

ISSN 2079-0139
Versión en línea



Novitates CARIBAEA

Enero, 2019

Número 13

Novitates CARIBAEA

Editores

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

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

Comité Editorial

Alexander Sánchez-Ruiz	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. alex.sanchezruiz@hotmail.com
Altagracia Espinosa	Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, UASD, República Dominicana. altagraciaspinosa@yahoo.com
Antonio R. Pérez-Asso	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. perezasso@hotmail.com
S. Blair Hedges	Center for Biodiversity, Temple University, Philadelphia, USA. sbh@temple.edu
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@vtcecostudies.org
Daniel E. Perez-Gelabert	United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, USA. perezd@si.edu
Esteban Gutiérrez	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. esteban@mnhnc.inf.cu
Gabriel de los Santos	Museo Nacional de Historia Natural, República Dominicana. g.delossantos@mnhn.gov.do
Gabriela Nunez-Mir	Department of Biology, Virginia Commonwealth University, USA. genunezmir@vcu.edu
Giraldo Alayón García	Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. moffly@informed.sld.cu
James Parham	California State University, Fullerton, USA. jfparham@gmail.com
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
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

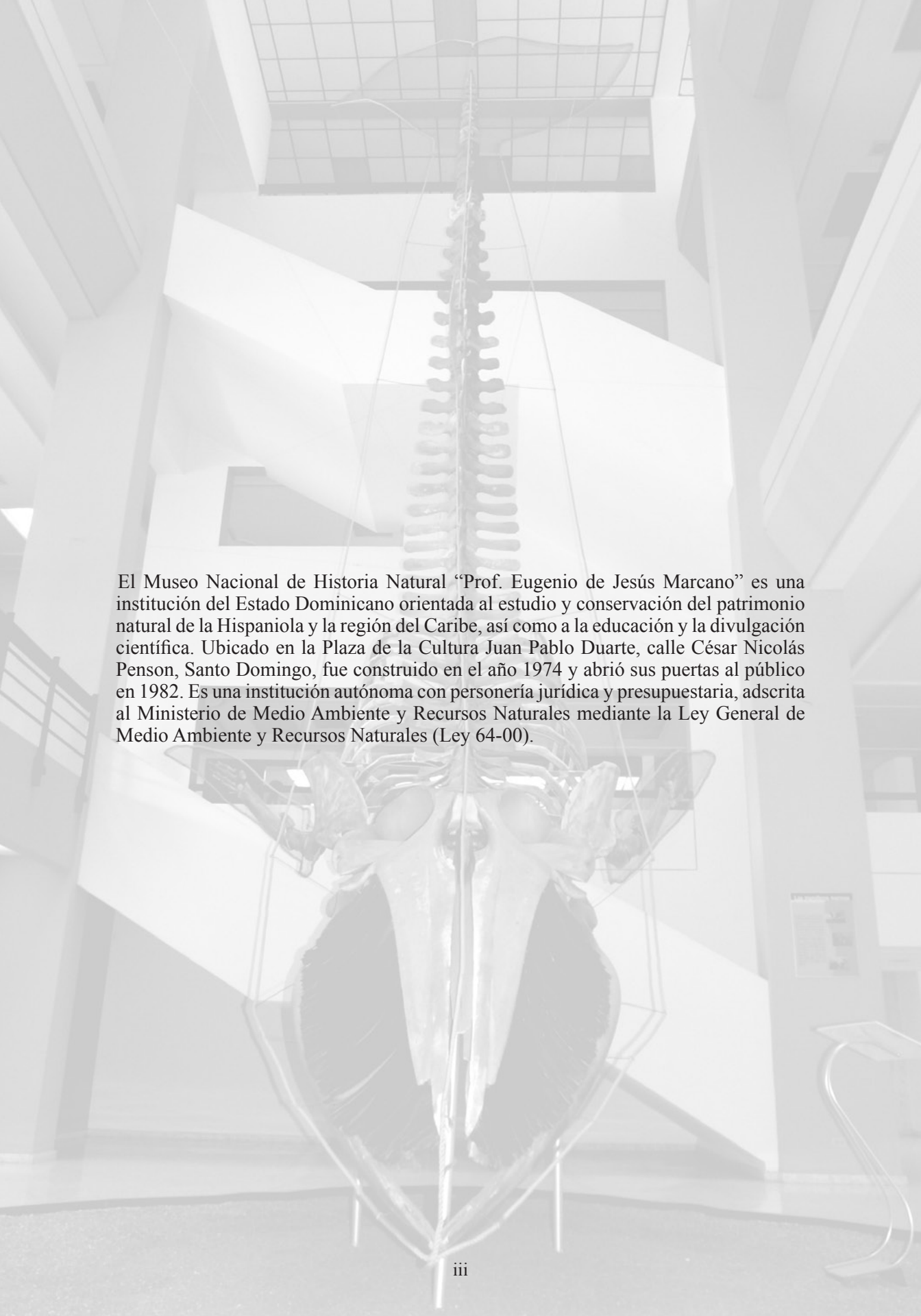
Para envío de manuscritos y mensajes:
novitatescaribaea@mnhn.gov.do

Diagramación: Yurkidia Díaz
y.diazfeliz@mnhn.gov.do



Novitates
CARIBAEA

Enero, 2019. Número 13



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).

PREFERENCIAS TRÓFICAS DE *PTEROIS VOLITANS* (SCORPAENIDAE)
EN EL ÁREA COSTERA DE HOLGUÍN, CUBA

Trophic preference of *Pterois volitans* (Scorpaenidae) in the coastal area of Holguin, Cuba

Enrique Reynaldo de la Cruz^{1*}, Antonio Veja Torres¹, María Eugenia Veja Cendejas², Alejandro Fernández Velázquez¹, José Cruz Ramírez¹, Elier Córdova García¹ y Pedro Cruz Ramírez¹

¹Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Holguín. Calle 18 s/n e/ 1ra. y Maceo. Reparto. El Llano, Holguín, 80100, Cuba. ereynaldo@cisat.cu*; vega@cisat.cu; jose@cisat.cu; elier@cisat.cu; peter@cisat.cu.

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. Km 6 antigua carretera a Progreso; Apartado Postal #73 Cordemex; 97310 Mérida, Yucatán, México. maruvega@cinvestav.mx.

RESUMEN

El pez león (*Pterois volitans*) es una especie arrecifal que ha invadido de una manera vertiginosa el Atlántico Occidental. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la dieta del pez león en la zona costera de Holguín, Cuba. Para ello, se realizaron ocho campañas de muestreo durante el período abril-noviembre de 2016 en seis sitios costeros, incluyendo arrecifes frontales, artificiales y bahías, ubicados entre los 14 y 35 m de profundidad. Se analizó un total de 250 ejemplares con tallas entre 8 y 33 cm de longitud estándar. A través del análisis de sus contenidos estomacales se identificaron 27 tipos de presa, las cuales se agruparon en las categorías tróficas de peces, crustáceos y moluscos. Los peces fueron el componente preferencial en la dieta del pez león en base a los métodos numérico, frecuencia de ocurrencia, gravimétrico e índice de importancia relativa. Dentro de las presas, las especies de peces *Holocentrus rufus* y *Monocanthus tuckeri* fueron las más representativas. La dieta del pez león en el área de estudio reflejó la disponibilidad de las presas en cada sitio, lo que sugiere que es un predador oportunista (Índice de Levin = 0.91). No se encontró diferencias estadísticas en relación a la similitud entre los sitios de muestreo a partir del aporte del peso de los diferentes componentes consumidos.

Palabras clave: especie invasora, generalista trófico, pez león.

ABSTRACT

The lionfish (*Pterois volitans*) is a species of reef fish that has invaded the Western Atlantic in a dizzying manner. The objective of this study was to characterize the diet of the lionfish in the coastal zone of Holguín, Cuba. For this purpose, eight sampling campaigns were conducted during the period April-November 2016 in six coastal sites, including frontal, artificial reefs and bays located between 14 and 35 m deep. A total of 250 specimens with sizes between 8 and 33 cm of standard length were collected. Through stomach contents analysis, 27 types of prey were identified, which were grouped into the trophic categories of fish, crustaceans and mollusks. The fish were the principal component in the diet of the lionfish according to the numerical, frequency, gravimetric methods and the index of relative importance. Within the preys, the fish species *Holocentrus rufus* and *Monocanthus tuckeri* were the most representative. The diet of the lionfish in the study area reflected the availability of prey at each site, suggesting that it is an opportunistic predator (Levin index = 0.91). No statistical differences were found in relation to the similarity between the sampling sites based on the contribution of the weight of the different components consumed.

Keywords: invasive species, opportunistic predator, lionfish.

INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales del Indo-Pacífico son el ámbito de distribución natural del pez león. No obstante, las especies *Pterois miles* (Linnaeus, 1758) y *P. volitans* (Bennett, 1828), del mismo género, han invadido el océano Atlántico. La presencia de *P. miles* sólo está documentada en el sureste de Estados Unidos y Bahamas, mientras que *P. volitans* está presente en todo el Sureste de Estados Unidos desde la Florida, Golfo de México, Antillas Mayores, Antillas Menores y Centro América hasta la costa norte de Sur América, por lo que su invasión es una de las más extensas documentadas para peces marinos (Morris y Akins, 2009; Morris, 2013).

La presencia del pez león se registró en Cuba a partir del año 2007 y se ha dispersado rápidamente por toda la isla (Chevalier *et al.*, 2008; Pantoja *et al.*, 2017). Por su gran capacidad de diseminación y reproducción, es una especie muy difícil de eliminar y controlar, significando una amenaza para la ecología de los arrecifes (Alcolado, 2012). Esta especie es un carnívoro, capaz de afectar comunidades ictiológicas arrecifales mediante la depredación (Albins y Hixon, 2008). En su dieta se incluyen peces pequeños y juveniles de importancia económica, como los meros (Serranidae). Asimismo, tiene la posibilidad de diezmar poblaciones de especies importantes, como los herbívoros controladores de las algas. Consume invertebrados en menor proporción, en dependencia de la disponibilidad de alimento, tales como crustáceos y moluscos, además de adaptarse a consumir nuevas presas (Albins y Hixon, 2011).

El pez león puede competir por alimento y refugios naturales con otras especies ictiológicas de elevado valor económico y ecológico, en algunos casos puede lograr desplazarlas a sitios con condiciones menos favorables para el desarrollo de su ciclo de vida, ejemplo los grandes meros, importantes indicadores del estado de salud de los arrecifes coralinos (Morris, 2013; Morris y Green, 2013). Whitfield *et al.* (2007) y Albins y Hixon (2008) determinaron que el pez león podría superar en determinados ecosistemas marinos a los depredadores autóctonos, los cuales, a su vez, presentan bajas densidades en la costa norte oriental de Cuba, producto a la pesca submarina selectiva (Albins, 2013; Layman *et al.*, 2014; Albins, 2015). En Cuba, se caracterizó la dieta del pez león en arrecifes frontales del litoral occidental de la Habana durante los meses junio de 2012 y enero de 2014. Se identificó 54 tipos de presa en el contenido estomacal, distribuidas entre peces, crustáceos y moluscos. Los peces constituyeron el grupo principal en su dieta, destacándose el consumo de las especies *Stegastes partitus* (Poey, 1868) y *Thalassoma bifasciatum* (Bloch, 1791), ver a García (2015).

En el litoral turístico de la provincia Holguín, durante los años 2012 (en abril) y 2013 (en agosto), Vega *et al.* (2015) determinaron, en 48 estómagos de pez león, un consumo frecuente de peces y crustáceos. Se obtuvieron siete tipos tróficos, agrupados en tres órdenes y cinco familias, dentro de las cuales, Pomacentridae y Labridae fueron las de mayor importancia. No obstante, se ha avanzado en el conocimiento de la biología y ecología trófica de esta especie invasora, es fundamental precisar e incrementar el conocimiento acerca de sus preferencias tróficas y valorar si es un predador oportunista en las zonas arrecifales y bahías del Caribe.

OBJETIVOS

-Describir cuantitativamente la composición de la dieta del pez león, determinar si es un depredador generalista, las variaciones de su alimentación en función de su talla y las preferencias tróficas en la zona costera de Holguín, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se enmarca en una costa sin plataforma de origen tectónico, cubriendo la zona costera desde Playa Blanca (21° 05' 24,55" N; 075° 59' 38,80" W) hasta Playa Esmeralda (21° 07' 6,44" N; 075° 51' 42,44" W), con una longitud aproximada de 35 km (Fig. 1). La profundidad de trabajo fue de 14 a 45 metros.

Diseño de muestreo. El estudio se realizó en ocho campañas de muestreo, durante el período comprendido entre abril y noviembre de 2016. Se seleccionó un total de seis sitios de monitoreo. Estos fueron ubicados principalmente en arrecifes coralinos, estructuras artificiales y fondos rocosos. Cada sitio fue geo-referenciado con sistema de posicionamiento global, GPS Garmin X12. Se utilizó el protocolo nacional elaborado para el estudio del pez león en Cuba (Chevalier *et al.*, 2008), utilizando equipos de buceo Scuba para su colecta. En cada sitio de muestreo se realizaron seis recorridos lineales de 50 m de largo por 2 m de ancho (100 m²), cubriendo un área total de 600 m² durante los períodos de seca y lluvia. Las capturas de los ejemplares del pez león se realizaron con arpones hawaianos. Atendiendo a los hábitos conductuales de esta especie, los recorridos lineales se hicieron sobre zonas con el relieve más irregular dentro de cada sitio; buscando con detenimiento en grietas y oquedades donde podía refugiarse.

