. Por otro lado, su espermátforo consta de tres regiones: cuello, cuerpo y cola; aunque sin espinas posee crestas transversales en el cuello y el cuerpo. Existe una protuberancia en el cuerpo justo en su unión con el cuello.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Oficina de Regulación y Seguridad Ambiental por los permisos de acceso y recolecta, así como a Lixán Manzano y Lizandra Y. Cepero Benítez por apoyar en el mantenimiento de los caracoles. Los comentarios y sugerencias de Henry Rodríguez-Potrony, Mario J. Gordillo Pérez, Denis Dennis Ávila, Ana Sanz Ochotorena, Alejandro Fernández Velázquez, Carlos Suriel y los revisores anónimos permitieron corregir las primeras versiones del manuscrito. El proyecto VLIRUOS: Valorización de la biodiversidad de Cuba Oriental en condiciones de cambio climático, la agencia NABU y Tino Sauer apoyaron financieramente en el mejoramiento de las condiciones de cautiverio.

REFERENCIAS

- Baker, H. K. (1943). Some Antillean helicids. *The Nautilus*, 56(3), 81–91.
- Baminger, H., & Haase, M. (2000). Variation of distal genitalia in the simultaneously hermafroditic land snail *Arianta arbustorum* (Pulmonata, Stylommatophora) caused by sexual selection? *Biological Journal of Linnean Society*, 71(4), 599–613. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2000.tb01280x>.
- Baur, B. (2010). Stylommatophoran gastropods. En J. L. Leonard y A. Córdoba-Aguilar (Eds.), *The Evolution of primary sexual characters in animals* (538–552). Oxford University Press.
- Baur, B., & Baur, A. (2017). Reproductive strategies in stylommatophoran gastropods. En S. Saleuddin y S. Mukai (Eds.), *Physiology of molluscs: a collection of selected reviews* (311–377). Apple Academic Press Waretown.
- Bosch-Díaz, C. (2021). *Variabilidad de la conducta de apareamiento y los órganos genitales de Setipellis stigmatica (L. Pfeiffer, 1841) (Gastropoda: Cepolidae)* [Tesis de Maestría, Universidad de La Habana].
- Bouchet, P., Rocroi, J. P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, P., Schrödl, M., & Strong, E. E. (2017). Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1–2), 1–526. <https://doi.org/10.4002/040.061.0201>.
- Calcutt, J., Cuezco, M. G., Jackson, M., & Salvador, R. B. (2020). Phylogenetic relationships and classification of Solaropsidae (Gastropoda: Stylommatophora). *Archiv für Molluskenkunde*, 149(2), 181–193. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/149/181-193>.
- Chase, R. (2007). The function of dart shooting in helicid snails. *American Malacological Bulletin*, 23(1), 183–189. <https://doi.org/10.4003/0740-2783-23.1.183>.
- Davison, A., & Mordan, P. B. (2007). A literature database on the mating behavior of stylommatophoran land snails and slugs. *American Malacological Bulletin*, 23(1), 173–181. <https://doi.org/10.4003/0740-2783-23.1.173>.
- Davison, A., Wade, C. M., Mordan, P. B., & Chiba, S. (2005). Sex and darts in slugs and snails (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora). *Journal of Zoology*, 267(4), 329–338. <https://doi.org/10.1017/S0952836905007648>
- Eberhard, W. G. (2011). Experiments with genitalia: a commentary. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(1), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.10.009>.
- Eberhard, W. G. (2015). Cryptic female choice and other types of post-copulatory sexual selection. En A. Peretti y A. Aisenberg (Eds.), *Cryptic female choice in arthropods* (1–26). Springer.
- Espinosa, J., & Ortea, J. (1999). Moluscos terrestres del archipiélago cubano. *Avicennia*, 2, 1–137.







- Garefalaki, M. E., Kalyva, S., Janicke, T., & Staikou, A. (2017). Intraspecific variation in reproductive characters is associated with the strength of sexual selection in the hermaphroditic land snail *Cornu aspersum*. *Behavioural Ecology Sociobiology*, 71(10), 150–161. <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2383-4>.
- Hernández, M. (2015). Mating behaviour in *Jeanneretia* ss. (Helicoidea: Cepolidae), endemic of the western region of Cuba. *Unitas Malacologica Newsletter*, 35, 7–9.
- Hernández, M., Backeljau, T., & Bauzá, M. A. (2021). Genital anatomy, jaw, and radula of the species of the genus *Jeanneretia* (Helicoidea: Cepolidae), endemic to western Cuba. *Archiv für Molluskenkunde*, 150, 13–29. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/150/013-029>.
- Hernández, M., Bauzá, M. A., & Backeljau, T. (2022). Genital anatomy, jaw and radula of *Guladentia subtussulcata* (Helicoidea, Cepolidae), endemic to western Cuba. *Zookeys*, 1080, 99–106. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1080.73194>.
- Hernández, M., Bauzá, M. A., Franke, S., & Fernández, A. (2020). A new genus and species of cepolid from Cuba (Pulmonata, Helicoidea). *Ruthenica*, 30(3), 155–164. [https://doi.org/10.35885/ruthenica.2021.30\(3\).3](https://doi.org/10.35885/ruthenica.2021.30(3).3).
- Kimura, K., & Chiba, S. (2015). The direct cost of traumatic secretion transfer in hermaphroditic land snails: individuals stabbed with a love dart decrease lifetime fecundity. *Proceedings of Royal Society B*, 282(1804), 20143063. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.3063>.
- Kimura, K., & Chiba, S. (2013). Delayed spermatophore removal in the land snail *Euhadra peliomphala*. *Biological Journal of Linnean Society*, 108(4), 806–811. <https://doi.org/10.1111/bij.12008>.
- Kimura, K., Chiba, S., & Koene, J. M. (2014). Common effect of the mucus transferred during mating in two dart-shooting snail species from different families. *Journal of Experimental Biology*, 217, 1150–1153. <https://doi.org/10.1242/jeb.095935>.
- Koene, J. M., & Chiba, S. (2006). The way of the samurai snail. *American Naturalist*, 168(4), 553–555. <https://doi.org/10.1086/508028>.
- Koene, J. M., & Reyes-Tur, B. (2020). Cuban Cupids: Mating behaviour and physiology of dart-possessing land snails. *The Malacologist*, 70, 26–27.
- Koene, J. M., & Schulenburg, H. (2005). Shooting darts: co-evolution and counter-adaptation in hermaphroditic snails. *BMC Evolutionary Biology*, 5, 25. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-5-25>.
- Koene, J. M., Jansen, R. F., Ter Maat, A., & Chase, R. (2000). A conserved location for the central nervous system control of the mating behaviour in gastropod molluscs: evidence from a terrestrial snail. *Journal of Experimental Biology*, 203, 1071–1080. <https://doi.org/10.1242/jeb.203.6.1071>.
- Lange, R., Reinhard, K., Michiels, N. K., & Anthes, N. (2013). Functions, diversity, and evolution of traumatic mating. *Biological Reviews*, 88, 585–601. <https://doi.org/10.1111/brv.12018>.

- Lodi, M., & Koene, J. M. (2016). The love-darts of land snails: integrating physiology, morphology and behaviour. *Journal of Molluscan Studies*, 82(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyv046>.
- Lodi, M., Staikou, A., Janssen, R., & Koene, J. M. (2017). High level of sperm competition may increase transfer of accessory gland products carried by the love dart of land snails. *Ecology and Evolution*, 7(24), 11148–11156. <https://doi.org/10.1002/ece3.3385>.
- Méndez-Hernández, A. A. (2011). *Variabilidad del dardo en especies de moluscos de la familia Cepolidae: implicaciones para la selección sexual* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente].
- Miller, W. B., & Naranjo-García, E. (1991). Familial relationships and biogeography of the western American and Caribbean Helicoidea (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata). *American Malacological Bulletin*, 8(2), 147–153. <https://biostor.org/reference/143272>.
- Nordsieck, H. (1987). Revision des systems der Helicoidea (Gastropoda: Stylommatophora). *Archiv für Molluskenkunde*, 118(1/3), 9–50. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.141070>.
- Nordsieck, H. (2013). Higher classification of Helicoidea (Gastropoda: Stylommatophora) and the molecular analyses of their phylogeny. Disponible en <https://www.hnords.de>. Último acceso 12–VII–2014.
- Nordsieck, H. (2017). *Pulmonata, Stylommatophora, Helicoidea: Systematics with comments*. ConchBooks, Hackenheim.
- Razkin, O., Gómez-Moliner, B. J., Prieto, C. E., Martínez-Ortiz, A., Arrébola, J. R., Muñoz, B., Chueca, L. J., & Madeira, M. O. (2015). Molecular phylogeny of the western Palaearctic Helicoidea (Gastropoda, Stylommatophora). *Molecular Phylogenetic Evolution*, 83, 99–117. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.11.014>.
- Reyes-Tur, B., Allen, J. A., Cuellar-Araujo, N., Hernández, N., Lodi, M., Méndez-Hernández, A. A., & Koene, J. M. (2015). Mating behaviour, dart shape and spermatophore morphology of the Cuban tree snail *Polymita picta* (Born, 1780). *Journal of Molluscan Studies*, 81, 187–195. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyu089>.
- Reyes-Tur, B., Fernández-Velázquez, A., & Ortiz, Y. (2000). Conducta de apareamiento y aspectos de la relación estructura-función del sistema reproductor en *Polymita muscarum* Lea 1834, (Gastropoda: Pulmonata). *Revista Biología*, 14(2), 160–166.
- Reyes-Tur B., Gordillo-Pérez, M. J., Bosch-Díaz, C., Rodríguez-Potrony, H., & Rodríguez-Matos, J. (2020). Apareamiento, espermatóforo y aparato del dardo de *Polymita brocheri* (Gastropoda: Cepolidae): conducta y morfología. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 8(1), 1–16.
- Reyes-Tur, B., & Koene, J. M. (2007). Use of dart apparatus by hermaphroditic land snail *Polymita muscarum* (Lea, 1834). *Animal Biology*, 57(2), 261–266. <https://doi.org/10.1163/157075607780377974>.

- Rodríguez-Potrony, H., Bosch-Díaz, C., Gordillo-Pérez, M. J., Rodríguez-Matos, J., & Reyes-Tur, B. (2020). Parámetros reproductivos, historia de vida y crecimiento de *Polymita brocheri* (Gastropoda: Cepolidae) en condiciones de cautiverio. *Poeyana*, 510, 10–17.
- Schärer, L., & Ramm, S. A. (2016). Hermaphrodites. En R. M. Kliman (Ed.), *Encyclopedia of Evolutionary Biology* (Vol. 2, 212–224). Elsevier Science Publishing.
- Schileyko, A. A. (1991). Taxonomic status phylogenetic relations and system of the Helicoidea *sensu lato*. *Archiv für Molluskenkunde*, 120(4/6), 187–236.
- Schileyko, A. A. (2004). Treatise on recent terrestrial pulmonate molluscs. Part 12. Bradybaenidae, Monadeniidae, Xanthonychidae, Epiphragmophoridae, Helminthoglyptidae, Elonidae, Humboldtianidae, Sphincterochilidae, Cochlicellidae. *Ruthenica*, 2, 1627–1763.
- Sei, M., Robinson, D. G., Geneva, A. J., & Rosenberg, G. (2017). Doubled helix: Sagdoidea is the overlooked sister group of Helicoidea (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata). *Biological Journal of Linnean Society*, 122(4), 697–728. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx082>.
- Stewart, M. J., Wang, T., Koene, J. M., Storey, K. B., & Cummins, S. F. (2016). A “love” dart allohormone identified in the mucous glands of hermaphroditic land snails. *Journal of Biological Chemistry*, 291(15), 7938–7950. <https://doi.org/10.1074/jbc.M115.704395>.
- Tompa, A. S. (1984). Land snails (Stylommatophora). En A. S. Tompa, N. H. Verdonk y J. A. M. van den Biggelaar (Eds.), *The Mollusca* (Vol. 7, 47–140). Elsevier Science Publishing.
- Wilcox, D., Dove, B., McDavid D., & Greer, D. (2002). *UTHSCSA Image tool for Windows, version 3.0*. University of Texas, Health Science Center.
- Cómo citar:** Reyes-Tur, B., Bosch-Díaz, C., & Hernández, M. (2022). Conducta de apareamiento de *Setipellis stigmatica* (Gastropoda: Cepolidae) en cautiverio, morfología del dardo y del espermatóforo. *Novitates Caribaeae*, (20), 69–83. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.310>.

MORFOLOGÍA COMPARADA DEL HUESO UROHIAL DE PECES
RECOLECTADOS EN LA LÍNEA COSTERA DE VERACRUZ, MÉXICO**Comparative morphology of the urohyal bone of fishes
collected on the coastline of Veracruz, Mexico**

José Antonio Martínez-Pérez^{1a}, Jairo Sarael Garduño-Gaona^{1b*}, Luis Ángel Medina-Narvaez^{1c},
Samantha Bravo-Morán², Carlos Blas-Garfias^{1d} y Jonathan De la Cruz-Torres³

^{1a}Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios Número 1, Col. Los Reyes Ixtacala, Tlalnepantla, Edo. México. México C.P. 54090. ^{1a}  orcid.org/0000-0002-9132-4777, jamp4422@gmail.com; ^{1b}  orcid.org/0000-0002-4417-3443; ^{1c}  orcid.org/0000-0003-4367-2491, luisnarvaez2099@gmail.com; ^{1d}  orcid.org/0000-0003-2666-3657, carlosblas122@gmail.com. ²Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1° de Mayo s/n Santa María las Torres, Campo uno, Cuautitlán Izcalli, Edo. México. México C.P. 54740;  orcid.org/0000-0003-3961-5849, sam.bravo.moran@gmail.com; ³Posgrado de Ciencias Biológicas, UNAM. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX, México. C.P. 04510;  orcid.org/0000-0001-7856-7638, jonathandct.90@gmail.com. *Para correspondencia: saga9620@gmail.com

[Recibido: 12 de julio, 2021. Aceptado para publicación: 01 de marzo, 2022]

RESUMEN

El urohial está presente en la mayoría de los peces óseos, es un hueso impar que se ubica en la región cefálica-ventral y desempeña un papel importante en el mecanismo de cierre y apertura de la boca. En México, tanto la descripción morfológica de los urohiales como su aplicación en el apoyo en la determinación de peces es poco utilizada, por ello la finalidad de este trabajo es iniciar un registro de urohiales de los peces de la costa de Veracruz. Se presenta una morfología comparada del urohial de 56 especies de peces pertenecientes a 40 géneros y 26 familias colectados en la línea costera del estado de Veracruz. Los peces con cuerpo elongado presentan un urohial bajo y elongado, mientras que otros peces como los meros y huachinangos, en su mayoría presentan costillas, la parte terminal en forma lunada y líneas de crecimiento evidentes, otros presentan la parte terminal redondeada y los urohiales de corvinas presentan una proyección en la parte dorsal del cóndilo. Se concluye la factibilidad de utilizar el urohial en la clasificación de familias géneros y especies dada su forma característica entre cada taxon dentro de los teleósteos.

Palabras clave: urohial, determinación, taxonomía, osteología.

ABSTRACT

The urohyal bone is present in most teleost fishes, it's an unpaired bone located in the cephalic-ventral region and participate in the mechanism of opening-closing of the mouth. In Mexico, the morphological description of the urohials as their application in the identification of fish is not common, for this reason the purpose of this study is to initiate a registry of urohials



of fishes in Veracruz coast, a comparative morphology is presented for the urohyal of 56 species of fishes belonging to 40 genera and 26 families collected in the coastline of the state of Veracruz. Fishes with an elongated body have a low and elongated urohyal, while other fishes, such as snappers, mostly have ribs, the terminal part in lunate shape and evident growth lines, others have a rounded terminal part; the urohyal of croakers present a projection in the dorsal part of the condyle. We concluded that the shape of the urohyal is characteristic in different groups of teleosts, it can be used to classify families, genera and species.

Keywords: urohyal, identification, taxonomy, osteology.

INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo más antiguo y con mayor diversidad de especies dentro de los vertebrados (De la Cruz-Torres et al., 2016; Nelson et al., 2016), en muchos casos mostrando patrones morfológicos similares que, aunado a esta gran versatilidad de formas, conllevan a un problema en la determinación precisa de las especies, debido a que comúnmente existe traslape entre los caracteres externos utilizados tradicionalmente, como lo son espinas, radios y escamas, entre otros. Por ello, se buscan otro tipo de caracteres, principalmente internos, como los otolitos, vejigas y urohiales (Kusaka, 1974; Martínez et al., 2007), los cuales presentan una morfología única a nivel de especie o superior.

El urohial es un hueso impar, formado a partir de la osificación de un tendón no pareado del músculo estenoideo, se ubica en la región cefálica-ventral de la mayoría de los peces óseos (Fig. 1); su porción anterodorsal se encuentra unida al primer basibranquial, la anterior a los hipohiales ventrales y la posterior a la cintura pectoral a través de una fuerte musculatura. Esta estructura desempeña un papel importante en el mecanismo de cierre y apertura de la boca (Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974), algunos autores lo consideran una sinapomorfia en peces óseos (Chollet-Villalpando et al., 2014a, 2014b).

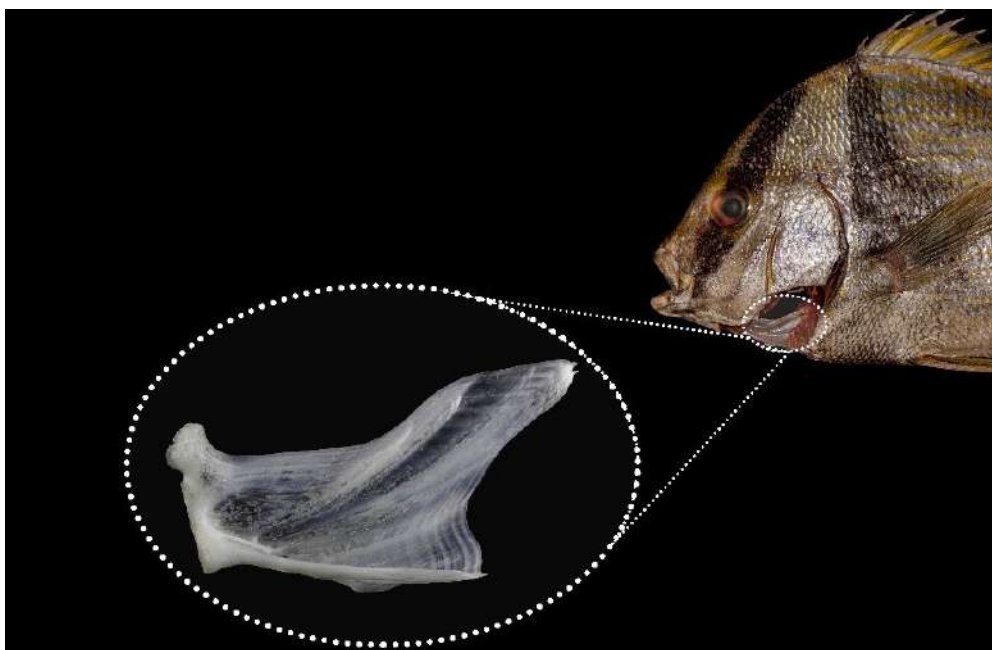


Figura 1. Ubicación del urohial. Se muestra en *Anisotremus virginicus* (Linnaeus 1758).

La descripción del urohial, para diferentes grupos de peces, se remonta a la época de Cuvier en 1835, sin embargo, el trabajo más extenso fue realizado por Kusaka (1974), quien además de clasificarlos de acuerdo a la variación en su morfología, señaló que esta estructura tiene importancia taxonómica, ya que permite diferenciar entre familias, géneros y especies (Askari et al., 2020; González-Acosta et al., 2014; Jawad et al., 2016; Lagahikhaz et al., 2010; Salehi, et al., 2017; Sow et al., 2015; Teimori et al., 2018).

Se ha observado que el hueso urohial no se digiere con facilidad, por ello se ha utilizado en estudios tróficos de animales piscívoros, como mamíferos, aves e incluso otros peces (Iranmanesh et al., 2020); por otro lado, en estudios ecomorfológicos, se ha evidenciado una relación entre la forma del urohial y la forma de vida de los peces: organismos de nado activo presentan un urohial con forma de triángulo, un urohial alto en peces comprimidos o alargado en peces de cabeza esbelta (Chollet-Villalpando et al., 2014b; Delpiani et al., 2012; Teimori et al., 2018).

En general, tanto la descripción morfológica de los urohiales como su aplicación en el apoyo en la identificación de peces es poco utilizada en México, esto principalmente se debe a la falta de trabajos que permitan ahondar en la utilización de estas estructuras en la determinación de especies e incluso en su aplicación ligada a la ecomorfología de las especies distribuidas en aguas nacionales.

OBJETIVO

-Comparar la morfología del hueso urohial entre diferentes especies de peces, valorando su utilidad para la identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron organismos en diferentes puntos de la costa del estado de Veracruz, México, utilizando un chinchorro playero de 800 m de longitud con abertura de malla de 2 pulgadas; los ejemplares fueron separados y etiquetados con sus respectivos datos de colecta para su almacenamiento y procesamiento en el laboratorio de zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, donde se determinaron con las claves disponibles para el Golfo de México (Carpenter, 2002a, 2002b; De la Cruz-Torres et al., 2016; McEachran y Fechhelm, 2005a, 2005b).

La extracción de los urohiales se llevó a cabo mediante disección en la región cefálica-ventral de los ejemplares, separando las membranas branquiostegas hasta la altura del istmo y cortando los ligamentos anteriores que los unen con los basibranquiales (modificado de Bemis et al., 2004; Burns y Everly, 2000), una vez extraído, fueron colocados en agua oxigenada para facilitar la separación de los residuos de tejido y músculo.

Fueron tomadas fotografías de cada urohial utilizando la técnica de Bravo-Morán (2021), para lo cual se montaron en una cartulina negra, de modo que estuviese completamente horizontal, en vista lateral-izquierda, con el cóndilo hacia arriba; la iluminación consistió en 2 lámparas LED de luz blanca de 3 watts, dispuestas a ambos lados del objeto con una posición que varía dependiendo de éste, entre los 45° frontal y los 90°. El equipo fotográfico constó de una cámara APS-C (Canon EOS Rebel T6i), objetivo macro (Canon Lens EF 100 mm 1:2.8 L IS USM), trípode (Manfrotto Compact Action) y disparador de cable; la técnica fotográfica inicial

fue la fotomacrografía, auxiliada por la de Z-Stack (con los programas de Adobe Lightroom y Photoshop), los parámetros utilizados para realizar las tomas constaron de un ISO 100, diafragma (f) 10 y una velocidad (v) de 1/25” (“ = segundos) al 1/60” (variable dependiendo del tamaño del urohial y su distancia al sensor de la cámara).

Se registró y analizó el urohial de 56 especies, pertenecientes a 40 géneros y 26 familias; adicionalmente, se verificó el estatus taxonómico de acuerdo a Fricke et al. (2021). Los huesos urohiales se describieron siguiendo la terminología de Kusaka (1974) y Chollet-Villalpando et al. (2014b), ver (Fig. 2). Fueron almacenados, catalogados dentro de la Colección de Urohiales de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CUFESI) y depositados en el acervo que dará origen a la *Colección nacional de urohiales de peces de los litorales de México*, dispuesta en las instalaciones de la FESI, UNAM.

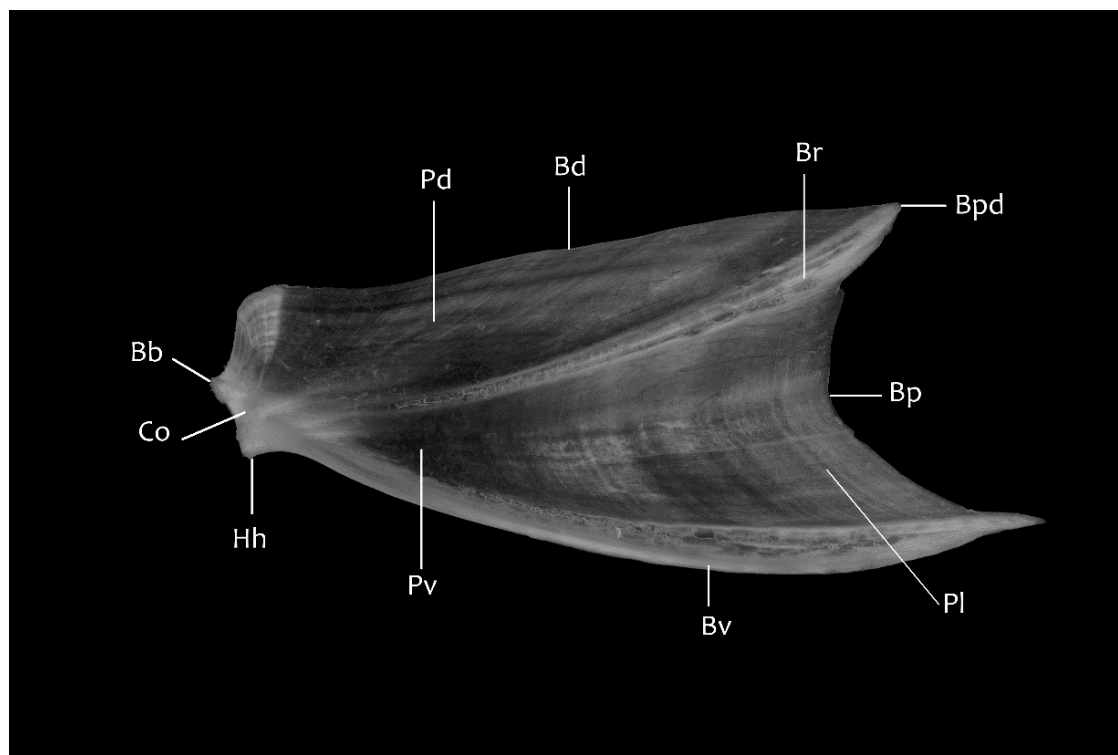


Figura 2. Caracteres morfológicos del urohial en vista lateral de *Lutjanus campechanus* (Poey 1860), basado en lo propuesto por Kusaka (1974). **Bb**) Unión al basibranchial; **Bd**) borde dorsal; **Bp**) borde posterior; **Bpd**) borde postero-dorsal; **Br**) banda radial; **Bv**) borde ventral; **Co**) cóndilo; **Hh**) unión al hipohial; **Pd**) Placa dorsal; **Pl**) placa lateral; **Pv**) placa ventral.

RESULTADOS

Del total de especies se realizó la descripción de únicamente 36 urohiales, en vista lateral, que de acuerdo a nuestro criterio comprenden la mayor diversidad morfológica entre los grupos observados.

Tabla I. Especies de peces recolectadas en línea costera del estado de Veracruz

Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
Elopidae		
<i>Elops saurus</i> (Linnaeus 1766)	4	CUFESI 78–81
Albulidae		
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus 1758)	1	CUFESI 8
Clupeidae		
<i>Dorosoma petenense</i> (Günther 1867)	1	CUFESI 76
<i>Opisthonema libertate</i> (Günther 1867)	2	CUFESI 169–170
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787)	5	CUFESI 3–7
Eleotridae		
<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède 1800)	5	CUFESI 98–102
Mugilidae		
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes 1836)	4	CUFESI 161–164
Hemiramphidae		
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus 1758)	2	CUFESI 108–109
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani 1841)		CUFESI 208
Echeneidae		
<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus 1758)	1	CUFESI 77
Carangidae		
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill 1815)	13	CUFESI 37–49
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider 1801)	2	CUFESI 167–168
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill 1815)	7	CUFESI 186–192
<i>Seriola dumerili</i> (Risso 1810)	1	CUFESI 193
Sphyraenidae		
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards 1771)	1	CUFESI 195
<i>Sphyraena borealis</i> (DeKay 1842)	1	CUFESI 196
Trichiuridae		
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus 1758)	4	CUFESI 197–200
Scombridae		
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collette, Russo & Zavala-Camin 1978)	1	CUFESI 206
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 183



Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
<i>Scomberomorus maculatus</i> (Mitchill 1815)	2	CUFESI 180–182
Scaridae		
<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch & Schneider 1801)	1	CUFESI 194
Centropomidae		
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch 1792)	1	CUFESI 205
Gerreidae		
<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani 1842)	8	CUFESI 66–73
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker 1863)	1	CUFESI 206
<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier 1830)	3	CUFESI 86–88
<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum 1792)	2	CUFESI 96–97
Mullidae		
<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 160
Kyphosidae		
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus 1758)	4	CUFESI 116–120
Serranidae		
<i>Cephalopholis cruentata</i> (Lacepède 1802)	1	CUFESI 204
<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus 1766)	2	CUFESI 75–75
<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck 1765)	1	CUFESI 82
<i>Hyporthodus niveatus</i> (Valenciennes 1828)	3	CUFESI 83–85
Pomatomidae		
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus 1766)	1	CUFESI 172
Priacanthidae		
<i>Priacanthus arenatus</i> (Cuvier 1829)	3	CUFESI 173-175
Haemulidae		
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus 1758)	6	CUFESI 9–14
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus 1758)	7	CUFESI 54–60
<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest 1823)	3	CUFESI 103–105
<i>Haemulon macrostoma</i> Günther 1859	1	CUFESI 209
Lutjanidae		
<i>Lutjanus campechanus</i> (Poey 1860)	2	CUFESI 122–123
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus 1758)	3	CUFESI 124–126
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus 1758)	9	CUFESI 127–135

Tabla I. Continuación

Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
<i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 179
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch 1791)	2	CUFESI 165-166
Scorpaenidae		
<i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch 1789)	1	CUFESI 185
Triglidae		
<i>Prionotus rubio</i> (Jordan 1886)	3	CUFESI 176–178
Ephippidae		
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet 1782)	3	CUFESI 51–53
Sciaenidae		
<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt 1883)	2	CUFESI 61–62
<i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier 1830)	3	CUFESI 63–65
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus 1758)	2	CUFESI 142–143
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest 1823)	1	CUFESI 207
<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus 1766)	4	CUFESI 144–147
<i>Umbrina coroides</i> (Cuvier 1830)	2	CUFESI 201–202
Acanthuridae		
<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau 1855)	2	CUFESI 1–2
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787)	5	CUFESI 3–7
Sparidae		
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum 1792)	7	CUFESI 15–21
<i>Calamus calamus</i> (Guichenot 1868)	2	CUFESI 35–36
<i>Calamus leucosteus</i> (Jordan & Gilbert 1885)	1	CUFESI 203

* Sistemática de acuerdo a Nelson (2016)

Se puede observar urohiales bajos y elongados, donde se aprecia un cuello largo (Fig. 3A-C), con un cóndilo pequeño, pero con una marcada separación entre la unión al basibranquial y el hipohial; de igual manera, en varios de ellos se logra observar modificaciones laterales, a manera de alerones, en la parte distal del hueso (Fig. 3D-F); la forma del urohial, coincide con la forma corporal general de la mayoría de especies en cuestión (Ej: rémoras, pajaritos, lisas, barracudas y machetes, etc.), que al igual son especies elongadas.

Se pueden encontrar urohiales con forma triangular o de abanico, que se expande hacia la región posterior, donde el cóndilo puede ser corto y elevado, se distingue claramente la conexión al basibranquial e hipohial (Fig. 4A); en la mayoría se presenta una costilla oblicua que recorre longitudinalmente la estructura y termina en la parte dorsal a manera



de punta (Fig. 4E-I); la región ventral está bordeada por una segunda costilla gruesa que termina en punta; el borde posterior es sumamente cóncavo; en la mayoría de los urohiales observados con esta configuración, es evidente la presencia de líneas de crecimiento (Fig. 4B-H), estos urohiales son típicos de plumas (Fig. 4A), meros (Fig. 4B-C) y huachinangos (Fig. 4E-I) examinados.

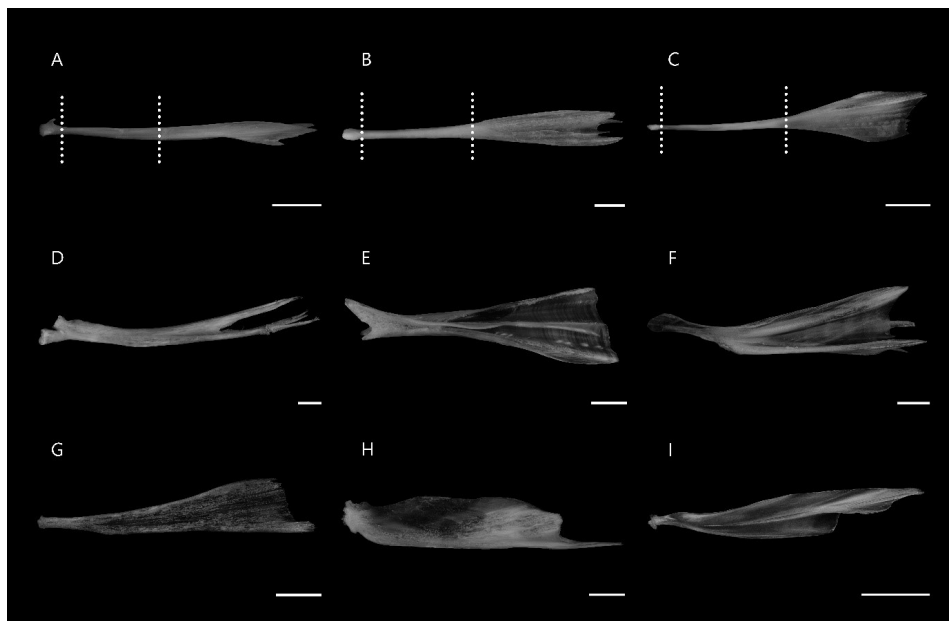


Figura 3. Urohiales bajos y elongados. **A)** *Hemiramphus brasiliensis*; **B)** *Elops saurus*; **C)** *Centropomus undecimalis*; **D)** *Echeneis naucrates*; **E)** *Mulloidichthys martinicus*; **F)** *Trichiurus lepturus*; **G)** *Scomberomorus brasiliensis*; **H)** *Mugil curema*; **I)** *Hyporhamphus unifasciatus*. Líneas punteadas señalan el cuello del urohial. Escala: 5 mm.