Análisis del contenido estomacal. Los ejemplares del pez león capturados fueron congelados y llevados al laboratorio. Posteriormente fueron sacrificados, realizando un corte de la columna vertebral en la región cervical con el fin de remover las espinas dorsales, ventrales y anales, para evitar posibles accidentes. La extracción del estómago fue realizada según las normas establecidas por Moravec *et al.* (1992). A cada individuo se le realizó un corte longitudinal en la región ventral desde la cloaca hasta el opérculo y se retiró el estómago cortando ambos extremos. Luego se tomó el registro de la longitud y ancho de los estómagos (cm) y peso (g) de manera individual, utilizando para ello una cinta métrica y balanza digital Sartorio.

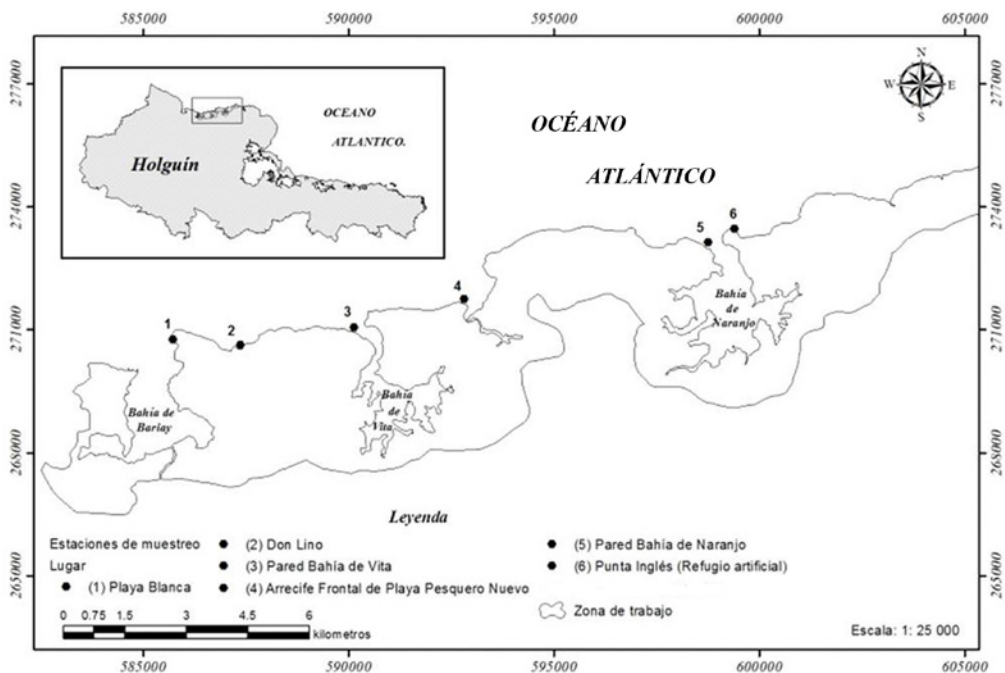


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

El contenido estomacal se analizó visualmente o con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Teniendo en cuenta el estado de degradación de las entidades registradas en los estómagos, éstas se identificaron hasta el taxón más bajo posible, utilizando para ello referencias especializadas como Böhlke y Chaplin (1993), Guitart (1985a, 1985b) y Humann y Deloach (2002). Los crustáceos se identificaron en base a los trabajos de Gómez (1980) y Martínez y Gómez (1986). Específicamente, para el infraorden Brachyura se emplearon los trabajos de Chace (1972) y de Martínez y Gómez (1986) y para los pertenecientes al suborden Dendrobranchiata los de Ortiz *et al.* (2010). Se graficó una curva de Entidades acumuladas vs. Estómagos analizados (unidades de muestreo), para determinar si el tamaño de la muestra era el apropiado.

Se realizó un análisis cualitativo del contenido estomacal, separando las diferentes especies presa, de acuerdo con el grupo taxonómico. Dependiendo de su grado de digestión, se asignaron cinco estados: I= presas recién consumidas, II= presas completas que ya presentaban una evidencia de digestión, III= presas que ya tenían un grado avanzado de digestión, IV= restos de presas y V= partes duras (Clothier, 1950). El análisis cuantitativo para cada ejemplar se obtuvo a través de los métodos gravimétrico (%G), numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), (Hyslop, 1980), mientras que el % del índice de importancia relativa (%IIR) se determinó a partir del índice de importancia Relativa (IRI), definido por Pinkas *et al.* (1971) como: $IRI = (\%N + \%G) * \%FO$, según Morato *et al.* (2003), como:

$$\%IIR = \frac{100 * IRI_i}{\sum_{i=1}^n IRI_i} \quad (1)$$

Se analizó el consumo de peces y crustáceos según la talla del ejemplar mediante los métodos %F, %N y %G. Para ello, los ejemplares capturados fueron agrupados en 6 clases de largo total: 5-10 cm; 10.1-15 cm; 15.1-20 cm; 20.1-25 cm; 25.1-30 cm y más de 30 cm. La amplitud del espectro trófico se determinó calculando el índice estandarizado de Levin (Hurlbert, 1978; Krebs, 1989), mediante la siguiente fórmula:

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum_j p_{ij}^2} - 1 \right) \quad (2)$$

Donde, n es el número de presas y P_{ij} es la proporción de la dieta del depredador i sobre la presa j. Este índice presenta un intervalo de valores que va de 0 a 1; valores menores a 0.60 indican que el depredador es especialista, mientras que valores mayores a 0.60 reflejan una alimentación generalista, en donde los predadores consumen las presas sin preferencia por alguna de ellas (Labropoulou y Eleftheriou, 1997; Vázquez *et al.*, 2008).

Análisis de los datos. El grado de utilización de los recursos alimenticios del pez león entre las diferentes estaciones de muestreo se evaluó a través de la sobreposición de su dieta (proporción en peso de las presas) mediante el análisis de agrupación, utilizando como medida de similitud el índice de Morisita (1959) modificado por Horn (1966). Este índice permite establecer la diversidad de las presas consumidas dentro de una muestra (Wolda, 1981). Se empleó el análisis de disimilitud (ANOSIM) para determinar las diferencias estadísticas entre los clúster formados a un 65% de similitud, empleando 10 000 permutaciones (Clarke, 1993). El paquete estadístico utilizado fue el PAST 3.18 (Hammer *et al.*, 2018).

RESULTADOS

Caracterización de la dieta del pez león. Se analizó un total de 250 estómagos, de los cuales 46.59% contenían alimento y 53.41% estuvieron vacíos. Los sitios de mayor número de individuos con estómagos llenos fueron Playa Blanca y Pesquero. Se observó una ligera tendencia asintótica entre el número de entidades consumidas y el número de estómagos analizados, permitiendo considerar el tamaño de muestra aceptable (Fig. 2). El análisis cualitativo arrojó los mayores valores de descomposición en los grados de digestión V, IV y I en Playa Blanca y III en Bahía de Vita, lo que indica el registro de presas recién digeridas y las que ya tenían un cierto grado de descomposición.

A través del análisis del contenido estomacal se determinaron 27 tipos de presa, distribuidas entre peces, crustáceos y moluscos. Los peces constituyeron el grupo principal en la dieta del pez león y los crustáceos el segundo, según los cuatro métodos empleados (Fig. 3). Las familias ictiológicas que presentaron un mayor valor porcentual del índice de importancia relativa fueron Holocentridae (*Holocentrus rufus*), Monacanthidae (*Monacanthus tuckeri*), Mullidae (*Mulloidichthys martinicus*) Labridae (*Thalassoma bifasciatum*) y Acanthuridae (*Acanthurus coeruleus*), ver Tabla I.

Análisis de la dieta. En la Figura 4 se muestran los gráficos de %FO, %N y %G según las clases de talla de peces león capturados. En todos los métodos se observaron los mayores consumos de peces, disminuyendo en el método de frecuencia a medida que aumentaba la talla del pez león. Este comportamiento se mantuvo constante en los métodos de %N y %G, observándose un decremento en el consumo de peces conforme se incrementaba la talla. Respecto al valor de amplitud del nicho trófico, éste fue alto (0.91), lo que permite definir a *P. volitans* como un depredador generalista. Para conocer en cuales sitios de muestreo existe similitud en relación con la composición trófica de los componentes de la dieta del pez león, se observa que a un nivel de corte de 0.65 se formaron cinco grupos, con un coeficiente de correlación (R^2) de 0.97 (Fig. 5). Bahía de Vita y Punta Ingles fueron los únicos sitios que presentaron una similitud superior a 0.75 con un 57% de confiabilidad. No se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos (ANOSIM; $R = 0.02$, $p = 0.261$). Los únicos grupos que obtuvieron una $p < 0.05$, fue el Grupo 4 (Playa Blanca) con el Grupo 2 (Bahía de Vita y Punta Ingles), considerándose no significativa la diferencia debido al valor de R cercano a cero.

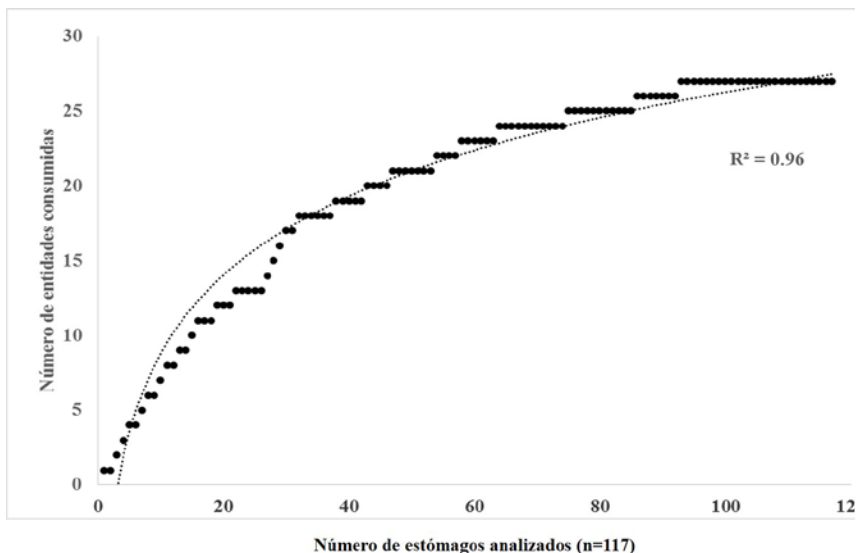


Figura 2. Curva acumulada de presas consumidas.

Tabla I. Presas consumidas por el pez león (*Pterois volitans*, n=117). Método de frecuencia-ocurrencia (%FO), numérico (%N), gravimétrico (%G) e índice de importancia relativa (%IIR).

Presas consumidas	%FO	%N	%G	%IIR
Peces no identificados	45.50	58.27	36.23	94.32
Orden Perciformes				
Familia Scaridae	4.46	5.11	8.11	0.62
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	1.78	2.27	4.63	0.26
<i>Sparisoma viride</i>	2.68	2.84	3.48	0.36
Familia Labridae	6.24	8.23	2.7	0.60
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	2.68	6.53	1.68	0.47
<i>Halichoeres bivittatus</i>	2.67	1.42	0.89	0.13
<i>Halichoeres garnoti</i>	0.89	0.28	0.13	<0.01
Familia Serranidae	0.89	0.28	0.31	0.01
<i>Serranus</i> sp.	0.89	0.28	0.31	0.01
Familia Pomacanthidae	0.89	0.85	3.27	0.07
<i>Holacanthus tricolor</i>	0.89	0.85	3.27	0.07
Familia Pomacentridae	3.57	2.27	4.8	0.14
<i>Chromis cyanea</i>	1.79	1.42	0.26	0.06
<i>Stegastes fuscus</i>	0.89	0.28	3.75	0.07
<i>Microspathodon chrysurus</i>	0.89	0.57	0.79	0.02
Familia Acanthuridae	3.56	3.13	4.95	0.40
<i>Acanthurus coeruleus</i>	2.67	2.57	4.20	0.38
<i>Acanthurus bahianus</i>	0.89	0.56	0.75	0.02
Familia Mullidae	3.57	1.7	9.85	0.61
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	0.89	0.56	0.62	0.02
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	2.68	1.14	9.23	0.59
Familia Priacanthidae	0.89	1.14	2.43	0.06
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	0.89	1.14	2.43	0.06
Familia Haemulidae	2.67	2.27	1.77	0.23
<i>Haemulon vittatum</i>	2.67	2.27	1.77	0.23
Orden Bericiformes				
Familia Holocentridae	7.2	3.7	5.92	0.96
<i>Holocentrus rufus</i>	5.4	2.56	5.29	0.90
<i>Neoniphon marianus</i>	1.8	1.14	0.63	0.06
Orden Aulopiformes				
Familia Synodontidae	0.89	0.28	0.62	0.01
<i>Synodus intermedius</i>	0.89	0.28	0.62	0.01
Familia Monacanthidae	3.8	4.83	4.50	0.76
<i>Monacanthus tuckeri</i>	3.8	4.83	4.50	0.76
Orden Pleuronectiformes				
Familia Bothidae	0.89	1.42	8.29	0.18
<i>Bothus lunatus</i>	0.89	1.42	8.29	0.18
Invertebrados				
Orden Decapoda	11.75	4.54	1.76	0.65
Sub Orden Pleocyemata	10.86	4.26	1.54	0.65
<i>Stenopus hispidus</i>	4.46	1.99	1.25	0.31
<i>Stenopus scutellatus</i>	6.20	2.27	0.29	0.34
Infra Orden Brachyura				
Familia Portunidae	0.89	0.28	0.22	<0.01
<i>Portunus</i> sp.	0.89	0.28	0.22	<0.01
Orden Stomatopoda	1.79	0.85	0.01	0.03
<i>Squilla</i> sp.	1.79	0.85	0.01	0.03
Clase Cephalopoda				
Orden Octopoda	1.79	0.85	4.62	0.21
<i>Octopus</i> sp.	1.79	0.85	4.62	0.21

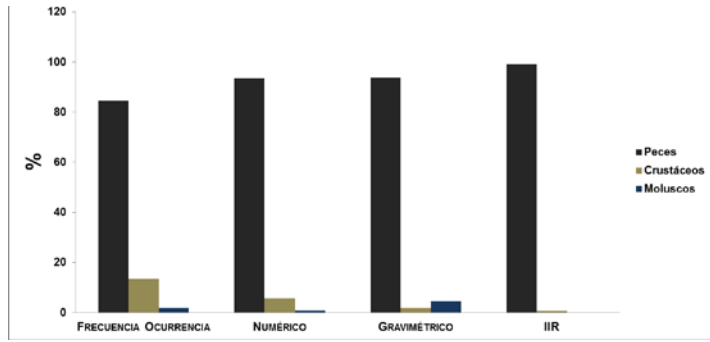


Figura 3. Frecuencia-ocurrencia (%) OF, N, G y IIR.

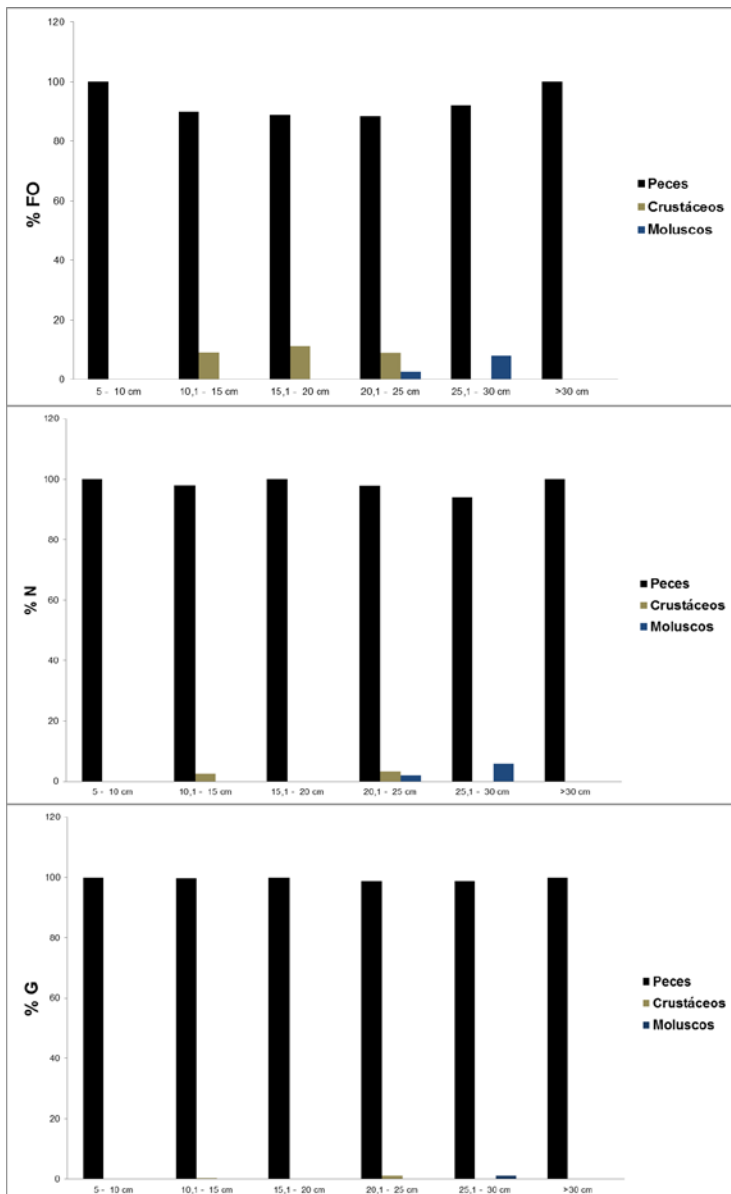


Figura 4. Índices (%) de OF, N y G para el consumo de peces, crustáceos y moluscos según las diferentes tallas del pez león.

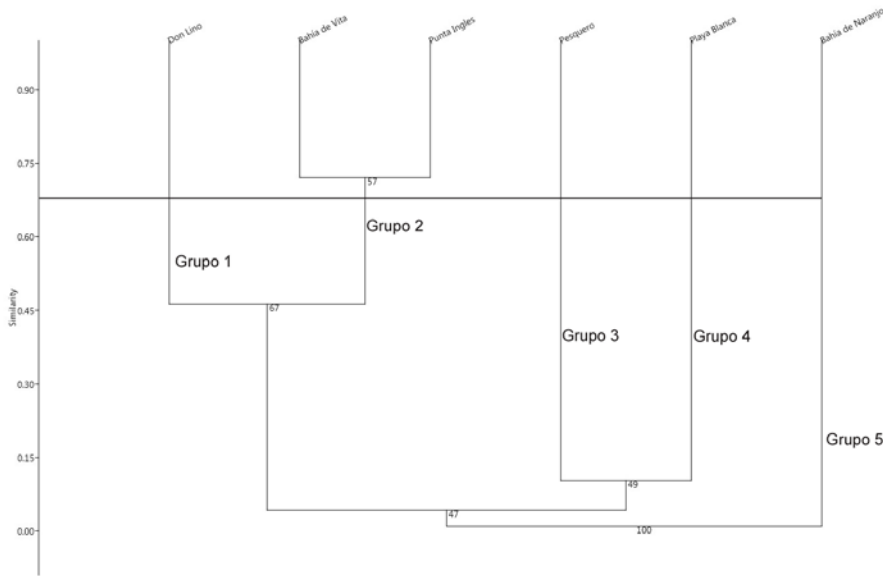


Figura 5. Dendrograma de similitud trófica a partir del peso de las entidades consumidas por el pez león por sitios.

DISCUSIÓN

Análisis Cualitativo. El sitio que presentó los mayores valores porcentuales de descomposición fue Playa Blanca en los estados IV y V, seguido de Bahía de Vita, donde los ejemplares presentaron un estado de descomposición III. Siendo a su vez los sitios donde se obtuvo un mayor número de tipos de presa. Este resultado dificultó la identificación de las presas consumidas. No así en las demás estaciones donde los productos alimenticios presentaron un grado de digestión bajo, facilitándose la identificación del contenido estomacal. Destacando que Playa Blanca a pesar de ser el sitio donde se registraron los especímenes con el mayor grado de descomposición, también fue donde se obtuvo el mayor valor porcentual de presas recién consumidas (estado I).

Los peces fueron la presa más consumida por el pez león, empleando los cuatro métodos de estudios del contenido estomacal en la zona costera de Holguín. En el Atlántico el pez león (*Pterois volitans/miles*) es un depredador generalista que se alimenta en muchas ocasiones de peces y crustáceos (Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.*, 2011). Dependiendo su dieta de la disponibilidad de presas de fácil captura, refugios naturales y condiciones medioambientales favorables en el medio donde habita (Morris *et al.*, 2009).

El índice de importancia relativa arrojó un valor de 99.11% para el grupo de los peces. Destacando en relación al %IIR las familias Holocentridae, Monacanthidae, Mullidae, Labridae y Acanthuridae, cada una representada por las especies *Holocentrus rufus* (0.90%), *Monacanthus tuckeri* (0.76%), *Mulloidichthys martinicus* (0.59%), *Thalassoma bifasciatum* (0.47%) y *Acanthurus coeruleus* (0.38%). Estas fueron las especies consumidas con mayor valor porcentual con relación al peso, a pesar de tener menor valor por el método del % numérico. A diferencia de las familias Synodontidae y Serranidae, con las especies *Synodus intermedius* y *Serranus* sp., que obtuvieron un valor de (0.01%). Fishelson (1997), observó en el Mar Rojo que el pez león fue capaz de distender su estómago hasta 30 veces su volumen original, después de consumir presas de gran tamaño. Esta pudiera ser una de las razones que más influyera en el mayor valor del IIR con el consumo de peces de las familias antes mencionadas.

Análisis de la dieta según la talla del pez león. En las diferentes tallas del pez león analizadas, para los tres métodos empleados los peces constituyeron las presas de mayor consumo (Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009), siendo referido como el componente de mayor abundancia en la dieta del pez león (Albins y Hixon, 2008; McCleery, 2011; Côté *et al.*, 2013). Según Morris y Akins (2009), el tamaño de las presas del pez león se incrementa a medida que aumenta su talla, al igual el consumo de peces en su dieta, disminuyendo la preferencia de ingesta de crustáceos (Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.*, 2011). Esos resultados coinciden completamente con los obtenidos en este estudio, donde se registró un incremento en el consumo de los crustáceos en las tallas comprendidas entre 10 cm a 25 cm de LE. Al respecto diversos autores han reportado que los crustáceos pueden ser en determinadas ocasiones de mayor importancia que los peces, debido principalmente a la elevada disponibilidad de los mismos (Dahl y Patterson III, 2014; Villaseñor y Herrera, 2014).

En el Parque Nacional Guanahacabibes la longitud estándar (LE) promedio del pez león es mayor de 29 cm, donde se registró un incremento en el consumo de peces en relación a los crustáceos (Cabrera, 2011). Por otro lado, Villaseñor y Herrera (2014) en la costa de Puerto Aventuras, Quintana Roo (México) reportaron que el consumo de peces y crustáceos se alternó para diferentes clases de talla del pez león y que los individuos menores de 10 cm consumieron principalmente crustáceos, mientras que los mayores de 29 cm de (LE) se alimentaron de peces.

Amplitud del nicho trófico. El valor de amplitud del nicho trófico fue superior a 0.60, permitiendo definir a *P. volitans* como un depredador generalista. Este resultado coincidió con estudios anteriores que plantean que el pez león constituye una especie generalista muy voraz (Morris y Akins, 2009). El análisis de similitud entre los diferentes sitios muestreados con relación al peso de los diferentes componentes consumidos, Bahía de Vita y Punta Ingles fueron los únicos sitios que presentaron una similitud mayor de 75%. Los otros sitios de muestreo, presentaron un valor de similitud inferior al 45%, el cual fue no significativa (ANOSIM, $R = 0.02$, $p > 0.05$). Este resultado demuestra que el aporte del peso de los diferentes componentes entre los sitios no fue significativo.

Albins y Hixon (2008), en arrecifes de Bahamas, observaron una disminución del reclutamiento de peces herbívoros producto de la depredación del pez león, mientras que Albins (2015) determinó que esta especie exótica e invasora redujo de manera significativa en un 34% la biomasa de peces herbívoros. El efecto negativo del pez león se puede observar más acentuado en la reducción de la densidades de peces autóctonos debido al mal estado ambiental de los arrecifes coralinos del Atlántico, ocasionado en gran medida por la sobrepesca, la contaminación y el cambio climático, afectando bastante el paso de los huracanes tropicales (Hawkins y Roberts, 2004; Whitfield *et al.*, 2007; Morris y Green, 2013).

CONCLUSIÓN

En la zona costera de Holguín, Cuba, el pez león es un depredador oportunista y generalista que se alimenta de especies de peces en todo su ciclo de vida, reflejando su dieta la disponibilidad de las presas en cada sitio. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en relación al peso de los componentes consumidos entre las diferentes estaciones de captura.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de proyecto nacional “Mejorando la prevención, control y manejo de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables en Cuba”, auspiciado por el GEF/ PNUD y coordinado por el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP).

LITERATURA CITADA

- Albins, M. A. 2013. Effects of invasive Pacific red lionfish *Pterois volitans* versus a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biology Invasions*, 15: 29-43.
- Albins, M. A. 2015. Invasive Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce abundance and species richness of native Bahamian coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 522: 231-243.
- Albins, M. A. y M. A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish (*Pterois volitans*) reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238.
- Albins, M. A y M. A. Hixon. 2011. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes*, 96: 1151-1157. DOI: 10.1007/s10641-011-9795-1.
- Alcolado, P. 2012. *Efectos de agentes estresantes múltiples sobre el reclutamiento de corales pétreos al noroeste de Cuba* (tesis maestría). Cuba: Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, 111 pp.
- Böhlke, J. y C. Chaplin. 1993. *Fishes of Bahamas and adjacent tropical waters*. 2nd ed. Austin: Editorial University of Texas Press, 771 pp.
- Cabrera, E. 2011. *Abundancia y dieta de Pterois volitans/miles (Teleostei: Scorpaenidae) en varias localidades de Cuba*. Tesis de diploma. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana, 46 pp.
- Chace, F. J. 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of the West Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: *Natantia*). *Smithsonian Contribution Zoology*, 98: 1-179.
- Chevalier, P., E. Gutiérrez, D. Ibarzabal, S. Romero, V. Isla, J. Calderín y E. Hernández. 2008. Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*, 7: 37-40.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal Ecology*, 18: 117-43.
- Clothier, C. R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. Calif. Dep. Fish and Game. *Fishes Bulletin*, 79: 1-83.
- Côté, I. M., S. J. Green y M. A. Hixon. 2013. Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biology Conservation*, 164: 50-61.
- Dahl, K. A. y W. F. Patterson III. 2014. Diet of the invasive pacific lionfish, *Pterois volitans*, on natural and artificial reefs in the northern Gulf of Mexico. *GCFI*, 66: 201-203.
- Fishelson, L. 1997. Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae). *Environmental Biology of Fishes*, 50: 391-403.
- García, R. A. 2015. *Principales relaciones ecológicas del pez león (Pterois volitans/miles) en arrecifes de La Habana, Cuba* (tesis de maestría). Cuba: Centro de investigaciones marinas, Universidad de La Habana, 78 pp.