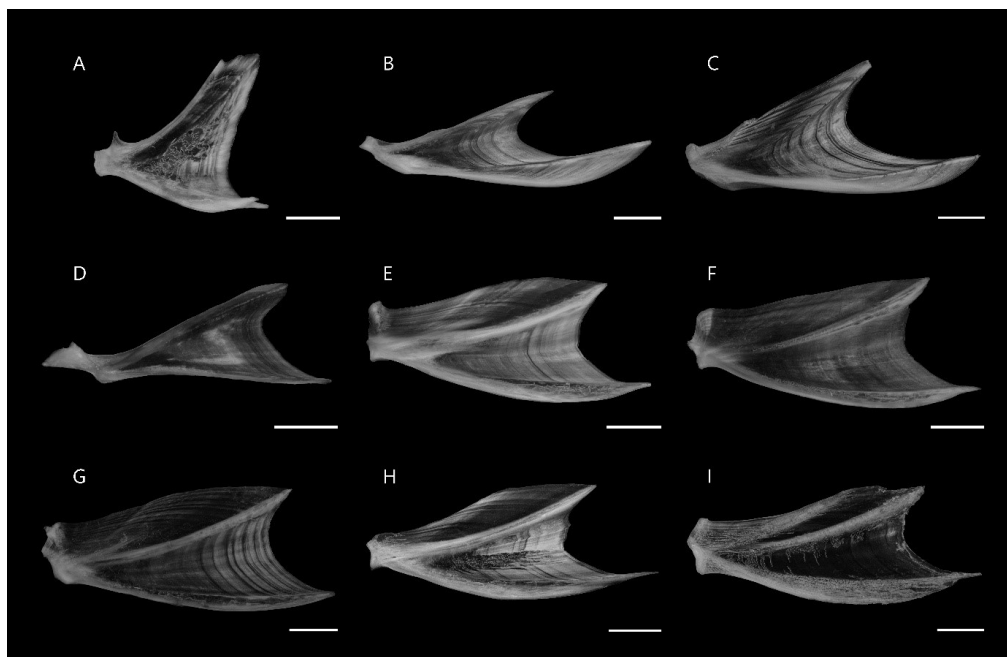


Figura 4. Urohiales con la parte terminal lunada. **A)** *Archosargus probatocephalus*; **B)** *Epinephelus adscensionis*; **C)** *Cephalopholis cruentata*; **D)** *Gobiomorus dormitor*; **E)** *Lutjanus campechanus*; **F)** *L. griseus*; **G)** *L. synagris*; **H)** *Ocyurus chrysurus*; **I)** *Rhomboplites aurorubens*. Escala: 5 mm.

Se presentan urohiales en forma de ala de insecto, algunos con cuellos cortos (Fig. 5A-E), sin cuello (Fig. 5F) y largos (Fig. 5G-I), con un cóndilo pequeño y poca separación entre el basibranquial e hipohial; el borde dorsal es de horizontal, hasta oblicuo ascendente, con forma redondeada en el extremo posterior (Fig. 5C-E); el borde ventral puede ser casi horizontal hasta ligera (Fig. 5G, H) o fuertemente cóncavo (Fig. 5C-E), urohiales típicos de mojarras plateadas (Fig. 5B-E), chabelas (Fig. 5F), jureles (Fig. 5G, H) examinados.

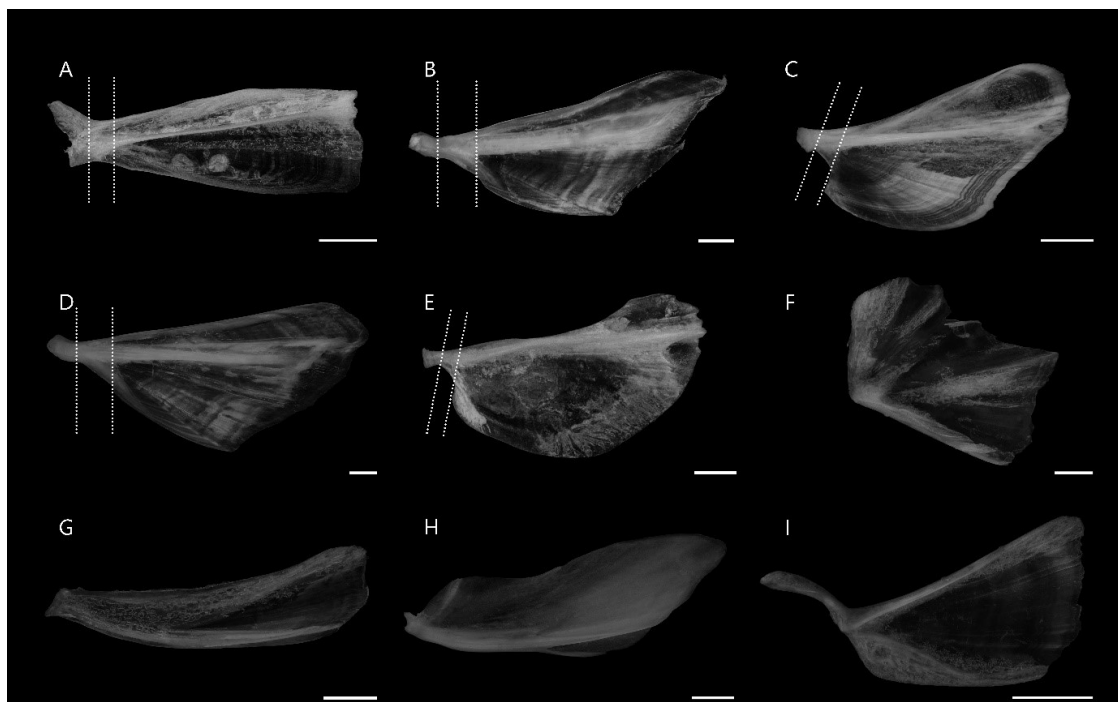


Figura 5. Urohiales con la parte terminal redondeada. **A)** *Priacanthus arenatus*; **B)** *Diapterus auratus*; **C)** *Gerres cinereus*; **D)** *Eugerres plumieri*; **E)** *Eucinostomus melanopterus*; **F)** *Chaetodipterus faber*; **G)** *Oligoplites saurus*; **H)** *Opisthonema libertate*; **I)** *Bairdiella ronchus*. Líneas punteadas señalan el cuello del urohial. Escala: 5 mm.

En la figura 6 se presenta una gran heterogeneidad de formas, donde el cóndilo es corto y elevado, distinguiéndose claramente la unión al basibranquial e hipohial; se aprecia una proyección en la parte dorsal del cóndilo, a manera de colmillo, distintiva en esciénidos (Fig. 6C, D, F, I); el borde dorsal puede ser completamente horizontal (Fig. 6E) o presentar una inclinación oblicua ascendente (Fig. 6 B, C, F), generalmente terminada en punta; el borde ventral puede ser de horizontal (Fig. 6A-C) a ligera o fuertemente cóncavo (Fig. 6H); con una o dos costillas (Fig. 6D, E, con una costilla: C, F, I con dos costillas), por ejemplo: roncadores (Fig. 6A, B), corvinas (Fig. 6C-F), cirujanos (Fig. 6G), etc.

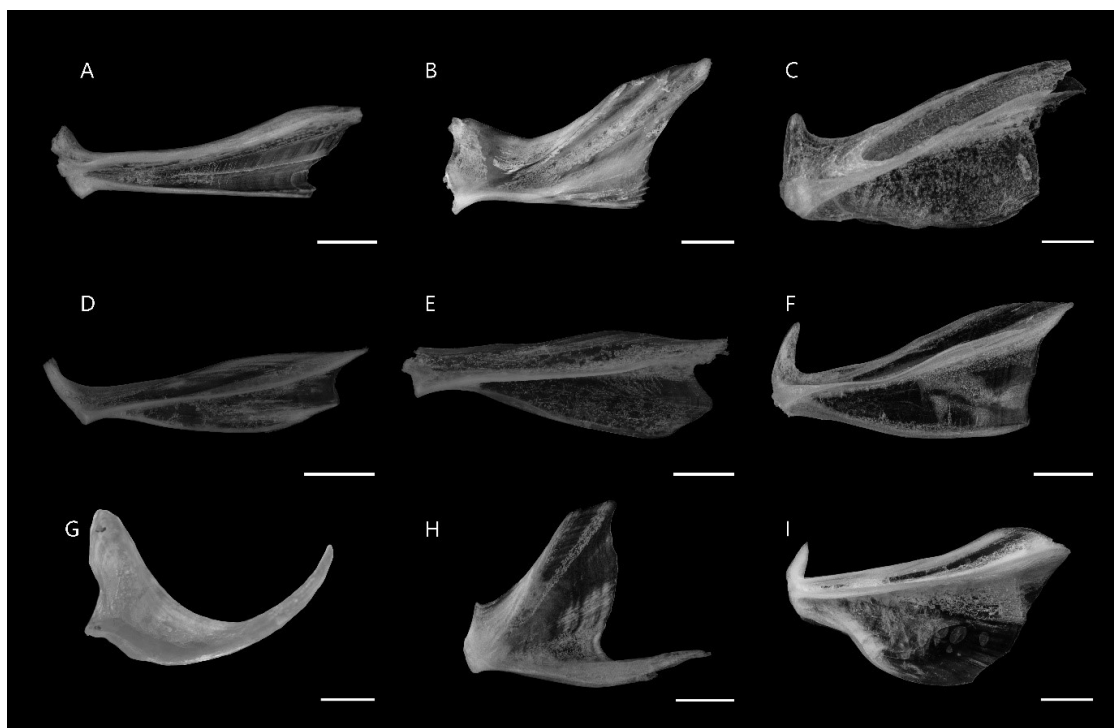


Figura 6. Urohiales con heterogeneidad de formas. A) *Conodon nobilis*; B) *Haemulon macrostoma*; C) *Menticirrhus americanus*; D) *Cynoscion nebulosus*; E) *Cynoscion jamaicensis*; F) *Micropogonias furnieri*; G) *Acanthurus bahianus*; H) *Calamus leucosteus*; I) *Umbrina coroides*. Escala: 5 mm.

DISCUSIÓN

Si bien, las diferencias en la forma del urohial pueden ser una herramienta que permite la determinación de especies y relaciones filogenéticas (Arratia y Schultze, 1990; Askari et al., 2020; Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974; Lagahikhaz et al., 2010; Salehi et al., 2017; Sow et al., 2015; Teimori et al., 2018; Yazdani y Prakash, 1990), en este estudio se comprueba que la forma del urohial, en la mayoría de la especies analizadas, está estrechamente relacionada con la forma corporal del pez y tiene diferente morfología dependiendo de las características del mismo, al igual como lo mencionan otros autores (Delpiani et al., 2012; Iranmanesh et al., 2020; Teimori et al., 2018).

El urohial de los peces de las familias Sparidae y Ehipidae son altos y cortos, lo que coincide con su morfología corporal, los cuales son comprimidos, altos y no elongados a diferencia de los peces alargados, quienes presentaron urohiales bajos y largos. A pesar de que estas características no están sujetas forzosamente a una relación filogenética o alimentaria, esto puede explicarse por las similitudes morfológicas compartidas (Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974).

En algunas familias se encontraron semejanzas morfológicas entre los urohiales de las distintas especies, por ejemplo, en Lutjanidae, todos los ejemplares analizados presentaron urohiales grandes, que de acuerdo con Jawad et al. (2016) corresponden a especies de nado activo. En la mayoría de Sciaénidos es característico el desarrollo de una proyección ascendente en la región anterior, la cual fungió como un carácter de utilidad para diferenciarlos del resto de las familias.

También se encontraron diferencia a nivel de género en los urohiales de algunas familias como Haemulidae, en donde en el género *Conodon* se diferencia por presentar un urohial más bajo y largo que en *Anisotremus*, en el cual es alto y corto, lo que coincide con la morfología del pez.

Un hecho notable al considerar las relaciones antes señaladas, permite demostrar que en las familias de peces con morfologías heterogenias, el urohial es considerablemente variante, dado que entre los distintos géneros existe una variedad de formas de vida, tipos alimentarios, cantidad de músculos unida a esta estructura, morfología craneal, formas del cuerpo, longitud de las mandíbulas y tipo de dientes, lo cual contrasta con lo mencionado por diversos autores (Iranmanesh et al., 2020; Jawad et al., 2016) principalmente en estudios de tipo alimentario en góbidos, en los cuales se observó un patrón similar.

Estas características demuestran la utilidad de esta estructura para identificar a las especies o niveles supra específicos, a partir de la visualización de algunos aspectos de esta estructura, dejando un antecedente más en las bondades de esta estructura.

CONCLUSIÓN

La forma del urohial de las 56 especies incluidas en este estudio es tan característica entre los diferentes grupos de teleósteos de las costas de Veracruz, México, que confirman la validez de usar este hueso en la identificación de taxones. En las especies revisadas la forma corporal del pez corresponde a la forma del urohial. La creación de la colección científica (CUFESI) proporcionara referencias para diversos estudios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Tomás Corro Ferreira, técnico pesquero del CETMAR-Veracruz, por su apoyo en la colecta de ejemplares. A la bióloga Ivoone Martínez Solares de la FES-Iztacala, por su apoyo en el procesamiento de material biológico.

REFERENCIAS

- Arratia, G., & Schultze, H. P. (1990). The urohyal: development and homology within osteichthyans. *Journal of Morphology*, 203(3), 247–282.
- Askari H., M., Mohammadi, F., Teimori, A., & Madjdzadeh, S. M. (2020). The intraspecific variations of otolith and urohyal bone structures in *Capoeta fusca* (Nikolskii, 1897) (Teleostei: Cyprinidae) in Loot Basin. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(2), 198–211.
- Bemis, W. E., Hilton, E., Brown, B., Arrindell, R., Richmond, A. M., Little, C. D., Grande, L., Forey, P. L., & Nelson, G. J. (2004). Methods for preparing dry, partially articulated skeletons of osteichthyes, with notes on making ridewood dissections of the cranial skeleton. *Copeia*, 2004(3), 603–609.
- Bravo-Morán, S. (2021). *Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2021/mayo/0811677/Index.html>
- Burns, P. A., & Everly, A. (2000). *Preliminary Protocol for Preparing Fish Skeletons*. [www.mcz.harvard.edu/Departments/Fish/skeltechnique.htm](http://mcz.harvard.edu/Departments/Fish/skeltechnique.htm)
- Carpenter, K. E. (2002a). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. FAO (601–374).
- Carpenter, K. E. (2002b). *The living marine resource of the Western Central Atlantic Vol. 3: Bony fishes part 2 (opistognathidae to Molidae)*. FAO (1375–2127).
- Chollet-Villalpando, J. G., De la Cruz-Agüero, J., & García-Rodríguez, F. J. (2014a). Comparison of urohyal bone morphology among gerreid fish (Perciformes:Gerreidae). *Italian Journal of Zoology*, 81(2), 246–255.
- Chollet-Villalpando, J. G., García-Rodríguez, F. J., & De la Cruz-Agüero, J. (2014b). Urohyal size versus body-length and weight relationships for thirteen mojarra species (Perciformes: Gerreidae) in Mexican waters. *Journal of Ichthyology*, 54(2), 195–202.
- De la Cruz-Torres, J., Martínez-Pérez, J. A., Badillo, M., Del Moral-Flores, L. F., Franco-López, J., & Chiappa, X. (2016). *Familias de peces óseos del golfo de México: Clave ilustrada y descripción*. UNAM-Unidad Académica Yucatán–SIIES.
- Delpiani, S. M., González-Castro, M., & Díaz de Astarloa, J. M. (2012). El uso de otolitos y huesos de la cabeza para la identificación de dos especies del género *Merluccius*, en estudios de predador-presa. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(2), 351–357.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Laan van der, R. (Eds.) (2021). *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcat main.asp>.
- González-Acosta, A. F., Rubio-Rodríguez, U., & Ruiz-Campos, G. (2014). The urohyal bone of the American Gerreidae (Teleostei: Percoidei) with notes on its taxonomic application. *International Journal of Morphology*, 32(3), 923–929. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000300029>

- Iranmanesh, M., Askari Hesni, M., Lashkari, M., & Teimori, A. (2020). Shape variation and functional adaptation in a structure involved in the feeding system of gobiid fishes. *Journal of Zoology*, 312(1), 63–71.
- Jawad, L. A., Jahromi, F. L. K., Teimori, A., Mehraban, H., & Esmaeili, H. R. (2016). Comparative morphology of the urohyal bone of fishes collected from the Persian Gulf and Oman Sea. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 97(6), 1317–1333.
- Kusaka, T. (1974). *The urohyal of fishes*. University of Tokyo Press.
- Laghaikhaz, J. F., Esmaeili, H. R., Teimori, A., Nokhatolfoghahai, M., & Hosseini, O. S. (2010). Morphology of urohyal bone and its importance in identification of two coral reef fishes (Perciformes: Scaridae). *Journal of aquatic sciences*, 1(3), 61–69.
- Martínez, J. A., Arteaga, M. M. C., Musi, J. L. T., & Aranda, A. A. M. (2007). Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de Zoología*, (18), 13–18.
- McEachran, D. J., & Fechhelm, J. D. (2005a). *Fishes of the Gulf of Mexico* (Vol. 1): *Myxiniiformes to Gasterosteiformes*. University of Texas Press.
- McEachran, D. J., & Fechhelm, J. D. (2005b). *Fishes of the Gulf of Mexico* (Vol. 2): *Scorpaeniformes to Tetraodontiformes*. University of Texas Press.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Salehi N. R. V., Teimori, A., Askari, H. M., & Lashkari, M. (2017). Comparative morphology of urohyal bone and otolith in taxonomic identification of two mullet species (Mugilidae: Teleostei) in Persian Gulf. *Journal of taxonomy and biosistematics*, 8(29), 13–24.
- Sow, A. Y., Zulkifli, S. Z., & Ismail, A. (2015). Evaluation of urohyal bone for age determination in *Monopterus albus* (Zuiew, 1793). *Indian Journal of Fisheries*, 62(2), 115–117.
- Teimori, A., Motamedi, M., & Iranmanesh, A. (2018). Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). *Mediterranean Marine Science*, 19(2), 356–365.
- Yazdani, G., & Prakash, O. (1990). The importance of urohyal in fish systematics. *Zoological Survey of India, Gangetic Plains Regional Station, Patna*, 87(4), 277–292.
- Cómo citar:** Martínez-Pérez, J. A., Garduño-Gaona, J. S., Medina-Narvaez, L. A., Bravo-Morán, S., Blas-Garfias, C., & De la Cruz-Torres, J. (2022). Morfología comparada del hueso urohial de peces recolectados en la línea costera de Veracruz, México. *Novitates Caribaea*, (20), 84–98. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.311>.

ANEXO 1. MATERIAL MUSEOGRÁFICO ANALIZADO

Acanthuridae: *Acanthurus bahianus* Castelnau 1855, CUFESI 1–2; *Acanthurus chirurgus* (Bloch 1787), CUFESI 3–7; **Albulidae:** *Albula vulpes* (Linnaeus 1758), CUFESI 8; **Carangidae:** *Caranx crysos* (Mitchill 1815), CUFESI 37–49, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider 1801), CUFESI 167–168, *Selene setapinnis* (Mitchill 1815) CUFESI 186–192, *Seriola dumerili* (Risso 1810), CUFESI 193; **Centropomidae:** **Centropomus undecimalis* (Bloch 1792); **Clupeidae:** *Dorosoma petenense* (Günther 1867), CUFESI 76, *Opisthonema libertate* (Günther 1867), CUFESI 169–170; **Echeneidae:** *Echeneis naucrates* Linnaeus 1758, CUFESI 77; **Eleotridae:** *Gobiomorus dormitor* Lacepède 1800, CUFESI 98–102; **Elopidae:** *Elops saurus* Linnaeus 1766, CUFESI 78–81; **Ephippidae:** *Chaetodipterus faber* (Broussonet 1782), CUFESI 51–53; **Gerreidae:** *Diapterus auratus* Ranzani 1842, CUFESI 66–73, **Eucinostomus melanopterus* (Bleeker 1863), *Eugerres plumieri* (Cuvier 1830), CUFESI 86–88, *Gerres cinereus* (Walbaum 1792), CUFESI 96–97; **Haemulidae:** *Anisotremus virginicus* (Linnaeus 1758), CUFESI 9–14, *Conodon nobilis* (Linnaeus 1758), CUFESI 54–60, *Haemulon flavolineatum* (Desmarest 1823), CUFESI 103–105, **Haemulon macrostoma* Günther 1859; **Hemiramphidae:** *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus 1758), CUFESI 108–109, **Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani 1841); **Kyphosidae:** *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus 1758), CUFESI 116–120; **Lutjanidae:** *Lutjanus campechanus* (Poey 1860), CUFESI 122–123, *Lutjanus griseus* (Linnaeus 1758), CUFESI 124–126, *Lutjanus synagris* (Linnaeus 1758), CUFESI 127–135, *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier 1829), CUFESI 179, *Ocyurus chrysurus* (Bloch 1791), CUFESI 165–166; **Mugilidae:** *Mugil curema* (Valenciennes 1836), CUFESI 161–164; **Mullidae:** *Mulloidichthys martinicus* (Cuvier 1829), CUFESI 160; **Pomatomidae:** *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus 1766), CUFESI 172; **Priacanthidae:** *Priacanthus arenatus* Cuvier 1829, CUFESI 173–175; **Scaridae:** *Sparisoma chrysopteron* (Bloch & Schneider 1801), CUFESI 194; **Sciaenidae:** *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant & Bocourt 1883), CUFESI 61–62, *Cynoscion nebulosus* (Cuvier 1830), CUFESI 63–65, *Menticirrhus americanus* (Linnaeus 1758), CUFESI 142–143, **Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823), *Micropogonias undulatus* (Linnaeus 1766), CUFESI 144–147, *Umbrina coroides* Cuvier 1830, CUFESI 201–202; **Scombridae:** **Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin 1978, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier 1829), CUFESI 183, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill 1815), CUFESI 180–182; **Scorpaenidae:** *Scorpaena plumieri* Bloch 1789, CUFESI 185; **Serranidae:** **Cephalopholis cruentata* (Lacepède 1802), *Diplectrum formosum* (Linnaeus 1766), CUFESI 75–75, *Epinephelus adscensionis* (Osbeck 1765), CUFESI 82, *Hyporthodus niveatus* (Valenciennes 1828), CUFESI 83–85; **Sparidae:** *Archosargus probatocephalus* (Walbaum 1792), CUFESI 15–21, *Calamus calamus* (Valenciennes 1830), CUFESI 35–36, **Calamus leucosteus* Jordan & Gilbert 1885; **Sphyraenidae:** *Sphyraena*


barracuda (Edwards 1771), CUFESI 195, *Sphyraena borealis* DeKay 1842, CUFESI 196; **Trichiuridae:** *Trichiurus lepturus* Linnaeus 1758, CUFESI 197–200; **Triglidae:** *Prionotus rubio* Jordan 1886, CUFESI 176–178.

* *Organismos pendientes de catalogar.*

NUEVA LISTA DE PECES QUE HABITAN SISTEMAS
FLUVIALES EN HOLGUÍN, CUBA

New list of fishes that inhabit freshwater systems in Holguin, Cuba

Enrique Reynaldo de la Cruz

*Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Holguín, Calle 18 s/n e/ 1^{ra} y Maceo, Reparto, El Llano, Holguín, Cuba, CU–80100.  orcid.org/0000-0003-3790-9843, ereynaldodelacruz@gmail.com

[Recibido: 22 de febrero del 2022. Aceptado para publicación: 17 de mayo del 2022]

RESUMEN

Se hace una contribución al conocimiento taxonómico, composición y distribución de los peces que habitan en los sistemas de agua dulce de la provincia de Holguín. El periodo de muestreo fue del año 2019 al 2021, y se realizó en 189 sitios. Se registraron 43 especies, comprendidas en una clase, 13 órdenes, 20 familias y 36 géneros. Se identificaron 26 especies estrictas de agua dulce y 11 periféricas. Se registraron nueve especies endémicas, 11 introducidas y 23 autóctonas, dentro de estas últimas hay siete especies marinas que incursionan en aguas dulce o salobre en algún periodo de su vida. Los géneros que se registraron en mayor número de sitios fueron: *Gambusia* (137), *Poecilia* (111), *Nandopsis* (109) y *Oreochromis* (108). Las especies con mayor distribución son *Poecilia reticulata*, *Nandopsis tetracanthus* y *Gambusia puncticulata* presentes en 111, 95 y 88 sitios, respectivamente.

Palabras clave: ecosistemas, inventario, sistemas de agua dulce.

ABSTRACT

A contribution is made to the taxonomic knowledge, composition and distribution of the fish that inhabit the freshwater systems of the province of Holguin. The sampling period was from 2019 to 2021 and was performed at 189 sites. A total of 43 fish species were recorded, including in 13 orders, 20 families and 36 genera. Twenty-six species that inhabit freshwater all their lives and 11 that venture into the marine environment were identified. Nine endemic species were registered, 11 introduced and 23 autochthonous, within the latter there are seven marine species that venture into fresh or brackish waters at some period of their life. The genera that were recorded in the greatest number of sites were: *Gambusia* (137), *Poecilia* (111), *Nandopsis* (109) and *Oreochromis* (108). The species with the greatest distribution are *Poecilia reticulata*, *Nandopsis tetracanthus* and *Gambusia puncticulata* present in 111, 95 and 88 sites, respectively.

Keywords: ecosystems, inventory, freshwater systems.



INTRODUCCIÓN

Los peces constituyen el grupo de vertebrados de mayor diversidad en el planeta (Espinosa, 2014). De estos, el 50 % habitan total o temporalmente en ecosistemas de agua dulce (Nelson, 2006). Los peces constituyen elementos claves en las redes tróficas en que interactúan (Singh y Hughes, 1971), siendo además controladores biológicos en muchos ecosistemas dulceacuícolas (Fimia, 2010; Walton, 2007).

Los estudios relacionados con los peces de agua dulce en la región oriental de Cuba han sido insuficientes (Reynaldo et al., 2022). Entre las causas principales están la escasez de recursos para la investigación y viajes de campo, el difícil acceso a algunas áreas de distribución, así como la falta de personal técnico calificado para realizar labores de monitoreo. Todo esto conlleva al desconocimiento de la dinámica de sus comunidades en tiempo y espacio. Este es uno de los principales problemas para la conservación de los peces dulceacuícolas en la provincia de Holguín, fundamentalmente por la carencia de datos demográficos históricos (Ponce de León y Rodríguez, 2012).

La ictiofauna cubana cuenta con 57 especies que en algún momento de su ciclo vital hacen uso de los ecosistemas de agua dulce (Vales et al., 1998), de las cuales sólo 35 se consideran estrictamente de agua dulce y 23 endémicas (40 %). El grupo mejor representado es el orden Cyprinodontiformes el cual incluye las familias: Cyprinodontidae y Poeciliidae, esta última con 16 especies, de las cuales más del 93 % son endémicas, lo que representa el 65 % del total de las especies endémicas de peces cubanos (Ponce de León et al., 2013).

En la isla no se reportan especies dulceacuícolas primarias, es decir, aquellas que evolucionaron a partir de otras especies también de agua dulce, sino especies secundarias; estas últimas han evolucionado a partir de especies marinas, y son capaces de tolerar varios grados de salinidad (Myers, 1938). En Cuba existen especies marinas habitando en ecosistemas dulceacuícolas que las definen como especies periféricas de procedencia marina, invaden los ríos e incluso llegan a reproducirse en agua dulce (Barus et al., 1998).

En el 2017 se listaron para Cuba solamente 46 especies, incluidas en 15 familias y nueve órdenes (Rodríguez-Machado y Ponce de León, 2017). Este número de especies es inferior al reportado anteriormente por Vales et al. (1998), al no incluirse las especies ictiológicas periféricas o marinas. Para la región nororiental de Cuba se reportan hasta el momento 26 especies de peces dulceacuícolas, de ellas se consideran estrictamente de agua dulce un 45.6 % y nueve endémicos (39.1 %), valor relativamente bajo en comparación con la ictiofauna endémica cubana (Ponce de León, 2011). En una exhaustiva revisión bibliográfica sólo se encontró un trabajo sobre colecciones de peces de la región oriental de Cuba con apuntes sobre su taxonomía, donde se examinan ejemplares de seis localidades de colecta dentro del territorio holguinero (Barus y Eúzen, 1993) y un estudio sobre los poecílidos de la ciudad de Holguín (Fong et al., 1996), donde se registraron solamente cuatro especies.

Reynaldo et al. (2016), reportó 30 especies para el municipio de Gibara, dos marinas entre ellas. Sin embargo, en el 2017 se registraron para la provincia 25 especies en 35 sitios de estudios (Vega et al., 2017). En el 2021 se reportaron 24 especies dulceacuícolas en nueve ríos del municipio de Gibara (Reynaldo et al., 2021). Además de nuevas especies en la localidad de Resbaladero, municipio de Rafael Freyre (Reynaldo et al., 2022).

En los ecosistemas dulceacuícolas se puede encontrar especies introducidas con diferentes objetivos, ya sea para el consumo humano o como controladores biológicos (Ponce de León, 2011). Los peces de agua dulce se adaptan mejor en aguas eutróficas y profundas (Ramírez et al., 1998) y en sitios con variedad de hábitats, donde presentan una mayor diversidad de especies y menor grado de dominancia (Machado y Moreno, 1993).

La principal problemática que atenta contra la conservación de los ecosistemas, como de las especies autóctonas y endémicas dulceacuícolas en Cuba, es la acción sinérgica de múltiples estresores (contaminación, represamiento, reducción de nutrientes, degradación de los hábitats, cambios globales, sobrepesca, etc.). Estos factores son los que han provocado la principal disminución de los peces dulceacuícolas en Cuba (Reynaldo et al., 2022). Un peligro aún mayor lo representa la introducción de peces exóticos en ecosistemas dulceacuícolas naturales, ocasionando a la fauna autóctona la extinción y deterioro de su hábitat (Quammen, 1996).

Actualmente, algunas de las especies endémicas en la provincia de Holguín están amenazadas por la contaminación y la introducción de peces foráneos, lo que ha hecho declinar sus poblaciones, de tal modo que en algunas localidades donde en el pasado fueron abundantes, hoy en día ya no existen (Vales et al., 1998; Vergara, 1992).

OBJETIVO

-Contribuir al conocimiento taxonómico, composición y distribución de los peces que habitan sistemas de agua dulce en la provincia de Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El área de estudio abarca toda la provincia de Holguín. Se realizaron muestreos puntuales en los años 2019, 2020 y 2021. Se seleccionaron 189 sitios de muestreo. Cada estación fue georeferenciada con Sistema de Posicionamiento Global, GPS (Garmin 12XL). Los muestreos se realizaron en ríos, arroyos, embalses, dolinas y lagunas costeras de la provincia de Holguín. Cada estación fue georeferenciada empleando coordenadas geográficas (Anexo 1).

Diseño de muestreo. Se realizó la captura de los peces en un área de 60 m² en cada estación con un jamo de 3 mm de luz de malla (45 x 50 x 180 mm) para los peces de menor tamaño y una red de 2 m de longitud y 1 m de cuerpo con lastre inferior para los peces de mayor talla. Además, se emplearon cañas de pesca artesanales. Para homogenizar la fuerza de muestreo se hicieron 10 lances con cada arte de pesca para cada sitio. Los individuos capturados se preservaron en pomos con etanol al 90 % y en formol al 10 %. En el laboratorio, los especímenes fueron lavados e identificados utilizando literaturas especializadas: (Alvarez-Lajonchere y Alvarez-Lajonchere, 2015; Hernández et al., 2020; Pezold y Cage, 2002; Ponce de León y Rodríguez, 2010; Vega et al., 2017) y se consultó el sitio www.fishbase.es (Froese y Pauly, 2021). En el listado taxonómico se relacionan las especies endémicas, autóctonas y exóticas. Además de aquellas cuyo ciclo de vida se desarrolla parcial o totalmente en aguas dulces, teniendo en cuenta sólo las que evolucionaron a partir de especies marinas y toleran diferentes grados de salinidad; además de las especies marinas que incurren en agua dulce y pueden llegar a reproducirse en estas.

RESULTADOS

Se registraron 43 especies de peces habitando algún sistema fluvial, de ellas 26 se consideran estrictamente de agua dulce y 17 periféricas, incluyéndose dentro de este último grupo siete especies marinas: *Megalops atlanticus*, *Centropomus undecimalis*, *Pomadasys crocro*, *Mugil liza*, *Gerres cinereus*, *Stegastes partitus* y *Thalassoma bifasciatum*. Las especies registradas se distribuyen en una clase, 13 órdenes, 20 familias y 36 géneros. Los órdenes con el mayor número de especies son Perciformes, Cyprinodontiforme y Gobiiformes (Tabla I).

Tabla I. Composición taxonómica de la ictiofauna dulceacuícola de Holguín

Orden	Familia	Género	Especies
Anguilliformes	1	1	1
Atheriniformes	1	1	1
Centrarchiformes	1	2	2
Cypriniformes	1	4	5
Cyprinodontiformes	2	6	8
Elopiformes	1	1	1
Gobiiformes	2	6	7
Mugiliformes	1	3	4
Ophidiiformes	1	1	1
Perciformes	6	7	9
Siluriformes	1	1	1
Synbranchiformes	1	2	2
Syngnathiformes	1	1	1
Total: 13	20	36	43

Los géneros que se registraron en mayor número de sitios fueron: *Gambusia* (137), *Poecilia* (111), *Nandopsis* (109) y *Oreochromis* (108).. Las especies con mayor distribución son: *Poecilia reticulata*, *Nandopsis tetracanthus* y *Gambusia puncticulata*, presentes en 111, 95 y 88 sitios, respectivamente (Tabla II). De las 43 especies reportadas para la provincia, 23 son autóctonas, nueve endémicas y 11 introducidas. El sitio con el mayor número de especies autóctonas es el río Mayarí, con 17 especies. Las estaciones con el mayor número de especies endémicas son: río Mayarí y río Cacoyuguín con siete especies registradas para cada lugar. Además de río Naranjo, río Gibara, río Jobabo y Yabazón 1, con seis especies respectivamente.

El mayor número de especies exóticas (11) fue registrado en el embalse Nipe. Las estaciones de estudio que presentaron 10 especies introducidas fueron: Embalse Nuevo Mundo, Embalse Centeno, Embalse Madre Vieja, Embalse Lazo, Embalse Los Pinos, Embalse Cortadera, Embalse Deleite, Embalse Pedregal, Embalse Jagueyes, Embalse Junucun, Embalse Gibara, Embalse Las Tinajitas, Embalse Cacoyuguin, Embalse Guirabo, Embalse Mayabe, Río, Embalse Bio Paso, Embalse Limoncito, Embalse Tacajo, Embalse Magueya, Embalse Las Barias, Embalse La Alegría, Embalse Las Lajas, Embalse San Ramón, Embalse María Luisa, Embalse Paso Domínguez, Embalse Santa Ingi, Embalse Virginia, Embalse San Andrés, Embalse Los Ángeles, Embalse La Jíquima, Embalse Juan Sáez, Embalse El Manguito, Embalse Bejuquero, Embalse El Pantalón, Embalse El Asiento, Embalse Tres Palmas, Embalse Santa Clara y Embalse El Caliche (Tabla II).