- Gómez, O. 1980. *Sistemática de los brachiuros (Crustacea, Decapoda, Brachiura) de Cuba* (tesis de doctorado). Cuba: Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, pp. 72-115.
- Guitart, D. 1985a. *Sinopsis de los peces marinos de Cuba*. 1ra ed. Ciudad de la Habana: Editorial científico-técnica, 308 pp.
- Guitart, D. 1985b. *Sinopsis de los peces marinos de Cuba*. 2da ed. Ciudad de la Habana: Editorial científico-técnica, pp. 454-502.
- Hammer, Ø., D. A. T Harper y P. D. Ryan. 2018. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.
- Hawkins, P. J. y C. M. Roberts. 2004. Effects of Artisanal Fishing on Caribbean Coral Reef. *Biology Conservation*, 18 (1): 215-226.
- Horn, H. S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Natural*, 100: 419-424.
- Humann, P. y N. Deloach. 2002. *Reef fish identification (Florida-Caribbean-Bahamas)*. 3rd ed. Florida: Editorial new world publications, 481 pp.
- Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59: 67-77.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis. A review of the methods and their application. *Journal Fishes Biology*, 7 (4): 411-430.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, New York: USA, 550 pp.
- Labropoulou, M. y A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal Fishes Biology*, 50: 324-340.
- Layman, C. A., Jud, Z. R. y P. Nichols. 2014. Lionfish alter benthic invertebrate assemblages in patch habitats of a subtropical estuary. *Marine Biology*, 1: 1-6. Doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00227-014-2491-x>.
- Martínez, J. C. y O. Gómez. 1986. Los crustáceos decápodos del Golfo de Batabanó. *Brachyura. Poeyana*, 332: 1-91.
- McCleery, C. A. 2011. Comparative study of the feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Caribbean. *Journal Marine Science*, 9: 38-43.
- Morato, T., E. Solá, M. P. Grós, y G. Menezes. 2003. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fishes Bulletin*, 101: 590-602.
- Moravec, F., V. Nasincová, y T. Scholz. 1992. Methods of investigating metazoan parasites. Training course of fish parasites. *Institute of Parasitology. Czechoslovak Academy of Science*, 54 pp.
- Morisita, M. 1959. Measuring interspecific association and similarity between communities. *University Series Edition Biology*, 3: 65-80.

- Morris, J. A. 2013. La invasión del pez león: pasado, presente y futuro. In Morris JA, editor. El pez león invasor: guía para su control y manejo. Florida: Gulf and Caribbean Fisheries Institute, pp. 1-2.
- Morris, J. A. y J. L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes*, 86: 389-398.
- Morris, J. A., J. L. Akins, A. Barse, D. Cerin, D. W. Freshwater, S. J. Green, R. C. Muñoz, C. Paris y P. E. Whitfield. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *GCFI*, 61: 409-414.
- Morris, J. A. y S. J. Green. 2013. Las investigaciones sobre el pez león: resultados alcanzados y cuestiones pendientes. In Morris JA, editor. Florida: *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 3-15.
- Muñoz, R. C., C. A. Currin y P. E. Whitfield. 2011. Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach contents and stable isotopes. *Marine Ecology Progress Series*, 432: 181-193.
- Ortiz, M., R. Lalana y C. Varela. 2010. Guía ilustrada para la identificación de los camarones comerciales (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeoidea) de Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 1 (1): 49-69.
- Pantoja, L. M., P. P. Chevalier, D. Cabrera, R. I. Corrada, D. Cobián, H. Caballero, R. García y O. Fernández. 2017. Superposición de la dieta del pez león *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) con la de peces nativos de nivel trófico similar en Cuba. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 6 (2): 115-134.
- Pinkas, L., S. M. Oliphant y L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Department Fish and Game. *Fishes Bulletin*, 152: 1-105.
- Vázquez, R., J. Rodríguez, L. Abitia, y F. Galván. 2008. Food habits of the yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Percoidei: Bibliografía Lutjanidae) in La Paz Bay, Mexico. *Revista Biología Marina y Oceanografía*, 43 (2): 295-302.
- Vega, A., E. Reynaldo, A. Fernández, J. Cruz, F. Ocaña y E. Córdova. 2015. Abundancia y distribución del pez león *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) en el litoral turístico de Holguín, Cuba. *Solenodon*, 12: 72-83. Disponible en: <http://www.caribbeanahigroup.org/solenodon12.html>.
- Villaseñor, D. J. y P. R. Herrera. 2014. Brief description of prey selectivity and ontogenetic changes in the diet of the invasive lionfish *Pterois volitans* (Actinopterygii, Scorpaenidae) in the Mexican Caribbean. *Panama Journal Aquatic Science*, 9 (2): 131-135.
- Whitfield, P. E., J. A. Hare, A. W. David, S. L. Harter, R. C. Muñoz, y C. M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions*, 9: 53-64.
- Wolda, H. 1981. Similarity indices, samples size and diversity. *Oecologia*, 50: 296-302.

ALGAS EPIBIONTES EN BRAQUIUROS (CRUSTACEA) DE DOS POCETAS INTERMAREALES EN LA COSTA SURORIENTAL DE CUBA

Algae epibionts in brachyuran (Crustacea) of two intertidal tide pools in the south-east coast of Cuba

Asiel Cabrera Guerrero y Abdiel Jover Capote

Grupo Científico Estudiantil de Ecología Marina “Dra. María Elena Ibarra Martín” (EcoMar). Departamento de Biología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente. Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP: 90 500. asiel.cabrera@estudiantes.uo.edu.cu y ajover@uo.edu.cu.

RESUMEN

Se identifican las algas epibióticas en tres braquiuros que habitan en pocetas intermareales. Los braquiuros se recolectaron mediante buceo SCUBA y se le retiraron todas las algas presentes en el exoesqueleto. Se identifican 15 algas epibióticas sobre *Macrocoeloma trispinosum* (Latreille, 1825), *Omalacantha bicornuta* (Latreille, 1825) y *Actaea bifrons* Rathbun, 1898. Las especies más frecuentes son algas filamentosas y pequeñas de las familias Ceramiaceae y Cladophoraceae. Las algas *Sphacelaria tribuloides* y *Cladophora catenate* se identificaron sobre los exoesqueletos de las tres especies de braquiuros.

Palabras clave: enmascaramiento, cangrejos decoradores, interacciones alga-cangrejos.

ABSTRACT

Epibiotic algae are identified in three brachyuran crabs that inhabit intertidal pools. Crustaceans were collected by SCUBA diving and all the algae present in the exoskeleton were removed. Fifteen epibiotic algae are identified on *Macrocoeloma trispinosum* (Latreille, 1825), *Omalacantha bicornuta* (Latreille, 1825) and *Actaea bifrons* Rathbun, 1898. The most frequent species are filamentous and small algae of the families Ceramiaceae and Cladophoraceae. The algae *Sphacelaria tribuloides* and *Cladophora catenate* were identified on the exoskeletons of the three species of brachyrans.

Keywords: masking, Decorator crabs, algae–crab’s interactions.

INTRODUCCIÓN

Las superficies sumergidas de los ambientes marinos están expuestas a la colonización por una gran variedad de organismos presentes en la columna de agua (Schärer, 2005). En el bentos marino es frecuente que se establezcan relaciones no simbióticas entre los organismos sésiles epibiontes que se asientan sobre organismos vivos basibiontes. Estas relaciones son definidas como epibiosis (Taylor y Wilson, 2002). La interacción epibionte-basibionte en crustáceos ha sido documentada desde el siglo XIX, sin embargo, en las últimas décadas es que se comienza a caracterizar sus implicaciones fisiológicas, evolutivas y ecológicas (Fernández-Leborans, 2010).

Invertebrados marinos, como crustáceos, moluscos y equinodermos, utilizan materiales diversos en la decoración, entre los más frecuentes se encuentran conchas, guijarros y algas. Al parecer, este comportamiento constituye una estrategia como resultado de la evolución convergente (Wicksten, 1992). La decoración es una de las cinco conductas empleadas por los

animales para mejorar y modificar el camuflaje de sus propios cuerpos (Stevens y Ruxton, 2018). Los cangrejos emplean el camuflaje para modificar su apariencia y de esta manera se ocultan de sus depredadores (Guzmán, 1979; Cruz-Rivera, 2001; Stevens y Ruxton, 2018).

Las algas epizoicas de la flora de Cuba han sido poco abordadas en las investigaciones. La riqueza de especies sobre animales varía entre siete y 47 (Suárez *et al.*, 2015; Reyes, 2016). Los basibiontes estudiados son el braquiuro *Menippe mercenaria* (Say, 1818), (Ros y Suárez, 1980) y el gasterópodo *Lobatus gigas* (Linnaeus, 1758), (Reyes, 2016).

OBJETIVO

-Identificar por primera vez para las Antillas Mayores las algas epibióticas en tres braquiuros de las familias Epialtidae, Mithracidae y Xanthidae.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Las dos localidades de muestreo están localizadas en las cercanías del Campismo La Mula, en el municipio de Guama, ubicadas a 115 km al oeste de Santiago de Cuba. Las pocetas intermareales seleccionadas fueron las de Guaimaral, para localización y descripción consultar Cabrera *et al.* (2017) y la de La Ceiba (coordenadas: 19.945048 N-76.746812 W). Esta última ubicada a 2.3 km al este de la desembocadura del río Turquino y se caracteriza por poseer una profundidad media de 60 cm y un fondo rocoso dominado por lechos de macroalgas sobre rocas sedimentarias carbonatadas.

Muestreo. Durante junio de 2018, se realizaron tres muestreos en cada poceta durante la mañana para localizar los cangrejos camuflados con algas según la propuesta de Guzmán (1979). La recolecta se realizó mediante búsqueda intensiva durante dos horas mediante buceo SCUBA. Los ejemplares se depositaron en frascos de cristal con agua de mar y se etiquetaron para su posterior análisis en el laboratorio.

Procesamiento de las muestras. Los epibiontes fueron separados del exoesqueleto de los braquiuros mediante el raspado con un bisturí y situados en frascos con una solución de etanol al 70% (Guzmán, 1979). La identificación taxonómica se realizó basada en caracteres morfológicos, usando literatura especializada y guías de identificación, para los crustáceos (Abele y Kim, 1986; Diez y Jover, 2015; Diez y Espinosa, 2018) y para las algas (Dawes y Mathieson, 2008; Littler *et al.*, 2008). Para la legitimación de los nombres y el ordenamiento taxonómico se siguieron los criterios de WoRMS (2018) y Algabase (Guiry y Guiry, 2018) para los crustáceos y algas respectivamente. Todos los cangrejos se depositaron en las colecciones del Museo Historia Natural “Charles Ramsden de la Torre” y las algas en la Ficoteca Cubana y Antillana, ambos de la Universidad de Oriente.

RESULTADOS

En las pocetas intermareales de Guaimaral y La Ceiba se recolectaron seis braquiuros camuflados con algas, pertenecientes a tres especies, de las superfamilias Majoidea (2) y Xanthoidea (1). Sobre el exoesqueleto de estos especímenes se encontraron 15 macroalgas epibiontes, ocho rodofíceas, tres feofíceas y cuatro clorofíceas (Tabla I). Las familias Ceramiaceae y Cladophoraceae fueron las de mayor riqueza, con tres especies cada una.

Tabla I. Lista sistemática de las macroalgas epizoicas identificadas en los exoesqueletos de braquiuros camuflados en pocetas intermareales de la costa suroriental de Cuba.

PHYLUM RHODOPHYTA
Familia Hapalidiaceae
1. <i>Mesophyllum floridanum</i> (Foslie) W. H. Adey ex M. J. Wynne
2. <i>Jania adhaerens</i> J. V. Lamouroux
Familia Ceramiaceae
3. <i>Ceramium cimbricum</i> H. E. Petersen
4. <i>Ceramium</i> sp.
5. <i>Gayliella transversalis</i> (Collins & Hervey) T. O. Cho & Fredericq
Familia Spyridiaceae
6. <i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey
Familia Rhizophyllidaceae
7. <i>Ochtodes secundiramea</i> (Montagne) M. Howe
Familia Gracilariaceae
8. <i>Gracilaria</i> sp.
PHYLUM OCHROPHYTA
Familia Sphacelariaceae
9. <i>Sphacelaria tribuloides</i> Menghini
Familia Acinetosporaceae
10. <i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A. Bailey
11. <i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H.-S. Kim
PHYLUM CHLOROPHYTA
Familia Cladophoraceae
12. <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing
13. <i>Cladophora catenata</i> (Linnaeus) Kützing
14. <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Kützing ex Harvey
Familia Dasycladaceae
15. <i>Batophora oerstedii</i> J. Agardh

Lista taxonómica de los braquiuros recolectados

Orden Decapoda Latreille, 1802
 Suborden Pleocynemata Burkenroad, 1963
 Infraorden Brachyura Latreille, 1802
 Sección Eubrachyura Saint Laurent, 1980
 Subsección Heterotremata Guinot, 1977
 Superfamilia Majoidea Samouelle, 1819
 Familia Epialtidae MacLeay, 1838
 Subfamilia Pisinae Dana, 1851

Género *Macrocoeloma* Miers, 1879.

Macrocoeloma trispinosum (Latreille, 1825). Fig. 1 A-B.

Material examinado. Tres especímenes machos recolectados en la poceta de Guaimaral.

Hábitat. Las muestras fueron tomadas en fondos duros, con rocas sueltas cubiertas por algas y en fondos arenosos con *Thalassia testudinum* Banks ex König. Se recolectaron a 35 cm de profundidad, se han reportado desde el mesolitoral hasta los 82 m.

Epibiontes. Tres rodofíceas: *Ceramium cimbricum*, *Ceramium* sp. y *Gracilaria* sp. Dos feofíceas: *Sphacelaria tribuloides* y *Feldmannia indica*. Tres clorofíceas: *Chaetomorpha aerea*, *Cladophora catenata* y *Batophora oerstedii*.

Familia Mithracidae MacLeay, 1838

Género *Omalacantha* Streets, 1871.

Omalacantha bicornuta (Latreille, 1825). Fig. 1 C-D.

Material examinado. Dos especímenes, uno macho y otro hembra, recolectados en La Ceiba.

Hábitat. En mantos de macroalgas dominados por *Laurencia*, *Gracilaria* y *Digenia*, creciendo sobre rocas sedimentarias. Se recolectaron a 40 cm de profundidad, se han registrado hasta los 70 m.

Epibiontes. Cinco rodofíceas: *C. cimbricum*, *Gayliella transversalis*, *Spyridia filamentosa*, *Octhodes secundiramea* y *Gracilaria* sp. Dos feofíceas: *S. tribuloides* y *Feldmannia mitchellidae*. Dos clorofíceas: *C. catenata* y *Rhizoclonium riparium*.

Superfamilia Xanthoidea Dana, 1851

Familia Xanthidae Dana, 1851

Subfamilia Acteinae Alcock, 1898

Género *Actaea* De Haan, 1833.

Actaea bifrons Rathbun, 1898. Fig. 1 E-F.

Material examinado. Dos especímenes machos recolectados en Guaimaral.

Hábitat. Las muestras fueron tomadas en fondos arenosos con *Thalassia testudinum* Banks ex König y macroalgas asociadas. Se recolectaron a 30 cm de profundidad, se ha registrado su presencia hasta los 72 m.

Epibiontes. Dos rodofíceas: *Mesophyllum floridanum* y *Jania adhaerens*. Una feofíceas: *S. tribuloides*. Cuatro clorofíceas: *C. catenata*, *Chaetomorpha aerea*, *R. riparium* y *B. oerstedii*.

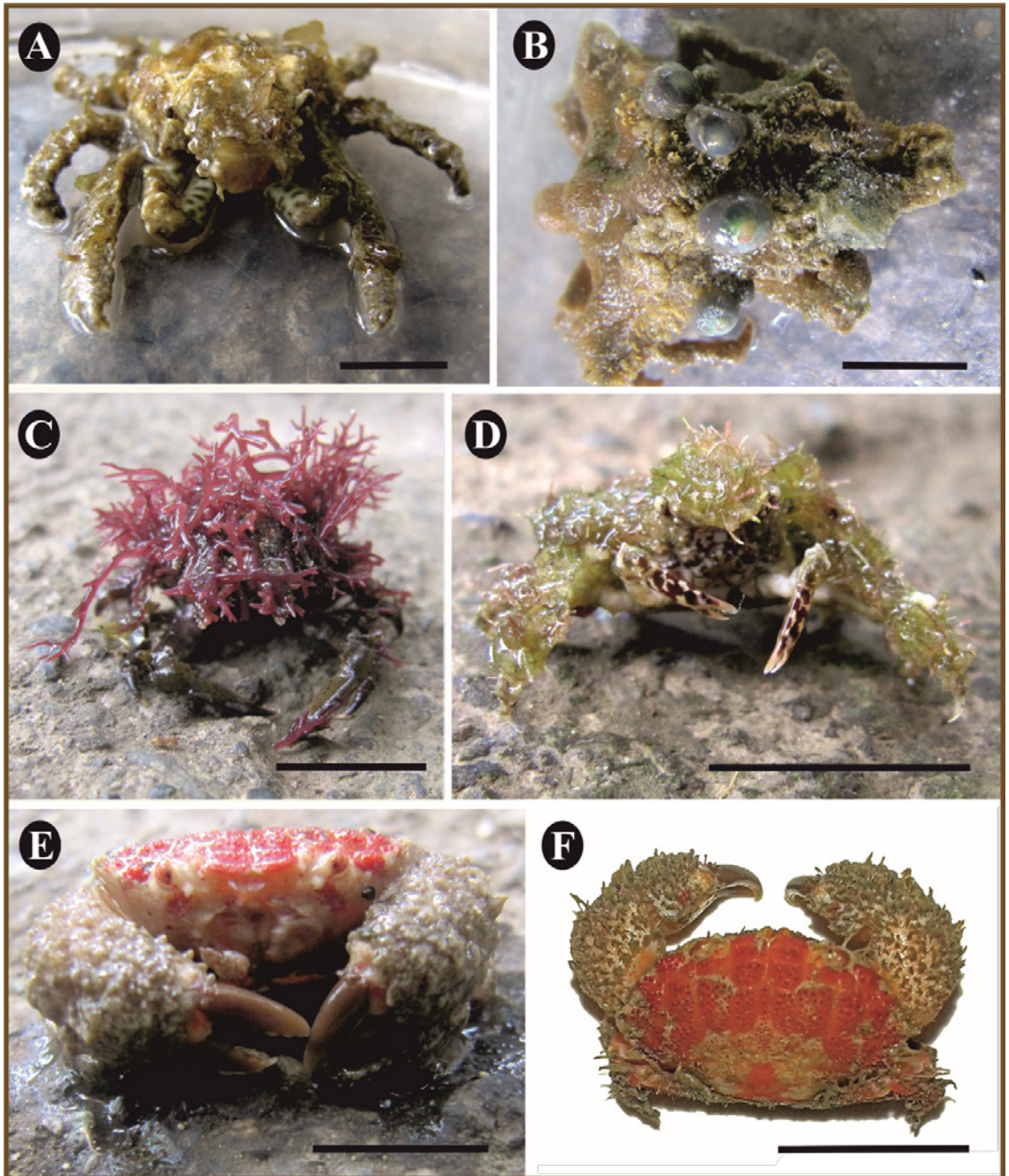


Figura 1. Crustáceos camuflados con algas epibiontes en pocetas intermareales de la costa suroriental de Cuba. A-B: *Macrocoeloma trispinosum*. C-D: *Omalacantha bicornuta*. E-F: *Actaea bifrons*. Escala=1 cm.

Las algas epibiontes presentaron variaciones en cuanto a la riqueza y distribución entre los especímenes de braquiuros enmascarados recolectados en las pocetas intermareales de Guaimaral y La Ceiba (Fig. 2). La mayor riqueza de algas epibióticas se consignó en *O. bicornuta* y además fue el braquiuro con mayor número de macroalgas de distribución restringidas en su exoesqueleto. Las macroalgas *Sphacelaria tribuloides* y *Cladophora catenata* fueron registradas en todas las especies de braquiuros camuflados.

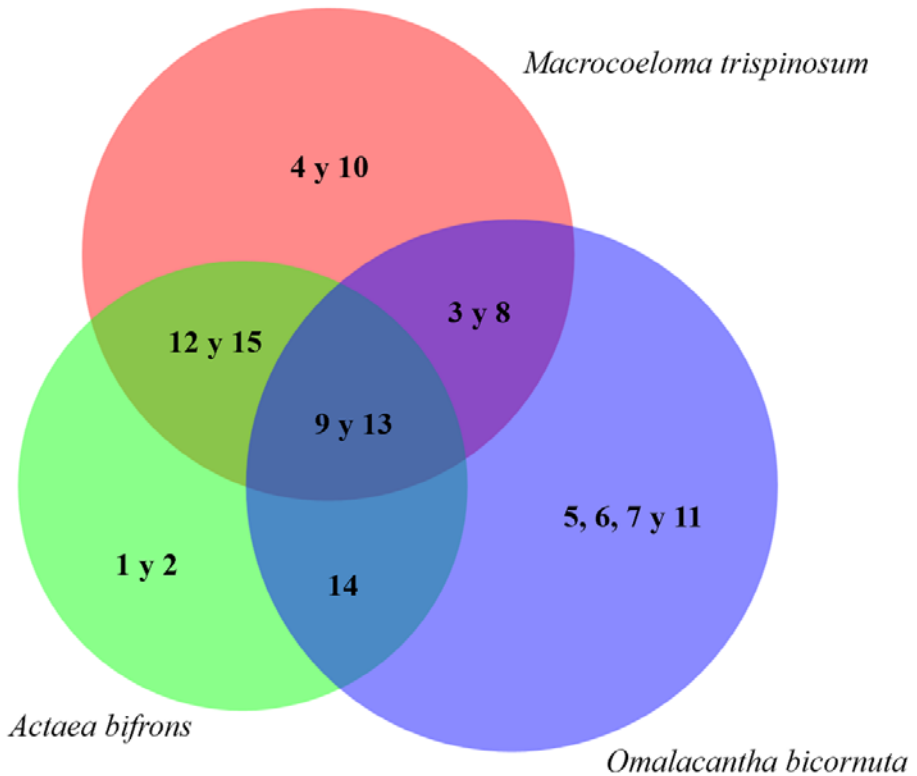


Figura 2. Distribución de las algas epibióticas de cangrejos camuflados en pocetas intermareales de la costa suroriental de Cuba.

DISCUSIÓN

Los cangrejos enmascarados presentes en las pocetas intermareales de Guimaral y la Ceiba son especies abundantes y frecuentes en comunidades marinas con numerosos microhábitas, como resultado de la presencia de rocas, angiospermas marinas y macroalgas (González-Gómez *et al.*, 2018). El hábitat y la distribución batimétrica se corresponde con otros trabajos realizados en Cuba (Diez y Jover, 2015; Diez y Espinosa, 2018), el mar Caribe (Carmona-Suárez y Poupin, 2016) y el Golfo de México (Felder *et al.*, 2009). En estos ecosistemas utilizan las algas para enmascararse y en la alimentación.

Los géneros de algas consignadas sobre los exoesqueletos de los cangrejos camuflados en Guaimaral y La Ceiba han sido consignados como epibióticas en crustáceos, moluscos y vertebrados marinos (Ros y Suárez, 1980; Reyes, 2016; Violante-Huerta, 2018). Las 15 especies constituyen nuevas adiciones a la lista de algas epibióticas sobre crustáceos de las Antillas Mayores. Fenómeno que se debe a la carencia de investigaciones encaminadas a caracterizar las relaciones entre macroalgas que crecen sobre braquiuros, solo se registra el realizado por Ros y Suarez (1980), en el que se adicionan dos especies. Es de destacar que hoy es tema de debate científico las relaciones conductuales del enmascaramiento en crustáceos marinos y el papel que desempeñan en la selección del hábitat, elección de la pareja y en la subsistencia cuando los alimentos son escasos (Wicksten, 1992; Fernández-Leborans, 2010; González-Gómez *et al.*, 2018; Stevens y Ruxton, 2018).

La mayor riqueza de algas epibióticas pertenecientes a Ceramiaceae y Cladophoraceae corresponde con el patrón observado para el molusco *L. gigas* (Reyes, 2016), el crustáceo *O. bicornutus* (Guzmán, 1979) y en tortugas marinas (Loza, 2011). Es de destacar que estas familias son identificadas como las de mayor riqueza en estos hábitats por sus características de ser algas filamentosas con estructuras de fijación que permite adherirse a diversos sustratos (Jover *et al.*, 2012). La mayor riqueza de algas filamentosas y de pequeño tamaño ha sido atribuido como especies colonizadoras primarias sobre sustratos vivos como las tortugas marinas y los taxa de mayor riqueza se corresponden a Ceramiaceae, Cladophoraceae y el complejo de algas filamentosas pardas donde se encuentra *Ectocarpus* (Loza, 2011).

La mayor riqueza de algas epibiontes en los crustáceos de la superfamilia Majoidea se debe a las características del exoesqueleto, que posee una mayor ornamentación en su superficie y de esta manera favorece la colonización (Wicksten, 1992; Fernandez-Leborans, 2010). Además, en estas especies se ha demostrado la utilización de los quelípedos para tomar algas del sustrato e incorporarlas a su camuflaje (Guzmán, 1979).

Las diferencias en la distribución de las algas epibióticas en las tres especies estudiadas pudo deberse a la disponibilidad de macroalgas dominantes y a las características del sustrato de los microhábitats (Wicksten, 1992; Fernández-Leborans, 2010). Otro factor interesante, no evaluado en la investigación, es la talla de los basibiontes, pues es manifiesta la presencia de decorados diferentes entre juveniles y adultos (Guzmán, 1979). Además, no se descarta la presencia de especificidad en la selección del enmascaramiento. Este fenómeno ha sido identificado en cangrejos camuflados en el Mediterráneo (Cruz-Rivera, 2001). Por lo que esta investigación, mas que respuestas al fenómeno de la epibiosis en crustáceos litorales, abre múltiples interrogantes para explicar este comportamiento.

CONCLUSIÓN

En los exoesqueletos de los braquiuros *Macrocoeloma trispinosum*, *Omalacantha bicornuta* y *Actaea bifrons* se identificaron 15 macroalgas epibionticas. Las especies de epibiontes mejor distribuidas entre los tres braquiuros se caracterizaron por poseer un talo filamentosos y de pequeño tamaño. La mayor riqueza de algas se observó en el cangrejo decorador *O. bicornuta*. Mientras que las algas *Sphacelaria tribuloides* y *Cladophora catenate* se identificaron en todos los individuos de cangrejos enmascarados recolectados.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente, y en especial al proyecto “Biodiversidad de Cuba oriental” por las facilidades logísticas que ayudaron a la realización de la investigación. A Alejandro Catalá por su acertada ayuda en la selección y confección de las figuras y a Yander L. Diez por la revisión taxonómica de los crustáceos. A todos los colegas que revisaron el manuscrito y brindaron sus aportes y sugerencias.