Tabla II. Listado taxonómico de los peces dulceacuícolas reportados para la provincia Holguín por estaciones. Especie periférica (P), especie estrictamente de agua dulce (ES), especie endémica (EN), Especie autóctona (A) y Especie introducida (I)

Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Orden: ANGUILLIFORMES Familia: Anguillidae Género: <i>Anguilla</i> <i>A. rostrata</i> (Lesueur, 1817) (P) (A)	1, 2, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 38, 39, 91, 99, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 181	Orden: GOBIIFORMES Familia: Gobiidae Género: <i>Awaous</i> <i>A. banana</i> (Valenciennes, 1837) (ES) (A)	24, 28, 155, 158, 159, 160, 162, 163, 172, 175, 176, 177, 178, 180, 183, 184, 185
Orden: ATHERINIFORMES Familia: Atherinidae Género: <i>Alepidomus</i> <i>A. evermanni</i> (Eigenmann, 1903) (ES) (EN)	154, 155, 160, 189	<i>A. tajasica</i> (Lichtenstein, 1822) (ES) (A)	24, 28, 48, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163
Orden: CENTRARCHIFORMES Familia: Centrarchidae Género: <i>Lepomis</i> <i>L. macrochirus</i> (Rafinesque, 1819) (ES) (I)	32, 33, 34, 38, 93, 101	Género: <i>Sicydium</i> <i>S. plumieri</i> (Bloch, 1786) (P) (A)	24, 32, 37, 155, 160, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 181
Género: <i>Micropterus</i> <i>M. salmoides</i> (Lacepède, 1802) (ES) (I)	3, 32, 33, 34, 36, 38, 56, 61, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 159, 160, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185	Orden: MUGILIFORMES Familia: Mugilidae Género: <i>Dajaus</i> <i>D. monticola</i> (Bancroft, 1834) (P) (A)	10, 11, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 42, 45, 47, 48, 50, 52, 89

Tabla II. Continuación

Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Orden: CYPRINIFORMES Familia: Cyprinidae Género: <i>Ctenopharyngodon</i> <i>C. idella</i> (Valenciennes, 1844) (ES) (I)	3 , 32, 36, 38, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 93, 101, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179	Familia: Mugilidae Género: <i>Joturus</i> <i>J. pichardi</i> (Poey, 1860) (P) (A)	10 , 11, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 39, 42, 45, 89, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 175, 176, 177, 178, 180, 183, 184
Género: <i>Cyprinus</i> <i>C. carpio</i> (Linnaeus, 1758) (ES) (I)	3 , 24, 32, 36, 38, 47, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 93, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185	Género: <i>Mugil</i> <i>M. liza</i> (Valenciennes, 1836) (P) (A)	10 , 11, 24, 154
Género: <i>Hypophthalmichthys</i> <i>H. nobilis</i> (Richardson, 1845) (ES) (I)	3 , 32, 36, 38, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 155, 156, 158, 159, 160, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 184, 185	<i>M. longicauda</i> (Guitart & Alvarez- Lojonchere, 1976) (P) (A)	32
<i>H. molitrix</i> (Valenciennes, 1844) (ES) (I)	3 , 36, 38, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179	Orden: OPHIDIIFORMES Familia: Bythitidae Género: <i>Lucifuga</i> <i>L. gibarenses</i> (Hernández, Møller, Casane & García- Machado, 2020) (ES)(EN)	164 , 168, 169, 181



Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Familia: Ciprinidae Género: <i>Mylopharyngodon</i> <i>M. piceus</i> (Richardson, 1846) (ES) (I)	3, 36, 38, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179	Orden: PERCIFORMES Familia: Centropomidae Género: <i>Centropomus</i> <i>C. undecimales</i> (Bloch, 1792) (P) (A)	4, 24, 47, 48, 49, 82, 99, 154
Orden: CYPRINODONTIFORMES Familia: Cyprinodontidae Género: <i>Cyprinodon</i> <i>C. variegatus</i> (Lacepède, 1803) (P) (A)	24, 155, 160, 161, 163	Familia: Cichlidae Género: <i>Nandopsis</i> <i>N. ramsdeni</i> (Fowler, 1938) (ES) (EN)	5, 6, 22, 23, 24, 26, 39, 40, 42, 47, 52, 61, 92, 93
Género: <i>Cubanichthys</i> <i>C. cubensis</i> (Eigenmann, 1903) (ES) (EN)	24, 160, 161, 162	<i>N. tetracanthus</i> (Valenciennes, 1831) (ES) (EN)	3, 7, 12, 24, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 42, 47, 48, 49, 50, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 72, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 110, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 127, 128, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 187, 188

Tabla II. Continuación

Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Orden: Cyprinodontiformes Familia: Poeciliidae Género: <i>Gambusia</i> <i>G. punctata</i> (Poey, 1854) (ES) (EN)	2, 12, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 50, 57, 58, 83, 84, 89, 90, 92, 93, 94, 99, 108, 109, 113, 114, 121, 129, 135, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 172, 175, 176, 177, 178, 180, 182, 183, 184, 185	Familia: Cichlidae Género: <i>Oreochromis</i> <i>O. aureus</i> (Steindachner, 1864) (ES) (I)	3, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 47, 48, 51, 56, 64, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85, 87, 91, 101, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 157, 162, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 184, 185
<i>G. puncticulata</i> (Poey, 1854) (ES) (A)	2, 3, 12, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 47, 48, 50, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 66, 67, 68, 80, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 94, 99, 101, 103, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 127, 128, 129, 134, 135, 143, 144, 149, 150, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 167, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185	<i>O. mossambicus</i> (Peters, 1852) (ES) (I)	3, 32, 36, 38, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 91, 93, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180
Género: <i>Girardinus</i> <i>G. denticulatus</i> (Garman, 1895) (ES) (EN)	21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 38, 39, 50, 90, 93, 98, 101, 108, 109, 126, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 172, 175, 176, 177, 178, 180, 183, 184, 185, 186	Familia: Gerreidae Género: <i>Gerres</i> <i>G. cinereus</i> (Walbaum, 1792) (P) (A)	1651, 171
<i>G. metallicus</i> (Poey, 1854) (ES) (EN)	24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 37, 39, 48, 50, 89, 90, 95, 111, 154, 160, 161, 162	Familia: Haemulidae Género: <i>Pomadasys</i> <i>P. crocro</i> (Cuvier, 1830) (P) (A)	8, 24, 47, 48, 82, 106, 154, 160

Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Familia: Poeciliidae Género: <i>Limia</i> <i>L. vittata</i> (Guichenot, 1853) (ES) (EN)	13 , 14, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 52, 69, 70, 80, 89, 90, 99, 101, 108, 110, 127, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 167, 172, 175, 176, 177, 178, 180, 183, 184, 185	Orden: PERCIFORMES Familia: Pomacentridae Género: <i>Stegastes</i> <i>S. partitus</i> (Poey, 1854) (P) (A)	165 , 167, 171
Género: <i>Poecilia</i> <i>P. reticulata</i> (Peters, 1859) (ES) (I)	3 , 15, 16, 17, 18, 24, 25, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 43, 44, 46, 47, 53, 55, 56, 61, 64, 66, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 96, 97, 99, 102, 103, 104, 105, 107, 110, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 189	Familia: Labridae Género: <i>Thalassoma</i> <i>T. bifasciatum</i> (Bloch, 1791) (P) (A)	165

Tabla II. Continuación

Ordenamiento taxonómico	Estaciones	Ordenamiento taxonómico	Estaciones
Orden: ELOPIFORMES Familia: Megalopidae Género: <i>Megalops</i> <i>M. atlanticus</i> (Valenciennes, 1847) (P) (A)	2, 9, 24, 32, 42, 48, 49, 54, 154, 167	Orden: SILURIFORMES Familia: Clariidae Género: <i>Clarias</i> <i>C. gariepinus</i> (Burchell, 1822) (ES)(I)	3, 36, 38, 53, 56, 61, 64, 70, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85, 87, 93, 101, 102, 103, 104, 116, 117, 118, 120, 127, 128, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185
Orden: GOBIIFORMES Familia: Eleotridae Género: <i>Dormitator</i> <i>D. maculatus</i> (Bloch, 1792) (P) (A)	32, 34, 41, 60, 61, 73, 74, 90, 101, 155, 156, 159, 160, 162, 163, 172, 175, 177, 185	Orden: SYNBRANCHIFORMES Familia: Synbranchidae Género: <i>Ophisternon</i> <i>O. aenigmaticum</i> (Rosen & Greenwwood, 1976) (ES) (A)	20, 24, 48, 155, 156, 158, 159, 160, 162, 163, 172, 175, 176, 178, 185
Género: <i>Eleotris</i> <i>E. perniger</i> (Cope, 1871) (ES) (A)	24, 26, 32, 33, 34, 39, 42, 47, 48, 50, 54, 75, 165, 166, 167, 171, 181, 189	Género: <i>Synbranchus</i> <i>S. marmoratus</i> (Bloch, 1795) (ES) (A)	24, 27, 122, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 175, 178, 180, 183, 184
Género: <i>Gobiomorus</i> <i>G. dormitor</i> (Lacepède, 1800) (P)(A)	24, 26, 28, 32, 33, 34, 38, 47, 48, 50, 61, 90, 92, 93, 95, 101, 105, 159, 160, 162, 163, 172, 185, 189	Orden: SYNGNATHIFORMES Familia: Syngnathidae Género: <i>Microphis</i> <i>M. lineatus</i> (Kaup, 1856) (P) (A)	154
Género: <i>Guavina</i> <i>G. guavina</i> (Valenciennes, 1837) (P) (A)	24, 101, 155, 160, 163, 172, 178, 180, 183, 184, 185		

Especie periférica (P), especie estrictamente de agua dulce (ES), especie endémica (EN), Especie autóctona (A) y Especie introducida (I)

DISCUSIÓN

El total de especies reportadas en el presente trabajo representa el 75.43 % de todas las especies descritas para Cuba (Ponce de León et al., 2014) y 93.47 % al reportado por Rodríguez-Machado y Ponce de León (2017). Además de representar un 172 % del total de especies fluviátiles reportado por Vega et al. (2017) para la provincia de Holguín. Se obtuvo un registro del 68.42 % del número de especies estrictas de agua dulce, en relación a las 38 especies establecidas para Cuba (Rodríguez-Machado y Ponce de León, 2017). En Holguín se habían identificado 11 especies estrictas de sistemas fluviales valor inferior en 2.36 veces al obtenido en este trabajo. En un futuro el número de especies de peces de agua dulce conocidas para Cuba seguirá modificándose debido a que los estudios de genética molecular, sugieren la existencia de numerosas especies crípticas (García-Machado et al., 2011; Gutiérrez, 2016; Lara et al., 2010; Lemus, 2013).

Vergara (1992) clasificó las especies estrictas de agua dulce basándose en la limitada tolerancia a la salinidad y en la presencia de estas en ecosistemas de agua dulce durante la mayor parte de su ciclo de vida. Rodríguez-Machado y Ponce de León (2017) siguieron este criterio, incluyendo las lisas *Mugil* spp., recientemente revisadas por Alvarez-Lajonchere y Alvarez-Lajonchere (2015) y la anguila (*A. rostrata*) como especies estrictas de agua dulce. Estas especies están presentes durante el año en la mayoría de los ambientes de agua dulce que se comunican con el mar, pero realizan incursiones al medio marino en algún periodo de su ciclo de vida. Es por esta razón que en el presente estudio no se está de acuerdo en incluir ambas especies como estrictas de agua dulce, sino clasificarlas como especies periféricas. En Cuba existen especies marinas habitando en ecosistemas dulceacuícolas que las definen como especies periféricas de procedencia marina, invaden los ríos e incluso llegan a reproducirse en agua dulce (Barus et al., 1998).

Por otro lado, es importante señalar que el número de especies de peces de agua dulce ha cambiado con respecto al estudio de Vergara (1992). Algunas de las especies han sido clasificadas como sinonimias de otras (Ponce de León et al., 2014), otras han sido confirmadas (Alvarez-Lajonchere y Alvarez-Lajonchere, 2015; Galván-Quesada et al., 2016) y se han descrito nuevas especies (Rodríguez, 2015).

De acuerdo con Vales et al. (1998), la ictiofauna nativa de Cuba comprende 57 especies, incluidas en 10 órdenes, 15 familias y 35 géneros. Se puede observar que el número de órdenes y familias registrados en este estudio es 1.33 veces superior respectivamente a los reportados. Debido a recientes cambios taxonómicos en los peces fluviátiles de Cuba y a la inclusión en la presente lista de las especies exóticas invasoras y especies marinas que incursionan en agua dulce en algún periodo de su ciclo de vida. Sin embargo, el número de géneros es inferior 0.94 veces a los reportados por Vales et al. (1998).

Las especies que presentaron una mayor distribución en todos los municipios de Holguín fueron las especies exóticas invasoras: *P. reticulata*, *C. gariepinus*, *O. aureus* y *M. salmoides*. También estuvo presente en todos los municipios la especie autóctona *G. punctulata*. Las especies endémicas con mayor distribución fueron: *G. punctata* y *N. tetracanthus*, distribuidas en 13 municipios de la provincia. A diferencia de las especies mencionadas anteriormente, existen peces con distribución restringida a una sola localidad: *A. evermanni* y *L. gibarenses*, especies endémicas y exclusivas del municipio Gibara, incluyendo también la especie marina *G. cinereus*, detectada en la dolina poza Bella. Además: *M. lineatus* y *O. aenigmaticum*, registradas únicamente en el municipio de Gibara. *Cubanichthys cubensis* se registró únicamente en el municipio de Moa y *A. banana* en el municipio Mayarí. A su vez, *L. macrochirus*, especie exótica, fue registrada

únicamente en presa Colorado del municipio Rafael Freyre, constituyendo un nuevo registro para la provincia de Holguín, aunque se supone que tenga una distribución más amplia (Morejón et al., 1993).

Para Cuba, en la actualidad se registran siete especies de peces dulceacuícolas que se encuentran en peligro de extinción: dos categorizadas como *En Peligro Crítico* y cuatro *En Peligro*. Además de una considerada como *Vulnerable* siguiendo los criterios de la Lista Roja de Vertebrados en Cuba (González et al., 2012). De estas especies, sólo *Lucifuga subterranea* y *Girardinus cubensis* están fuera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (CNAP, 2013). Sin embargo, los peces cubanos de agua dulce están muy mal representados en los planes de manejo de las áreas y, por tanto, los esfuerzos para su conservación son limitados (Ponce de León y Rodríguez, 2012).

En esta investigación se registraron nueve especies endémicas para toda la provincia de Holguín, valor inferior a las 21 especies encontradas en Cuba 36.84 % (Rodríguez-Machado y Ponce de León, 2017). El valor obtenido en el presente estudio representa el 23.07 % del total de especies registradas en la provincia de Holguín. De estas nueve especies, una se encuentra en peligro crítico, caso de *L. gibarenses*, mientras que *N. ramsdeni* es considerada *En peligro* (González et al., 2012). Entre estas, destaca *L. gibarenses*, exclusiva de una sola localidad y catalogada como endémica local (Hernández et al., 2020).

Este taxón se encuentra restringido a dos casimbas, Aguada del Macío y Tanque Azul, aproximadamente a 12 km al Sur de Gibara, en la provincia de Holguín (Díaz et al., 1987). Sin embargo, Reynaldo et al. (2016) la registraron en las dolinas Poza Negra y Hoyo Verde, demostrando una distribución más amplia. Este nuevo registro nos permite deducir una conectividad positiva entre las diferentes dolinas. Recientemente esta especie fue nombrada como *Lucifuga gibarenses*, antiguamente llamada *Lucifuga dentata holguinenses* (Hernández et al., 2020).

La especie *N. ramsdeni* es el otro taxon en categoría de amenaza *En peligro*. Ramos (2012) planteó que se encuentra discontinuamente, en los ríos Guaso, Bayate, Yateras y sus afluentes, que desaguan en la vertiente norte de la provincia de Guantánamo, además de algunos ríos de las Cuchillas del Toa. Aunque entre los años 1939 y 1940 se trató de introducir más de 4000 individuos en diferentes localidades, pero no hubo registros de captura o de avistamiento en ninguna otra localidad excepto Guantánamo, lo que podría interpretarse como falta de adaptación. Para *N. ramsdeni*, a partir de la década del cuarenta no se conocía que existiera fuera de la provincia de Guantánamo (Fowler, 1938). En este trabajo se demostró que no es una especie exclusiva de la provincia de Guantánamo, sino que presenta una distribución amplia dentro de la provincia de Holguín, registrándose en el municipio Moa, Mayarí, Sagua de Tánamo y Cueto. Este resultado sugiere que esté presente también en la provincia Santiago de Cuba y que se distribuya en toda la región Oriental de Cuba.

Se registraron 11 especies exóticas en la provincia, representando el 52 % del total establecido para Cuba. Según Welcomme (1988), hay 21 especies de peces introducidos en los ecosistemas cubanos de agua dulce; sin embargo, un estudio reciente reveló que esta cifra podría ascender a 35 (Álvarez, 2013). Aunque son pocos, algunos pasos se han dado para tratar de entender los efectos que estas especies introducidas pueden tener en la fauna autóctona de Cuba (Ponce de León et al., 2013; Rodríguez-Machado y Rodríguez-Cabrera, 2015).

Los municipios que presentaron los mayores números de especies exóticas invasoras fueron Rafael Freyre, Moa, Mayarí, Frank País (11), Cueto y Banes (10); Gibara, Urbano Noris, Báguano y Holguín (10). El municipio que presentó un menor número de especies fue Antillas, con solamente dos, debido a la ausencia de ríos y arroyos de gran caudal, este resultado coincide con el obtenido por Morera (2019).

Todos los peces exóticos presentes en la provincia de Holguín son especies introducidas por el hombre por razones económicas. Estas tienen características ecológicas diferentes a las especies nativas de Cuba, producto de su historia evolutiva, lo que determina su éxito o fracaso adaptativo en diferentes ecosistemas. Interactúan con las especies nativas como depredadores o al establecer relaciones de competencia por los recursos del hábitat. Presentan determinadas adaptaciones reproductoras que limitan el éxito de las especies nativas y en algunos casos llegan a convertirse en verdaderas plagas, es el caso de *C. gariepinus* (Ponce de León y Rodríguez, 2010).

La especie *Poecilia reticulata*, es capaz de tolerar altas concentraciones de salinidad, y ha sido introducida como agente biológico controlador de mosquitos (Ponce de León y Rodríguez, 2012). Esta especie, a su vez, se convierte en un competidor muy fuerte por el alimento con respecto a las especies autóctonas del lugar, por lo que pudiera constituir un problema para la conservación de los ecosistemas, desplazando a especies nativas y endémicas tolerantes a la salinidad, tales como *Gambusia punctata* (Ponce de León y Rodríguez, 2010).

La especie exótica invasora *Clarias gariepinus*, es capaz de explotar diferentes recursos tróficos a lo largo de su vida (Yalçın et al., 2001a), presentando un alto potencial reproductivo y crecimiento rápido (Yalçın et al., 2001b). Se alimenta principalmente de insectos, aunque incluyen otros invertebrados acuáticos en su dieta, al igual que algunos peces endémicos cubanos, como *Gambusia punctata* y *Nandopsis tetracanthus* (Ponce de León y Rodríguez, 2008). Se ha notado una disminución marcada de las especies nativas en Cuba, después de su introducción. Por lo que resulta importante medir su efecto negativo sobre las poblaciones autóctonas, e implementar estrategias para la disminución de su población (Mugica et al., 2006).

Los efectos de las especies de peces exóticos sobre las poblaciones de peces nativos pueden ser muy diversos y, en la mayoría de los casos, tienen un impacto negativo. Algunos de los efectos ecológicos más comunes atribuidos a los peces introducidos lo constituyen la alteración del hábitat, la introducción de enfermedades, la competencia, depredación e hibridación (Hill, 2002).

Se registraron 19 especies autóctonas en toda la provincia, dentro de estas las especies marinas o periféricas que incursionan en algún periodo de su vida en ambientes de agua dulce. La única especie presente en todos los municipios fue *G. puncticulata*. Esta es la especie autóctona mejor representada en todos los sitios de muestreo del municipio de Gibara (Reynaldo et al., 2016). Es una especie antillana muy abundante en la mayoría de los cuerpos de agua cubanos. Presenta gran tolerancia a la salinidad y se alimenta de insectos y larvas (Fong et al., 1996), aunque también incluye material vegetal en su dieta (Ponce de León et al., 2014). Es abundante en estuarios y zonas cercanas al mar y altamente tolerante a la contaminación (Ponce de León y Rodríguez, 2010). Esta especie constituyó un nuevo registro en todos los manglares presentes en los municipios de Banes, Rafael Freyre y Gibara, los mismos en algún periodo del año se comunican directamente con el mar.

Es importante destacar en este trabajo los principales cambios del ordenamiento taxonómico con relación a la lista de especies ofrecida por Vega et al. (2017). Se incluyen 14 nuevas especies no registradas anteriormente, de estas, 10 especies introducidas no registradas en el 2017.

Además, se incorporan a la lista las especies *M. longicauda*, *G. cinereus*, *S. partitus* y *T. bifasciatum*. Se actualizó el nombre del género *Agonostomus* por *Dajaus* siguiendo las sugerencias de Froese y Pauly (2021). Se actualiza el nombre de la especie *Eleotris pisonis* por *Eleotris perniger*, siguiendo los criterios de Pezold y Cage (2002), al igual que *Lucifuga dentata holguinenses* por *Lucifuga gibarenses*, siguiendo lo establecido por Hernández et al. (2020).

CONCLUSIONES

Se registró un total de 43 especies ictiológicas habitando algún sistema dulceacuícola en la provincia de Holguín. De ellas, 26 son estrictas de agua dulce y 11 periféricas. Del total de especies, 23 son autóctonas, 11 introducidas y nueve endémicas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a IDEA WILD por brindar los equipos y recursos necesarios para realizar esta investigación.

REFERENCIAS

- Álvarez, G. O. (2013) *Un análisis a los vertebrados introducidos en Cuba* [Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad de La Habana]. Repositorio Institucional–Universidad de la Habana.
- Alvarez-Lajonchere, L., & Alvarez-Lajonchere, P. L. L. (2015). Presencia de *Mugil rubrioculus* en Cuba y situación taxonómica de *Mugil longicauda* (Pisces, Mugilidae). *Poeyana*, 501, 41–48.
- Barus, V., & Eúzen, W. (1993). Study of the collection of freshwater fishes from eastern Cuba whit taxonomical notes. *Folia Zoologica*, 42, 63–79.
- Barus, V. M., Peñáz, P., & Prokes, M. T. (1998). Some new data on *Girardinus cubensis* (Poeciliidae) from Cuba. *Folia Zoologica*, 47(4), 287–293.
- Centro Nacional de Áreas Protegidas. (2013). *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014–2020: Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente*. Editorial Instituto de Ecología y Sistemática, <http://repositorio.geotech.cu>.
- Díaz, P. A., Nieto, E., & Abio, G. (1987). Peces ciegos del género *Lucifuga* (Ophidiiformes, Bythitidae) en dos casimbas cubanas. *Revista Biología*, (8), 41–47.
- Espinosa, P. H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (85), 450–459. <https://doi.org/10.7550/rmb.32264>.
- Fimia, R. (2010). Eficacia del control de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) con peces larvívoros en Placetas, provincia Villa Clara, Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11(03B), 1–12.
- Fong, A., Garcés, G., & Portuondo, E. (1996). Invertebrados en la alimentación de *Gambusia punctata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en aguas marinas. *Cocuyo*, (5), 13–14.
- Fowler, H. W. (1938). A small collection of freshwater fishes from eastern Cuba. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, (90), 143–147.
- Froese, R., & Pauly, D. (2021). FishBase, *World Wide Web electronic publication*. <https://www.fishbase.org>.
- Galván-Quesada, S., Doadrio, I., Alda, F., Perdices, A., Reina, R. G., & García, V.M. (2016). Molecular phylogeny and biogeography of the amphidromous fish genus *Dormitator* Gill 1861 (Teleostei: Eleotridae). *PLoS ONE*, 11(4), 153–538.
- García-Machado, E., Hernández, D., García-Debrás, A., Chevalier-Monteagudo, P., Metcalfe, C., Bernatchez, L., & Casane, D. (2011). Molecular phylogeny and phylogeography of the Cuban cave-fishes of the genus *Lucifuga*: Evidence for cryptic allopatric diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, (61), 470–483.
- González, A. H., Rodríguez, L., Rodríguez, S. A., Mancina, C. A., & García, R. I. (2012). *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia, La Habana.

- Gutiérrez, M. A. (2016). *Análisis filogenético del complejo de especies Gambusia punctata (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en Cuba: nuevas evidencias de especiación críptica*. [Tesis de Maestría, Facultad de Biología, Universidad de La Habana]. Repositorio Institucional–Universidad de la Habana.
- Hernández, D., Møller, P. R., Casane, D., & García, M. E. (2020). A new species of the cave-fish genus *Lucifuga* (Ophidiiformes, Bythitidae), from eastern Cuba. *ZooKeys*, 946, 17–35. <https://doi.org/10.3897/zookeys.946.51373>.
- Hill, J. E. (2002). Exotic fishes in Florida, Lake Lines, North American Lake. *Management Society*, 22(1), 39–43.
- Lara, A., Ponce de León, J. L., Rodríguez, R., Casane, D., Côté, G., Bernatchez, L., & García-Machado, E. (2010). DNA barcoding of Cuban freshwater fishes: evidence for cryptic species and taxonomic conflicts. *Molecular Ecology Resources*, (10), 421–430.
- Lemus, E. (2013). Relaciones filogenéticas en el complejo de especies *Gambusia puncticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en Cuba. [Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad de La Habana]. Repositorio Institucional–Universidad de la Habana.
- Machado, A. R., & Moreno, H. I. (1993). Estudio de la comunidad de peces del río Orituco. Estado Guárico Venezuela, Parte I. Inventario, abundancia relativa y diversidad. *Acta Biológica Venezuelica*, 14(4), 77–94.
- Morejón, M. P., Mursulí, D. E., Mauri, S., & Hernández, A. (1993). Presencia de mosquitos (Diptera: Culicidae) y biorreguladores en criaderos existentes en áreas atendidas por el médico de la familia en el municipio Fomento. *Revista Cubana Médica Tropical*, 45(2), 152–55.
- Morera, B. O. (2019) *Evaluación de la dimensión medio natural para la localización de campos de golf en el espacio turístico el Ramón de Antilla*. [Tesis de Licenciatura, Facultad Ciencias Empresariales y Administración, Universidad de Holguín]. Repositorio Institucional–Universidad de Holguín.
- Mugica, L., Acosta, M., Denis, D., & Jiménez, A. (2006). Disponibilidad de presas para las aves acuáticas en los campos inundados de la arrocería del Sur del Jíbaro durante el ciclo de cultivo del arroz. *Journal of Caribbean Ornithology*, (19), 97–103.
- Myers, S. (1938). Freshwater fishes and West Indian Zoogeography. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution*, (92), 339–364.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World (Cuarta Edición)*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Pezold, F., & Cage, B. (2002). A review of the spiny cheek sleepers, genus *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae), of the western hemisphere, with comparison to the west african species. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 31(2), 19–63.
- Ponce de León, J. L. (2011). Peces cubanos amenazados de extinción. En: *Rostros amenazados de Cuba*. Ediciones Polymita, 1, 224–225.

- Ponce de León, J. L., Acosta, C. M., Uribe, A. M., & García, M. E. (2014). Biología de Peces dulceacuícolas de Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 4(2), 1–10.
- Ponce de León, J. L., & Rodríguez, R. (2010). *Peces cubanos de familia (Poeciliidae). Guía de campo*. Editorial Academia de La Habana.
- Ponce de León, J. L., & Rodríguez, R. S. (2008). Spatial distribution of freshwater fish in an intermittent Cuban stream. *Revista Biología*, 22(1), 31–50.
- Ponce de León, J. L., & Rodríguez, R. S. (2012). Riqueza y Abundancia relativa de especies de peces de agua dulce en dos localidades de la Isla de la Juventud al final de época de seca de 2008. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 1(1), 82–84.
- Ponce de León, J. L., Rodríguez, R., & León, G. (2013). Life-history patterns of Cuban poeciliidae fishes (Teleostei: Cyprinodontiformes). *Zoo Biology*, (32), 251–256.
- Quammen, D. (1996). *The song of the Dodo: island biogeography in an age of extinction*. Scriber.
- Ramírez, G. D., Alberto, G. F., & Viña, V. Y. (1998). *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Editorial de la Fundación Universidad de Bogotá.
- Ramos, I. (2012). *Nandopsis ramsdeni*. En H. González-Alonso, L. Rodríguez-Schettino, A. Rodríguez, C. (Eds.) *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia, La Habana.
- Reynaldo, C. E., Hernández, M. D., Urbino, R. J., & Ayra, C. R. (2022). Diversidad de los peces dulceacuícolas en Resbaladero, Holguín, Cuba. *Novitate Caribaea*, (19), 43–61. <https://doi.org/10.33800/nc.vi19.289>.
- Reynaldo, C. E., Vega, M. C., Vega, T. A., & Córdova, G. E. (2021). Co-ocurrencia de peces fluviales en los ríos de Gibara, Holguín, Cuba. *Novitates Caribaea*, (17), 15–31. <https://doi.org/10.33800/nc.vi17.244>
- Reynaldo, C. E., Vega, T. A., Fernández, V. A., & Córdova, G. E. (2016). Distribución y similitud de los peces dulceacuícolas del municipio Gibara, Holguín, Cuba. *Novitate Caribaea*, (10), 71–86. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i10.31>
- Rodríguez, R. (2015). *Rivulus berovidesi*, a new killifish species (Teleostei: Rivulidae) from western Cuba. *Zootaxa*, 3949(2), 289–296.
- Rodríguez-Machado, S., & Ponce de León, J. L. (2017). Peces de agua dulce. En C. A. Mancina y D. D. Cruz (Eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA, La Habana.
- Rodríguez-Machado, S., & Rodríguez-Cabrera, T. M. (2015). First record of native amphibian predation by the invasive alien African catfish *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) in Cuba. *Journal of Aquatic Sciences*, 10(3), 254–258.
- Singh, B. N., & Hughes, G. M. (1971). Respiration of an air breathing catfish *Clarias batrachus* (Linn). *Experimental Biology*, (55), 421–434.

- Vales, M., Álvarez, A., Montes, L., & Ávila, A. (1998). *Pisces*. En *Estudio nacional sobre la diversidad biológica en la República de Cuba*. CESYTA.
- Vega, T. A., Reynaldo, C. E., Fernández, V. A., Ocaña, B. F., & Guerra, G. N. (2017). Peces dulceacuícolas de Holguín. *Poeyana*, (504), 33–37.
- Vergara, R. (1992). *Principales características de la ictiofauna dulceacuícola cubana*. Editorial Academia, Ciudad de La Habana.
- Walton, W. E. (2007). Larvivorous fish including *Gambusia*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, (23), 184–220.
- Welcomme, R. L. (1988). *International introductions of inland aquatic species*. *FAO Fisheries Technical*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Yalçın, P. K., Akyurt, U., & Solak, K. (2001a). Stomach contents of the Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in the river Asia (Turkey). *Turkey Journal of Zoology*, (25), 461–468.
- Yalçın, P. K., Akyurt, U., & Solak, K. (2001b). Certain reproductive characteristics of the Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) living in the river Asia, Turkey. *Turkey Journal of Zoology*, (25), 453–460.

Cómo citar: Reynaldo-De la Cruz, E. (2022). Nueva lista de peces que habitan sistemas fluviales en Holguín, Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 98–122. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.312>.

ANEXO

Anexo 1: Municipios, estaciones de muestreos y coordenadas geográficas

Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Moa	Río Yamanigüey	20°34'32.03481"	74°44'19.05285"	E1	Cueto	Río Mejías	20°38'47.78539"	76°01'05.28717"	E96
Moa	Río Punta Gorda	20°37'20.07063"	74°51'15.75131"	E2	Rafael Freyre	Estero de Playa Blanca	21°05'07.87865"	76°00'19.70845"	E97
Moa	Embalse Nuevo Mundo	20°32'53.50307"	74°59'11.07495"	E3	Rafael Freyre	Arroyo Urbano Pérez	20°59'51.79717"	76°08'50.22201"	E98
Moa	Río Cabaña	20°38'00.440"	74°56'57.841"	E4	Rafael Freyre	Río Bariay	21°03'28.04728"	76°00'26.34859"	E99
Moa	Río Yarey	20°26'13.16582"	74°54'45.36333"	E5	Rafael Freyre	Río Naranjo	21°04'49.97136"	75°52'42.14642"	E100
Moa	Río Toa	20°26'12.57712"	75°01'01.87615"	E6	Rafael Freyre	Embalse Colorado	20°59'45.38019"	76°08'07.00377"	E101
Moa	Río La Angostura	20°31'57.29361"	75°04'58.18477"	E7	Rafael Freyre	Embalse Junucun	21°00'07.80016"	76°02'45.70159"	E102
Moa	Río La Vaca	20°38'01.42702"	74°54'00.58341"	E8	Rafael Freyre	Embalse Gibara	20°54'04.13158"	76°05'54.99770"	E103
Moa	Río Yagrumaje	20°38'04.06695"	74°52'20.50603"	E9	Rafael Freyre	Embalse Las Tinajitas	21°00'06.89295"	76°06'13.50216"	E104
Moa	Río Cayo Guam 1	20°36'54.07119"	74°50'54.77678"	E10	Rafael Freyre	Río: Guabajaney	20°58'10.35280"	76°00'08.47880"	E105
Moa	Río Cayo Guam 2	20°32'46.77866"	74°51'09.66362"	E11	Rafael Freyre	Río Camayén	20°58'39.59654"	75°57'13.34220"	E106
Moa	Río Jaragua	20°25'46.55520"	74°50'53.00091"	E12	Rafael Freyre	Río Junucun	21°02'40.03944"	76°01'25.80336"	E107
Moa	Río El Fení	20°30'20.40609"	74°48'26.05658"	E13	Rafael Freyre	Arroyo Claro Bajo	20°59'33.27212"	76°09'50.82949"	E108
Moa	Río Ojito de agua	20°29'01.00959"	74°59'20.99761"	E14	Rafael Freyre	Arroyo Primitivo	20°59'46.69700"	76°08'59.73241"	E109
Moa	Río Los Lirios	20°22'53.33551"	74°46'05.89375"	E15	Rafael Freyre	Río Corojal	20°57'14.83166"	76°04'41.72945"	E110
Moa	Río Castro	20°30'55.64399"	75°03'14.85424"	E16	Holguín	Charco Hondo	20°58'41.481"	76°19'38.362"	E111
Moa	Río Potosí	20°33'52.75541"	74°45'37.56119"	E17	Holguín	Río Marañón	20°52'54.91439"	76°15'23.24775"	E112



Anexo I. Continuación

Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Moa	Río Arroyon	20°33'28.62687"	74°56'56.16308"	E18	Holguín	Río Jigüe	20°54'01.66865"	76°14'14.16810"	E113
Mayarí	Río Ceiba	20°36'56.026"	75°37'50.158"	E19	Holguín	Río Matamoros	20°54'46.07798"	76°21'06.57184"	E114
Mayarí	Río Yaguasí	20°27'04.171"	75°38'14.449"	E20	Holguín	Río Turquino	20°55'13.73263"	76°12'24.66233"	E115
Mayarí	Río Palo	20°37'48.757"	75°37'58.519"	E21	Holguín	Embalse Cacoyuguin	20°58'19.45757"	76°19'00.12252"	E116
Mayarí	Río San Jiriguelo	20°29'23.147"	75°05'39.609"	E22	Holguín	Embalse Guirabo	20°51'03.79445"	76°17'53.86891"	E117
Mayarí	Río Manndinga	20°37'14.737"	75°33'17.810"	E23	Holguín	Embalse Mayabe	21°51'21.48065"	76°12'24.58017"	E118
Mayarí	Río Enmedio	20°36'09.885"	75°41'35.495"	E24	Urbano Noris	Río Bio	20°29'11.61526"	76°00'16.97908"	E119
Mayarí	Arroyo Sabina	20°29'06.365"	75°47'11.072"	E25	Urbano Noris	Embalse Bio Paso	20°31'01.66311"	76°06'00.10074"	E120
Mayarí	Río Mayarí arroyo seco	20°29'24.322"	75°38'21.050"	E26	Urbano Noris	Río Cauto Tres	20°31'11.69109"	76°14'29.39146"	E121
Mayarí	Río Mayarí Chavaleta	20°39'35.094"	75°40'25.439"	E27	Urbano Noris	Río El Salado	20°29'08.16285"	76°08'28.31303"	E122
Mayarí	Río Mayarí Desembocadura	20°44'37.190"	75°38'27.152"	E28	Urbano Noris	Río Pan de Azúcar	20°30'59.06965"	76°04'46.79975"	E123
Mayarí	Arroyo La Chivera 2	20°24'42.090"	75°49'26.137"	E29	Urbano Noris	Río Cauto	20°25'37.20422"	76°01'24.85899"	E124
Mayarí	Embalse de estación citma	20°29'09.217"	75°47'06.999"	E30	Baguano	Río Baguano	20°44'07.67374"	75°59'01.55643"	E125
Mayarí	Río Mayarí	20°38'45.61326"	75°40'35.10461"	E31	Baguano	Río Rancho Nuevo	20°45'23.05137"	75°56'45.40960"	E126
Mayarí	Arroyo La Chivera	20°39'14.56415"	75°35'14.79564"	E32	Baguano	Embalse Limoncito	20°47'13.36790"	76°06'15.51279"	E127
Mayarí	Río Piloto	20°26'53.05063"	75°38'55.65353"	E33	Baguano	Embalse Tacajó	20°52'26.94230"	75°57'54.83329"	E128
Mayarí	Río Guayabo	20°34'25.26806"	75°44'31.53866"	E34	Baguano	Río Alcalá	20°52'17.91081"	76°00'15.31539"	E129



Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Mayarí	Arroyo Casimba	20°26'30.18949"	75°48'43.57705"	E35	Baguano	Río Salvador	20°53'28.15558"	76°04'37.55981"	E130
Mayarí	Embalse de Mayarí	20°33'20.00397"	75°39'07.52981"	E36	Baguano	Río Camazán	20°42'40.67613"	76°10'56.34481"	E131
Mayarí	Río Piedra Gorda	20°37'13.41110"	75°38'11.66546"	E37	Baguano	Río Levano	20°52'25.94067"	76°04'51.15440"	E132
Mayarí	Río Nipe	20°42'25.49491"	75°46'25.05219"	E38	Baguano	Río Tacajó	20°52'03.57118"	75°58'29.35543"	E133
Mayarí	Río Juan Vicente	20°39'52.85789"	75°43'46.93827"	E39	Cacocum	Embalse Magueyal	20°50'22.22959"	76°26'46.59266"	E134
Mayarí	Río Guaro	20°39'55.11716"	75°46'35.14980"	E40	Cacocum	Río Salado	20°43'00.91070"	76°23'38.45281"	E135
Mayarí	Río Los Cocos	20°37'45.11355"	75°41'46.61801"	E41	Cacocum	Río Matamoros	20°39'20.35080"	76°35'39.37815"	E136
Mayarí	Embalse Centeno	20°43'43.59712"	75°47'00.28399"	E42	Calixto García	Embalse Las Barias	20°51'16.93618"	76°40'02.71687"	E137
Mayarí	Embalse Nipe	20°38'41.32181"	75°52'23.64386"	E43	Calixto García	Embalse La Alegria	20°52'55.14891"	76°39'35.06884"	E138
Mayarí	Río Naranjo	20°28'36.56609"	75°42'43.57089"	E44	Calixto García	Embalse Las Lajas	20°54'20.58663"	76°36'52.91788"	E139
Mayarí	Río Pino	20°31'25.31727"	75°41'09.82048"	E45	Calixto García	Embalse San Ramón	20°53'54.63580"	76°35'15.75531"	E140
Mayarí	Río Jicotea	20°40'51.38962"	75°47'14.35888"	E46	Calixto García	Embalse María Luisa	20°53'56.61587"	76°27'10.37355"	E141
Mayarí	Río Levisa	20°41'00.47422"	75°31'42.76099"	E47	Calixto García	Embalse Paso Domínguez	20°54'26.90408"	76°31'02.18655"	E142
Mayarí	Río Frio	20°30'07.84571"	75°35'04.93356"	E48	Calixto García	Embalse Santa Ingi	20°54'58.51965"	76°32'58.50446"	E143
Mayarí	Río Cabónico	20°38'20.67840"	75°27'41.82787"	E49	Calixto García	Embalse Virginia	20°56'21.80112"	76°34'43.29371"	E144
Mayarí	Río El Coco	20°35'53.97439"	75°30'27.60806"	E50	Calixto García	Embalse San Andrés	20°57'59.94672"	76°28'07.43960"	E145



Anexo I. Continuación

Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Mayarí	Río Bumba	20°28'40.00006"	75°35'44.61238"	E51	Calixto García	Embalse Los Ángeles	20°56'38.67359"	76°30'29.13396"	E146
Mayarí	Río Seco	20°29'12.41446"	75°38'47.73885"	E52	Calixto García	Embalse La Jiquima	20°56'28.20419"	76°31'59.66865"	E147
Antilla	Embalse de Antilla	20°47'28.68914"	75°34'04.32448"	E53	Calixto García	Río Chaparra	21°00'13.48882"	76°27'47.03583"	E148
Frank País	Río Teneme	20°42'36.46773"	75°24'42.88186"	E54	Calixto García	Río Aguará	21°01'50.17882"	76°30'35.42902"	E149
Frank País	Laguna costera Corinthia	20°43'47.04492"	75°24'55.53141"	E55	Calixto García	Río Tejas	20°59'12.66563"	76°40'52.15913"	E150
Frank País	Embalse Madre Vieja	20°42'47.91262"	75°14'29.53411"	E56	Calixto García	Río Grande	20°57'26.96869"	76°25'39.94855"	E151
Frank País	Río Maceo	20°38'19.42714"	75°20'15.09838"	E57	Calixto García	Río La Rioja	20°47'16.37407"	76°37'18.66487"	E152
Frank País	Río La Gloria	20°35'33.14102"	75°16'38.36383"	E58	Calixto García	Río Janata	20°55'51.02518"	76°28'45.75070"	E153
Frank País	Río Tánamo	20°39'17.61503"	75°022'1.73341"	E59	Gibara	Río Gibara	21°04'43.02435"	76°07'52.09119"	E154
Sagua de Tánamo	Río Colorado	20°22'25.78405"	75°02'49.06615"	E60	Gibara	Río Socarreño	21°04'16.05490"	76°12'27.86651"	E155
Sagua de Tánamo	Río Sagua	20°33'43.87879"	75°14'00.02650"	E61	Gibara	Río El Uso	21°05'41.81730"	76°21'32.73274"	E156
Sagua de Tánamo	Río El Torcido	20°32'09.48800"	75°16'59.70419"	E62	Gibara	Río Mateo	21°05'40.80104"	76°23'07.01248"	E157
Sagua de Tánamo	Río Cabocuada	20°30'51.08948"	75°18'35.56141"	E63	Gibara	Río Peña	21°04'12.48114"	76°23'06.37206"	E158
Sagua de Tánamo	Río San Andrés	20°29'02.78860"	75°16'53.38676"	E64	Gibara	Río Los Alfonso	21°02'41.23750"	76°29'14.40992"	E159
Sagua de Tánamo	Río Cupey I	20°27'07.61648"	75°15'44.03256"	E65	Gibara	Río Cacoyuguin	21°05'48.10127"	76°08'50.83144"	E160
Sagua de Tánamo	Río Grande	20°27'41.11292"	75°24'25.99565"	E66	Gibara	Río Jobabo	21°02'08.88700"	76°14'40.13913"	E161



Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Sagua de Tánamo	Río Calabazas	20°27'00.13214"	75°22'06.40103"	E67	Gibara	Río Yabazón 1	21°02'23.273"	76°09'19.812"	E162
Sagua de Tánamo	Río Riito	20°26'21.63360"	75°25'45.39856"	E68	Gibara	Río Yabazón 2	20°59'10.76019"	76°11'13.71267"	E163
Sagua de Tánamo	Río Cupey 2	20°33'22.55454"	75°12'20.60505"	E69	Gibara	Dolina Aguada de Macigo	21°09'42.0201"	76°14'55.0369"	E164
Sagua de Tánamo	Río Canoa	20°31'16.84754"	75°14'03.50126"	E70	Gibara	Dolina Poza Fria	21°12'34.17985"	76°14'25.02435"	E165
Sagua de Tánamo	Río Castro	20°31'30.60827"	75°09'14.00976"	E71	Gibara	Dolina Poza los Patos	21°12'26.76972"	76°13'57.86919"	E166
Sagua de Tánamo	Río Maguecito	20°27'49.00478"	75°10'54.85956"	E72	Gibara	Dolina Tanque Negro	21°12'27.92679"	76°13'53.98117"	E167
Sagua de Tánamo	Río Miguel	20°38'18.69550"	75°18'47.91280"	E73	Gibara	Dolina Hoyo verde	21°11'52.78256"	76°14'05.21523"	E168
Sagua de Tánamo	Río Romero	20°35'18.12802"	75°13'28.78576"	E74	Gibara	Dolina El Macio del Jobal	21°08'10.95371"	76°15'03.23894"	E169
Banes	Río Banes	20°55'56.99754"	75°44'15.07683"	E75	Gibara	Dolina Poza Manzanillo	21°12'17.94476"	76°15'00.52356"	E170
Banes	Embalse Lazo	20°48'54.28088"	75°52'50.35253"	E76	Gibara	Dolina Poza Bella	21°12'46.30257"	76°15'01.45492"	E171
Banes	Embalse Los Pinos	20°53'09.79324"	75°50'10.35112"	E77	Gibara	Embalse Juan Sáez	21°03'31.65985"	76°27'04.95115"	E172
Banes	Embalse Cortadera	20°54'03.59749"	75°49'00.89405"	E78	Gibara	Embalse El Manguito	21°07'07.47724"	76°26'06.33000"	E173
Banes	Embalse Deleite	20°49'13.65106"	75°49'45.09320"	E79	Gibara	Embalse Bejuquero	21°07'26.94700"	76°25'07.60899"	E174
Banes	Embalse Pedregal	20°50'04.89489"	75°48'42.97907"	E80	Gibara	Embalse El Pantalón	21°05'48.23402"	76°20'15.55107"	E175
Banes	Embalse Jagueyes	20°58'36.09114"	75°40'18.05393"	E81	Gibara	Embalse El Asiento	21°05'04.71989"	76°22'59.70469"	E176
Banes	Río Samá	21°05'04.02390"	75°46'08.34136"	E82	Gibara	Embalse Tres Palmas	21°03'57.07417"	76°21'43.38253"	E177





Anexo I. Continuación

Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.	Municipio	Sitios de muestreo	Latitud (gg mm ss)	Longitud (gg mm ss)	Est.
Banes	Río Veguita	20°57'22.47261"	75°44'27.58103"	E83	Gibara	Embalse Santa Clara	21°02'20.632"	76°21'42.71361"	E178
Banes	Río El Negro	20°58'57.51350"	75°44'56.50116"	E84	Gibara	Embalse El Caliche	21°04'30.87506"	76°05'35.02816"	E179
Banes	Estero Oeste de Guardlavaca	21°07'13.47900"	75°50'24.81145"	E85	Gibara	Embalse Mano	21°01'24.13997"	76°21'42.71361"	E180
Banes	Río Tasajera	20°55'00.982"	75°45'46.303"	E86	Gibara	Dolina Tanque Azul	21°11'29.40818"	76°15'23.21068"	E181
Banes	Estero de playa Esmeralda	21°06'47.67138"	75°52'10.11573"	E87	Gibara	Río Corojal	21°02'51.67358"	76°15'06.74795"	E182
Cueto	Río Sojo	20°33'43.73720"	75°50'48.04615"	E88	Gibara	Embalse Realengo	21°01'12.19688"	76°24'08.47688"	E183
Cueto	Río Birán	20°30'55.60559"	75°52'49.28596"	E89	Gibara	Embalse Guabasaibo	21°01'48.14535"	76°24'54.57545"	E184
Cueto	Embalse Sabanilla	20°33'33.68345"	75°55'12.06733"	E90	Gibara	Embalse Sabanilla	21°01'15.50454"	76°25'52.39498"	E185
Cueto	Río Birán 2	20°32'28.60247"	75°53'28.30246"	E91	Gibara	Afluente del Río Cacoyuguin	21°03'30.27920"	76°13'34.28580"	E186
Cueto	Río Río	20°29'50.12590"	76°02'57.73594"	E92	Gibara	Río Cuevita	21°00'13.287"	76°19'09.445"	E187
Cueto	Río Barajagua	20°37'29.34095"	75°57'38.70031"	E93	Gibara	Río Los Alfonsito	21°03'22.913"	76°26'38.860"	E188
Cueto	Río Nipe	20°31'37.995"	75°54'11.266"	E94	Gibara	Río Yabasito	21°00'48.296"	76°12'48.034"	E189
Cueto	Arroyo Manaca	20°31'09.910"	75°55'13.066"	E95	Gibara				



REPTILES TERRESTRES DEL ARCHIPIÉLAGO
DE LOS JARDINES DE LA REINA, CUBA

Terrestrial reptiles of the Jardines de la Reina archipelago, Cuba

Evelyn Marichal Arbona^{1*} y Karell Maure García²¹Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco, Morón, Cuba.  orcid.org/0000-0003-0719-9406;*Para correspondencia: emarichal88@gmail.com. ²Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Camagüey, Cuba.  orcid.org/0000-0001-5145-449X, kmaure@cimac.cu

[Recibido: 5 de julio, 2021. Aceptado para publicación: 27 de diciembre, 2021]

RESUMEN

Los ecosistemas insulares son relativamente frágiles y constituyen un escenario ideal para el estudio de procesos ecológicos y evolutivos. El presente estudio fue realizado para actualizar el inventario de reptiles y evaluar la abundancia de la comunidad de lagartos terrestres diurnos en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Como resultado de una búsqueda intensiva en ocho cayos, se encontraron 11 especies, siendo tres de ellas subespecies endémicas del archipiélago. El índice de Jaccard reflejó la similitud entre las comunidades de reptiles de cayos adyacentes. Las especies de amplia distribución fueron *Pholidoscelis auberi galbiceps*, *Anolis sagrei* y *Cyclura nubila nubila*. Para determinar la abundancia relativa de lagartos terrestres diurnos de seis cayos en noviembre de 2017, y abril y septiembre de 2018, se realizaron transectos en banda de 200 m x 4 m y en el caso de *C. nubila* transectos de (1000 x 10) m. Las especies dominantes difieren entre cayos y se encontraron cambios estacionales en la abundancia relativa de todas las especies. La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en Anclitas para *Leiocephalus carinatus* y *L. cubensis paraphrus* y en Caguamas y Caballones para *P. auberi galbiceps*. Cayo Caguamas presentó mayor abundancia de *C. nubila nubila*, especie que muestra poblaciones estables en el archipiélago, aunque de baja abundancia.

Palabras clave: comunidades, lagartos, islas.

ABSTRACT

Island ecosystems are relatively fragile and an ideal scenario for the study of ecological and evolutionary processes. The present study was conducted with the objective of updating the reptile inventory and assessing the abundance of the community of diurnal terrestrial lizards in the Jardines de la Reina archipelago. Intensive searches were conducted in eight keys and 11 species were found, of which three are endemic subspecies of the archipelago. The Jaccard index reflected similarity between reptile communities of adjacent keys. The species of wide distribution were *Pholidoscelis auberi galbiceps*, *Anolis sagrei* and *Cyclura nubila nubila*. To determine the relative abundance of diurnal terrestrial lizards of six keys in November 2017, and April and September 2018, (200 x 4) m band transects were considered and in the case of *C. nubila nubila* (1000 x 10) m transects. The dominant species differ



between keys and seasonal changes were found in the relative abundance of all species. The Kruskal-Wallis test showed significant differences in Anclitas for *Leiocephalus carinatus cayensis* and *L. cubensis paraphrus* and in Caguamas and Caballones for *P. auberi galbiceps*. Cayo Caguamas had a greater abundance of *C. nubila nubila*, a species that shows stable and low abundance populations in the archipelago.

keywords: communities, lizards, islands.

INTRODUCCIÓN

Las islas son un escenario ideal para estudios ecológicos y evolutivos. Sus poblaciones, comunidades y ecosistemas, son entidades con límites geográficos bien definidos donde se desarrollan los procesos, propiedades e interacciones fundamentales de los sistemas ecológicos; aunque a menudo de manera más simple que los sistemas continentales (Vitousek et al., 1995). El equilibrio de estos ecosistemas es relativamente frágil y su conservación depende del conocimiento de la composición de especies y de la gama de aspectos ecológicos de los que dependen (Rocha et al., 2002).

Sobre la fauna de reptiles del archipiélago de los Jardines de la Reina se han realizado reportes de especies que incluyen sus características morfológicas y de hábitat (Marichal, 2016a; Parada et al., 2007; Rodríguez y Rivalta, 2003; Schwartz y Henderson, 1991). Sin embargo, son muy pocos los estudios ecológicos realizados sobre las comunidades o poblaciones (González et al., 2014; Marichal, 2016b; Marichal y López, 2012). El conocimiento sobre la herpetofauna de esta cayería es aún insuficiente para comprender la estructura de las comunidades de reptiles y su función en los ecosistemas insulares.

OBJETIVO

-Actualizar el inventario de reptiles y evaluar la abundancia y dinámica de la comunidad de lagartos terrestres diurnos en varios cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El archipiélago de los Jardines de la Reina se extiende desde el Golfo de Guacanayabo hasta la Bahía de Casilda en la parte meridional de la Isla de Cuba, por la costa sur de las provincias Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey a lo largo de 360 km. Agrupa 661 cayos, los que conforman tres cayerías, la que forma el Laberinto de las Doce Leguas y otros dos en el interior del golfo de Ana María.

El estudio fue realizado en los cayos Cabeza del Este, Caguamas, Cachiboca, Piedra Grande, Anclitas, Caballones, Grande y Casimba, que siguen la dirección de este a oeste en la cayería del Laberinto de las Doce Leguas (Fig. 1). Según González-de Zayas et al. (2006) estos cayos se caracterizan por tener unidades de paisaje de poco desarrollo evolutivo, extensión relativamente pequeña y gran fragilidad natural, por estar sometidas a condiciones físico-geográficas extremas tales como fuertes vientos, marejadas, alta evaporación, salinización y sequedad estacional.

Las formaciones vegetales presentes en el área son: los bosques de mangles en sus diferentes variantes florísticas y fisionómicas, los matorrales xeromorfos costeros, los complejos de vegetación de costa arenosa y rocosa, bosque siempreverde, herbazal costero y vegetación halófito (Martínez, 2020).

Área de estudio

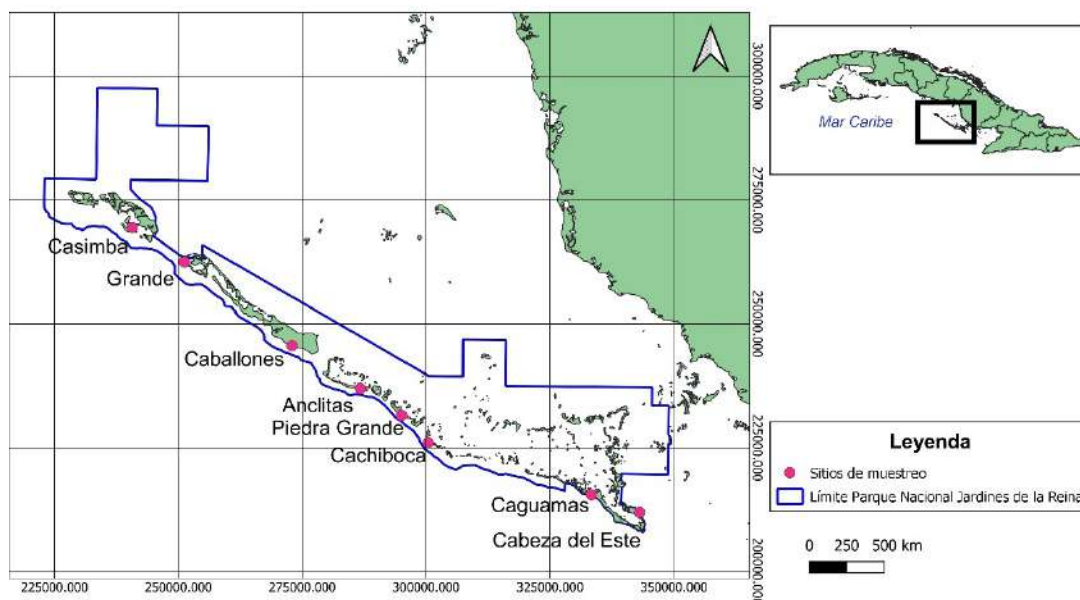


Figura 1. Mapa de los sitios de muestreo de reptiles en el archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

Metodología de muestreo. Los muestreos fueron realizados en noviembre de 2017 y abril y mayo de 2018. El inventario de especies se realizó en los ocho cayos antes mencionados. (Fig. 1). Debido a la heterogeneidad morfológica, conductual y ecológica de los reptiles, se realizaron recorridos aleatorios en el área, transectos en banda y búsqueda en diferentes microhábitats para maximizar la riqueza de especies observada según proponen Torres et al. (2017). La abundancia relativa se determinó como cantidad de individuos en 800 m² a partir de transectos en banda (200 m x 4 m), (Arias, 2009). Con el objetivo de comparar con muestreos previos de *C. nubila nubila* en el área de estudio y en toda Cuba, se realizaron transectos de (1000 x 10) m según el protocolo establecido para el monitoreo de esta especie en la región de archipiélagos del Sur de Cuba (González et al., 2013).

Todos los transectos fueron realizados en el Matorral Xeromorfo Costero (Fig. 2). Esta formación vegetal ocupa una franja arenosa estrecha que se entiende a lo largo de la costa sur de los cayos. La cantidad de transectos realizados fue variable de acuerdo al área de matorral de cada cayo. En cayo Cabeza del Este esta formación vegetal está ausente y en Casimba posee poca extensión por lo que el muestreo de la abundancia se realizó en seis de los cayos (Grande, Caballones, Anclitas, Cachiboca, Piedra Grande y Caguamas).



Figura 2. Matorral Xeromorfo Costero con predominio de *Coccothrinax litoralis* Leon, en Cayo Cachiboca, archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba, septiembre de 2018.

Los conteos se realizaron entre las 9:00 y las 13:00 horas, correspondiente al periodo de mayor actividad de reptiles diurnos (Torres et al., 2017). En el caso de *C. nubila*, especie que constituye el principal objeto de conservación de la fauna terrestre del Parque Nacional Jardines de la Reina, se determinó las proporciones de hembras y juveniles en cada cayo, para caracterizar la población y su éxito reproductivo (González et al., 2013).

Análisis de los datos. Se comparó la abundancia relativa de los lagartos (excepto *C. nubila*) de seis cayos para los tres muestreos. Se comprobaron primeramente la normalidad y homogeneidad de varianza mediante las pruebas de Kolmogorov Smirnov y Levene, respectivamente. Al no cumplirse las asunciones se realizó un ANOVA no paramétrico (Kruskal-Wallis) para la comparación entre los muestreos realizados ($p \leq 0.05$) y *a posteriori*, una prueba de comparaciones múltiples de Dunn. Se determinó la similitud de la composición de especies entre los cayos mediante el índice de Jaccard. El procesamiento de los datos se realizó en los programas PAST versión 2.14 (Hammer et al., 2001) y R 3.4.0.

RESULTADOS

En los ocho cayos muestreados se han encontrado 11 especies de reptiles terrestres, pertenecientes a siete familias del orden Squamata, con tres subespecies endémicas del archipiélago de los Jardines de la Reina. Las familias mejor representadas son Dactyloidae y Leiocephalidae con tres y dos especies respectivamente (Tabla I).

Tabla I. Especies de reptiles terrestres en ocho cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba (Reptilia: Squamata)

Familia	Especie	Cayos							
		A	C	CACH	CAG	G	PG	CE	CAS
Iguanidae	<i>Cyclura nubila nubila</i> * Gray, 1831	x	x	x	x	x	x	x	x
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> Dumeril y Bibron, 1837	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Anolis allisoni</i> Barbour 1928				x				
	<i>Anolis angusticeps</i> Hallowell, 1856	x							
Leiocephalidae	<i>Leiocephalus cubensis paraphrus</i> * Schwartz, 1959	x		x			x	x	
	<i>Leiocephalus carinatus cayensis</i> * Schwartz, 1959	x	x	x		x			
Teiidae	<i>Pholidoscelis auberi galbiceps</i> * Schwartz, 1970	x	x	x	x	x	x		
Dipsadidae	<i>Cubophis cantherigerus</i> Bibron, 1843	x	x			x			
Boidae	<i>Chilabothrus angulifer</i> Bibron, 1840		x			x			
Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus argus</i> Gosse, 1850		x		x				
	<i>Tarentola americana</i> Gray, 1831				x				

*= subespecies endémicas. A = Anclitas; C = Caballones; CACH = Cachiboca; CAG = Caguamas; G = Grande; PG = Piedra Grande; CE = Cabeza del Este; CAS = Casimba.

El índice de Jaccard (Fig. 3) mostró que los cayos Cabeza del Este y Casimba ubicados en los extremos este y oeste respectivamente poseen 100 % de similitud entre ellos, pero se diferencian marcadamente del resto de los cayos. También poseen altos valores de similitud los cayos Cachiboca y Piedra Grande, situados en la porción centro-este (80 %) y los cayos Grande, Caballones y Anclitas de la zona centro-oeste (75 %). El cayo que posee menor índice de similitud con respecto al resto de los cayos es Caguamas, con valores por debajo del 40 %.

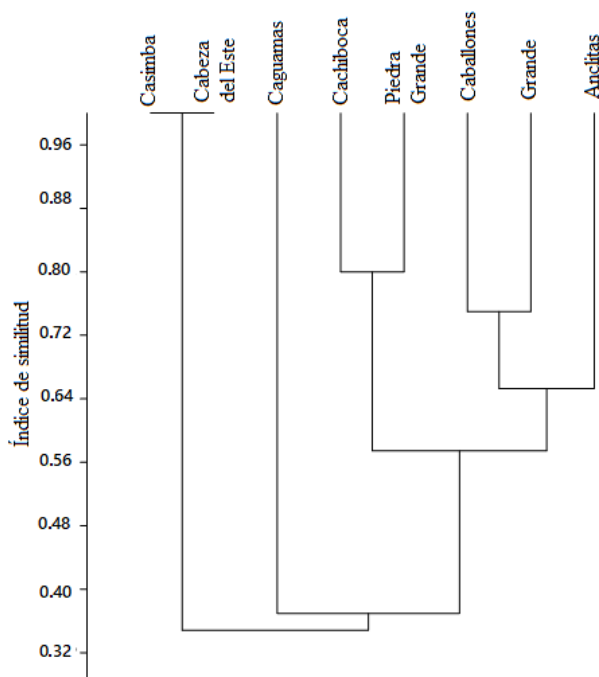


Figura 3. Índice de similitud de Jaccard para comparar la composición de reptiles en ocho cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba.

En los conteos realizados aplicando transectos en banda, solo se detectaron especies lagartos diurnos. Al comparar su abundancia relativa, se obtuvo que las especies dominantes difieren entre cayos. En el caso de Anclitas la más abundante fue *L. carinatus cayensis* (9.54 ± 5.12 ind/800 m²); en Piedra Grande, *L. cubensis paraphrus* (5.35 ± 2.51 ind/800 m²); en Cachiboca, *P. auberi galbiceps* (2.09 ± 2.40 ind/800 m²); en Caballones, *A. sagrei* (4.44 ± 2.95 ind/800 m²) y en los cayos Caguamas y Grande, *C. nubila nubila* (4.08 ± 3.06 ind/800 m² y 2.78 ± 3.45 ind/800 m², respectivamente) aunque en este último también fueron muy abundantes *P. auberi galbiceps* (2.63 ± 2.37 ind/800 m²) y *A. sagrei* (2.10 ± 2.07 ind/800 m²).

Al analizar las variaciones en la abundancia relativa entre los tres muestreos realizados, solo se encontraron diferencias significativas en Anclitas para *L. carinatus cayensis* y *L. cubensis paraphrus* y en Caguamas y Caballones para *P. auberi galbiceps* (Tabla II). La prueba *a posteriori* mostró que la abundancia relativa de *L. cubensis paraphrus* en Anclitas fue significativamente mayor en abril de 2018 con respecto a noviembre de 2017. En los casos de *L. carinatus cayensis* en Anclitas y *P. auberi galbiceps* en los cayos Caballones y Caguamas, se presentó la mayor abundancia en noviembre de 2017 (Tabla II).

Tabla II. Comparación de la abundancia relativa de cinco especies de lagartos en seis cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina

Cayo	N	Especie	H	p
Anclitas	13	<i>Leiocephalus cubensis</i>	7.07	0.03
		<i>L. carinatus</i>	6.86	0.03
		<i>Anolis sagrei</i>	0.62	0.73
		<i>Pholidoscelis auberi</i>	3.45	0.18
		<i>L. cubensis</i>	3.44	0.18
Caballones	32	<i>L. carinatus</i>	0.66	0.72
		<i>A. sagrei</i>	0.32	0.85
		<i>P. auberi</i>	16.90	0.00
		<i>L. cubensis</i>	2.57	0.28
		<i>L. carinatus</i>	1.21	0.55
Cachiboca	43	<i>A. sagrei</i>	4.99	0.85
		<i>P. auberi</i>	1.95	0.38
		<i>L. cubensis</i>	2.97	0.22
		<i>A. sagrei</i>	5.23	0.52
		<i>P. auberi</i>	3.37	0.19
Piedra Grande	14	<i>A. sagrei</i>	2.83	0.24
		<i>P. auberi</i>	17.58	0.00
		<i>A. allisoni</i>	2.48	0.29
		<i>L. cubensis</i>	2.06	0.36
		<i>L. carinatus</i>	1.34	0.51
Caguamas	62	<i>A. sagrei</i>	2.06	0.36
		<i>P. auberi</i>	3.85	0.15
Grande	49			

Prueba de Kruskal-Wallis donde N: tamaño de la muestra, H: estadístico de la prueba, p probabilidad. En negritas se señalan valores de significación $p \leq 0.05$.



Abundancia y proporción de hembras y juveniles de Cyclura nubila. Al comparar, por etapas y cayos se observaron tendencias diferentes en la abundancia relativa de *C. nubila nubila*. Los cayos Grande, Piedra Grande y Cachiboca mostraron mayor abundancia en septiembre y Anclitas en abril. En Caguamas fue mayor en el mes de noviembre de 2017 (Fig. 2).

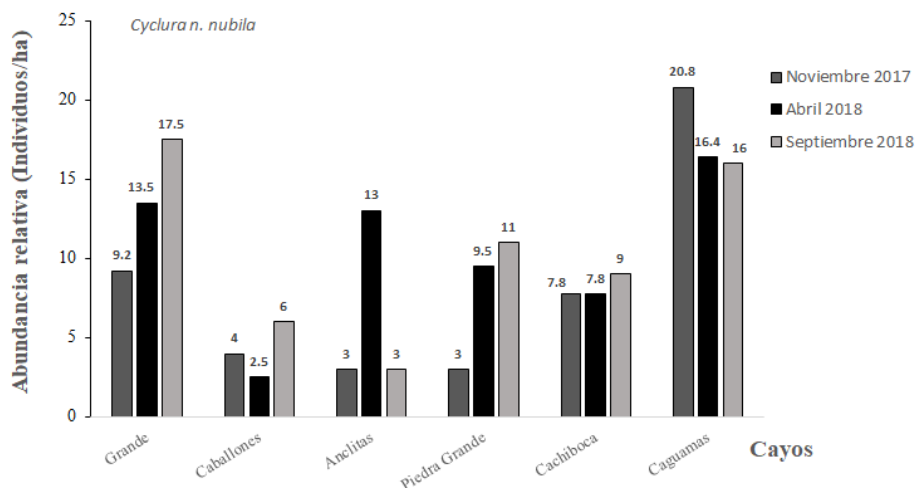


Figura 4. Abundancia de *Cyclura nubila nubila* en individuos/ha, en seis cayos de Jardines de la Reina, Cuba en los meses de noviembre de 2017 y abril y septiembre de 2018.

La proporción de hembras fue superior al 50% en la mayoría de los cayos durante los muestreos realizados. En el 2018 se obtuvieron los mayores valores en abril para los cayos Anclitas, Caguamas, Grande y Piedra Grande, con una disminución en septiembre para los tres últimos. Caballones y Cachiboca presentaron la mayor proporción de hembras en noviembre de 2017. Con relación a la proporción de juveniles se observa un aumento en septiembre de 2018. Los valores en noviembre de 2017 fueron bajos en todos los cayos con respecto a septiembre de 2018, excepto en Caballones y Cachiboca (Tabla III).

Tabla III. Proporción de hembras y juveniles del total de individuos de la población de *Cyclura nubila* en seis cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina

Cayo	Proporción de Hembras (%)			Proporción de juveniles (%)		
	Noviembre 2017	Abril 2018	Septiembre 2018	Noviembre 2017	Abril 2018	Septiembre 2018
Anclitas	66	71	100	0	23	67
Caballones	75	66	67	50	28	25
Cachiboca	76	68	43	47	12	39
Caguamas	58	70	62	47	44	77
Grande	71	87	30	37	66	86
Piedra Grande	50	100	25	33	52	64

Muestreo en noviembre de 2017, abril y septiembre de 2018



DISCUSIÓN

Las especies de reptiles encontradas han sido previamente reportadas en el archipiélago por Estrada (2012) y Rodríguez-Schettino et al. (2013), con excepción de *Chilabothrus angulifer* encontrada en los cayos Grande y Caballones (Marichal, 2016b). Se encontraron nuevos reportes dentro del archipiélago; en cayo Anclitas se incorpora *Anolis angusticeps*, en Cayo Caballones *Cubophis cantherigerus* y en Piedra Grande *L. cubensis paraphrus* no reportados previamente para estos cayos.

En los cayos estudiados el ensamble de reptiles se caracteriza por especies diurnas y heliófilas, que en su mayoría utilizan los estratos bajos de la vegetación y el suelo, donde se establece la mayor parte de las interacciones. Cabeza del Este y Casimba poseen los mayores valores de similitud porque solo presentaron dos especies (*Anolis sagrei* y *Cyclura n. nubila*) de amplia distribución en archipiélago. En el resto de los cayos, el índice de similitud refleja la cercanía espacial y evolución geológica de los cayos. Los cayos Caballones y Cayo Grande se encuentran al oeste del archipiélago separados por el estero Las Auras. Están relacionados también los cayos situados en la porción centro-este, Piedra Grande y Cachiboca, que presentan afloramientos rocosos. El cayo con menor índice de similitud con respecto al resto de los cayos, es Caguamas espacialmente distante (hacia el este). El surgimiento de los cayos del Laberinto de las Doce Leguas ha estado relacionado a un crecimiento paulatino en la dirección Este-Oeste durante el Holoceno, apoyado en la forma de barras alargadas en esa dirección (Zúñiga, 2000). Los cayos del extremo oeste son menos desarrollados geológicamente, la vegetación está constituida generalmente por manglares, mientras que, los del este presentan afloramientos rocosos de altura considerable, con camellones de tormenta y formaciones vegetales mejor establecidas (González-de Zayas et al., 2006). Estos cayos están separados por canales intermareales como el canal de Caballones que separa los cayos Caballones y Anclitas, canal de Boca Piedra que separa Anclitas de los cayos de Piedra, y estos a su vez están separados de Cachiboca por el canal del mismo nombre. El surgimiento de los cayos y el desarrollo de formaciones vegetales pudieran explicar las similitudes entre las comunidades de reptiles. La presencia de canales de ancho considerable, como la pasa Caballones (3 km), pueden constituir una barrera para la dispersión de las especies dentro del archipiélago.