LITERATURA CITADA

- Abele, L. G. y W. Kim. 1986. *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida*. Florida, USA: Florida State University, 209 pp.
- Cabrera, A., R. Muñoz, C. Batista, F. Álvarez y A. Jover. 2017. Relaciones tróficas entre equinoideos (Echinodermata) de las pocetas intermareales de La Sardina y Guaimaral, costa suroriental de Cuba. *Novitates Caribaea*, 11: 51-68.
- Carmona-Suárez, C. y J. Poupin. 2016. Majoidea crabs from Guadeloupe Island, with a documented list of species for the Lesser Antilles (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Majoidea). *Zoosystema*, 38 (3): 353-387.
- Cruz-Rivera, E. 2001. Generality and specificity in the feeding and decoration preferences of three Mediterranean crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 266: 17-31.
- Dawes, C. y A. Mathieson. 2008. *The Saeeweeds of Florida*. University of Florida Press, 591 pp.
- Diez, Y. L. y A. Jover. 2015. List of marine crabs (Decapoda: Anomura and Brachyura) of shallow littoral of Santiago de Cuba, Cuba. *Check List*, 11 (2): 1601.
- Diez, Y. L. y J. Espinosa. 2018. New data on the distribution of crabs (Decapoda: Anomura and Brachyura) in Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 38 (1): 126-145.
- Felder, D. L., F. Álvarez, J. W. Goy y R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea, pp. 1019-1104 in Felder, D. L. and D. K. Camp (Eds.), *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Fernández-Leborans, G. 2010. Epibiosis in Crustacea: an overview. *Crustaceana*, 83 (5): 549-640.
- González-Gómez, R., P. Briones-Fourzán, L. Álvarez-Filip y E. Lozano-Álvarez. 2018. Diversity and abundance of conspicuous macrocrustaceans on coral reefs differing in level of degradation. *PeerJ*, 6: e4922; DOI 10.7717/peerj.4922.
- Guiry, M. y G. Guiry. 2018. Algbase. Disponible: www.algbase.org. Accedido: 6 de octubre de 2018.
- Guzmán, H. 1979. Comportamiento decorador con algas en el cangrejo *Microphyrus bicornutus* Latreille (Majidae; Decapoda). *Revista de Biología Tropical*, 27 (2): 321-327.

- Jover, A., L. Reyes, L. Gómez y A. Suárez. 2012. Variación espacial y temporal de las macroalgas del mesolitoral rocoso en Aguadores-Baconao, Cuba I: Composición. *Revista de Investigaciones Marinas*, 32: 38-49.
- Littler, D., M. Littler y M. Dennis. 2008. *Submersed Plants of the Indian River Lagoon*. Florida, Offshore Graphics, Inc., 548 pp.
- Loza, A. L. 2011. *Ecosistemas errantes: epibiontes como indicadores biogeográficos de tortugas marinas de Canarias*. Tesis de Doctorado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 362 pp.
- Reyes, L. M. 2016. Macroalgas epizoicas en *Lobatus gigas* en el Parque Nacional “Jardines de la Reina”, Camagüey, Cuba. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 20 (2): 67-74.
- Ros, R. M. y A. M. Suárez. 1980. Epibiosis en el cangrejo moro *Menippe mercenaria* (Say, 1818). *Revista de Investigaciones Marinas*, 1 (1): 5-17.
- Schämer, M. T. 2005. *A Survey of the Epibiota of Hawksbill Sea Turtle (Eretmochelys imbricata) of Mona Island, Puerto Rico*. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, 82 pp.
- Stevens, M. y G. Ruxton. 2018. The key role of behavior in animal camouflage. *Biological Reviews*, in press, DOI: 10.1111/brv.12438.
- Suárez, A. M., B. Martínez-Daranas y Y. Alfonso. 2015. *Macroalgas marinas de Cuba*. Editorial UH, La Habana, Cuba, 246 pp.
- Taylor, P. y M. Wilson. 2002. A new terminology for marine organisms inhabiting hard substrates. *PALAIOS*, 17: 522-525.
- Violante-Huerta, M. 2018. La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: una revisión y su relevancia ecosistémica. *Revista Peruana de Biología*, 25 (3): 335-342; DOI: 10.15381/rpb.v25i3.14786.
- Wicksten, M. 1992. A Review and a Model of Decorating Behavior in Spider Crabs (Decapoda, Brachyura, Majidae). *Crustaceana*, 64 (3): 314-325.
- WoRMS. 2018. World Register of Marine Species. Disponible: www.marinespecies.org. Accedido: 20 de octubre de 2018. DOI: 10.14284/170.

[Recibido: 08 de noviembre, 2018. Aceptado para publicación: 12 de diciembre, 2018]

POPULATION STRUCTURE OF AN ENDEMIC FISH *LIMIA ZONATA*
(CYPRINODONTIFORMES: POECILIINAE) IN THE MAIMÓN RIVER,
DOMINICAN REPUBLIC

**Estructura poblacional del pez endémico *Limia zonata* (Cyprinodontiformes: Poeciliinae)
en el río Maimón, República Dominicana**

Patricia Torres-Pineda¹, Carlos M. Rodríguez-Peña²,
Óscar M. Lasso-Alcalá³ & Arlen Marmolejo²

¹Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”, Plaza de la Cultura, Santo Domingo, 10204. p.torres@mnhn.gov.do.

²Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Av. Alma Mater, Santo Domingo, 10105. carlosrguez96@gmail.com, amarmolejo86@uasd.edu.do.

³Museo de Historia Natural La Salle, Caracas, Venezuela, 1930. oscar.lasso@fundacionlasalle.org.ve.

ABSTRACT

The population structure of *Limia zonata* (Nichols, 1915) was studied in four locations in the Maimón River, Monseñor Nouel province, Dominican Republic. The sex and adult-juveniles ratio was calculated for all sampled localities. It was found that the sex ratio of *L. zonata* was significantly different from 1:1 and is biased towards females (1.0: 1.6). Juvenile fish were more abundant and frequent than adults (69.3%). More than 800 fish were measured and weighed to analyze the frequency of size classes, morphometry and body condition. Ten size classes were distinguished that vary in frequency according to sex. Total length of the specimens ranged from 6.50 to 65.69 mm, while weight varied between 0.004 and 3.941 g. The morphology varied between sexes and a pronounced sexual dimorphism was found. All the morphometric variables studied showed a high level of association (r). The adjustment of the regression models (r^2) of the morphometric relationships was between 85% and 99%. The relationship between the standard length and the total weight was reflected in the rates of growth. The Relative Condition Factor (K_n) demonstrated the good state of health of this fish population, but also variations between the sexes were detected.

Keywords: Poeciliidae, *Limia*, sex ratio, morphometry, fluvial ecosystem.

RESUMEN

Se estudió la estructura de la población de *Limia zonata* (Nichols, 1915) en cuatro localidades del río Maimón, provincia Monseñor Nouel, República Dominicana. Se calculó la proporción sexual y de adultos-juveniles para todas las localidades muestreadas. Se encontró que la proporción sexual de *L. zonata* es significativamente diferente de 1:1 y está sesgada hacia las hembras (1.0: 1.6). Los peces juveniles fueron más abundantes y frecuentes que los adultos (69.3%). Se midieron y pesaron más de 800 peces para analizar la frecuencia de clases de tallas, morfometría y condición corporal de la especie. Se distinguieron diez clases de tallas que variaron sus frecuencias en función del sexo. La longitud total de los ejemplares medidos estuvo dentro del rango 6.50-65.69 mm, mientras que el peso total varió entre 0.004 y 3.941 g. La morfología varió entre sexos y se encontró un marcado dimorfismo sexual. Todas las variables morfométricas estudiadas presentaron un alto nivel de asociación (r). El ajuste de los modelos de regresión (r^2) de las relaciones morfométricas estuvo entre 85 a 99%. La relación longitud estándar-peso total mostró variación significativa entre los sexos, sugiriendo distintos ritmos de crecimiento. El Factor de Condición Relativo (K_n) demostró el buen estado de salud de la población de peces, pero se detectaron variaciones entre los sexos.

Palabras clave: Poeciliidae, *Limia*, proporción sexual, morfometría, ecosistema fluvial.

INTRODUCTION

The inland water ichthyofauna of Hispaniola is characterized by its high diversity and endemism. The livebearing fishes of the family Poeciliidae (Poeciliinae sensu Parenti, 1981) are the most diverse group, comprised of three genera: *Gambusia*, *Poecilia*, and *Limia*, the latter being endemic of the Greater Antilles, with one endemic species on Cuba, Grand Cayman, Jamaica and 17 described endemic species occurring on Hispaniola (Rauchenberger, 1988; Burgess and Franz, 1989; Rodríguez-Peña, 1997; Hamilton, 2001). Therefore, Hispaniola is considered the center of biodiversity for *Limia* and it is widely distributed on the island, occupying diverse habitats, such as freshwater mountain streams as well as coastal hypersaline lagoons. In spite of its diversity, high level of endemism and the variability of habitats in which they occur, the knowledge of the ecology and natural history of these fishes in Hispaniola is limited.

Limia zonata (Nichols, 1915) is a livebearing freshwater fish endemic to the Dominican Republic and is characterized by an elongated body, truncated caudal fin with dark lateral spots and a blunt mouth. Males have dark transverse stripes and the dorsal fin tends to have yellow-orange and black coloration. The gonopodium is longer than the head and has a large genital palp. Females have a caudal peduncle which is more elongated than in other species of the genus, except for *Limia versicolor*, a sister species (Fig. 1), and the gonopore is covered by “chastity scales”, which have not yet been described in the literature (C. M. Rodríguez, personal observation). Its range of occurrence includes the northeast, northwest and parts of the southeast regions of the Dominican Republic. This species is classified as vulnerable (VU) according to Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA, 2011).

A few authors have evaluated demographic parameters in populations of Poeciliinae in the new world (Haskins *et al.*, 1961; Snelson and Wetherington, 1980; Turner and Snelson, 1984; Contreras-MacBeath and Ramírez-Espinoza, 1996; Gómez-Márquez *et al.*, 1999, 2008; Cabral and Marques, 1999; Montag *et al.*, 2011; Zúñiga-Vega *et al.*, 2012; Ramírez-García *et al.*, 2018). However, basic demographic characteristics of most poeciliid fish populations remain unknown. Cohen *et al.*, 2015, conducted a comparative study of life history of several *Limia* species, including *L. zonata*. Most of *Limia* species occur in habitats threatened by human intervention, which increases the need of a better understanding of demographic traits of these populations towards a better management of Hispaniola’s fish fauna and its habitats. This present study is the first one to explore basic demographic parameters of an endemic fish and serves as a baseline for future studies in Hispaniola.

OBJECTIVE

-To determine the population structure of *Limia zonata* in the Maimón River.

MATERIALS AND METHODS

Study area. The Maimón River is located in the Yuna River basin, in the southern Cibao region of the Dominican Republic. This river flows from its headwaters at the Loma La Humeadora National Park in Monseñor Nouel province and extends through the municipalities of Piedra Blanca and Maimón, until its confluence with Yuna River in Sánchez Ramírez province, where its waters feed the Hatillo reservoir in Aniana Vargas National Park (Fig. 2). The Maimón River is 33.62 km long and covers an approximate area of 99.49 km² (data calculated with the watershed layers supplied by the Department of Geomatics of MIMARENA and analyzed in Quantum GIS version 2.18). Four sampling locations along the Maimón River were chosen, including headwaters (Los Plátanos locality), mid-course (Piedra Blanca and Maimón localities) and mouth (Confluencia).

Methodology. We conducted four expeditions (two consecutive days each) to the study area between March and June 2017, which is considered the transition period from the dry season to the rainy season.

In each locality, three sampling stations were established, in which different fishing methods were used to maximize capture of the species, as well as to include the largest number of microhabitats. The stations were described qualitatively, based on type of substrate, presence of aquatic or marsh vegetation and water transparency as well as water current velocity (m/s). These sampling areas were georeferenced with a geographical positioning device Garmin GPS 76. The physical-chemical characteristics of water, including salinity (ppm), pH, conductivity (mS/cm), temperature (°C), dissolved oxygen (mg/L) and total dissolved solids (mg/L) were measured with a YSI Professional Plus multiparameter.

Sampling stations presented sand, gravel, pebbles and mud substrate. Los Plátanos locality (headwaters) presented the highest water transparency, with clarity decreasing downstream. Aquatic vegetation was found just in Piedra Blanca and Maimón (the middle course sites). Water current velocity ranged from 0.03 to 0.57 m/s. Water temperature ranged from 21.2 °C to 30.5 °C, and pH was 6.7 to 8.3. Conductivity ranged from 92.0 to 205.5 mS/cm, dissolved oxygen concentration ranged from 5.9 to 9.1 mg/L. Total dissolved solids ranged from 58.5 to 121.5 mg/L. All sites presented some level of impact from agriculture and cattle grazing, as well as solid wastes in water and at the river banks (Table I).

For fish sampling were used a beach net of 5 mm mesh, 1.25 m high and 3.5 m long, a hand net of 3 mm and minnow traps with 0.64 cm mesh, which were kept in the water for a period of six hours. Fish were fixed in 5% formalin.

Laboratory work. The specimens collected were processed in the Vertebrate laboratory of the National Museum of Natural History “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” (MNHNSD). Fish were washed in tap water until the formalin was removed and then preserved in 70% ethanol. Sex was determined based on macroscopic inspection of the anal fin and urogenital area. The individuals with a gonopodium were classified as males; fish that showed a rounded and bulging ventral region or presence of chastity scales in their urogenital zone were classified as females. In some cases, a ventral cut was made to verify the presence or absence of embryos. Individuals without evidence of secondary sexual characters were classified as juveniles.

Morphometric variables were described based on the measurements and weights of a random sample of individuals representing 20% of the total number of specimens. Each fish was individually numbered and fish were selected using a random number generator, so that each fish had the same probability of being selected. The morphometric variables that were measured for each individual were: total length (TL), standard length (SL) and height (HT). Lengths were measured using a Stanley digital caliper (± 0.01 mm). Total weight (WEIGHT) was recorded with a Gemini-20 digital balance (± 0.001 g).

Statistical analysis. The sex ratio was calculated as: $M / H * 100$, where M = number of males and H = number of females. The proportion of adults-juveniles was estimated as: $A / J * 100$, where A = number of adult fish, J = number of juvenile fish. The degree of statistical significance of the sex ratio as a function of the sampled localities was checked with a Chi-square test (X^2). The distribution and frequency of the size classes of the population according to sex was determined following Sturges (1926).

Measurements of central tendency and dispersion of the morphometric variables were calculated and plotted. The morphometric measurements between females, males, and juveniles were compared by analysis of variance (ANOVA). The 95% confidence intervals for each variable were estimated with the nonparametric bootstrapping method with 1000 repetitions, using 'boot' (Canty and Ripley, 2017) a package of the statistical software R version 1.1.423 (R Development Core Team, 2016).