La abundancia relativa mostró que existen especies dominantes diferentes en cada cayo, posiblemente asociada a las características de sustrato y estructura del Matorral Xeromorfo Costero. En todos los cayos donde se encontraron *L. carinatus cayensis* y *L. cubensis paraphrus* en el mismo sitio de muestreo se observó una zonación en su distribución. Al parecer estas especies evitan las interacciones competitivas mediante la segregación espacial del hábitat que permite la coexistencia en los cayos donde ambas están presentes. *L. carinatus cayensis* se encontró asociada principalmente a la franja de vegetación más cercana a la costa, donde la radiación solar es elevada. *L. cubensis paraphrus* se encontró hacia el interior del cayo donde hay mayor cobertura de vegetación. La segregación trófica, temporal, espacial y climática reduce la competencia y por lo tanto permiten la coexistencia de varias especies (Pianka, 1973). En Anclitas la abundancia significativamente mayor de *L. cubensis paraphrus* en abril de 2018 con respecto a noviembre de 2017 puede deberse a un aumento en la detectabilidad de los individuos debido a los despliegues territoriales, el cortejo y la cópula propios del pico reproductivo. Martínez-Reyes (1994) encontraron que la subespecie *L. cubensis cubensis* manifiesta aumentos de la actividad reproductiva en los meses de abril y julio.

En el caso de *L. carinatus cayensis* en Anclitas y *P. auberi* en Caballones y Caguamas los resultados fueron contrarios a lo esperado y se manifestó también en otras especies abundantes, aunque no de forma significativa. Este aumento de la abundancia relativa en el archipiélago Jardines de la Reina en noviembre, probablemente esté asociado a las condiciones abióticas que caracterizaron el clima de 2017, con abundantes precipitaciones y altas temperaturas, especialmente debido al paso del huracán Irma (categoría 5) en septiembre de 2017. La temperatura, el fotoperiodo y las precipitaciones son factores que se han planteado pueden ser importantes en la reproducción estacional de los reptiles (Brown y Shine, 2006).

Abundancia y proporción de hembras y juveniles de Cyclura nubila. C. nubila nubila, es una subespecie endémica y considerada según González et al. (2012) como vulnerable debido al decline de sus poblaciones por la pérdida de hábitats y la caza indiscriminada. Estos autores estiman que encuentra distribuida actualmente con relativa abundancia, sólo en ciertos lugares de las costas y en los cayos que rodean la isla de Cuba. En el archipiélago de los Jardines de la Reina tiene una amplia distribución y en cayo Caguamas muestra la mayor abundancia relativa. En el resto de los cayos la abundancia se mantiene por debajo de 10 individuos/ha. Las poblaciones de *C. nubila nubila* en los Jardines de la Reina son consideradas de baja abundancia relativa (por debajo de 20 individuos/ha) y alta variabilidad (40 %) entre meses y años (González et al., 2014), esto último se manifiesta al analizar la abundancia relativa en diferentes etapas del año. Estos autores resaltan el caso de Cayo Caguamas como el de mayores valores, comportamiento que puede estar dado por la mayor área y heterogeneidad de hábitats (formaciones vegetales y sustratos) con relación al resto de los cayos. Presenta, además, una Estación Biológica de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF), donde numerosos individuos de la especie se agregan en busca de agua y restos de comida. El suministro de comida puede alterar el comportamiento y la fisiología de esta especie (Knapp et al., 2013).

La mayor proporción de hembras en abril de 2018 en los cayos Anclitas, Caguamas, Grande y Piedra Grande puede estar asociada al cortejo y la cópula que comienzan en este período. Durante esta etapa los machos dominantes defienden su territorio y retienen a varias hembras dentro de su rango de hábitat (González-Rossell, 2018). La probabilidad de detectar hembras es mayor en etapa pre y reproductiva porque estas permanecen cuidando los nidos (Christian, 1986). Además, los machos de baja categoría pasan mayor tiempo en la periferia entre territorios, mientras que aquellos sin categoría social se mueven a lo largo de los territorios y exhiben conductas subordinadas (Alberts et al., 2002). En septiembre disminuyen estos valores debido al comienzo de la etapa post- reproductiva, periodo en el que eclosionan los huevos.

En los cayos Caballones y Cachiboca la proporción de hembras fue mayor en noviembre de 2017 debido a que en los otros dos muestreos aumentó la cantidad de individuos adultos a los que no fue posible determinar el sexo. La proporción de sexos puede variar de un año a otro y entre épocas (González et al., 2014) de ahí que existan variaciones en los valores de los años 2017 y 2018.

Con relación a la proporción de juveniles se observa un aumento en el mes de septiembre de 2018 en el que algunos individuos fueron observados alimetándose de inflorescencias de *Coccothrinax litoralis* (León). En la etapa post- reproductiva se suman a los no adultos de años anteriores, los juveniles nacidos en el periodo reproductivo del propio año. Los valores en noviembre de 2017 fueron bajos en todos los cayos debido posiblemente a la baja disponibilidad de recursos y disminución de la tasa de supervivencia de la especie asociado a las condiciones climáticas del año. La variabilidad en la abundancia de la especie, sexo y

juveniles entre etapas confirma que la especie es estrategia K con alta supervivencia de adultos por año, maduración sexual tardía y baja fecundidad, y cuidado parental del nido (Clobert et al., 1998; Pianka, 1970).

En el archipiélago de los Jardines de la Reina las comunidades de reptiles presentan baja diversidad y alto endemismo, lo cual pudiera estar asociado al aislamiento ecológico y geográfico al que están sometidas; características que según Clark y Dingwall (1985) resaltan la importancia de los sistemas insulares como áreas protegidas. Gran parte del archipiélago de los Jardines de la Reina fue declarado Parque Nacional en el 2010 por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba, lo que ha permitido la conservación de sus valores naturales.

CONCLUSIONES

Las especies encontradas han sido previamente reportadas para el archipiélago, aunque se incluyen nuevos reportes en los cayos Anclitas, Caballones y Piedra Grande, reflejo del insuficiente muestreo previo del área. La similitud entre grupos de cayos en cuanto a composición de reptiles refleja la cercanía espacial y surgimiento de los cayos en el archipiélago. Las especies que mostraron una amplia distribución fueron *P. auberi galbiceps*, *A. sagrei* y *C. nubila nubila*, aunque las especies dominantes difieren entre cayos y existen variaciones estacionales en la abundancia relativa de todas las especies. Cayo Caguamas presentó mayor abundancia de *C. nubila nubila* debido a la mayor extensión del matorral xeromorfo costero con relación a otros cayos. La proporción de hembras de esta especie reflejó el carácter poligino y la proporción de juveniles aumenta al final de la etapa reproductiva, aunque las condiciones climáticas adversas del 2017 pueden haber disminuido la tasa de supervivencia de juveniles de ese año. La presencia de subespecies endémicas de lagartos en el archipiélago confirma la relevancia del área protegida para Cuba.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias al apoyo logístico de Sucursal Marlin Jardines de la Reina, Sweet SPA SA., Avalon y Oceans for Youth Foundation. A Victor Manuel Portales Dima que participó en la recolección de los datos.

REFERENCIAS

- Alberts, C. A., Lemm, J. M., Perry, A. M., Morici, L. A., & Phillips, J. A. (2002). Temporary alteration of local social structure in a threatened population of Cuban iguanas (*Cyclura nubila*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, (51), 324–335.
- Arias, A. (2009). *Ecología de las comunidades de lagartos de cayo Santa María, Villa Clara, Santa Clara* [Tesis de doctorado, Universidad de Alicante]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=130078>.
- Brown, G. P., & Shine, R. (2006). Why do most tropical animals reproduce seasonally? Testing hypotheses on an Australian snake. *Ecology*, 87(1), 133–143.
- Christian, K. (1986). Aspects of the life history of Cuban iguanas on Isla Magueyes, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 22(3–4), 159–164.
- Clark, M. R., & Dingwall, P. R. (1985). *Conservation of islands in the Southern Ocean: a review of the protected areas of Insulantarctica*. World Conservation Union, ISBN: 2-88032-503-X. (188 pp.). <https://portals.iucn.org/library/node/5921>
- Clobert, J., Garland, T. Jr., & Barbault, R. (1998). The evolution of demographic tactics in lizards: a test of some hypotheses concerning life history evolution. *Journal of Evolutionary Biology*, (11), 329–364.
- Estrada, A. R. (2012). The Cuban Archipelago. En R. Powell, & W. H. Henderson (Eds.), *Island list of West Indian amphibian and reptiles. The Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 51(2): 113–125.
- González, A., Berovides, V., Alonso, M., & Cobián, D. (2012). *Cyclura nubila nubila*. En H. González, L. Rodríguez, A. Rodríguez, C. A. Mancina e I. Ramos (Eds.), *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia.
- González, A., Berovides, V., Alonso, M., & López, M. (2013). *Protocolo para el monitoreo de Cyclura nubila nubila. Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la región archipiélagos del Sur de Cuba*. Proyecto GEF-PNUD, La Habana.
- González, A., Berovides, V., Cobián, D., Linares, J., Espinosa, L., Milián, J., Abad, G., Alonso, M., López, M., Alonso, Y., Corona, J. M., & Palacio, E. (2014). Resultados del Programa de monitoreo de la iguana (*Cyclura nubila nubila*). En A. Hernández, (Comp), *Estado actual de la biodiversidad marino costera, en la región de los archipiélagos del sur de Cuba* (pp.142–157). Resultados de la implementación del Sistema de Monitoreo de la Biodiversidad, Centro Nacional de Áreas Protegidas: Impresos Dominicanos s. r. l. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/161>
- González-de Zayas, R., Zúñiga-Ríos, A., Camejo-Cardoso, O., Batista-Tamayo, L. M., & Cárdenas-Murillo, R. (2006). Atributos físicos del ecosistema Jardines de la Reina. En *Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de recursos naturales*. Compilación por el XV Aniversario del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. Editorial CUJAE (296–351).

- González-Rossell, A. (2018). *Ecología y conservación de la iguana (Cyclura nubila nubila) en Cuba* [Tesis de doctorado. Universidad de Alicante]. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/81607/1/tesis_amnerys_gonzalez_rosell.pdf
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología Electrónica*, 4(1), 9.
- Knapp, C. R., Hines, K. N., Zachariah, T. T., Perez-Heydrich, C., Iverson, J. B., Buckner, S. D., Halach, S. C. Lattin, C. R., & Romero, L. M. (2013). Physiological effects of tourism and associated food provisioning in an endangered iguana. *Conservation Physiology*, (1), 1–13. <https://doi.org/10.1093/conphys/cot032>
- Marichal, E. (2016a). El majá de Santa María, *Chilabothrus angulifer* (Squamata: Boidae), en el Archipiélago Jardines de la Reina: nuevo registro de distribución. *Poeyana*, (503), 64–65.
- Marichal, E. (2016b). Dieta de *Cyclura nubila nubila* Gray, 1831 (Squamata: Iguanidae) en dos cayos del Archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. *Acta Zoológica Mexicana* (ns), 32(1), 195–198.
- Marichal, E., & López, D. (2012). Reptiles terrestres de los cayos de la región-central del golfo de Ana María, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 32(2), 74–77.
- Martínez, E., (2020). Vegetación y flora asociada de los principales cayos del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana*, (41), 175–188.
- Martínez-Reyes, M. (1994). Aspectos reproductivos de *Leiocephalus cubensis cubensis* (Iguania: Tropiduridae) en una localidad de Ciudad de La Habana, Cuba. *Ciencias Biológicas*, (27), 83–89.
- Parada, A., Cardoso, P., Aguilar, A., Arias, A., & Bello, O. (2007). *Expedición terrestre a la porción Centro-Oriental del archipiélago de Jardines de la Reina, Cuba*. Informe correspondiente al Monitoreo del Parque Nacional Jardines de la Reina (1–24).
- Pianka, E. R. (1970). On r- and K-selection. *American Naturalist*, (100), 592–597.
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 53–74.
- Rocha, C. F. D., Dutra, G. F., Vrcibradic, D., & Menezes, V. A. (2002). The terrestrial reptile fauna of the Abrolhos Archipelago: species list and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, 62(2), 285–291.
- Rodríguez, L., & Rivalta, V. (2003). Lista de especies. En L. Rodríguez, L. (Ed). *Anfibios y reptiles de Cuba*. Vaasa: UPC Print (pp.162–165). <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1428/1/Anfibios%20y%20reptiles%20de%20Cuba%20%28extracto%29.pdf>
- Rodríguez-Schettino, L. Mancina, C. A., & Rivalta, V. (2013). Reptiles of Cuba: checklist and geographic distributions. *Smithsonian Herpetological Information Service*, (144), 1–96.

- Schwartz, A., & Henderson, R. W. (1991). *Amphibians and reptiles of the West Indies: Descriptions, distributions, and natural history*, (720 pp). University of Florida Press.
- Torres, J., Rodríguez-Cabrera, T. M., & Marrero, R. (2017). Reptiles. En C. A. Mancina y D. D. Cruz (Eds), *Diversidad biológica en Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA.
- Vitousek, P., Loope, L. L., & Adersen, H. 1995. *Islands: biological diversity and ecosystem function*, (238 pp.). Springer-Verlag, XVII.
- Zúñiga, A. (2000). Caracterización básica de la geología de los cayos de la porción centro occidental del sub-archipiélago Jardines de la Reina. Cayos Algodón Grande, Anclitas y Caballones. *Revista Enlace*, 6(33), 1–5.

Cómo citar: Marichal Arbona, E., & Maure García, K., (2022). Reptiles terrestres del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 123–136. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.313>.

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *IPS CALLIGRAPHUS*
EN PINARES DE LA VERTIENTE NORTE DE LA
CORDILLERA CENTRAL, REPÚBLICA DOMINICANAPopulation fluctuation of *Ips calligraphus* in pine forests on the north slopes
of the Cordillera Central, Dominican RepublicAlfredo Arangel Jiménez G.^{1a,*}, Pablo Raúl Cordon Cabrera², y José Eugenio Agramonte^{1b}^{1a}Plan Sierra, Inc., San José de las Matas, Santiago, República Dominicana. ^{1a}orcid.org/0000-0003-0607-0141;^{1b}orcid.org/0000-0002-7954-4013, jagramonte@plansierra.org. ²Km 26.2, Condominio Villas de Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez, Guatemala. orcid.org/0000-0002-4468-5617, pablocordoncabrera@gmail.com.*Para correspondencia: alfredo.jimenez@plansierra.org

[Recibido: 21 de mayo, 2022. Aceptado para publicación: 08 de junio, 2022]

RESUMEN

El coleóptero *Ips calligraphus* Germar se ha convertido en el principal problema fitosanitario forestal de los pinares naturales y plantados en República Dominicana. Infestaciones históricas han sido importantes desde el punto de vista de los daños a las áreas forestales del género *Pinus*. El último ataque con características epidémicas fue reportado en el año 2019 en la vertiente norte de la Cordillera Central. Producto de la contención de dicha epidemia, se realizó un proyecto piloto, estableciéndose un sistema de trapeo con multiembudos tipo Lindgren y el uso de sus respectivas feromonas sexuales de atracción. Los resultados de las capturas de insectos adultos a partir de 2019 han sido muy altos, por esa razón se difunden formalmente a través de este artículo, al tiempo que se plantea la revisión de los valores considerados endémicos y la evaluación de la sanidad integral de los bosques, mediante la implementación de parcelas fitosanitarias.

Palabras clave: *Ips calligraphus*, descortezadores, parcela fitosanitaria, bosque natural, plantaciones, manejo forestal.

ABSTRACT

The beetle *Ips calligraphus* Germar has become the main forest phytosanitary problem in natural and planted pine forests in the Dominican Republic. Historical infestations have been important from the point of view of damage to forest areas of the genus *Pinus*. The last attack with epidemic characteristics was reported in 2019 on the northern slopes of the Cordillera Central. As a result of the containment of this epidemic, a pilot project was carried out, establishing a Lindgren-type multi-funnel trapping system and the use of their respective sexual attraction pheromones. The results of the captures of adult insects as of 2019 have been very high, for that reason they are formally disseminated through this article, while the revision of the values considered endemic and the evaluation of the integral health of the insects are proposed forests, through the implementation of phytosanitary parcels.

Keywords: *Ips calligraphus*, bark beetles, phytosanitary parcel, natural forest, plantations, forest management.



INTRODUCCIÓN

El manejo de insectos descortezadores de pinos es una de las tareas más importantes en los procesos de salud y sanidad forestal de los países de América Latina, debido a que, entre otras cosas, la condición tropical y subtropical de los mismos somete a las poblaciones de descortezadores a variaciones de temperatura que favorecen incrementos poblacionales y múltiples generaciones de los insectos al año.

Dentro del género *Ips*, la subespecie *Ips calligraphus interstitialis* (Eichhoff), se ha convertido en el principal problema fitosanitario de los pinares nativos y exóticos de República Dominicana. Es un insecto del orden Coleoptera, familia Curculionidae y subfamilia Scolytinae. Históricamente, se han registrado ataques de este descortezador (Fig. 1) contabilizados como leves, medianos o grandes, pero no fue hasta el año 2019 que se identificó un ataque considerado como epidémico debido a la agresividad del mismo y la voracidad con la que se afectó el bosque natural y las plantaciones de pino de la zona norte de la Cordillera Central del país.



Figura 1. *Ips calligraphus* Germar. A) Vista lateral con 3 pares de espinas características del declive elitral (DE); B) vista dorsal (Fotos: Julio Cesar Rodríguez).

En República Dominicana los ataques más severos de *I. calligraphus*, “se han producido en los años 1975, 1985 y 2015”, junto a los “registrados en el 2018 y 2019” (Guzmán, 2020, p. 8). En estos períodos, sigue indicando este autor, la sequía “causó en nuestros pinos un estrés hídrico que produjo la muerte de miles de pinos jóvenes e hizo susceptible al resto a los ataques de plagas y enfermedades, como lo fue el del insecto conocido como el escarabajo de la corteza (*Ips calligraphus*)” (Guzmán, 2020, p. 8) y más de 8000 hectáreas de bosque nativo de *P. occidentalis* Swartz han sido destruidos.

Este descortezador fue recolectado por primera vez en el país en el año de 1966 (Billings, 1997). Sin embargo, se atribuye a Marcano Fondeur haber citado por primera vez en la década de 1950 la presencia del *Ips* en los pinares de República Dominicana específicamente en San José de las Matas” (Martínez, 2006; Rodríguez, 2000).

Una de las principales causas de la vulnerabilidad de las masas coníferas al agresivo ataque de *Ips* ha sido el limitado manejo forestal que presentaban las mismas al momento del inicio de la epidemia.

En este trabajo se presenta un análisis de los datos de colectas de adultos de *I. calligraphus* G., en la red de monitoreo establecida por el Plan Sierra desde el 2019. Con 50 trampas multiembudos tipo Lindgren de 12 embudos por trampa, con feromonas de agregación de *Ips* y mantenida por la institución en su área de intervención durante un período de 3 años.

OBJETIVOS

-Analizar la dinámica de población de *I. calligraphus* en base a los resultados de las capturas en pinares de las subcuencas Bao, Amina y Mao, vertiente norte de la Cordillera Central de República Dominicana durante el período marzo de 2019 a octubre de 2021.

-Proveer recomendaciones para la futura contención de ataques en las zonas pineras del país y ecosistemas de características similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La presente investigación se desarrolló en el área de intervención del Plan Sierra, Inc., que incluye las áreas pineras de los municipios Jánico y San José de las Matas en la provincia Santiago, así como Monción y Sabaneta en la provincia Santiago Rodríguez. Los resultados que se analizan en este trabajo comprenden el período del 1 de marzo del año 2019 al 31 de octubre de 2021.

Diseño y realización del trampeo. Simultáneamente al inicio de la contención de la epidemia de *Ips* se estableció un total de 50 trampas tipo Lindgren de 12 embudos con vaso colector (Fig. 2). Este tipo de trampa “es especialmente diseñada para la captura de insectos barrenadores del floema usualmente conocidos como gorgojos descortezadores” (Casimiro-Soriguer, 2007, p. 58). Se ubicaron en sitios estratégicos, representativos de los microclimas con bosques coníferos y debidamente georreferenciados (Fig. 3). Se utilizó una feromona de agregación específica para *I. calligraphus* de la fórmula ipsdienol + verbenol (2-Methyl-6-methylene-2,7-octadien-4-ol), que se mantuvo en campo durante períodos de uno a dos meses, siendo revisadas y cebadas semanalmente. La evaluación de la salud y sanidad forestal para reducción de riesgos físicos y fitosanitarios se realizó aplicando el instrumento de monitoreo denominado “parcela fitosanitaria” (Cordón, 2020).



Figura 2. Trampa multiembudos con su colector.

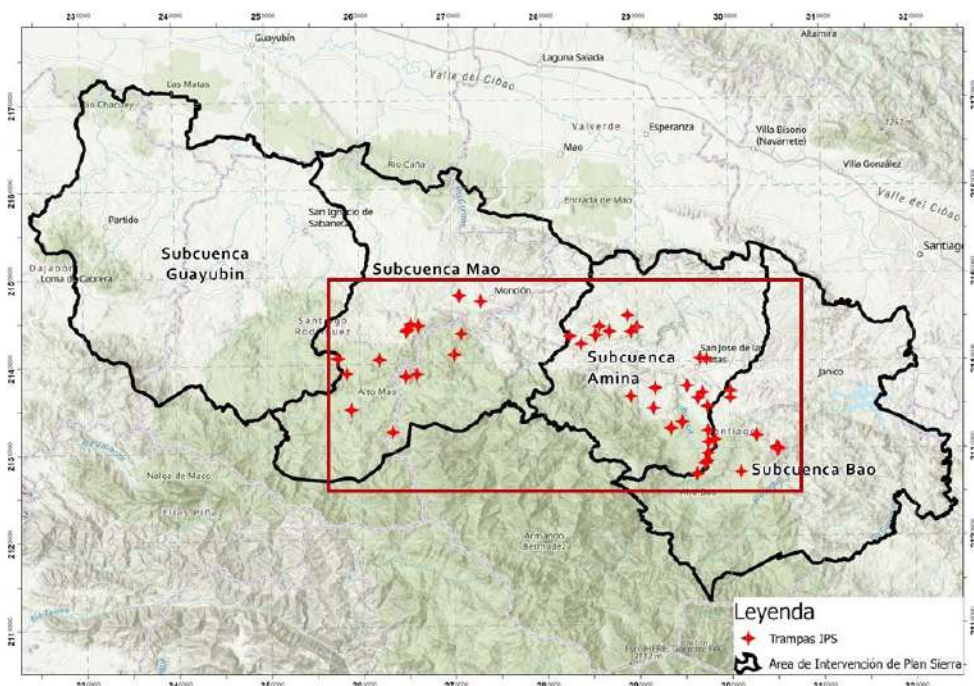


Figura 3. Ubicación de las trampas de monitoreo de *Ips calligraphus* en el área de intervención del Plan Sierra.

Los atrayentes utilizados como feromonas vienen en sobres plásticos con el contenido de la sustancia en un pequeño tubo o eppendorf. Jiménez (2019) señala que el uso del filtro de papel y tubo o eppendorf, facilita la dispersión de la sustancia para la absorción y lenta liberación.

La distribución de las trampas se resume a continuación por tipo de bosque: 20 % en bosques naturales, 24 % en plantaciones de *P. occidentalis*, 54 % en plantaciones de *P. caribaea* var. *caribaea* y 2 % de *P. caribaea* var. *hondurensis*. La edad promedio de los rodales es de 25.1 años, con un rango de 6 hasta 60 años.

La distancia de colocación utilizada entre las trampas fue de 1.8 kilómetros con un rango que varía de 0.153 a 7 kilómetros y fueron colocadas en árboles de especies latifoliadas para evitar que estos se conviertan en fuente de alimento del insecto. La altura promedio con relación al suelo es de un metro. Se colocó refrigerante en el vaso colector para fines de retención y de preservación. Estos parámetros fueron tomados de Jiménez (2019).

El contenido de *Ips* capturados en cada trampa se recolectó cada 7 a 8 días, depositando el resultado en un frasco plástico con capacidad de 454 cc, con la adición de alcohol etílico al 70 %. Cada frasco se identificaba con el número de la trampa y la fecha de la recolecta. Una vez llevada la muestra al laboratorio habilitado para tales fines en las oficinas principales del Plan Sierra en San José de las Matas, República Dominicana, se procedía a la eliminación de las impurezas presentes (Fig. 4) y se contabilizaba el número total de individuos adultos existentes por cada especie recolectada, con énfasis en la presencia de *I. calligraphus*. Con los datos obtenidos de los conteos semanales de las poblaciones de *I. calligraphus*, se calculaba la cantidad capturada de *Ips* por trampa por día, totalidad mensual y el total al cierre del año.



Figura 4. Captura de insectos en una trampa en una semana.

Análisis de los datos. Los conteos y el análisis de las muestras obtenidas se realizaron utilizando la técnica de conteo manual en laboratorio. Para el procesamiento de la información levantada se usó una base de datos creada en una hoja de cálculo de la herramienta tecnológica Microsoft Excel. Las pruebas estadísticas fueron realizadas con el programa estadístico para las ciencias sociales (SPSS por sus siglas en inglés, versión 11 para Windows). Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Plataforma de Información Climática (CLIMARED) de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) y Rural Economic Development Dominicana (REDDOM) (CLIMARED, 2021) y de registros propios del Plan Sierra.

Identificación del Ips. Se realizó la identificación de las muestras recolectadas de *Ips* mediante el uso de la clave taxonómica para las especies de *Ips* en Las Antillas presentada por Bright (2019) constatándose que se trataba de *I. calligraphus* Germar subespecie *interstitiallis* (Eichhoff).

RESULTADOS

De las capturas realizadas, *I. calligraphus* Germar representa el 98.73 %, mientras que el resto corresponde a otros coleópteros y diferentes grupos zoológicos: *Varrimorda* sp. (Coleoptera: Mordelidae), *Chalcophora virginensis* (Coleoptera: Buprestidae), avispa (Hymenoptera), moscas (Diptera), cucarachas (Blattodea: Blattellidae), mariposas (Lepidoptera), grillos (Orthoptera: Gryllidae) y lagartos (Squamata: Dactyloidae).

La especie *Chalcophora virginensis* fue reportada por primera vez en la isla de La Española “como una especie invasora recientemente establecida en República Dominicana” (Ivie et al., 2014, p. 712). Un primer ejemplar de esta especie (macho) fue capturado en el 2013, en una trampa cebada con feromonas *Ips* y trementina en un bosque natural de *P. occidentalis*, en Bohío Viejo, Los Montones Abajo, cerca de San José de las Matas en la Provincia de Santiago, República Dominicana (19.2974°N, 70.9198° O, 667 m). Ahora se captura en condición medio ambiental similar en un rango más amplio de comunidades, se recolectó esta vez en 18 trampas un total de 26 ejemplares.

En promedio, la captura total por trampa durante el período es de 40849 individuos de *Ips calligraphus* capturados. El promedio más alto correspondió al año 2019 con 60429 en 10 meses de recolecta; durante los primeros diez meses del 2021 alcanzaron un promedio de 35025 individuos por trampa y 27093 individuos fue el promedio más bajo en el 2020 (Tabla I).

Tabla I. Captura total y promedio de *Ips* por trampa, diaria, mensual y por año en el área de intervención del Plan Sierra, en 50 trampas

Id. Trampa	Promedio			Total <i>Ips</i> colectados		
	Diario	Mensual	Anual	Mar - Dic 2019	Ene - Dic 2020	Ene - oct 2021
T IPS 001	40	1201	14417	14234	13850	15167
T IPS 011	202	6051	72612	195 780	6801	15256
T IPS 015	150	4492	53906	148 855	3546	9317
T IPS 016	123	3696	44355	105 567	4805	22694
T IPS 018	115	3442	41308	88138	4944	30843
T IPS 028	91	2726	32708	63367	18699	16059
T IPS 029	66	1979	23750	25632	22230	23389
T IPS 034	107	3223	38679	66915	21544	27577
T IPS 036	116	3485	41815	69878	28312	27254
T IPS 044	101	3015	36182	57600	24761	26185
T IPS 050	130	3887	46638	82480	9099	48336
T IPS 054	117	3516	42197	82608	13536	30448
T IPS 065	80	2392	28709	55677	11077	19373
T IPS 074	60	1798	21576	35474	10257	18996
T IPS 078	167	5021	60255	89778	40836	50151
T IPS 085	150	4490	53882	108 473	19787	33385
T IPS 087	119	3575	42899	63249	30557	34892
T IPS 090	332	9955	119 455	166 584	73196	118 584
T IPS 091	243	7281	87371	81693	77300	103 120
T IPS 093	183	5480	65756	103 999	57595	35673

Tabla I. Continuación

Id. Trampa	Promedio			Total <i>Ips</i> colectados		
	Diario	Mensual	Anual	Mar - Dic 2019	Ene - Dic 2020	Ene - oct 2021
T IPS 094	237	7119	85427	89486	88142	78653
T IPS 110	178	5330	63961	65326	36770	89788
T IPS 118	117	3503	42033	32036	22697	71366
T IPS 129	149	4467	53607	57470	28931	74421
T IPS 132	196	5874	70488	81528	69181	60755
T IPS 134	170	5098	61171	80702	49035	53775
T IPS 137	88	2647	31767	53244	25213	16844
T IPS 138	104	3130	37565	56926	30584	25185
T IPS 139	178	5332	63979	89462	76446	26030
T IPS 140	114	3416	40992	66306	27988	28682
T IPS 142	104	3132	37589	73421	21621	17724
T IPS 143	119	3565	42784	86732	22180	19441
T IPS 144	51	1526	18316	34958	4924	15066
T IPS 145	80	2407	28884	80384	1501	4768
T IPS 149	195	5847	70166	87635	49353	73510
T IPS 151	144	4332	51979	71803	45701	38432
T IPS 154	138	4136	49635	18876	59740	70288
T IPS 155	39	1168	14021	12701	19312	10049
T IPS 156	38	1152	13824	11139	15963	14371
T IPS 157	26	777	9318	14780	5996	7178
T IPS 158	36	1093	13112	18006	12690	8639
T IPS 159	38	1131	13577	16791	13764	10176
T IPS 162	34	1033	12400	19553	5301	12345



Tabla I. Continuación

Id. Trampa	Promedio			Total Ips colectados		
	Diario	Mensual	Anual	Mar - Dic 2019	Ene - Dic 2020	Ene - oct 2021
T IPS 163	75	2248	26977	25607	5280	50043
T IPS 168	78	2326	27911	9625	22497	51610
T IPS 169	30	894	10733	5345	9535	17318
T IPS 172	34	1009	12104	14967	12,09	9235
T IPS 173	38	1142	13705	12633	17874	10607
T IPS 175	25	741	8898	10078	4776	11839
T IPS 176	131	3921	47056	17943	56824	66401
Totales	-	-	-	3 021 444	1 354 660	1 751 238
Promedio	114	3404	40849	60429	27093	35025

Fuente: Elaboración propia con datos del conteo de las colectas semanales de trampas de Ips desde el 1 de marzo del 2019 hasta el 31 de octubre del 2021.

La máxima captura de Ips en el año 2019 correspondió a la trampa T IPS 011 instalada en un rodal plantado de *Pinus caribaea* con 27 años de edad, cuyo comportamiento promedio de individuos capturados fue: diario = 640 Ips, semanal = 4479 Ips, mensual = 19578 Ips y el total anual = 195 780 Ips.

La mayor captura en un rodal natural de *P. occidentalis*, con una edad aproximada de 60 años de edad se obtuvo en la trampa número T IPS 090, en el periodo del 1 de enero al 31 de octubre de 2021 y cuyo comportamiento fue: diario = 390 Ips, semanal = 2731 Ips, mensual = 10881 Ips y total anual = 118 584 Ips.

La mayor captura en rodal natural de *P. occidentalis*, con una edad aproximada de 60 años se computó en la trampa T IPS 094 en el año 2020: diario = 241 Ips, semanal = 1690 Ips, mensual = 7345 Ips y total anual = 88142 Ips.

Capturas mínimas. Las capturas mínimas registradas fueron las siguientes: en 2019, 5354 individuos, trampa T IPS 169, rodal plantado de *P. caribaea*, con 19 años; en 2020, 1501 individuos, trampa T IPS 145, en una plantación de *P. caribaea*, con 23 años, y en 2021, 4768 individuos, trampa T IPS 145, en una plantación de *P. caribaea* de 24 años.

En la Tabla II se muestra la distribución total por mes y año de la captura de Ips en las trampas en el área de intervención del Plan Sierra durante el periodo del presente estudio. Es claramente notorio la presencia elevada del insecto durante los meses de abril-agosto del 2019, disminuyendo a partir de septiembre de ese año. Sin embargo, los meses de mayo a noviembre del 2020 presentan incremento importante, sin acercarse a los niveles del año anterior. En el año 2021, el alza se presenta desde enero.

Tabla II. Distribución promedio anual, mensual y diario de la captura de *Ips* en el área de intervención del Plan Sierra

Meses	Captura de <i>Ips</i> por año			Promedio		
	Mar - Dic 2019	Ene - Dic 2020	Ene - Oct 2021	Mensual	Diario	Por trampa
Enero	-	53880	155 697	104 789	3380	68
Febrero	-	27286	125 618	76452	2730	55
Marzo	84 613	49594	96198	76802	2477	50
Abril	498 429	86538	140 113	241 693	8056	161
Mayo	691 750	124 762	165 296	327 269	10557	211
Junio	400 581	148 777	210 391	253 250	8442	169
Julio	469 894	105,979	149 743	241 872	7802	156
Agosto	316 244	108 924	146 671	190 613	6149	123
Septiembre	136 191	179 933	112 953	143 026	4768	95
Octubre	157 080	255 454	169 567	194 034	6259	125
Noviembre	156 352	137 792	-	147 072	4902	98
Diciembre	110 310	75741	-	93026	3001	60
Total	3 021 444	1 354 660	1 472 247	2 089 898	5710	114

Fuente: Elaboración propia con los datos de la Tabla I.

Se realizó un análisis comparativo de tendencias de las variables de captura de *Ips*, pluviometría y temperatura media para determinar la posible correlación entre la presencia de *Ips*, representado por los niveles de captura en las trampas y las demás variables. Los valores de estas tres variables se presentan en la Tabla III, y en la Tabla IV los resultados de las pruebas de correlaciones.



Tabla III. Distribución de la captura de insectos por año

Meses	2019			2020			2021		
	C (uds)	P (mm)	T (°C)	C (uds)	P (mm)	T (°C)	C (uds)	P (mm)	T (°C)
Enero				53880	70.2	22.2	155 697	36.2	24.5
Febrero				27286	32.2	22.6	125 618	57.8	24.5
Marzo	84613	207.5	24.0	49594	216.6	21.9	96198	105.2	24.8
Abril	498 429	18.6	24.1	86538	42.2	24.5	140 113	118.0	25.7
Mayo	691 750	164.8	24.8	124 762	140.0	25.7	165 296	135.6	27.0
Junio	400 581	56.2	25.5	148 777	40.6	25.8	210 391	35.2	26.6
Julio	469 894	99.2	25.6	105 979	49.0	26.6	149 743	47.6	27.7
Agosto	316 244	73.1	29.0	108 924	56.8	25.9	146 671	15.0	28.7
Septiembre	136 191	107.8	26.3	179 933	151.0	26.7	112 953	157.4	29.3
Octubre	157 080	48.6	25.4	255 454	27.6	25.4	169 567	134.4	25.0
Noviembre	156 352	28.0	23.4	137 792	24.4	23.7			
Diciembre	110 310	48.4	22.8	75741	42.2	21.1			
Promedio			25.1			24.3			26.4
Total	3 021 444	852.2		1 354 660	892.8		1 472 247	842.4	24.5

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes de la Plataforma de Información Climática (CLIMARED) de la USAID y REDDOM, Estación Los Montones y la Tabla II. C = captura de insectos, en unidades; P = pluviometría, en mm; T = temperatura media, en °C. Período de muestreo del 1 de marzo de 2019 al 31 de octubre de 2021.

Tabla IV. Pruebas de correlaciones de Pearson y Spearman para el conteo de *Ips*, la pluviometría, y la temperatura. Distribución de la pluviometría y temperatura media mensual y anual y captura de *Ips* mensual

	Correlaciones paramétricas Pearson				
	<i>Ips</i> conteo	Precipitación (mm)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
<i>Ips</i> (conteo)		0.894	0.319	0.089	0.962
Precipitación (mm)	0.894		0.815	0.442	0.655
Temperatura promedio (°C)	0.319	0.815		0.000	0.000
Temperatura mínima (°C)	0.089	0.442	0.000		0.014
Temperatura máxima (°C)	0.962	0.655	0.000	0.014	



Tabla IV. Continuación

	Correlaciones no paramétricas Spearman				
	<i>Ips</i> conteo	Precipitación (mm)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Rho de Spearman (<i>Ips</i> conteo)	1	-0.109	0.405*	0.376*	0.313
			0.021	0.034	
Precipitación (mm)	-0.109	1	0.163	0.174	0.017
Temperatura promedio (°C)	0.405*	0.163	1	0.801**	0.846**
	0.021				
Temperatura mínima (°C)	0.376*	0.174	0.801**	1	0.441*
	0.034				
Temperatura máxima (°C)	0.313	0.017	0.846**	0.441*	1

*La correlación es significativa en el nivel 0.00 (2 colas)

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes de las Tablas I, II y III. Las salidas de la corrida de los datos en el SPSS.

DISCUSIÓN

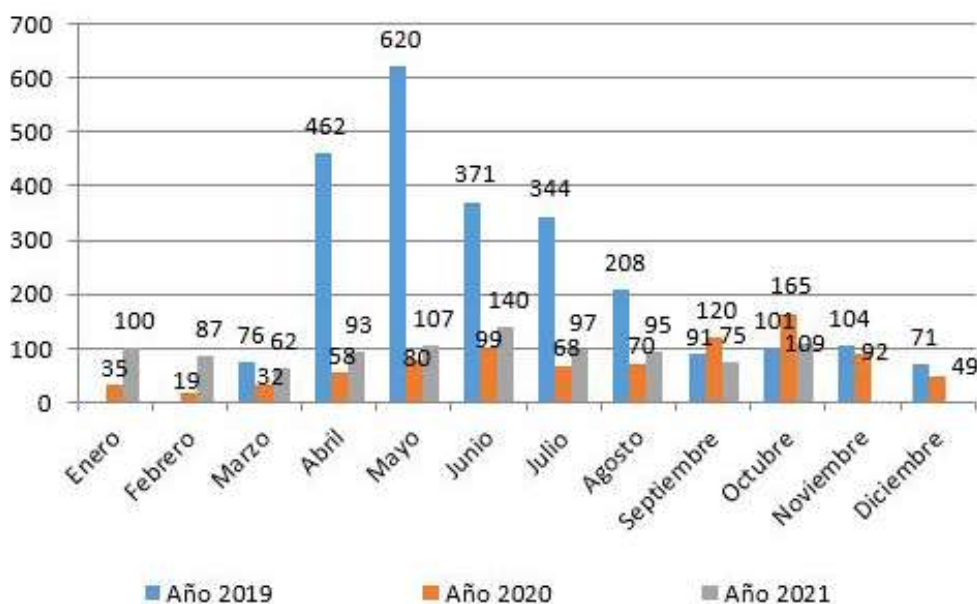
Los niveles de capturas registrados han sido considerados muy elevados, donde los niveles de población de los valores obtenidos semanalmente y los acumulados de los mismos, así lo indican. Según muestran los resultados de la tabla I de colectas de *Ips*, este insecto tiene una actividad muy alta en la zona donde se condujo el estudio, en promedio de 3251 insectos adultos de *Ips* mensual equivalente a 114 insectos por día. El “análisis inicial de los datos de captura sugiere que las capturas de trampas que superen los 50 *I. calligraphus* por trampa por día indicarían que es probable que se produzca un brote de escarabajos en los bosques circundantes” (Billings, 2019a, p.3). Por tanto, el 60 % de las trampas presentan un nivel de captura diaria que podría implicar la existencia actual de un posible brote epidémico de *Ips* en el entorno de estas. Cabe mencionar que las plantaciones donde se orientó el 80 % del ensayo, la mayoría le falta silvicultura, por lo que existen dos de tres elementos necesarios para una epidemia, y el tercer elemento es el climático.

Los resultados de la evaluación física demuestran que las trampas se encuentran en buen estado, sugiere que ha habido buen manejo del ensayo y que las feromonas estaban ejerciendo un efecto directo de atracción de insectos adultos en cada trampa. Sin embargo, habiendo cumplido con el seguimiento a cada trampa, y con la acción inmediata de las brigadas de contención, durante el año 2021 se encontraron 12 focos con 4723 árboles atacados, con un volumen de 862.91 metros cúbicos, fuera del alcance de las trampas. Estos nuevos ataques detectados no se pueden relacionar a los niveles de captura de *Ips* en las trampas. Varios de los focos localizados fueron causados por daños mecánicos a los árboles, otros por mal manejo en los cortes e incendios. De acuerdo con Córdón (2021), este grupo de insectos es poiquiloterio por lo que, como efecto del cambio climático, se podría esperar una mayor cantidad de generaciones del insecto por año. Los registros de pluviometría y temperatura, inserto en la Tabla III presentan los valores de estas variables y señalan los cambios en el patrón de ocurrencia que se están dando en la zona; en el año 2018, “cayeron en la Sierra 489 milímetros, siendo esta la sequía más extrema desde que se tiene registro” (Plan Sierra, 2019, p. 2), en esta región de República Dominicana.

Interpretación de los niveles de riesgos

“Un número menor que 50 *Ips*/trampa/día indicaría un nivel endémico” (Billings, 2019b, p.10), por tanto, se considera que éste es un nivel normal o permisible no tipificado como riesgosa la presencia del escarabajo. Solo el 26 % de las trampas caen en este nivel, en cambio un 14 % de las trampas están en el rango de 51 a 114 *Ips*/trampa/día, que según la hipótesis está en riesgo, pero no es alarmante, por encima de este rango podría indicar que es probable la ocurrencia de un ataque del escarabajo o *Ips* de niveles epidémicos. Sin embargo, aún y con estos niveles de capturas de *Ips*, los niveles de ataques identificados no han sido hasta el momento proporcionales a los niveles poblacionales colectados, sino que corresponden en algunos casos a pequeños focos controlables, razón por lo cual llegamos a la conclusión que los rangos de alerta posiblemente deben ser revisados para las condiciones ambientales de República Dominicana.

Gráfico 1. Distribución mensual del promedio diario de *Ips* capturados por trampa durante los años 2019–2021.



Es importante destacar, que los bosques naturales y las plantaciones de pino existentes en la zona de estudio vertiente norte de la Cordillera Central se encuentran sin manejo forestal o con manejo limitado (Fig. 5), por lo que la masa forestal es altamente vulnerable al ataque de *I. calligraphus interstitialis* según la evaluación a través del instrumento parcela fitosanitaria (Fig. 6) realizado en el mes de octubre del 2021.

En el gráfico 1 se aprecia que es en los meses de abril-agosto del año 2019 que se presentan los niveles más altos de captura de *Ips* adultos por día, con un promedio diario de recolecta de 134 insectos por día. El intervalo de estos cinco meses fue el período que correspondió a la mayor intensidad de la epidemia de *Ips* y los mayores daños en la masa boscosa por los ataques.



Figura 5. Sitios forestales con alta densidad y falta de manejo forestal.



Figura 6. Parcela fitosanitaria para evaluación de salud y sanidad forestal.

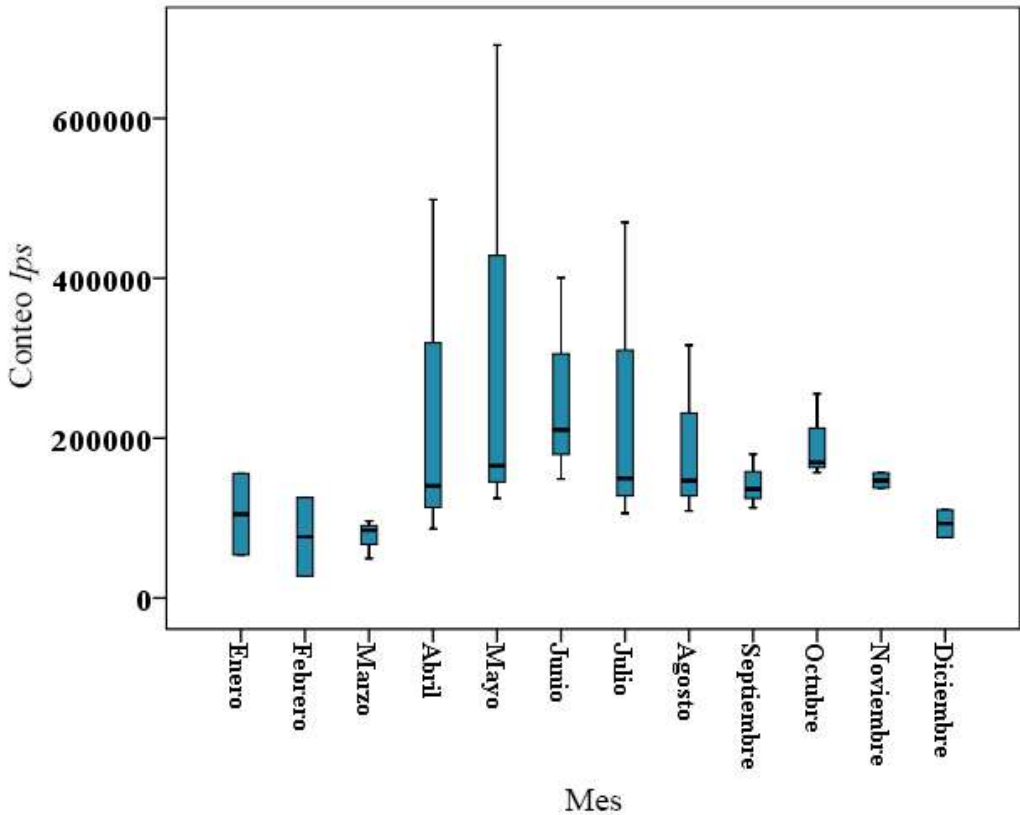
Se considera que el sistema de monitoreo mediante trampas para *I. calligraphus interstitialis* se está gestionando de manera adecuada. Se plantea promover estudios adicionales específicos sobre la plaga al mismo tiempo que se incentiva y promueve el manejo forestal sostenible en las áreas de producción y la gestión silvicultura en las reservas.

Correlación de las variables

La prueba de Spearman, dio correlación positiva moderada entre el conteo de *Ips* y la temperatura promedio ($r = 0.405$, Valor- $P = 0.021$) y el conteo de *Ips* y la temperatura mínima ($r = 0.376$, Valor- $P = 0.034$). La medida de Spearman (Rho) no paramétrica se utilizó porque permite analizar datos que no tienen una distribución particular o normal y para muestras consideradas estadísticamente pequeñas. Es probable que la prueba de Pearson no se está tomando en cuenta el efecto acumulativo, ya que las sequías prolongadas traen como consecuencia la deshidratación de los árboles de pinos y por ende una mayor susceptibilidad a la infestación por *Ips* por disminución de las defensas propias. Hay que resaltar que las condiciones climáticas son propicias para este tipo de ataque dado que el nivel de pluviometría durante el período del estudio ha estado por debajo del promedio anual (Tabla III) y en cambio el nivel de las temperaturas muestra incremento.

Finalmente, la tendencia de la población de *Ips* es reflejada en los diagramas de caja por mes que se presentan (Gráfico 2). Los meses de abril, mayo, junio y julio reflejan la mayor cantidad promedio de *Ips* atrapados. Estos meses coinciden con el aumento de las temperaturas en la región del estudio, aunque no necesariamente con el nivel de pluviometría.

Gráfico 2. Diagramas de caja mostrando el conteo de *Ips calligraphus*.



CONCLUSIONES

- Los valores de captura de adultos de *I. calligraphus* Germar *interstitialis* considerados normales deben ser revisados, ajustados y reescritos para las condiciones ambientales de República Dominicana.
- El monitoreo parte de la hipótesis de que una captura superior al promedio diario de 50 *Ips*, por trampa, sería indicativo de aumento de la población de alto riesgo, y en ese caso se activaría el control inmediato o la silvicultura preventiva. El sistema de trapeo se administra de manera eficaz, sin embargo, los valores de capturas trampa/semana no corresponden a lo reportados en la literatura como “normales”. Además de la condición silvícola de los sitios, sobreexponen los bosques y plantaciones a una posible epidemia de niveles alarmantes.
- La evaluación de muestreo de las secciones de bosque y plantación utilizando el instrumento Parcela Fitosanitaria evidenció que las masas forestales evaluadas se encuentran con un riesgo fitosanitario bajo, sin embargo, en cuanto a los riesgos físicos y sus condiciones silvícolas se considera que hay un alto riesgo de la aparición de otra epidemia de *Ips*, debido a las limitadas condiciones de manejo forestal y silvicultura, la edad de los rodales y la densidad de estos.
- La alta variabilidad de las capturas de insectos adultos de *Ips* por medio del sistema de trapeo, evidenció la presencia continua de altas poblaciones del insecto, las cuales anteriormente a este monitoreo eran inadvertidas. Combinado con las limitadas condiciones de manejo forestal en la zona, el efecto del cambio climático en la reproducción generacional y en la pluviometría, las masas forestales evaluadas son altamente susceptibles ante un evento climático extremo a ser afectadas por *Ips* o incluso un complejo de plagas forestales que quizás hasta el momento no han sido cuantificados.

RECOMENDACIONES

- Se debe continuar el trapeo para *Ips calligraphus* durante el año 2022 para determinar si el mismo se puede considerar como un año endémico con el fin de establecer la captura por trampa por día la cual indique una captura población baja de *Ips*. Con estos datos, se puede confirmar si el valor menor de epidemia es menos que 100 *Ips*/trampa/día.
- Desarrollar una campaña de fomento al manejo forestal y la silvicultura de plantaciones, en todas las áreas forestales intervenidas durante el Plan de Contención del año del 2019, para mejorar las condiciones de los rodales y eventualmente reponer masas forestales con establecimientos, enriquecimientos o reforestación directa, y mejorando las condiciones de los rodales y haciendo una restauración del paisaje forestal.
- Eliminar definitivamente todos los residuos de las áreas intervenidas anteriormente que cuenten con material que eventualmente pueden estar ejerciendo atracción de insectos descortezadores o barrenadores de madera muerta. Se recomienda aprovechar los residuos con las máquinas que transforman estos subproductos forestales en partículas muy finas que se pueden aprovechar para otros usos, como la generación de energía, chips para aboneras o sustrato de vivero, etc.

- Conservar el sistema de monitoreo mediante trampas y las feromonas de agregación, e incrementar el número de las mismas en los lugares con mayores capturas, debido a que las trampas probablemente están ejerciendo una acción de control de la población de *Ips* presentes en el bosque. Colocar las trampas en árboles de latifoliadas y mantener una distancia mínima de 10 metros entre las trampas y pinos vivos para evitar infestaciones de *Ips*.
- Incrementar el número de trampas en bosque natural, fortaleciendo el trampeo en áreas de bosques nativos, para conocer si por su condición biológica poseen mayor resistencia a la presencia e interacción de *Ips calligraphus* Germar.
- Generar un informe de periodicidad semestral de la situación del monitoreo de la fluctuación de la población de *Ips* y nivel de plaga (número de brotes detectados) para conocimiento de los diferentes actores involucrados, incluyendo el Plan Sierra, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y para el público en general.
- Hacer la gestión correspondiente para la preservación de los especímenes colectados para su resguardo durante al menos 10 meses después de su recolección, preferiblemente en formol o alcohol al 70 %.
- Fortalecer el programa de reforestación con enfoque en restauración del paisaje forestal, favoreciendo rodales mixtos y de considerarse plantaciones puras, establecer sistemas fortalecidos de monitoreo y vigilancia de plagas forestales privilegiando el uso de la herramienta parcela fitosanitaria.
- Fortalecer un programa de capacitación a los técnicos forestales de las instituciones medioambientales, y a los regentes forestales, en temas relacionados a la salud y sanidad forestal, silvicultura y manejo de bosques, aprovechamiento forestal de bajo impacto, entre otros. Promover estudios adicionales sobre esta plaga y otros que afectan los pinares en el país.
- Establecer un programa de extensión forestal y divulgación de la cultura forestal para ser difundido en la zona y desarrollar el acompañamiento de la sociedad civil y los medios de comunicación.
- Establecer una mesa técnica donde participe el sector gubernamental, las universidades, las ONGs ambientales y de investigación para revisar las normativas actuales y valorizar la Estrategia Nacional de Salud y Sanidad Forestal Dominicana.

AGRADECIMIENTOS

Al Plan Sierra que ofreció el apoyo técnico y financiero para llevar a cabo esta investigación. Especial agradecimiento a todos los propietarios de fincas de pinos que permitieron el acceso a las mismas para colocar las trampas y dar el seguimiento de lugar. Al Dr. Ronald Billings, entomólogo forestal jubilado del Servicio Forestal de Texas por revisar este artículo. A la bióloga Adalgiza Angustia del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la entomóloga Sardis Medrano del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) por su valiosa colaboración en la identificación de los especímenes de *I. calligraphus* Germar subespecie *interstitiallis*. Al Dr. Santiago Bueno por colaboración en el tratamiento estadístico de los datos. Al señor Julio César Rodríguez por haber tomado las fotos de los insectos.

REFERENCIAS

- Billings, R. F. (1997). Ataque del gorgojo de la corteza del pino (*Ips*) en la República Dominicana. En: *Seminario Nacional sobre Reforestación y Manejo de Bosques* (pp. 131–144). Plan Sierra.
- Billings, R. F. (2019a). *Technical Assistance Visit to the Dominican Republic to Evaluate and Make Recommendations for Direct Control of an Outbreak of the Pine Bark Beetle, Ips calligraphus*. [Unpublished technical report]. College Station, Texas.
- Billings, R. F. (2019b). Evaluación de la plaga de *Ips calligraphus* en bosques y plantaciones de pino en la República Dominicana con recomendaciones para mejorar el programa de control. Informe de Asistencia Técnica no publicado. El 1 hasta el 19 de abril, 2019. College Station, Texas. 37 p.
- Bright, D. E. (2019). A taxonomic monograph of the bark and Ambrosia beetles of the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea: Scolytidae). *Studies on West Indian Scolytidae* (Coleoptera). *Occasional Papers of the Florida State Collection of Arthropods*, 12, 1–491.
- Casimiro-Soriguer, D. (2007). *Evaluación rápida del uso de trampas de feromonas para la captura de Ips calligraphus y sus enemigos naturales en San Fernando (Nueva Segovia)*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2016/1/tnh10c339.pdf>
- Cordón C., P. R. (2020). La parcela fitosanitaria: Una herramienta estratégica al servicio de la administración forestal. Guatemala.
- Cordón C., P. R. (2021). *Informe final de consultoría Evaluación del estado actual del programa de monitoreo de alerta temprana de Ips calligraphus Germar* [Informe sin publicar].
- CLIMARED (2021). Plataforma de Información Climática, Estación meteorológica Los Montones. www.climared.com. Santo Domingo, República Dominicana.
- Guzmán, W. (2020). Control del *Ips calligraphus*, Experiencia del Plan Sierra. Editorial Opus.
- Ivie, M. A., Medrano-Cabral, S., & Martínez, E. R. (2014). *Chalcophora virginiensis* (Drury, 1770) (Coleoptera: Buprestidae), una especie invasora recientemente establecida en la República Dominicana. *The Coleopterists Bulletin*, 68(4): 712–713. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-68.4.712>.
- Jiménez, A. (2019). *Avances en la instalación de trampas para el monitoreo de Ips calligraphus Germar* [Manuscrito inédito]. Plan Sierra.
- Martínez, E. R. (2006). *Distribución, prevención y control del barrenador de corteza (Ips calligraphus Wood) en pinares en República Dominicana*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Plan Sierra. (2019). *Ataque del escarabajo del pino en la vertiente norte de la Cordillera Central*. [Manuscrito inédito].

Rodríguez, I. (2000). *Comportamiento de Ips calligraphus (Wood) en tres zonas pinera de la República Dominicana*. [Tesis de Perito Forestal, no publicada]. Escuela Nacional Forestal.


Cómo citar: Jiménez G., A. A., Cordon C., P. R., & Agramonte, J. E., (2022). Fluctuación poblacional de *Ips calligraphus* en pinares de la vertiente norte de la Cordillera Central, República Dominicana. *Novitates Caribaea*, (20), 137–154. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.314>.

LISTA TAXONÓMICA DE LAS MARIPOSAS (INSECTA: LEPIDOPTERA)
DEL SECTOR CUPEYAL DEL NORTE, PARQUE NACIONAL
ALEJANDRO DE HUMBOLDT, HOLGUÍN-GUANTÁNAMO, CUBA

**Taxonomic list of the butterflies (Insecta: Lepidoptera) from Cupeyal del Norte sector,
Alejandro de Humboldt National Park, Holguín-Guantánamo, Cuba**

Lázaro Marcos Varona-Álvarez

Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. Obispo # 61. La Habana Vieja, Ciudad de La Habana, Cuba, CP 10 100.

 orcid.org/0000-0001-7434-7275, lazaro@mnhnc.inf.cu

[Recibido: 4 de noviembre, 2021. Aceptado para publicación: 27 de abril, 2022]

RESUMEN

Basado en una expedición de campo, del 11 al 17 de junio del 2019, el estudio de tres publicaciones y la revisión de colecciones entomológicas (Lepidoptera) del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba y del Instituto de Ecología y Sistemática, se presenta una lista de las mariposas diurnas del sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Holguín-Guantánamo, Cuba. Han pasado más de 30 años desde que se publicara la última lista. En el presente estudio se publica la lista de 74 especies, agrupadas en 52 géneros, cinco familias (excepto Riodinidae) y 17 subfamilias. Del total de especies registradas, 65 (87.83 %) fueron observadas y solamente 9 (12.16 %) fueron recolectadas en las diferentes localidades durante la visita en junio de 2019. Se identifican 31 especies endémicas de Cuba, de las cuales cinco son endémicos exclusivos del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Diez de estas constituyen nuevos registros de localidad y se amplía además la distribución conocida para el sector Cupeyal del Norte.

Palabras clave: inventario, Lepidoptera, subregión Nipe-Sagua-Baracoa, Sector Cupeyal del Norte, Holguín-Guantánamo, Cuba.

ABSTRACT

Based on a field trip, from June 11 to 17, 2019, study of three publications and review of entomological collections (Lepidoptera) of the National Museum of Natural History of Cuba and the Institute of Ecology and Systematics, a checklist is presented of the butterflies from sector Cupeyal del Norte, Alejandro de Humboldt National Park, Holguín-Guantánamo, Cuba. More than 30 years have passed since the last was published. In the present study, the list of 74 species is published, grouped in 52 genera, five families (except Riodinidae) and 17 subfamilies. From the total of registered species, 65 (87.83 %) were observed and only 9 (12.16 %) were collected in different locations during the visit in June 2019. Thirty-one endemic species of Cuba are identified, of which five are exclusive endemic to Nipe-Sagua-Baracoa. Ten species constitute new locality records, and the known distribution for the Cupeyal del Norte sector is also extended.

Keywords: inventory, Lepidoptera, Nipe-Sagua-Baracoa subregion, Cupeyal del Norte sector, Holguín-Guantánamo, Cuba.



INTRODUCCIÓN

La fauna cubana posee tres grandes centros de diversificación, los cuales corresponden con las tres principales áreas montañosas de Cuba (Mateo y Acevedo, 1989). González y de Armas (2007) reconocieron tres regiones principales de biodiversidad en Cuba: occidental, central y oriental. Estos autores consideran a la Región Oriental como el mayor centro de biodiversidad, donde existen los más altos valores de diversidad biológica; debido a la heterogeneidad y buena conservación de sus hábitats.

El macizo montañoso de Nipe-Sagua-Baracoa (NSB) (Cuba nororiental), es uno de los sitios de mayor diversidad biológica y posee los remanentes más grandes de los ecosistemas montañosos conservados de Cuba, y probablemente de todas las islas del Caribe (Fong et al., 2005). En esta área se encuentra el Parque Nacional “Alejandro de Humboldt” (PNAH), declarado en 2001 por la UNESCO como “Sitio de Patrimonio Mundial de la Humanidad” (Zabala y Villaverde, 2005). Este constituye un área protegida estricta (Categoría II de la UICN), la más importante de Cuba en términos de biodiversidad, endemismos y riqueza de especies (Fong et al., 2005).

La lepidopterofauna de la subregión NSB ha sido previamente estudiada por Alayón y Solana (1987), los cuales listan 113 especies de mariposas diurnas observadas en la Reserva de Biosfera “Cuchillas del Toa”. Posteriormente, se han realizados varios trabajos (Hernández et al., 1998; Núñez, 2007, 2010; Núñez et al., 2019, 2013, 2012; Reyes y Núñez, 2006; Smith y Hernández, 1992) los cuales suman un total de 40 registros, elevando el número a 153 especies de mariposas diurnas conocidas para la subregión NSB. Sin embargo, existe muy poco publicado sobre la lepidopterofauna diurna (mariposas) del sector Cupeyal del Norte (SCN) (la parte más noroeste del Parque). De los trabajos publicados con anterioridad a este estudio, solo Alayón y Solana (1987) citan 29 especies de mariposas diurnas para el SCN. Los trabajos restantes, se enfocan en la descripción de nuevas especies (*ej.* Torre, 1973) o en inventariar grupos de invertebrados terrestres como himenópteros (Portuondo y Fernández, 2005); arácnidos (Alayón y Sánchez-Ruiz, 2005); y moluscos terrestres y fluviales (Espinosa et al., 2017), descartando a las mariposas diurnas.

En este estudio se listan las especies de mariposas diurnas registradas en el SCN incluyendo nuevos registros. Trabajos como este nos permitirán incrementar el conocimiento sobre la lepidopterofauna del macizo montañoso NSB, y en particular la del SCN. Además, esta contribución constituye la base de estudios futuros orientados a la conservación de estos importantes invertebrados en este macizo montañoso.

OBJETIVO

-Realizar una lista taxonómica actualizada de las mariposas diurnas del sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Nipe-Sagua-Baracoa, Región Oriental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio. La investigación se realizó tomando como punto de referencia la Estación Ecológica de Cupeyal del Norte en las coordenadas geográficas 20° 27.973' de latitud norte y 075° 03.975' de longitud oeste (Fig. 1). Este sector presenta una extensión de 12532 ha ubicadas en los municipios Manuel Tames y Yateras (provincia Guantánamo) y Moa y Sagua de

Tánamo (provincia Holguín), y se subdivide a su vez en cuatro subsectores, ordenados según el tamaño del área: Mucarál-Munición (1457 ha), Castro (2710 ha), Majagual (2902 ha) y Guardabosques (5 463 ha), (García de la Cruz et al., 2013).

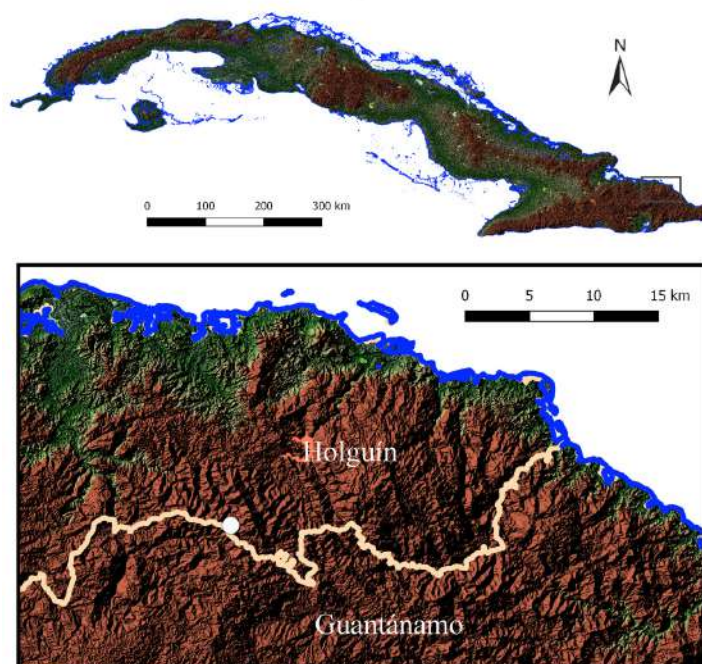


Figura 1. Localización de Estación Ecológica de Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Cuba Oriental ($20^{\circ} 27.973'$ de latitud norte y $075^{\circ} 03.975'$ de longitud oeste).

La geología del Parque está formada por extensos afloramientos de rocas de las secuencias ofiolíticas. La compleja evolución geomorfológica ha dado lugar a la existencia de varios tipos de relieves, variando desde el nivel del mar hasta los 1109 m s.n.m., en el Pico El Toldo, el punto culminante del parque. Los días con lluvias son elevados, presentando un promedio que oscila entre 180 y 240 días al año. Las lluvias son generalmente ligeras, sin embargo en el SCN son más frecuentes las lluvias intensas. Las temperaturas mínimas y medias son relativamente elevadas aunque en el SCN son más bajas que en los otros sectores (Zabala y Villaverde, 2005). Las formaciones vegetales que se encuentran en este sector son: pluvisilvas de baja altitud y submontana sobre ofiolitas (pluvisilva esclerófila), bosques siempreverdes micrófilos calcifobo y submontano, bosque de galería, pinar de *Pinus cubensis*, charrascales de baja altitud, matorral de galería, herbazal de humedal, vegetación cultural y vegetación secundaria (Reyes y Acosta, 2005).

Inventario de especies, método de muestreo e identificación. El trabajo de campo se realizó del 11 al 17 de junio de 2019. Realizamos recolectas diurnas en cuatro localidades alrededor de la Estación Biológica de Cupeyal del Norte (EBCN); a continuación, las localidades inventariadas; entre paréntesis el número de días trabajados: Camino de Castro (2), Mirador de Cuenca del Castro (1), Hoyo de Mola (2) y Altiplanicie de Cupeyal del Norte (2). Además, realizamos recorridos adicionales en Municiones (1), localidad alejada de la EBCN por ~ 13 km (Fig. 2 A-D), pero debido a la situación meteorológica del área (intensas lluvias y mañanas nubladas), las recolectas y las observaciones no fueron abundantes.

En cada localidad las mariposas fueron registradas siguiendo el método de “Pollard Walk” o recorrido de Pollard (Van Swaay et al., 2012) con ligeras modificaciones (*i.e.*, se seleccionaron cuatro transectos de un 1km cada uno con una separación de 500 m en cada sitio dentro de cada área visitada). Los muestreos se realizaron mediante recorridos de aproximadamente una hora entre las 09:00 a.m. y las 01:00 p.m., horario en el cual se observa la mayor actividad en las mariposas diurnas (Fontenla, 1987). En el caso particular de Munciones, se realizaron observaciones y recolectas ocasionales en los alrededores de la casa de visita, esta misma presentaba un jardín ornamental, ocasión que fue aprovechada para registrar y fotografiar varias especies de mariposas (Fig. 2E).

Los ejemplares fueron capturados con una red entomológica y posteriormente liberados en su sitio, sin dañarlos (Fig. 2F). Sólo el material de dudosa identificación fue recolectado y posteriormente montado en el laboratorio. Por ejemplo, fueron recolectados un total de seis ejemplares pertenecientes al género *Calisto* Hübner, 1823 (*i.e.*, dos ejemplares de *C. israeli* Torre, 1973 y cuatro de *C. herophile*, Hübner, 1823). Todo el material recolectado se encuentra depositado en las colecciones entomológicas del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (MNHNCu).



Figura 2. Localidades muestreadas para realizar el inventario de las mariposas en el sector Cupeyal del Norte, Holguín-Guantánamo, Cuba, durante la visita del 11 al 17 de junio de 2019. A) Camino de Castro; B) Mirador Cuenca del Castro; C) Hoyo de Mola; D) Munciones; E) *Atalopedes m. mesogramma* libando; F) captura de un ejemplar. Altiplanicie no ilustrado. Fotos L. M. Varona-Álvarez.

Se identificaron hasta nivel de especie todas las mariposas diurnas observadas y capturadas durante los muestreos. La identificación se realizó en el campo con la ayuda del *Atlas de las Mariposas Diurnas de Cuba* de Alayo y Hernández (1987), y comparando las fotografías tomadas con los ejemplares depositados en colecciones entomológicas del MNHNCu y del Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Las fotos fueron tomadas con una cámara Canon EOS Rebel T6 (EOS 1300 D), y se encuentran depositadas en la base de datos (BD. Lepidoptera) del MNHNCu. El criterio taxonómico seguido fue el de Núñez y Barro (2012). Para la familia y subfamilias HesperIIDae Latreille, 1809 se siguieron las clasificaciones propuestas por Pfeiler et al. (2016) y Li et al. (2019), respectivamente.

Confección de la lista. Para compilar toda la información disponible sobre las mariposas diurnas del SCN, se revisó la literatura científica publicada de este sector. Igualmente, utilizamos los inventarios realizados en el área por la expedición Explore 21 (véase informe Lastra-Valdés, 2019), organizada por el MNHNCu, el American Museum of Natural History (AMNH), de Nueva York y la Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt (UPSAAH), del CITMA, Guantánamo, Cuba en 2015. Estos inventarios fueron ampliados con muestreos adicionales realizados por el autor en junio de 2019 (colaboración conjunta entre el MNHNCu y el Muséum National d’Histoire Naturelle de París [MNHN]). Se revisaron las colecciones entomológicas (Lepidoptera) del MNHNCu y del IES ambas en La Habana, Cuba. En el caso particular del Museo Felipe Poey (MFP) de la Universidad de la Habana fue revisado el trabajo publicado por Saladrigas y Rodríguez (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mariposas diurnas registradas. El examen de la literatura científica, los inventarios realizados por el autor, y la revisión de las colecciones entomológicas, produjo una lista de 74 especies de mariposas diurnas distribuidas en 52 géneros, cinco familias y 17 subfamilias, conocidas para el SCN (Tabla I). De ese total, 31 son especies endémicas de Cuba, de las cuales cinco son endémicos exclusivos del macizo montañoso NSB (Anexo 1).