By means of dispersion charts and regression models between the variables studied, the model that best describes the relationship between them was identified. The degree of association between the variables was obtained by the Pearson correlation coefficient (r). With an analysis of covariance (ANCOVA) it was determined if these relationships were significantly different depending on the sexes.

The Length-Weight relationship for the population was adjusted by a potential relationship of the type: $W = a L^b$, where: W = total weight (g), L = standard length (mm), b is the growth exponent or length-weight factor (or allometry coefficient) and a is a constant. The relative condition factor was determined using the equation: $K_n = W_o / W'$ (Le Cren, 1951) where K_n = is relative condition factor, W_o = observed weight (g), W' = predicted weight. Where W' = is a L^b .

The statistical software Minitab version 18 and MS Excel 2017 were used for data analysis. All statistical tests were done with a level of significance of 5% ($p < 0.05$).

Table I. Physical and chemical water characteristics (mean \pm standard deviation) for each study locality in the Maimón River.

Localities	TEMP (°C)	COND (mS/cm)	SAL (ppt)	pH	DO (mg/L)	TDS (mg/L)	CV (m/s)
Los Plátanos	23.7 \pm 1.0	103.6 \pm 2.3	0.05 \pm 0.0	7.7 \pm 0.3	8.1 \pm 0.4	69.0 \pm 1.6	0.41 \pm 0.1
Piedra Blanca	22.3 \pm 1.4	120.8 \pm 3.0	0.05 \pm 0.0	8.1 \pm 0.1	8.8 \pm 0.2	82.8 \pm 0.5	0.42 \pm 0.2
Maimón	24.8 \pm 1.4	118.9 \pm 15.8	0.06 \pm 0.0	7.5 \pm 0.5	7.4 \pm 0.5	77.9 \pm 12.0	0.15 \pm 0.1
Confluencia	28.3 \pm 1.5	196.7 \pm 5.4	0.09 \pm 0.0	7.2 \pm 0.2	6.4 \pm 0.5	120.0 \pm 1.1	0.03 \pm 0.0
All localities	24.8 \pm 2.6	135.0 \pm 37.9	0.06 \pm 0.01	7.7 \pm 0.4	7.7 \pm 1.0	88.2 \pm 20.7	0.3 \pm 0.2

TEMP: water temperature; COND: conductivity; SAL: salinity; pH: pH; DO: dissolved oxygen; TDS: total dissolved solids; CV: Current Velocity.



Figure 1. *Limia zonata*. Left, male; right, female.

RESULTS

Sex ratio and adult-juvenile ratio. 4 292 individuals of *L. zonata* were captured, 1 319 (30.7%) of which were adults, including 810 females (61.4%) and 509 males (38.6%). This results in a male-female ratio of 1.0: 1.6. This proportion differs significantly from an expected sex ratio of 1: 1 ($X^2 = 68.69$, $p < 0.001$). Sex ratio did vary significantly with locality ($X^2 = 37.60$, $p < 0.001$). The sex ratio was biased towards females in all localities except for the Confluencia locality, where the proportion of males was higher (1: 0.2). 69.3% of the individuals were juvenile (2 973). These were more frequent than adults with a ratio of 1: 2.3 in the entire sample, without exceptions among localities (Table II).

Size classes. Ten size classes were created based on the standard length (SL) data, with a class size of 5 mm. The females and the juveniles were represented in a wide range of classes. These two groups occupied six of the ten size classes, while males only three. The most frequent size class was 14-18 mm (27.9%), and was occupied by young individuals (98.8%) and males (1.2%). 41.3 % of all juveniles were in this class. Males were more frequent in the size class 24-28 mm (46.8%) and 19-23 mm (35.5%). Females were more frequent in the classes 29-33 mm (21.1%) and 34-38 mm (20.4%). There was a significant overlap of size classes between juveniles and males, since they occupied the lower size classes (Fig. 3).

Morphometry. The morphometric data is based on a random sample of 20% of all captured specimens, corresponding to a total of 877 individuals: 143 males, 147 females and 587 juveniles. Total length (TL) of *L. zonata* varied from 6.50 to 65.59 mm, with an average of 28.09 mm (95% CI: 27.28-28.80 mm). Standard length (SL) had a maximum of 53.79 mm and a minimum of 4.38 mm and an average of 23.56 mm (95% CI: 21.96-23.23 mm). Height (HT) varied from 1.06 mm to 15.9 mm with an average of 4.70 mm (95% CI: 4.52-4.88 mm). Total weight (WEIGHT) of the population varied from 0.004 to 3.941 g with an average of 0.383 g (CI 95%: 0.347-0.428 g), (Table III).

The analysis of variance (ANOVA) revealed the existence of significant variation between females, males, and juveniles (ANOVA_{TL}: $F = 1008.16$, $p < 0.001$), (ANOVA_{SL}: $F = 1008.79$, $p < 0.001$), (ANOVA_{HT}: $F = 965.15$, $p < 0.001$), (ANOVA_{WEIGHT}: $F = 612.31$, $p < 0.001$).

In an analysis by sex, females were significantly larger, higher, and heavier than males. They had an average TL of 47.63 mm (95% CI: 46.09- 49.07 mm) and average SL of 38.62 mm (95% CI: 37.37-39.95 mm), respectively. The average HT was 9.17 mm (95% CI: 8.77- 9.61 mm) and average WEGHT of 1.446 g (95% CI: 1.295-1.614 g). Males had an average of TL and SL of 31.99 mm (CI 95%: 31.23-32.73 mm) and 25.43 mm (CI 95%: 24.86-26.06 mm), respectively. Height had an average of 5.91 mm (95% CI: 5.69-6.13 mm). Males weighed on average 0.337 g (CI 95%: 0.312-0.362 g), (Table III and Fig. 4).

Morphometric relationships. Pearson correlation coefficients (r) were obtained for all the morphometric variables, all the combinations showed a high r value, this means that the morphometric variables have a high degree of association. All the relationships had a value of $p < 0.001$, which shows that the results are significant (Table IV).

It was found that the standard length (SL) and total length (TL) match a linear regression model with a coefficient of determination (r^2) of 0.993 (99.3%), (Fig. 5). The predictive equation of this linear relationship for the whole population is:

$$TL = 0.5380 + 1.221 SL$$

It was found that the regression model between SL and HT is linear, the prediction equation for the whole population is:

$$HT = -1.603 + 0.2794 SL$$

The relationship between SL and WEIGHT is adjusted to a potential regression model, with a coefficient of determination (r^2) of 0.938 (93.8%) (Fig. 6). The prediction equation of the relation for the whole population was obtained as:

$$WEIGHT = 0.00005 SL^{3.03}$$

The analysis of covariance (ANCOVA) of the relationship SL and WEIGHT between sexes showed that there are significant differences between them ($F = 15.17$, $p < 0.05$), and separate regression analysis were conducted (Fig. 7). The values of the regression slope or allometric coefficient (b) varied from 2.79 to 3.24.

Next, the predictive equations are presented according to sex:

$$\text{Males} = 0.00002 SL^{3.05}$$

$$\text{Females} = 0.000009 SL^{3.24}$$

$$\text{Juveniles} = 0.00003 SL^{2.79}$$

Relative body condition factor. The relative condition factor (K_n) for the population of *L. zonata* had an average of 1.11. It varied between 0.42 to 1.80 in females and in males from 0.38 to 1.40. The females showed a higher condition factor than the males with an average of 1.01 and 0.82, respectively. However, juveniles had the highest relative condition factor with an average of 1.21 (Table V and Fig. 8).

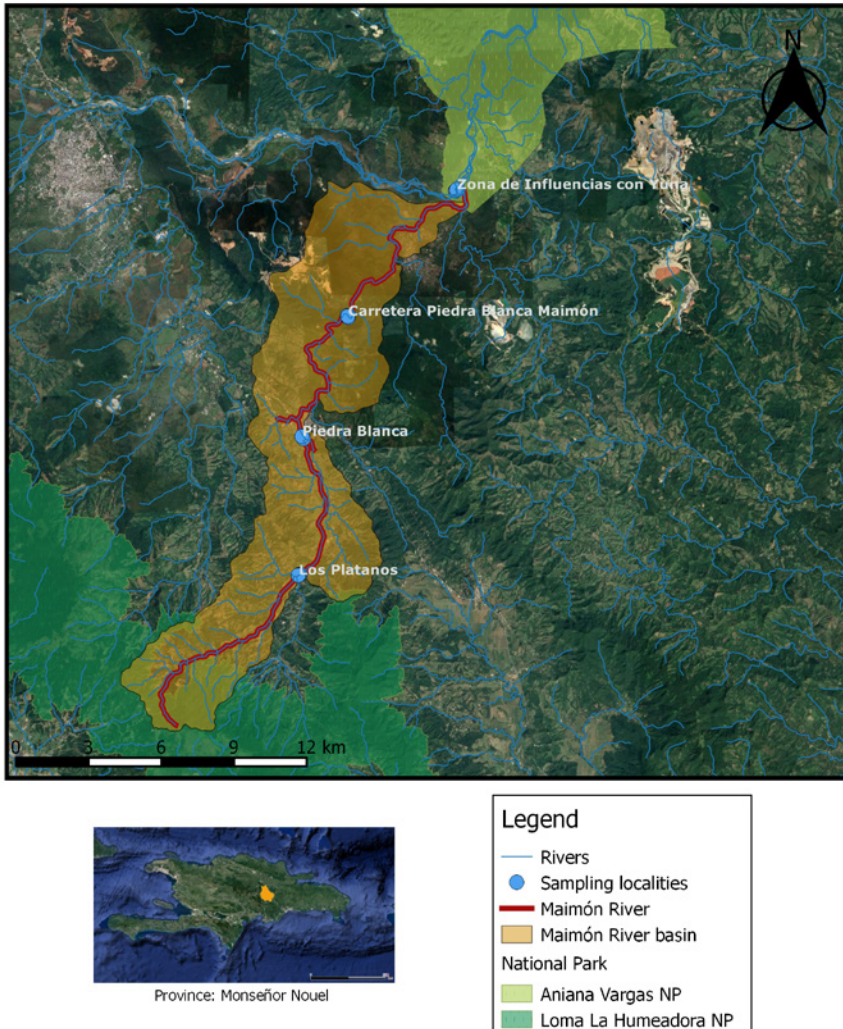


Figure 2. The Maimón River map.

Table II. Sex and adult-juvenile ratio and proportions

Localities	M:F ratio	M-F %	A:J ratio	A-J %
Piedra Blanca	1:1.7	34.5	1:1.8	36.3
		66.5		63.7
Maimón	1:1.7	37.5	1:2.6	28
		62.5		72
Confluencia	1:0.2	61.4	1:1.1	46.4
		38.6		53.6
All localities	1:1.6	36.2	1:2.3	30.7
		63.8		69.3

Table III. Measurements of central tendency and dispersion of morphometric variables

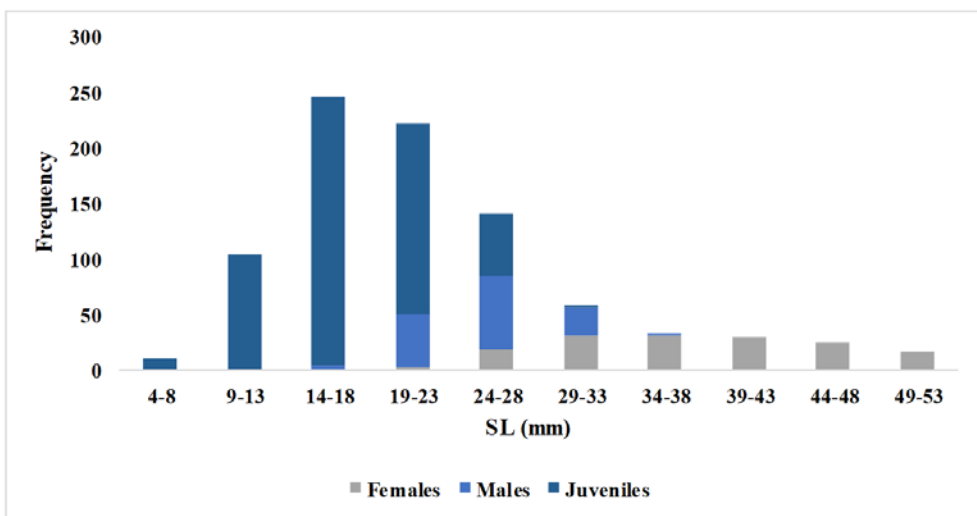
Morphometric variable	Categories	Mean	Error std. mean	Standard Deviation	Mean CI 95%	Median	Max	Min
TL (mm)	Females	47.63	0.77	9.36	46.09-49.00	47.04	65.59	29.37
	Juveniles	22.25	0.23	5.55	21.79-22.71	21.92	37.66	6.55
	Males	31.99	0.39	4.64	31.23-32.73	31.74	44.19	19.42
	All sex/life stages	28.10	0.38	11.32	27.28-28.80	26.00	65.59	6.55
SL (mm)	Females	38.62	0.63	7.64	37.37-39.95	38.23	53.79	23.19
	Juveniles	17.84	0.19	4.56	17.49-18.20	17.58	30.83	4.38
	Males	25.43	0.30	3.64	24.86-26.06	25.30	34.04	15.66
	All sex/life stages	22.56	0.31	9.23	21.96-23.23	20.84	53.79	4.38
HT (mm)	Females	9.17	0.22	2.64	8.77-9.61	8.75	15.90	4.59
	Juveniles	3.28	0.04	1.08	3.20-3.38	3.16	9.80	1.06
	Males	5.91	0.11	1.35	5.69-6.14	5.70	9.80	3.06
	All sex/life stages	4.70	0.09	2.68	4.52-4.88	3.96	15.90	1.06
WEIGHT (g)	Females	1.446	0.080	0.971	1.295-1.614	1.172	3.941	0.330
	Juveniles	0.128	0.004	0.091	0.122-0.138	0.101	0.475	0.004
	Males	0.337	0.013	0.154	0.312-0.362	0.313	0.922	0.077
	All sex/life stages	0.383	0.021	0.632	0.347-0.428	0.173	3.941	0.004

Table IV. Pearson's *Correlation Coefficient* (r) between morphometric variables

	TL	SL	HT
SL	0.997		
	0		
HT	0.967	0.963	
	0	0	
WEIGHT	0.876	0.875	0.895
	0	0	0
Cell's contents			
<i>Pearson's correlation</i>			
<i>p value</i>			

Table V. Measurements of central tendency and dispersion of the Relative condition factor (K_n)

Variable	Categories	Mean	Error std. mean	Standard Deviation	Median	Max	Min
K_n	Females	1.01	0.02	0.21	0.98	1.80	0.42
	Males	0.82	0.01	0.10	0.80	1.40	0.38
	Juveniles	1.21	0.02	0.56	1.11	5.46	0.12
	All	1.11	0.02	0.49	1.04	5.46	0.12

Figure 3. Frequency of size classes of *Limia zonata*.