Tabla I. Géneros y especies por familias y subfamilias de mariposas diurnas registradas en el sector Cupeyal del Norte, Holguín-Guantánamo, Cuba Oriental

Familias	Subfamilias	Géneros	Especies
HesperIIDae	3	19	22
Papilionidae	1	4	7
Pieridae	3	9	17
Lycaenidae	2	3	3
Nymphalidae	8	17	25
Totales:	17	52	74

Solo algunas recolectas y muy pocos estudios sobre la lepidopterofauna se han realizado en la subregión NSB. El trabajo más completo publicado hasta el momento, fue la lista de Alayón y Solana (1987). En dicha lista se registraron para el área un considerable número de especies (N = 29) de lepidópteros (mariposas). Sin embargo, dicha publicación presenta poca información sobre las localidades donde se registraron o recolectaron las mariposas dentro del SCN.

En la presente contribución se identifican los registros provenientes de la literatura publicada, los cuales suman un total de 33 especies, 29 registradas por Alayón y Solana (1987) y dos por Alayo y Hernández (1987) y Saladrigas y Rodríguez (2017), respectivamente. Adicionalmente, se incluyen las localidades donde se han registrado las especies en el SCN. Se puede observar que la lista está compuesta básicamente de especies observadas o recolectadas en los alrededores de la EBCN (excepto Municiones).

Las colecciones entomológicas del MNHNCu y del IES contienen una pequeña representación de especies recolectadas en el SCN. En dichas colecciones entomológicas se encuentran depositadas un total de 39 especies (52.70 %), 35 (47.29 %) se encuentran depositadas en las colecciones entomológicas del MNHNCu, y cuatro (5.4 %) en las colecciones del IES.

Inventarios de especies. Del total de especies registradas en este estudio (74), 65 (87.83 %) fueron observadas y una parte fueron fotografiadas. Solamente 9 (12.16 %) fueron recolectadas por el autor durante la visita realizada al área en junio de 2019. Camino de Castro fue la localidad con mayor número de géneros y especies registradas (Tabla II). A continuación le siguen en cuanto a número de especies las siguientes localidades: Municiones, Altiplanicie de Cupeyal del Norte, Mirador de Castro y Hoyo de Mola (Tabla II). La gran diferencia entre Camino de Castro y el resto de las localidades (excepto Municiones) se debe al buen estado de conservación que presenta esta área.

Tabla II. Número de familias, géneros y especies observadas de mariposas por localidades en el sector Cupeyal del Norte, Holguín-Guantánamo

Localidades	Familias	Géneros	Especies
Camino de Castro	4	20	20
Mirador de Castro	3	5	6
Hoyo de Mola	2	5	5
Altiplanicie de Cupeyal del Norte	2	12	14
Municiones	4	17	20

Durante la visita al área del 11 al 17 de junio de 2019

Las familias mejor representadas fueron Nymphalidae (N = 25) y Hesperidae (N = 22) (Tabla I). Estas familias (Nymphalidae y Hesperidae) son las de mayor número de especies en nuestro país (Alayo y Hernández, 1987; Mancina et al., 2020). Además, este resultado es similar al obtenido en otros trabajos realizados en Cuba (e.g: Lauranzón et al., 2013; Núñez, 2004, 2012; Núñez y Barro, 2012). La familia ausente, Riodinidae, está representada en el país por una sola especie de distribución geográfica restringida (Alayo y Hernández, 1987; Núñez, 2007) y no fue registrada en nuestro estudio.

Endemismo. Se registraron 15 especies endémicas y 16 subespecies endémicas para el SCN, las cuales representan el 19.23 % y 20.51 %, respectivamente, del total de mariposas endémicas cubanas (N = 78) (Mancina et al., 2020; Núñez y Barro, 2012; Núñez et al., 2019, 2013, 2018). Estos valores se consideran relativamente altos respecto al área total del sector.

Registros nuevos y significativos. Durante los inventarios realizados en las diferentes localidades se identificaron especies que no habían sido mencionadas anteriormente en las publicaciones para el SCN. Se registran por vez primera para el SCN 10 especies,

estas son: *Atalopedes m. mesogramma* (Latreille, 1824); *Euphyes s. singularis* (Herrich-Schäffer, 1865); *Pyrrhocalles antiqua orientis* Skinner, 1920; *Polygonus leo histrio* Röber, 1925; *Erynnis zarucco* (Lucas, 1857); *Anteos maerula* (Fabricius, 1775); *Pyrisitia lisa euterpe* (Ménétriés, 1832); *Glutophrissa drusilla poeyi* (Butler, 1872); *Greta cubana* (Herrich-Schäffer, 1862); *Euptoieta h. hegesia* (Cramer, 1779). Del total de registros anteriormente mencionados solamente tres especies no fueron registradas en la literatura publicada (i.e., para la subregión NSB), estas son: *Atalopedes m. mesogramma* (Latreille, 1824); *Euphyes s. singularis* (Herrich-Schäffer, 1865) y *Greta cubana* (Herrich-Schäffer, 1862), por lo que constituyen extensiones en su distribución.

Un registro significativo fue *Calisto israeli* Torre, 1973 (Nymphalidae: Satyrinae) descrita a partir de un ejemplar recolectado en 1971 en Cupeyal del Norte (localidad tipo). Varios autores han explorado la región (e.g: Alayo y Hernández, 1987; Alayón y Solana, 1987; Lastra-Valdés, 2019), pero no fue encontrado. Sin embargo, esta especie fue redescubierta por Núñez (2009) en Monte Iberia y Tetas de Julia (sector Baracoa) en la provincia de Guantánamo. En la expedición de junio de 2019, *C. israeli* fue recolectada por el autor 46 años después de su descripción original. En nuestros muestreos fueron observados cinco individuos a más de 600 m s.n.m., en la localidad Camino de Castro, de los cuales dos ejemplares fueron recolectados. A este registro se le suma la especie *Greta cubana* (Herrich-Schäffer, 1862) (Nymphalidae: Ithomiinae), la cual fue recolectada en bosques pluviales montanos en la localidad de Hoyo de Mola a más de 700 m s.n.m.

Especies plagas. *Papilio demoleus* Linnaeus, 1758 es reconocida como una importante plaga defoliadora de los cítricos en Asia. Esta especie fue localizada por primera vez en Cuba en junio de 2007 en el Yunque, Baracoa en la provincia de Guantánamo (Núñez, 2007). En los muestreos realizados en el área *P. demoleus* fue observado, pero no recolectado, en la localidad de Municiones. Específicamente se le encontró volando cerca del jardín ornamental que presentaba la casa de alojamiento. Desde su primer registro, esta mariposa ha sido documentada en las áreas costeras de las provincias orientales de Cuba, como Guantánamo, Holguín y Santiago de Cuba. En el 2014 esta especie fue registrada en las provincias de las Tunas y Camagüey (Fernández y Minno, 2015). Otra especie de mariposa plaga encontrada fue *Ascia monuste*, plaga de la col. Esta especie fue registrada en la mayoría de las localidades inventariadas.

Amenazas y conservación. Durante los inventarios realizados en el área no se identificaron amenazas específicas para las mariposas del SCN. En particular, el pobre conocimiento que se tiene sobre la taxonomía del grupo de manera general es una amenaza potencial y actual, a la cual se enfrentan estos invertebrados. A pesar de que no se han realizado las investigaciones oportunas que permitan evaluar el estado de conservación de la lepidopterofauna del SCN es evidente, prestar particular atención, a las especies cuya distribución está restringida a una única localidad o región para implementar estrategias de conservación.

CONCLUSIONES

El orden Lepidoptera está compuesto en Cuba por 1600 especies, de ese total 200 son especies de mariposas y 78 táxones (42 especies y 36 subespecies), son endémicos del archipiélago cubano.

En Cuba, la mayor biodiversidad de lepidópteros se encuentra en los principales macizos montañosos. Por ejemplo, la subregión Nipe-Sagua-Baracoa es una de las regiones con mayor diversidad y endemismo. Sin embargo, existe muy poco publicado sobre la lepidopterofauna diurna (mariposas) del SCN, lo que evidencia que el grupo en este sector, no ha sido estudiado sistemáticamente.

Los mayores aportes al estudio de la lepidopterofauna diurna del SCN provienen de la expedición de campo realizada por la expedición Explore 21, en 2019. Anteriormente, solo se conocían pocos registros para el sector. Es plausible suponer que aún falta mucho por conocer sobre las mariposas diurnas del SCN.

La mayoría de los inventarios realizados han sido en los alrededores de la EBCN con un periodo de tiempo limitado. Para mejorar en este punto, se deberían extender los muestreos por más tiempo y más allá de las cercanías de la EBCN. Realizar estudios sobre la ecología de las especies endémicas en especial aquellas que se encuentran restringidas al macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Finalmente, se deben desarrollar labores de capacitación y educación ambiental en el área y sus alrededores, con el objetivo de involucrar a los locales a conservar y conocer a estos importantes invertebrados.

AGRADECIMIENTOS

El autor extiende un cordial agradecimiento a los trabajadores del CITMA en Guantánamo, por la organización y la logística proporcionada en la expedición; en especial a María Yenis Baró Silot, Junior Balón, Lemis Fidalgo Almeida, Óscar Caraballo Elías, Aysel García de la Cruz y Gerardo Begué Quiala, por la ayuda brindada en las recolectas. Un agradecimiento a la familia de Diego y Camila Bosch Díaz por la acogida en la localidad de Municiones y en Santiago de Cuba, respectivamente. A Rayner Núñez Águila, por el material entomológico proporcionado, a Elba E. Reyes (IES) por la ayuda en las colecciones entomológicas; a Luis Armando Bárzaga Rodríguez (MNHNCu) por el apoyo en la confección de los mapas. Un agradecimiento especial para Idea Wild y Leonardo Camacho Quilez, a este último por recibir y entregar los equipos donados por la organización anteriormente mencionada. El autor agradece a la Embajada de Francia en Cuba, por financiar parte de la expedición. A los revisores anónimos y al editor Carlos Suriel de la revista *Novitates Caribaea* por las sugerencias aportadas a la versión final del manuscrito. Estos resultados están suscritos en el proyecto Taxonomía de algunos grupos zoológicos de Cuba y del Caribe, con acciones de capacitación especializada, divulgación, y educación ambiental (Museo Nacional de Historia Nacional de Cuba). Finalmente, a mi madre Isidra Natalia Álvarez Puble por las críticas aportadas a este documento.

REFERENCIAS

- Alayo, P., & Hernández, L. R. (1987). *Atlas de las mariposas diurnas de Cuba (Lepidoptera, Rhopalocera)*. Editorial Científico-Técnica.
- Alayón, G., & Sánchez-Ruiz, A. (2005). Arañas. En G. A. Fong, D. Maceira, W. S. Alverson, y T. Watcher (Eds.), *Cuba: Parque Nacional Alejandro de Humboldt* (pp. 84–87). Rapid Biological Inventories Report 14. The Field Museum.
- Alayón, G., & Solana, E. (1987). Lista de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) colectadas en la Reserva de la Biosfera “Cuchillas del Toa”, Holguín-Guantánamo, Cuba. *Garciana*, 7, 2–4.
- Espinosa, J., Herrera-Uría, J., & Ortea, J. (2017). Moluscos terrestres y fluviales del Sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba, con la descripción de nuevas especies. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXIX, 61–110.
- Fernández, D., & Minno, M. (2015). The slowly expanding range of *Papilio demoleus* Linnaeus (Lepidoptera: Papilionidae) in Cuba. *Tropical Lepidoptera Research*, 25(1), 8–14.
- Fong, G. A., Maceira, D., Alverson, W. S., & Watcher, T. (Eds.). (2005). *Cuba: Parque Nacional Alejandro de Humboldt*. Rapid Biological Inventories Report 14. The Field Museum.
- Fontenla, J. L. (1987). Aspectos comparativos estructurales de tres comunidades de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en Cuba. *Poeyana*, 337, 1–20.
- Hernández, L. R., Miller, L. D., Miller, J. Y., Simon, M. J., & Turner T. W. (1998). New records and range extensions of butterflies from Eastern Cuba. *Caribbean Journal of Science*, 34(3–4), 324–327.
- García de la Cruz, A., López, J. B., & Caraballo, O. (2013). Sector Cupeyal del Norte. En G. Begué-Quiala, y J. Larramendi, (Eds.), *Parque Nacional Alejandro de Humboldt la naturaleza y el hombre* (38–49). Selvi Artes Gráficas.
- González, A. H., & de Armas, L. F. (2007). Principales regiones de la biodiversidad cubana. En H. González y J. Larramendi, (Eds.), *Biodiversidad de Cuba* (56–71). Ediciones Polymita.
- Lastra-Valdés, J. (2019). Checklist of butterflies on the expedition Cuba Explore 21 to Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Eastern Cuba, October-November 2015. En: *Informe Final de proyecto “Historia Natural de algunos grupos de la biota del Caribe, su exhibición y divulgación, 2014–2016”*. Anexo 3, inciso d, 7pp. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/4031>.
- Lauranzón, B., Naranjo, C., & Fagilde, M. (2013). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea; Hesperioidea) de la provincia de Santiago de Cuba, Cuba. *Solenodon*, (11), 22–81.
- Li, W., Cong, Q., Shen, J., Zhang J., Hallwachs, W., Janzen, D. H., & Grishin, N. V. (2019). Genomes of skipper butterflies reveal extensive convergence of wing patterns. *PNAS*, 116, 6232–6237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821304116>

- Mancina, C., Núñez, R., & Neyra, B. (2020). *Mariposas de Cuba. Guía de campo*. Instituto de Ecología y Sistemática. AMA.
- Mateo, R., & Acevedo, M. (1989). Regionalización físico-geográfica. En *Nuevo Atlas Nacional de Cuba* (Acad. Cien. Cuba, Inst. Cubano Geod. Cart), Instituto Geográfico Nacional de España.
- Núñez, R. (2004). Lepidoptera (Insecta) de Topes de Collantes, Sancti Spíritus, Cuba. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (S.E.A.), 34, 151–159.
- Núñez, R. (2007). *Papilio demoleus* Linnaeus, 1758 en Cuba (Lepidoptera: Papilionidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* (S.E.A.), 41, 440.
- Núñez, R. (2009). Rediscovery of *Calisto israeli* Torre, with nomenclatural notes on the larger species of Cuba *Calisto* (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Zootaxa*, 2087, 46–58.
- Núñez, R. (2010). Lista preliminar de las mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de El Yunque de Baracoa, Guantánamo, Cuba. *CartaCuba*, 2(2), 22–24.
- Núñez, R. (2012). The butterflies of Turquino National Park, Sierra Maestra, Cuba (Lepidoptera, Papilionoidea). *Arxius de Miscellania Zoològica*, 10, 29–49.
- Núñez, R., & Barro, A. (2012). A list of Cuban Lepidoptera. *Zootaxa*, 3384, 1–59.
- Núñez, R., Oliva, E., Matos, P. F., & Wahlberg, N. (2012). Cuban *Calisto* (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae), a review based on morphological and DNA data. *Zookeys*, 165, 57–105. <https://doi.org/10.3897/zookeys.165.2206>
- Núñez, R., Matos, P. F., & Wahlberg, N. (2013). New *Calisto* species from Cuba, with insights on the relationships of Cuban and Bahamian taxa (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Zootaxa*, 3669(4), 503–521. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3669.4.5>
- Núñez, R., Norriss, T., Fernández, D. M., & Hausmann, A. (2018). Revalidation of an endemic Cuban Skipper, *Chiomara gundlachi* (Lepidoptera: HesperIIDae). *Zootaxa*, 4531(4): 597–600. <https://doi.org/10.11646/Zootaxa.4531.4.11>
- Núñez, R., Barro, A. C., Minno, M. C., Fernández, D. M., & Hausmann, A. (2019). The herophile species group of *Calisto* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae), new taxa and historical biogeography. *Invertebrate Systematics*, 33(4), 644–660. <https://doi.org/10.1071/IS18048>
- Portuondo, E., & Fernández, J. (2005). Himenópteros. En G. A. Fong, D. Maceira, W. S. Alverson, y T. Watcher, (Eds.), *Cuba: Parque Nacional “Alejandro de Humboldt”* (91–93). Rapid Biological Inventories Report 14. The Field Museum.
- Pfeiler, E., Loustalot, M. R., & Markow, T. A. (2016). Polyphyly in *Urbanus* and *Astraptes* (HesperIIDae: Eudaminae) Assessed using mitochondrial DNA barcodes, with a reinstated status proposed for *achalarus*. *Journal of the Lepidopterists’ Society*, 70(2), 85–95. <https://doi.org/10.18473/lepi.70i2.a2>
- Reyes, E. E., & Núñez, R. (2006). HesperIIDae (Lepidoptera: Insecta) de la colección del Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba. *COCUYO*, 16, 37–39.

- Reyes, O. J., & Acosta, F. (2005). Vegetación. En Fong, G. A., Maceira, D., Alverson, W. S. y Watcher, T. (Eds.), *Cuba: Parque Nacional "Alejandro de Humboldt"* (54–69). Rapid Biological Inventories 14. The Field Museum.
- Saladrigas, D., & Rodríguez, A. (2017). Mariposas (Lepidoptera) de la colección entomológica del Museo de Historia Natural Felipe Poey, La Habana (Cuba). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (S.E.A.), 61, 137–149.
- Smith, D. S., & Hernández, L. R. (1992). New subspecies of *Pseuchrysops bornoi* (Lycaenidae) and *Saliana esperi* (Hesperiidae) from Cuba, with a new island record and observations on other butterflies. *Caribbean Journal of Science*, 28(3–4), 139–148.
- Torre, S. L. de la. (1973). Una nueva especie del género *Calisto* Hübner y una nueva raza. *Ciencias Biológicas serie*, 4(43), 1–9.
- Van Swaay, C. A. M., Brereton, T., Kirkland, P., & Warren, M. S. (2012). *Manual for Butterfly Monitoring*. Report VS2012.010, De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Butterfly Conservation UK & Butterfly Conservation Europe.
- Zabala, B., & Villaverde, R. (2005). Características Físico-geográficas. En G. A. Fong, D. Maceira, W. S. Alverson, y T. Watcher, (Eds.), *Cuba: Parque Nacional "Alejandro de Humboldt"* (50–54). Rapid Biological Inventories 14. The Field Museum.

Cómo citar: Varona-Álvarez, L. M., (2022). Lista taxonómica de las mariposas (Insecta: Lepidoptera) del sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Holguín-Guantánamo, Cuba. *Novitates Caribaea*, (20), 155–168. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.315>.

ANEXO I

LISTA DE LAS MARIPOSAS DIURNAS INVENTARIADAS EN EL SECTOR
CUPEYAL DEL NORTE, PARQUE NACIONAL ALEJANDRO DE HUMBOLDT,
HOLGUÍN-GUANTÁNAMO, CUBA ORIENTAL

Abreviaturas: E-endémico; NRCN-Nuevo registro para Cupeyal del Norte; ENSB-Endémicos de la subregión Nipe-Sagua-Baracoa. Localidades: 1-Camino de Castro, 2-Mirador de Castro, 3-Hoyo de Mola, 4-Altiplanicie de Cupeyal del Norte, 5-Municiones: localidad alejada de la Estación Biológica de Cupeyal del Norte por varios kilómetros. Registros a partir de: O-observaciones, R-recolectas (expedición de campo realizada entre el 11 y 17 de junio de 2019); L-literatura: 1 (Alayón y Solana, 1987), 2 (Alayo y Hernández, 1987), 3 (Saladrigas y Rodríguez, 2017); C- colecciones entomológicas, 1 (MNHNCu) y 2 (IES).

Familias	Literatura	Colecciones MNHNCu-IES	11–17 de junio
HESPERIIDAE			
Subfamilia Hesperinae		C1	
1. <i>Asbolis capucinus</i> (Lucas, 1857)			
2. <i>Atalopedes m. mesogramma</i> (Latreille, 1824) NRCN			O (5)
3. <i>Choranthus radians</i> (Lucas, 1857)	L1	C1	
4. <i>Cymaenes tripunctus</i> (Herrich-Schäffer, 1865)		C1	
5. <i>Euphyes s. singularis</i> (Herrich-Schäffer, 1865) E, NRCN			O (1)
6. <i>Oarisma bruneri</i> Bell, 1959 E			O (5)
7. <i>Oarisma nanus</i> (Herrich-Schäffer, 1865) E		C1	O (3)
8. <i>Pyrrhocalles antiqua orientis</i> Skinner, 1920 E, NRCN			O (1, 4)
9. <i>Perichares p. philetes</i> (Gmelin, 1790)		C1	
10. <i>Parachoranthus magdalia</i> (Herrich-Schäffer, 1863)		C1	O (5)
11. <i>Synapte m. malitiosa</i> (Herrich-Schäffer, 1865)		C1	
Subfamilia Eudaminae			
12. <i>Cecropterus dorantes santiago</i> (Lucas, 1857)			R (5)
13. <i>Polygonus leo histrio</i> Röber, 1925 NRCN	L1		O (1)
14. <i>Telegonus habana</i> (Lucas, 1857) E	L1		R (5)
15. <i>Telegonus x. xagua</i> (Lucas, 1857) E		C1	O (1, 5)
16. <i>Urbanus proteus domingo</i> (Scudder, 1872)	L1	C1	O (2, 5)
Subfamilia Pyrginae			
17. <i>Burca b. braco</i> (Herrich-Schäffer, 1865) E	L1		
18. <i>Burca cubensis</i> (Skinner, 1913) E, ENSB		C2	
19. <i>Burnsius oileus</i> (Linnaeus, 1767)			O (1, 4)
20. <i>Eantis papinianus</i> (Poey, 1832) E		C1	
21. <i>Ephyriades zephodes</i> (Fabricius, 1775)		C1	
22. <i>Erynnis zarucco</i> (Lucas, 1857) NRCN			O (1)
PAPILIONIDAE			
Subfamilia Papilioninae			
23. <i>Battus devilliers</i> (Godart, 1823)	L1		
24. <i>Battus polydamas cubensis</i> (Dufrane, 1946) E	L1		
25. <i>Heraclides androgeus epidaureus</i> (Godman & Salvin, 1890)	L1	C1	
26. <i>Heraclides pelaus atkinsi</i> (Bates, 1935) E	L1		
27. <i>Heraclides thoas oviedo</i> (Gundlach, 1866) E			R(1); O (5)



Familias	Literatura	Colecciones MNHNCu-IES	11–17 de junio
28. <i>Papilio demoleus</i> Linnaeus, 1758			O (5)
29. <i>Parides g. gundlachianus</i> (Felder & Felder, 1864) E	L1		O (1)
PIERIDAE			
Subfamilia Coliadinae			
30. <i>Abaeis nicippe</i> (Cramer, 1779)		C1	
31. <i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])		C1	
32. <i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775) NRCN			O (1)
33. <i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)		C1	
34. <i>Eurema e. elathea</i> (Cramer, 1777)	L1		
35. <i>Kricogonia cabrerai</i> Ramsden, 1920 E	L1		
36. <i>Pyrisitia d. dina</i> (Poey, 1832) E		C1	R (1); O (4, 5)
37. <i>Pyrisitia n. nise</i> (Cramer, 1775)		C1	O (2, 5)
38. <i>Pyrisitia laeae</i> (Herrich-Schäffer, 1862)		C1	O (2)
39. <i>Pyrisitia lisa euterpe</i> (Ménétriés, 1832) NRCN			O (4)
40. <i>Pyrisitia messalina</i> (Fabricius, 1787)	L1	C1	
41. <i>Phoebis avellaneda</i> (Herrich-Schäffer, 1862) E			O (4, 5)
42. <i>Phoebis p. philea</i> (Johansson, 1763)			O (1)
43. <i>Phoebis s. sennae</i> (Linnaeus, 1758)		C1	
Subfamilia Dismorphiinae			
44. <i>Dismorphia cubana</i> (Herrich-Schäffer, 1862) E	L1	C1	R (1)
Subfamilia Pierinae			
45. <i>Ascia monuste phileta</i> (Fabricius, 1775)	L1	C1	R (4); O (1, 4, 5)
46. <i>Glutophrissa drusilla poeyi</i> (Butler, 1872) NRCN			O (1)
LYCAENIDAE			
Subfamilia Theclinae			
47. <i>Eumaeus atala</i> (Poey, 1832)		C1	
Subfamilia Polyommatae			
48. <i>Brephidium exilis isophtalma</i> (Herrich-Schäffer, 1862)	L1		
49. <i>Leptotes cassius theonius</i> (Lucas, 1857)		C1	
NYMPHALIDAE			
Subfamilia Apaturinae			
50. <i>Doxocopa laure druryi</i> (Hübner, 1823) E	L1		O (5)
Subfamilia Biblidinae			
51. <i>Lucinia s. sida</i> Hübner [1823] E		C1	
52. <i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)			O (1; 4)
53. <i>Marpesia e. eleuthea</i> (Hübner 1818) E	L1		O (3; 4; 5)
Subfamilia Charaxinae			
54. <i>Archaeoprepona demophaon crassina</i> (Fruhstorfer, 1904) E	L1	C1	
Subfamilia Danainae			
55. <i>Greta cubana</i> (Herrich-Schäffer, 1862) E, NRCN			R (3); O (3)
56. <i>Danaus eresimus tethys</i> Forbes, 1943	L1		
57. <i>Danaus gilippus berenice</i> (Cramer, 1779)	L1		
58. <i>Danaus p. plexippus</i> (Linnaeus, 1758)	L1		O (4)
Subfamilia Satyrinae			
59. <i>Calisto brochei</i> Torre, 1973 E, ENSB	L2, L3	C1; C2	
60. <i>Calisto bruneri</i> Michener, 1949 E, ENSB		C1; C2	

Familias	Literatura	Colecciones MNHNCu-IES	11–17 de junio
61. <i>Calisto disimulatum</i> Núñez, 2013 E		C1	
62. <i>Calisto h. herophile</i> Hübner, 1823 E	L1	C1	R (3); O (3, 4, 5)
63. <i>Calisto israeli</i> Torre, 1973 E, ENSB	L2, L3	C2	R (1); O (1)
64. <i>Anartia jatrophae guantanamo</i> Munroe, 1942			O (4, 5)
65. <i>Anthanassa f. frisia</i> (Poey, 1832)	L1		
66. <i>Atlantea perezii</i> (Herrich-Shäffer, 1862) E, ENSB		C1	O (1, 4)
67. <i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1779)	L1		
68. <i>Euptoieta h. hegesia</i> (Cramer, 1779) NRCN			O (1)
69. <i>Junonia g. genoveva</i> (Stoll, 1782)		C1	O (1, 2)
Subfamilia Heliconiinae			
70. <i>Agraulis vanillae insularis</i> Maynard, 1869		C1	O (4, 5)
71. <i>Dryas iulia nudeola</i> (Bates, 1934) E	L1	C1	R (1); O (2, 5)
72. <i>Eueides isabella cleobaea</i> Geyer, 1832 E	L1		
73. <i>Heliconius charithonia ramsdeni</i> Comstock & Brown, 1950	L1	C1	O (2, 3, 4, 5)
Subfamilia Libytheinae			
74. <i>Libytheana motya</i> (Hübner, 1826) E	L1		

Notas

PRIMER REGISTRO DE LA FAMILIA PTILIIDAE
(INSECTA: COLEOPTERA: STAPHYLINOIDEA) PARA LA FAUNA
VIVIENTE DE LA HISPANIOLA

**First record of the family Ptiliidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinoidea)
for the extant fauna of Hispaniola**

Katihusca Rodríguez Soto^{1a}, Francisco Paz^{1b}, Arturo León^{1c} y Ruth H. Bastardo²

^{1a}Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”. C/ César Nicolás Penson, Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, Santo Domingo, 10204, República Dominicana. ^{1a}orcid.org/0000-0001-6771-9077 (asociada); ^{1b}orcid.org/0000-0002-3083-6533, f.paz@mnhn.gov.do; ^{1c}orcid.org/0000-0001-7063-7611, a.leon@mnhn.gov.do. ²Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas Prof. Rafael M. Moscoso, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana, orcid.org/0000-0003-1564-0724; rbastardo40@uasd.edu.do. Para correspondencia: katihuscarodriguez@gmail.com

[Recibido: 01 de enero, 2022. Aceptado para publicación: 11 de mayo, 2022]

RESUMEN

Se registra por primera vez la familia Ptiliidae (Coleoptera: Staphylinoidea) para la fauna viviente de la Hispaniola a partir de ejemplares colectados en hojarasca proveniente del Parque Mirador Norte y el Jardín Botánico Nacional “Dr. Rafael Ma. Moscoso” de la provincia Santo Domingo y del refugio de vida silvestre El Cañón del río Gurabo, ubicado en el municipio de Mao, provincia Valverde, en el noroeste de la República Dominicana. Este hallazgo eleva el número de familias de coleópteros conocidos para la Hispaniola a 78.

Palabras clave: escarabajo alas de pluma, ámbar, hojarasca, parques urbanos, República Dominicana.

ABSTRACT

The family Ptiliidae (Coleoptera: Staphylinoidea) is recorded for the first time for the extant fauna of Hispaniola from specimens collected in litter from Mirador Norte Park and the National Botanical Garden “Dr. Rafael Ma. Moscoso” in the Santo Domingo province and the El Cañón del Río Gurabo wildlife refuge, located in the municipality of Mao, Valverde province, in the northwest of the Dominican Republic. This finding brings the number of families of Coleoptera known for Hispaniola to 78.

Keywords: featherwing beetles, amber, leaf litter, urban parks, Dominican Republic.

Los escarabajos de la familia Ptiliidae incluyen los insectos de vida libre más pequeños que se conocen, donde la mayoría de las especies tienen 1 mm de longitud (Dybas, 1980), pudiendo algunas medir 0.3 mm (Polilov, 2016). La familia Ptiliidae comprende unas 600 especies distribuidas en 80 géneros con una amplia distribución geográfica alrededor de todo el

planeta (Mayka y Sörensson, 2010), es conocido que prefieren los hábitats húmedos, y se les puede encontrar en lugares como hojarasca de suelo, madera en descomposición, hongos, excrementos de mamíferos o nidos de hormigas (Genaro y Gutiérrez, 2001).

Dadas sus condiciones de tamaño, siendo estos los animales más diminutos del orden Coleoptera, desde el punto de vista ecológico y evolutivo, los tílidos presentan interesantes adaptaciones, por ejemplo, la morfología de sus alas se considera una apomorfia distintiva de la familia que es una adaptación importante al tamaño corporal, porque permite un movimiento de aleteo eficiente en insectos de pequeño tamaño (Polilov et al., 2019), las alas poseen una estructura plumosa que generalmente se pliegan fuera de la vista debajo de los élitros, y se acortan y truncan en algunos géneros. Sin embargo, en especímenes preservados, las alas plumosas a menudo se proyectan más allá del ápice de los élitros, ayudando en el reconocimiento de esta familia. Los adultos presentan hábito micófago o saprófago (Polilov et al., 2019).

Aunque el orden Coleoptera representa cerca de un tercio del total de insectos y alrededor de un cuarto de los artrópodos conocidos para la Hispaniola (Perez-Gelabert, 2008), muchos de sus grupos han sido escasamente estudiados, como sucede con la familia Ptiliidae cuyo único reporte hasta la fecha se tenía a partir de la fauna fósil preservada en ámbar dominicano (Poinar, 1992), sin embargo, Perez-Gelabert (2011), advierte de su posible presencia considerando las similitudes de la fauna de coleópteros y de las condiciones geográficas de esta isla con la de la vecina isla de Cuba donde ya habían sido registrados.



Figura 1. Vista dorsal (A) y ventral (B) de un ejemplar de la subfamilia Ptiliinae.

Los ejemplares trabajados provienen de tres localidades: el refugio de vida silvestre Cañón del río Gurabo, localizado en el municipio Mao, provincia Valverde, al noroeste de República Dominicana; el Jardín Botánico Nacional, ubicado en el Distrito Nacional, y el parque Nacional Mirador Norte, en la provincia Santo Domingo Norte. Los ejemplares del Cañón del río Gurabo fueron recolectados en hojarasca de bosque ribereño, en un evento de recolecta

libre en mayo del año 2018, usando tanto una aspiradora entomológica como también recogiendo la hojarasca que fue posteriormente examinada con detalle en el laboratorio de invertebrados del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”. Se recolectaron 16 ejemplares pertenecientes a la tribu Nanosellini, subfamilia Ptiliinae (Fig. 1) los cuales fueron identificados usando la clave dicotómica de Hall (2001); estos especímenes fueron depositados en la colección entomológica del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, Santo Domingo, República Dominicana. Ejemplares pertenecientes a esta misma familia fueron encontrados en material correspondientes a la ciudad de Santo Domingo, Distrito Nacional y Santo Domingo Norte (Jardín Botánico Nacional “Dr. Rafael Ma. Moscoso” y Parque Mirador Norte), respectivamente.

Este reporte eleva a 78 el número total de familias en la fauna viviente del orden coleoptera presentes en la Hispaniola (Bastardo y Sánchez-Rosario, 2017; Keller y Skelley, 2020; Perez-Gelabert, 2011), contribuyendo así con el conocimiento sobre la biodiversidad de la fauna de escarabajos de la isla al mismo tiempo que constituyen registros que aumentan la riqueza de especies conocidas en tres áreas protegidas de distintas categorías (refugio de vida silvestre, parque nacional y jardín botánico).

AGRADECIMIENTOS

Al Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” por el auspicio de este trabajo. Al Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas Prof. Rafael M. Moscoso por la posterior referencia de especímenes recolectados en Santo Domingo y a Daniel Perez-Gelabert por sus sugerencias al manuscrito.

REFERENCIAS

- Bastardo, R., & Sánchez-Rosario, A. (2017). Estado del conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos de la isla La Española State of knowledge of aquatic macroinvertebrates of Hispaniola island. *Actualidades Biológicas*, 39(107), 75–81.
- Dybas, H. S. (1980). The smallest beetles (Coleoptera: Ptiliidae). *Florida Department of Agriculture and Consumer Services*, 218, 1–4.
- Genaro, J., & Gutiérrez, E. (2001). La familia Ptiliidae en Cuba (Insecta: Coleoptera). *Cocuyo*, (11), 10–11.
- Hall, E. (2001). Ptiliidae. En H. R. Jr. Arnett, & M. C. Thomas (Edits.), *American beetles* Vol. 1, CRC Press.
- Keller, O., & Skelley, P. (2020). New family record for the West Indies and two new species of *Glaresis* Erichson (Coleoptera: Scarabaeoidea: Glaresidae) from Hispaniola. *Insecta Mundi*, 839, 1–6.
- Mayka, C. G., & Sörensson, M. (2010). Featherwing beetles (Coleoptera: Ptiliidae). En F. Donald McAlpine y I. M. Smith (Eds.), *Assesment of Species Diversity in the Atlantic Maritime Ecozone*. NRC Research Press.
- Perez-Gelabert, D. (2011). Diversidad y endemismo de los escarabajos (Insecta: Coleoptera) en la Hispaniola, Antillas Mayores. *Novitates Caribaea*, (4), 65–79. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i4.154>
- Perez-Gelabert, D. (2008). Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): A checklist and bibliography. *Zootaxa*, 1831, 1–530.
- Poinar, G. O., Jr. (1992). *Life in Amber*. Stanford University Press.
- Polilov, A. A. (2016). *At the size limit effects of miniaturization in insects*. Basel: Springer International Publishing, Switzerland.
- Polilov, A. A., Reshetnikova, N. I., Petrov, P. N., & Farisenkov, S. E. (2019). Wing morphology in featherwing beetles (Coleoptera: Ptiliidae): Features associated with miniaturization and functional scaling analysis. *Arthropod structure & development*, (48), 56–70.
- Polilov, A. A., Ribera, I., Yavorskaya, M., Cardoso, A. Grebennikov, V., & Beutel. R. (2019). The phylogeny of Ptiliidae (Coleoptera: Staphylinoidea) – the smallest beetles and their evolutionary transformations. *Arthropod Systematics and Phylogeny*, 77, 433–455. 10.26049/ASP77-3-2019-4.
- Cómo citar:** Rodríguez Soto, K., Paz, F., León, A., & Bastardo, R. H. (2022). Primer registro de la familia Ptiliidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinoidea) para la fauna viviente de la Hispaniola. *Novitates Caribaea*, (20), 171–174. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.316>.

Directrices para autores/as

Ámbito e idioma

Novitates Caribaea publica contenidos científicos originales en tres grandes áreas: zoología, paleobiología y geología, cubriendo diferentes aspectos y abordajes dentro de estos campos: sistemática molecular y morfológica, taxonomía, historia natural, ecología, biogeografía, evolución, genética, embriología, comportamiento, conservación, anatomía comparada, paleoecología, paleogeografía, geomorfología y estratigrafía, entre otras. En todos los casos, nos limitaremos a la región del Caribe como ámbito geográfico.

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.

Frecuencia de publicación

La revista *Novitates Caribaea* se publica semestralmente (enero y julio). La recepción de contenidos es continua, pero siempre con opción a publicación en enero y julio. Normalmente, el cierre para la inclusión de contenidos en cada número se hace en los meses noviembre y mayo.

Tipos de originales aceptados

Publicamos dos modalidades de contenidos científicos: artículos y notas.

a) **Artículos.** Tendrán una extensión mínima de 10 páginas y un máximo de 30, incluidas las referencias bibliográficas, la tablas y las figuras; queda a discreción de los editores la aceptación para revisión de trabajos que excedan esta extensión. Su composición se detalla más adelante (“Composición y formato de los Artículos”).

b) **Notas.** Informaciones breves sobre hallazgos singulares, nuevos registros de especies (no de localidades dentro de un mismo país) o nuevas aportaciones resultantes de proyectos de investigación o estudios en marcha. Su extensión deberá ser mayor de tres páginas e inferior a 10, incluidas las referencias bibliográficas. No incluyen todos los acápites requeridos para los artículos (“Composición y formato de las Notas”).

Composición y formato de los artículos

Los trabajos deberán enviarse en formato electrónico de un procesador Word a la plataforma en línea (OJS) y a la dirección de la revista novitatescaribaea@mnhn.gov.do, con tipografía Times New Roman, a 11 puntos, interlineado de 1.5 y títulos (principal y de los acápites) en mayúsculas; debajo del título en el idioma sometido, se escribirá este mismo en el segundo idioma (inglés o español, según el caso). Las figuras (JPG en alta resolución) y las tablas deben enviarse por separado, además de ser insertadas dentro del cuerpo del manuscrito en baja resolución. Deberán estar suscritos con los nombres de los autores, su afiliación institucional, dirección de correo electrónico, ID Orcid y/o de Redalyc y la designación del autor de correspondencia. Los artículos deberán estar estructurados en apartados de acuerdo con 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 renglones, 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 o se trate de un nuevo reporte de una especie plaga. Sin embargo, se aceptarán en el título los nombres de las categorías taxonómicas de pertenencia o inclusividad (Clase, Orden, Familia), sin la autoría de estas. El título debe corresponder con los aspectos esenciales del contenido.

(2) **RESUMEN y PALABRAS CLAVE / ABSTRACT y KEYWORDS.** Resúmenes en ambos idiomas (español e inglés), seguidos cada uno de una lista de 3-6 palabras clave en el idioma correspondiente. El resumen deberá ser informativo y conciso (máximo de 300 palabras), y deberá ofrecer una visión panorámica de su contenido, incluyendo aspectos introductorios, de la metodología y los resultados más sobresalientes del artículo. No se incluirán citas ni referencias en Resumen-Abstract.

(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. Se deberá evitar el uso artificioso de referencias innecesarias.

(4) **OBJETIVOS.** Breves y precisos, a modo de enunciados con verbos en infinitivo, en dos o tres renglones.

(5) **MATERIALES Y MÉTODOS.** Darán cuenta cabal o soportarán todos los resultados que se presenten más adelante, 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. Los autores podrán subdividir este acápite en los apartados necesarios, tales como “área de estudio”, “materiales utilizados” y “análisis estadístico”.

(6) **RESULTADOS.** Este acápite podría incluir varios apartados, con sus subtítulos, a fin de ordenar los contenidos de acuerdo con las características del trabajo sometido. Se recomendará siempre la inclusión de tablas y/o figuras para el ordenamiento y presentación de los resultados. Estos resultados no serán interpretados dentro de este acápite, sino en **DISCUSIÓN**. En la descripción de táxones nuevos para la ciencia, bajo **RESULTADOS**, los autores deberán incluir: *Diagnosis* (en ambos idiomas), *Descripción del Holotipo*, *Tipos* (procedencia y destino, localidades, recolectores y fechas) y *Etimología* (del género o del epíteto específico, de acuerdo con el caso). Se recomienda registrar el acto nomenclatural en ZooBank e incluir el url asignado (LSID). El registro de las nuevas especies publicadas en *Novitates Caribaea* también quedará asentado en Zoological Record (Clarivate Analytic). En los casos de nuevas secuenciaciones de ADN, se aconsejará su registro en el repositorio GenBank. 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 (en bold o negritas). Todos los nombres genéricos y específicos deberán aparecer en itálicas, debiendo 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 **RESULTADOS** en estos trabajos de taxonomía, tales como *Historia Natural* y *Comentarios*, será opcional.

Tablas y Figuras: todas las tablas y figuras (gráficos, dibujos, fotos, mapas u otros elementos) 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. Los autores, incluirán sus figuras en el manuscrito como sugerencia de su ubicación, pero también deberán enviarlas por separado en alta resolución, como se indica más abajo. Las notas explicativas y leyendas 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 general y el detalle de sus partes o componentes, separadas por letras o números. Todos los nombres y subtítulos dentro de la figura deberán estar escritos en Times New Roman, tamaño 11.

(7) **DISCUSIÓN.** Su extensión variará de acuerdo con el contenido de los resultados presentados, pero este texto deberá ser preciso y dar razón o interpretar los resultados del estudio, sin que consista en una repetición de estos últimos. Este acápite podría no ser necesario en artículos de taxonomía, y en otros casos, en los que los autores pudieran valerse de un acápite **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, sin hacer mención de títulos académicos o de otros tipos. Por razones éticas de mucha importancia, se pide a los autores que mencionen los permisos oficiales a cuyo amparo se realizaron recolectas de especímenes o se recibieron facilidades en el manejo de animales, así como decir los nombres de las instituciones que financiaron la investigación.

(10) REFERENCIAS. Las referencias bibliográficas deberán tener una correspondencia exacta con las citas o menciones incluidas en el cuerpo textual, todas las citas en el cuerpo del trabajo deberán aparecer debidamente referenciadas en REFERENCIAS, al tiempo que las referencias que figuren en esta deberán aparecer citadas en aquél. Se evitará sobrecargar el contenido de citas o referencias innecesarias, las que extienden exageradamente este acápite de REFERENCIAS.

Composición y formato de las Notas

Las secciones requeridas para este tipo de contribuciones son las siguientes: TÍTULO (en ambos idiomas), RESUMEN-ABSTRACT y PALABRAS CLAVE-KEYWORDS, a seguidas el cuerpo del texto de corrido y sin dividirlo en acápites. Es decir, las informaciones relativas a Introducción, Objetivos, Materiales y Métodos, Resultados y Conclusiones, irían incluidas dentro del cuerpo del trabajo, pero sin destacarlas con encabezados. Luego, AGRADECIMIENTOS y al final REFERENCIAS, con las mismas observaciones y recomendaciones para estas secciones enunciadas en los incisos anteriores para los Artículos.

Citas y referencias bibliográficas

A partir del número 20 (julio, 2022) la revista *Novitates Caribaea* asume para las citas y referencias las normas APA, siempre en su última versión (actual: séptima edición, 2020). Este estilo se aplica para los artículos y las notas. Para la organización de las referencias en el acápite REFERENCIAS, se recomienda el uso de gestores bibliográficos, algunos de los cuales son de código abierto, pero el autor podría hacerlo manualmente.

Siempre que un autor haga referencia a las ideas y pensamientos de otro autor, y más aún cuando utilice frases de otro, deberá dar crédito a ese autor mediante citas, de lo contrario se considerará como plagio. Se recomienda siempre usar las fuentes primarias, y en caso de no disponer de éstas por razones atendibles, el autor deberá referirla en el texto junto a la fuente secundaria consultada, aunque en su lista de referencias (Referencias) solo figure la fuente secundaria que ha utilizado (ver APA 2020). Siguiendo las normas APA, esta revista utiliza el sistema de Autor-Fecha para las citas. En el caso de las citas textuales o directas, se podrán presentar en dos formatos básicos, citas narrativas o basadas en el autor y citas parentéticas o basadas en el texto, contemplando algunas variantes dentro de estos dos. a) Cita narrativa o basada en el autor: *Espinosa y Robinson (2021) señalan que para la malacofauna terrestre viviente de la Hispaniola “se reportan 612 táxones distribuidos en tres subclases, 129 géneros y 39 familias” (p. 71); Cita parentética o basada en el texto: Para la malacofauna terrestre viviente de la Hispaniola “se reportan 612 táxones distribuidos en tres subclases, 129 géneros y 39 familias” (Espinosa & Robinson, 2021, p. 71).* En el caso de las citas directas con más de 40 palabras se aplican otras instrucciones (ver APA 2020). Sin embargo, dada la propia naturaleza y el ámbito temático de esta revista, la mayoría de las citas utilizadas son parafraseadas, es decir, citas en las que el autor narra o inserta con sus propias palabras ideas y planteamientos de otros autores; en estos casos no se usarán comillas, ni será requisito la indicación de páginas: *Para la Hispaniola, se han reportado 129 géneros, los cuales se ordenan en 39 familias dentro de tres subclases (Espinosa & Robinson, 2021).* Pero en estas citas de parafraseo no puede faltar la indicación de autor-fecha, siendo necesario tomar muy en consideración los siguientes detalles: 1) cada idea, consideración o resultado parafraseado deberá estar referenciado con precisión en paréntesis, aunque se tenga aunque se tenga que repetir algunas de estas referencias; 2) no agrupar indistintamente las referencias en un mismo paréntesis en relación a resultados o ideas diferentes, provenientes de distintas fuentes; 3) no se aconsejan las autocitas, pero en los casos necesarios, y viéndose el autor precisado a insertar ideas o resultados propios publicados previamente, este deberá incluir las referencias correspondientes en paréntesis, evitando así el autoplagio.

En todos los casos anteriores, para las referencias de autor-fecha dentro del cuerpo textual, se tomará en cuenta lo siguiente: 1) ordenarlas por antigüedad y separarlas con punto y coma (Ruggiero & Hawkins, 2008; Nemésio & Vasconcelos, 2013; Fergnani & Ruggiero, 2017); 2) en todas las citas con tres o más autores se usará la expresión et al. (en itálicas) después del primer autor en todos los casos, salvo cuando se pueda originar alguna ambigüedad en la información (ver APA 2020); 3) en el caso anterior, se pondrán apellido e inicial del nombre en la lista de referencias hasta 20 autores, aplicándose lo que manda APA de 21 autores en adelante (ver APA 2020); 4) en los casos de dos o más publicaciones de un mismo autor en un mismo año, se usarán literales al final del año para diferenciarlas (a, b, c...), asignándose estas literales de acuerdo al ordenamiento alfabético de los títulos de esas publicaciones (Hedges, 2004a)... (Sangermano, 2015a, b).

La lista de referencias iniciará en una página separada, bajo el título REFERENCIAS, centrado en la parte superior, al igual que el resto de los acápites, sin subrayar y sin comillas. En esta lista, cada entrada deberá tener una sangría francesa a media pulgada del margen izquierdo debajo del primer renglón:

Referencias

Alonso, R., Crawford, A. & Bermingham, E. (2012). Molecular phylogeny of an endemic radiation of Cuban toads (Bufonidae: Peltophryne) based on mitochondrial and nucleargenes. *Journal of Biogeography*, 39: 434–451. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02594.x>

Gao, D. & Perry, G. (2016). Species–area relationships and additive partitioning of diversity of native and nonnative herpetofauna of the West Indies. *Ecology and Evolution*, 6: 7742–7762. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.09.014>

Como se puede apreciar en los ejemplos, en ninguna referencia incluida faltará: 1. Apellido (coma) e inicial del nombre (punto) de cada autor; 2. Año, entre paréntesis; 3. Título del artículo (en redondas) o del libro (en itálicas); 4. Título de la revista, si no es un libro (en itálicas); 5. Volumen (en itálicas) y número (entre paréntesis); 6. Número de la página de inicio-número de la página final (separados con “en dash”); 7. Fuente de recuperación (doi, url, datos de editora).

Las anteriores directrices solo procuran resumir los aspectos fundamentales en cuanto a citas y referencias, pero siempre el referente obligado serán las propias normas APA 2020.

Revisión por 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, tiempo comprendido a partir de la publicación de cada número (enero y julio). 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. En este proceso de arbitraje, de acuerdo al contenido sometido, participarán los miembros del comité editorial y académicos-investigadores externos a la revista, de diferentes universidades, museos e instituciones afines con quienes tenemos relación o que sean recomendados por estos o los miembros del comité. 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. Estos resultados se formalizarán en nuestro *Formulario para revisión*, documento descargable desde este mismo sitio. 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. En caso de rechazo para publicación, los editores harán llegar a los autores las correcciones y consideraciones de los árbitros, pero las decisiones de estos últimos serán inapelables, siempre que justifiquen su decisión ante los editores. Los trabajos aprobados, luego de incorporar todos los cambios resultantes de la revisión, se someterán a una revisión 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.

Detección de plagio

Todo el proceso editorial en las publicaciones científicas deberá ceñirse siempre a normas éticas claras y firmes. Este principio es fundamental para *Novitates Caribaea*. De entrada, en su carta de intención, los autores deberán dar fe, por escrito y con su firma, que el artículo o nota que someten no se ha publicado previamente en ningún tipo de formato. Una vez recibido, el contenido será evaluado por programas antiplagio, en la actualidad Plag.es. Pero esta no será nuestra única herramienta, sino que se usará Google Scholar y otros recursos de la web, además de la opinión experta de los árbitros, quienes deberán ser conocedores de la literatura publicada en el área correspondiente. Existen diferentes niveles de plagio, y todos serán firmemente rechazados por esta revista, aun tratándose de repeticiones involuntarias por los autores, pero con los intentos de fraudes flagrantes seremos drásticos y se impedirá por siempre todo intento de publicaciones futuras con los nombres de los involucrados.

Política de acceso abierto

Todos los contenidos publicados en *Novitates Caribaea* se ofrecen en acceso libre, siguiendo la definición de la Budapest Open Access Initiative (BOAI10), que dice:

Por “acceso abierto” [a la literatura científica revisada por pares], nos referimos a su disponibilidad gratuita en la Internet pública, que permite a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o añadir un

enlace al texto completo de esos artículos, rastrearlos para su indización, incorporarlos como datos en un software, o utilizarlos para cualquier otro propósito que sea legal, sin barreras financieras, legales o técnicas, aparte de las que son inseparables del acceso mismo a la Internet. La única limitación en cuanto a reproducción y distribución, y el único papel del copyright (los derechos patrimoniales) en este ámbito, debería ser la de dar a los autores el control sobre la integridad de sus trabajos y el derecho a ser adecuadamente reconocidos y citados.

Novitates Caribaea es una revista Open Access Diamante, por lo que el sometimiento o postulación, el procesamiento, la revisión, la publicación y la lectura de los contenidos está libre de todo cargo o cobro, para los autores y lectores.

Preservación de archivos

La revista *Novitates Caribaea* utiliza los programas Lockss y Clockss, implementados por PKP Preservation Network (PKN PN), incorporado a OJS. Adicionalmente, se hacen archivos (backup) desde el servidor institucional.

Protocolo de interoperabilidad

La revista *Novitates Caribaea* utiliza el protocolo OAI-PMH, el cual puede localizarse y consultarse en el siguiente enlace:

https://novitatescaribaea.do/index.php/novitates/oaiverb=ListRecords&metadataPrefix=oai_dc

Exención de responsabilidad

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

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

Scope and language

Novitates Caribaea journal publishes original scientific content in three major areas: zoology, paleobiology and geology, covering different aspects and approaches within these fields: molecular and morphological systematics, taxonomy, natural history, ecology, biogeography, evolution, genetics, embryology, behavior, conservation, comparative anatomy, paleoecology, paleogeography, geomorphology, and stratigraphy, among others. In all cases, we focus exclusively on the Caribbean region as a geographic scope.

The official language of the journal is Spanish, but works in English are also accepted, provided that the author or one of the co-authors is proficient in English; or by means of a certification from an English-speaking professional who has proofread the manuscript.

Publication Frequency

The *Novitates Caribaea* journal is published twice a year (January and July). Manuscripts may be submitted year-round, but always for publication in January or July. Generally, the deadlines for the inclusion of articles in a January or July issue are November or May, respectively.

Submission Types

We publish two types of scientific content: articles and notes.

a) Articles. Manuscripts should have a minimum length of 10 pages and a maximum of 30 pages, including bibliographical references, tables, and figures. Acceptance for review of submissions that exceed the maximum number of pages remains at the discretion of the editors. The expected structure for this submission type is detailed below (“Structure and format of Articles”).

b) Notes. Brief information on unique findings, new species records (not localities within the same country) or new contributions resulting from ongoing research projects or studies. Notes must be longer than three pages but shorter than 10 pages, including bibliographical references. Notes do not need to include all the sections required for the articles (“Structure and format of Notes”).

Structure and Format of Articles

New submissions must be uploaded as a Word document to the online platform (OJS) and sent to the journal’s email address (novitatescaribaea@mnhn.gov.do). Manuscripts should be in Times New Roman font, 11 points, 1.5 line spacing and titles (main and paragraphs) in capital letters. Under the title in the submitted language should be a translation of the title in the second language (English or Spanish, as the case may be). Figures (high resolution JPG) and tables must be sent separately, in addition to being inserted in the body of the manuscript in low resolution. Submissions must be signed with the names of the authors, their institutional affiliation, e-mail address, Orcid and/or Redalyc ID, and an indication of the corresponding author. Articles must be structured with the following components:

(1) TITLE. In Spanish and English, concise and relevant to the content of the work. The manuscript title should not exceed three lines written in capital letters. The authorship of species or of the major taxonomic categories should not be included in the title, unless the content of the manuscript focuses on status of a species or taxonomic group, or if the submission is a new report of a pest species. However, the names of the taxonomic categories (Class, Order, Family) can be included in the title, albeit without their authorship. The title must correspond to the essential aspects of the content.

(2) ABSTRACT and KEYWORDS. Abstracts must be written in both languages (Spanish and English), each followed by a list of 3-6 keywords in the corresponding language. The abstract must be informative and concise (maximum of 300 words) and should offer a panoramic view of the manuscript’s content, including introductory aspects, the methodology and the most outstanding findings of the article. No citations or references should be included in the Abstract.

(3) INTRODUCTION. This section should include the necessary citations and references to reflect the most up-to-date literature on the subject, while giving the reasons and justification for the investigation. The artificial use of unnecessary references should be avoided.

(4) **OBJECTIVES.** Brief and precise. Must be written as sentences with verbs in the infinitive tense, in two or three lines.

(5) **MATERIALS AND METHODS.** This section should give a full account or support of all the results that are presented later in the manuscript. It must duly report what was done, how, where and what materials and equipment were used; the statistical analysis performed, if any, and how the results were organized. In all the points that are being considered, the pertinent references should be provided. The authors may subdivide this section into the necessary sub-sections, such as “study area”, “materials used” and “statistical analysis”.

(6) **RESULTS.** This section could include several sub-sections, with their respective subtitles, in order to organize the contents of the section as appropriate for the work submitted. The inclusion of tables and/or figures is highly recommended as a guide to order and present results. The presented results should not be interpreted within this section, but in the **DISCUSSION**. If the submission is a description of new taxa, under **RESULTS**, the authors must include: *Diagnosis* (in both languages), *Description of the Holotype*, *Types* (origin and destination, locations, collectors and dates) and *Etymology* (of the genus or of the specific epithet, according to the case). We suggests authors register the nomenclatural act in ZooBank and include the assigned url (LSID). The record of the new species published in *Novitates Caribaea* should also be recorded in the Zoological Record (Clarivate Analytic). In the case of new DNA sequencing, registration in the GenBank repository is recommended. The name of the new taxon should be indicated with the inscriptions sp. nov. or gene nov., depending on the case, each time it appears in the text (in bold type). All generic and specific names must appear in italics, and must be abbreviated from their first reference in the text by the initial letter of the genus followed by a period and the specific name (example: *Achromoporus heteromus*...*A. heteromus*). In general, for names and all nomenclatural acts, authors and publishers will be governed by the rules established in the latest edition of the International Code of Zoological Nomenclature, prepared by the International Commission on Zoological Nomenclature. The inclusion of other **RESULTS** blocks in these taxonomic manuscripts, such as *Natural History* and *Comments*, will be optional.

Tables and Figures: all tables and figures (graphs, drawings, photos, maps or other elements) will be included in the **RESULTS** section, duly identified with a concise title and numbered sequentially, using Roman numerals for tables and Arabic numerals for figures. The authors will include their figures in the manuscript as a suggestion of their location, but they must also send them separately in high resolution, as indicated below. Any explanatory notes and/or legends of Tables will go at the bottom of these (a space below) and in some special cases at the bottom of a column, using asterisks or floating numbers. Drawings must be made on white paper with black ink, well defined and assembled in sheets if there are several and the work requires it. All figures to be included in the manuscript must also be sent by email, in individual files with a BMP or JPG extension and with a resolution of 270-300 DPI. The scale must be indicated both on the drawings and on the photos. Figure captions must have a general title and details of their parts or components, separated by letters or numbers. All names and subtitles within the figure should be in Times New Roman, size 11.

(7) **DISCUSSION.** The length of this section will vary according to the content of the results presented, but the content must be precise and explain or interpret the results of the study, without being redundant. This section may not be necessary in taxonomy articles, and in other cases, in which the authors could use a **RESULTS AND DISCUSSION** combined section.

(8) **CONCLUSIONS.** Their presentation style will be left to the discretion of the authors, but in any case, they should be clear and precise, and closely linked to the **DISCUSSION**. In some Articles, as would be the case of those that consist of the description of new species, the **CONCLUSIONS** section will not be necessary. In other works, this section could be accompanied with pertinent recommendations, in this case title the section as **CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**.

(9) **ACKNOWLEDGMENTS.** It is recommended to be brief in the mention of institutions and people who collaborated with the work, without mentioning academic titles or other titles. For ethical reasons of great importance, the authors are asked to mention the official permits under which specimens were collected or facilities were utilized for the handling of animals, as well as the names of the institutions that financed the research.

(10) **REFERENCES.** The bibliographical references must have an exact correspondence with the citations or mentions included in the body of the text. All the citations in the body of the work must appear duly referenced in **REFERENCES**. Avoid overloading the content with unnecessary citations or references.

Composition and Format of Notes

The sections required for this type of contribution are the following: TITLE (in both languages), ABSTRACT and KEYWORDS, followed by the body of the text without dividing it into sections. That is, the information related to Introduction, Objectives, Materials and Methods, Results and Conclusions, would be included within the body of the work, but without highlighting them with headings. Then, ACKNOWLEDGMENTS and at the end REFERENCES, with the same observations and recommendations for these sections stated in the previous paragraphs for Articles.

Citations and Bibliographical References

As of issue 20 (July 2022), the *Novitates Caribaea* journal follows APA standards for citations and references in its latest version (current: seventh edition, 2020). This style applies to Articles and Notes. For the organization of references in the REFERENCES section, the use of bibliographic managers is recommended, some of which are open source, but the author could also do it manually.

Whenever an author refers to the ideas and thoughts of another author, and even more so when the author uses phrases from another, they must give credit to the referred author through citations, otherwise it will be considered plagiarism. It is always recommended to use the primary sources, and if they are not available for reasonable reasons, the author must refer to it in the text together with the secondary source consulted, even if only the secondary source appears in the list of references (see APA 2020). Following APA standards, this journal uses the Author-Date system for citations. In the case of textual or direct citations, they may be presented in two basic formats, narrative citations or based on the author and parenthetical citations or based on the text, contemplating some variants within these two.

a) Narrative citation or based on the author: Espinosa and Robinson (2021) point out that for the living terrestrial malacofauna of Hispaniola “612 taxa distributed in three subclasses, 129 genera and 39 families are reported” (p. 71); Parenthetical citation or based on the text: For the living terrestrial malacofauna of Hispaniola “612 taxa distributed in three subclasses, 129 genera and 39 families are reported” (Espinosa & Robinson, 2021, p. 71). In the case of direct citations with more than 40 words, other instructions apply (see APA 2020). However, given the very nature and thematic scope of this journal, most of the quotes used are paraphrased, that is, quotes within which the author narrates or inserts in his own words ideas and approaches of other authors; in these cases, quotation marks will not be used, nor will page indication be required: For Hispaniola, 129 genera have been reported, which are arranged in 39 families within three subclasses (Espinosa & Robinson, 2021). But in these paraphrasing citations, the author-date indication cannot be absent, being necessary to take into consideration the following details: 1) each paraphrased idea, consideration or result must be precisely referenced in parentheses, even if some of them have to be repeated; 2) do not group references indistinctly in the same parentheses in relation to different results or ideas, coming from different sources; 3) self-citations are not recommended, but when necessary, and seeing that the author needs to insert their own ideas or previously published results, they must include the corresponding references in parentheses, thus avoiding self-plagiarism.

In all the above cases, for the author-date references within the textual body, the following will be taken into account: 1) order them by year of publication and separate them with a semicolon (Bouzan et al., 2017a; Bouzan, Iniesta, & Brescovit, 2018b; Bouzan, Pena-Barbosa, & Brescovit, 2017b); 2) in all citations with three or more authors, the expression et al. after the first author in all cases, except when some ambiguity may arise in the information (see APA 2020); 3) in the previous case, the surname and initial of the name will be put in the list of references (REFERENCES) up to 20 authors, applying what APA mandates from 21 authors onwards (see APA 2020); 4) in the cases of two or more publications by the same author in the same year, letters should be used at the end of the year to differentiate them (a, b, c...), assigning these letters according to the alphabetical ordering of the titles of those publications (Hedges, 2004a)... (Bueno-Villegas, 2020a,b).

The list of references will begin on a separate page, under the title REFERENCES, centered at the top, like the rest of the headings, without underlining and without quotation marks. In this list, each entry should have a hanging indent one-half inch from the left margin:

REFERENCES:

Alonso, R., Crawford, A. & Bermingham, E. (2012). Molecular phylogeny of an endemic radiation of Cuban toads (Bufonidae: Peltophryne) based on mitochondrial and nucleargenes. *Journal of Biogeography*, 39: 434–451. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02594.x>

Gao, D. & Perry, G. (2016). Species–area relationships and additive partitioning of diversity of native and nonnative herpetofauna of the West Indies. *Ecology and Evolution*, 6: 7742–7762. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.09.014>

Kumar, S., Stecher, G., Suleski, M., & Hedges, S. B. (2017). TimeTree: a resource for timelines, timetrees, and divergence times. *Molecular biology and evolution*, 34(7), 1812–1819.

As can be seen in these examples, the following components must be present: 1. Surname (comma) and initial of the name (dot) of each author; 2. Year, in parentheses; 3. Title of the article (in bullets) or of the book (in italics); 4. Title of the magazine, if it is not a book (in italics); 5. Volume (in italics) and number (in parentheses); 6. Number of the beginning page-number of the final page (separated with “in dash”); 7. Retrieval source (doi, url, publisher data).

The above guidelines only attempt to summarize the fundamental aspects of citations and references, but the obligatory reference will always be the APA 2020 standards themselves.

Peer review

The editors of *Novitates Caribaea* will make a first review of the submitted manuscript to confirm the relevance of its content with the objectives and scope of the journal, as well as compliance with our editorial standards as established in the document “Guidelines for Authors”. The results of this initial review will be communicated to the author within a period not exceeding three weeks, from the publication of each number (January and July). In a second stage, the manuscript will be submitted for peer review following the double-blind system: the author and the reviewers will only have communication with the editors, keeping their identities hidden from each other. The referees or reviewers will deliver the results of their evaluation to the editors within a time not exceeding four months. In case of delay, the authors will be notified. These results will be formalized in our Review form, a document that can be downloaded from this same site. The editors will make biunivocal communication between authors and reviewers possible, maintaining their anonymity, while guaranteeing respect for the considerations of both parties and the incorporation of the pertinent changes in the approved manuscript or the communication of its rejection, if this is the case. In case of rejection for publication, the editors will send the authors the corrections and considerations of the referees, but the decisions of the latter will be final, as long as they justify their decision before the editors. The approved works, after incorporating all the changes resulting from the review, will be submitted to a final style review, in agreement with the author. The editors undertake to send the author a proof PDF with the final work diagrammed, requiring their approval prior to publication.

Detection of Plagiarism

The entire editorial process for scientific publications must adhere to clear and firm ethical standards. This principle is fundamental to *Novitates Caribaea*. From the outset, in their letter of intent, the authors must attest, in writing and with their signature, that the article or note they submit has not been previously published in any type of format. Once received, the content will be evaluated by anti-plagiarism programs. We currently use Plag.es, but this will not be our only tool. Google Scholar and other web resources will be used, in addition to the expert opinion of the referees, who will be familiar with the literature published in the corresponding area. There are different levels of plagiarism, and all will be firmly rejected by this journal, even in the case of inadvertent repetition by the authors, but with flagrant fraud attempts we will be drastic, and any future publication attempts with the names of those involved will be forever banned.

Open access policy

All the contents published in *Novitates Caribaea* are freely accessible, following the definition of the Budapest Open Access Initiative (BOAI10), which states:

By “open access” [to peer-reviewed scientific literature], we refer to its free availability on the public Internet, allowing any user to read, download, copy, distribute, print, search, or add a link to the full text of those articles, track them for indexing, enter them as data into software, or use them for any other purpose that is lawful, without financial, legal, or technical barriers, other than those inseparable from access to the Internet itself. The only limitation on reproduction and distribution, and the only role of copyright (property rights) in this area, should be to give authors control over the integrity of their works and the right to be properly acknowledged and cited.

Novitates Caribaea is an Open Access Diamond journal, so the submission or application, processing, review, publication and reading of the contents is free of any charge, for authors and readers.

Copyright

All the contents published in *Novitates Caribaea* are protected under the Creative Commons CC BY-NC 4.0: Attribution-NonCommercial 4.0 International license. The following conditions apply a) The authors retain the

copyright and give the journal the right of first publication, with the work registered with the Creative Commons attribution license that allows third parties to use what is published as long as they mention the authorship of the work and the first publication in this journal. b) The authors may make other independent and additional contractual agreements for the non-exclusive distribution of the version of the article published in this journal (e.g., deposit it in an institutional repository or website, publish it in a book) provided that they clearly indicate that the work was first published in this journal. c) The commercial use of the contents is prohibited.

File Preservation

Novitates Caribaea journal uses the Lockss and Clockss programs, implemented by the PKP Preservation Network (PKN PN), incorporated into OJS. Additionally, files (backups) are made from the server.

Interoperability protocol

The *Novitates Caribaea* journal uses the OAI-PMH protocol, which can be located and consulted on the following link: https://novitatescaribaea.do/index.php/novitates/oaiverb=ListRecords&metadataPrefix=oai_dc

Waiver of liability

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

Privacy statement

The names and email addresses entered in this magazine will be used exclusively for the purposes stated in it and will not be provided to third parties or used for other purposes.

Novitates CARIBAEA

Número 20. Julio, 2022

CONTENIDO

In memoriam: Gilberto Silva Taboada (1927–2022) V

Artículos

Complete zygomatic arches in the Late Quaternary sloth *Neocnus* from La Altagracia province, Dominican Republic

Robert K. MCAFEE & Juan N. ALMONTE 1

Revision of the fossil land tortoises (Testudines: Testudinidae) from Hispaniola with the description of a new species

Lázaro W. VIÑOLA-LÓPEZ & Juan N. ALMONTE 11

Natalus primus (Chiroptera: Natalidae), de Cueva Las Anemolitas, Gibara, Este de Cuba

Luis Mariano RODRÍGUEZ GARRIDO 30

Una nueva especie de *Oxyurostylis* Calman, 1912 (Crustacea: Peracarida) de Cuba

Manuel ORTIZ 42

Nuevos hallazgos de peracáridos marinos (Crustacea: Amphipoda, Isopoda) en el Océano Atlántico y el Golfo de México

Carlos VARELA 51

Guía ilustrada para identificar los eufausiáceos (Crustacea: Malacostraca) recolectados en Cuba

Manuel ORTIZ 59

Conducta de apareamiento de *Setipellis stigmatica* (Gastropoda: Cepolidae) en cautiverio, morfología del dardo y del espermatóforo

Bernardo REYES-TUR, Camila BOSCH-DIAZ & Maíke HERNÁNDEZ 69

Morfología comparada del hueso urohial de peces recolectados en la línea costera de Veracruz, México

José Antonio MARTÍNEZ-PÉREZ, Jairo Sarael GARDUÑO-GAONA,
Luis Ángel MEDINA-NARVAEZ, Samantha BRAVO-MORÁN, Carlos BLAS-GARFIAS
& Jonathan DE LA CRUZ-TORRES 84

Nueva lista de peces que habitan sistemas fluviales en Holguín, Cuba

Enrique REYNALDO DE LA CRUZ 99

Reptiles terrestres del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba

Evelyn MARICHAL ARBONA & Karel MAURE GARCÍA 123

Fluctuación poblacional de *Ips calligraphus* en pinares de la vertiente norte de la Cordillera Central, República Dominicana

Alfredo Arangel JIMÉNEZ G., Pablo Raúl CORDÓN CABRERA,
& José Eugenio AGRAMONTE 137

Lista taxonómica de las mariposas (Insecta: Lepidoptera) del sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Holguín-Guantánamo, Cuba

Lázaro Marcos VARONA-ÁLVAREZ 155

Nota

Primer registro de la familia Ptiliidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinoidea) para la fauna viviente de la Hispaniola

Katiuska RODRÍGUEZ SOTO, Francisco PAZ, Arturo LEÓN & Ruth H. BASTARDO 171