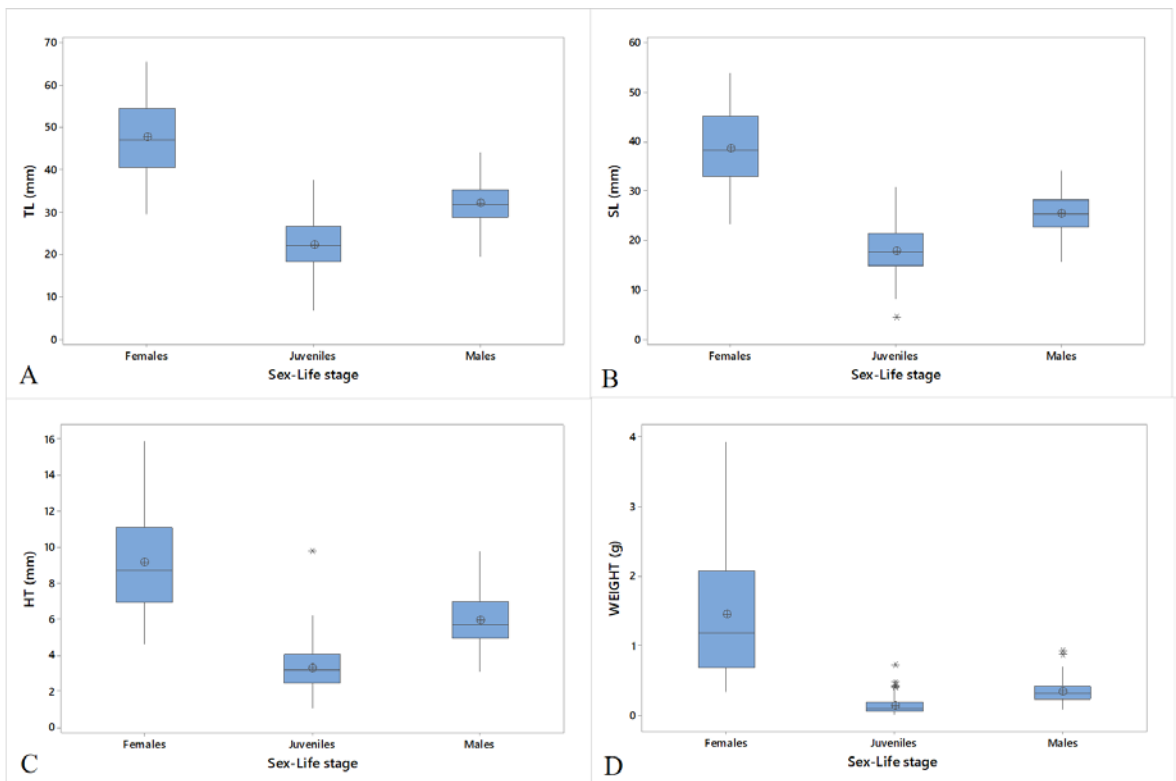


Figure 4. Boxplots of morphometric variables of *Limia zonata*. Shows the dispersion of the values depending on the sex or life stage. The middle line shows the median and the circle the mean. The extreme values are presented by asterisks. A. Total length (mm); B. Standard length (mm); C. Height (mm); D. Total Weight (g).

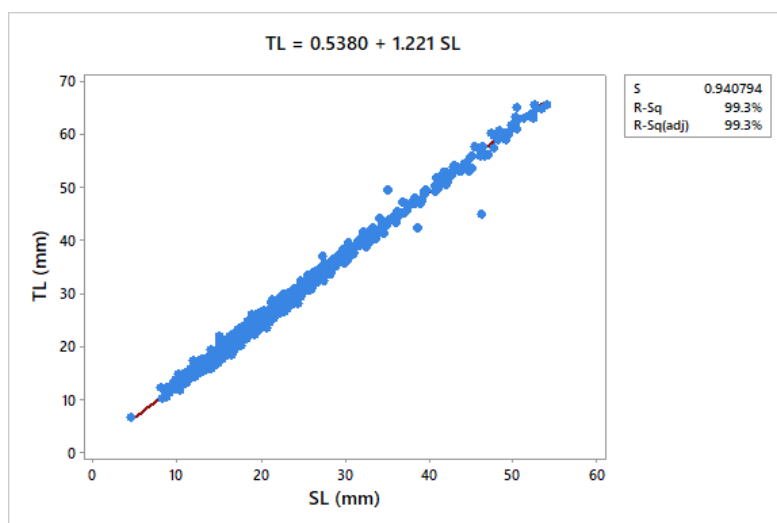


Figure 5. Total length-Standard length relationship of *Limia zonata*.

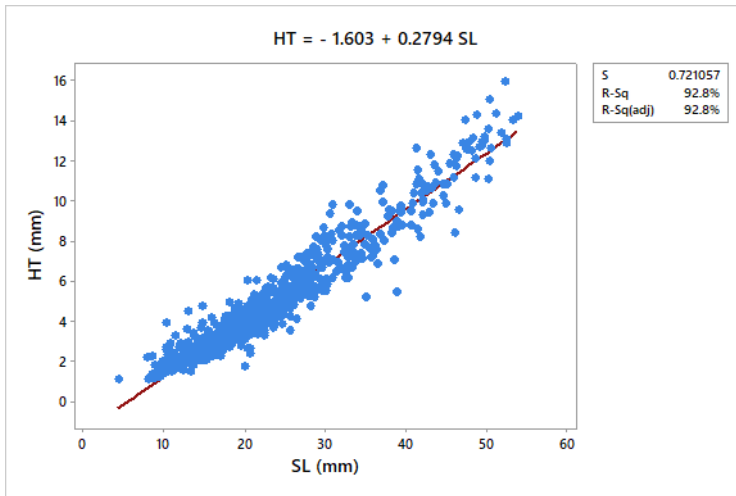


Figure 6. Height-Standard length relationship of *Limia zonata*.

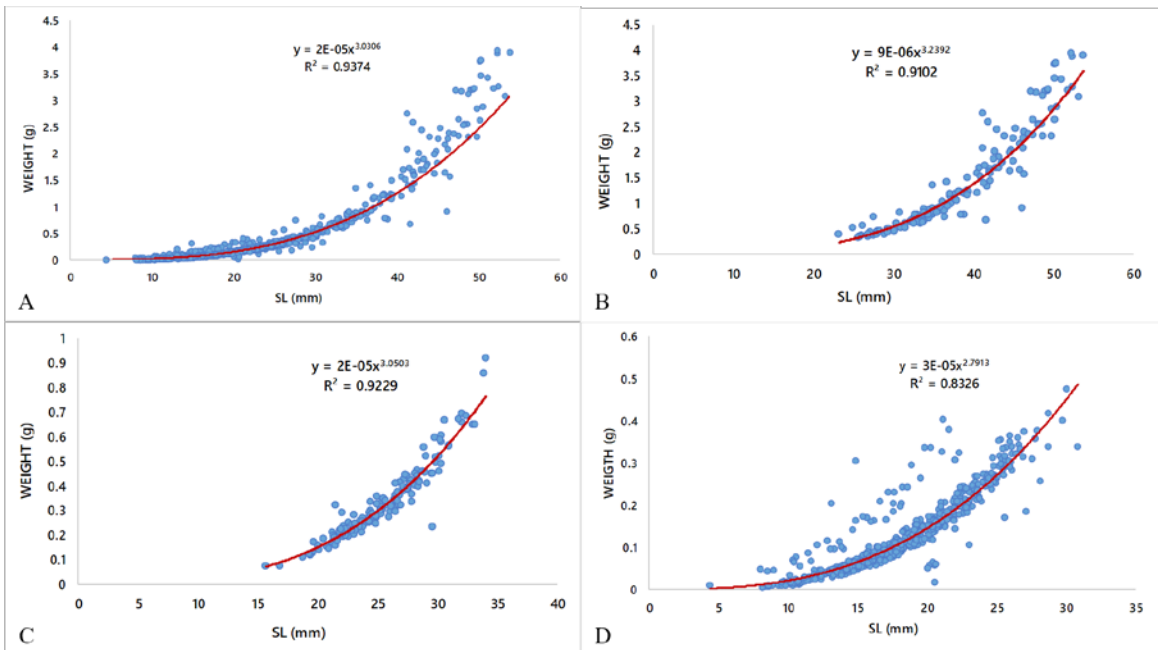


Figure 7. Total weight-Standard length relationship of *Limia zonata*. A. All population; B. Females; C. Males; D. Juveniles.

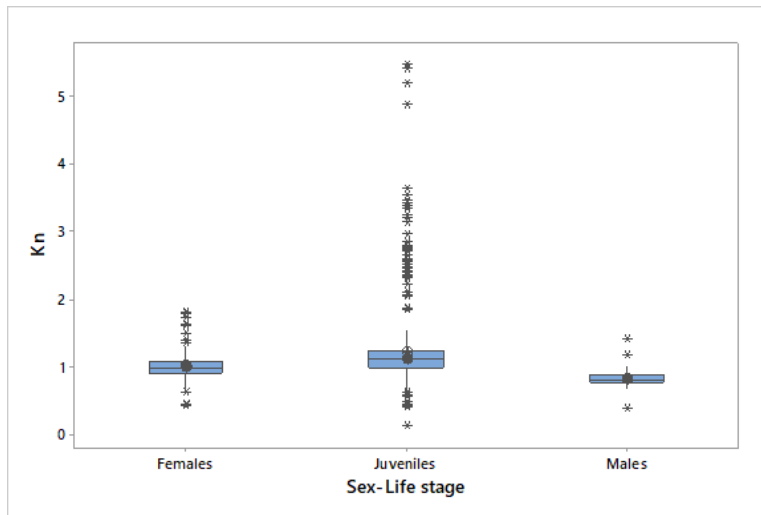


Figure 8. Boxplots of relative condition factor of *Limia zonata*. Shows the dispersion of the values depending on the sex or life stage. The middle line shows the median and the circle the mean. The extreme values are presented by asterisks.

DISCUSSION

Sex ratio. In the population of *L. zonata* studied there was a predominance of females, with an average of 16 females for every 10 males. Fisher (1930) suggested that the expected sexual proportion for most sexual organisms in the wild is close to 1: 1. However, our results in this study coincide with work done on other species of Poeciliidae, which also found a greater proportion of females over males (Reza and Díaz, 1994; Contreras-MacBeath and Ramírez-Espinoza, 1996; Vargas and de Sostoa, 1996; Gómez-Márquez *et al.*, 1999, 2016; Suarez *et al.*, 2009; Montag *et al.*, 2011; Ramírez-García *et al.*, 2018). According to Vargas and de Sostoa (1996), predominance of females is common in fish with sexual dimorphism, this being the case of most of the Poeciliidae species.

Snelson and Wetherington (1980) in *Poecilia latipinna* as well as Chapman *et al.* (1991) in *Poecilia gilli* reported that sex ratios at birth are usually 1: 1, but by selective pressure (environmental characteristics of the habitat and seasonal mortality) result in adult sexual proportions biased towards one sex or another. Snelson (1989) suggested that the predominance of females can be attributed to differential mortality based on sex. Females have higher survival rates due to their larger size, longer life, less flashy colors, and greater resistance to the rigors of reproduction and unfavorable environmental conditions. Rosenthal *et al.*, (2001) suggested that bright colors appear to be detrimental to the survival of poeciliid species and implied an increased risk of predation for males.

Recruitment. The proportion of juveniles (69.3%) suggests that the recruitment intensity of *L. zonata* in Maimón River is high. The intensity of recruitment is known as the ratio between adult and juvenile organisms and /or subadults in a population (Zeug and Winemiller, 2008). This may be related to the ability of poeciliid females to give birth to live offspring, which increases their chances of survival, in addition, females can store viable sperm in the gonoduct and a single insemination may be sufficient to generate several consecutive broods (Constanz, 1989; Snelson, 1989). Winemiller and Rose (1992) pointed out that producing a large number of juveniles is a mechanism that leads to continuous entry of individuals, resulting in a high survival rate and population maintenance.

Morphometry. A wide range of sizes was recorded (TL: 6.50-65.69 mm, SL: 4.38-53.59 mm), which suggests that the sampling methods and effort employed were efficient when capturing organisms of all possible sizes, in that sense it is assumed that a representation of the population sizes of *L. zonata* was obtained in the same proportion as they are found at the Maimón River, even so it should be noted that each fishing gear has a different selectivity, which influences species as well as the sizes that can be sampled. Lee *et al.* (1983) recorded a maximum SL for males of 3 cm (30 mm) and for females of 3.2 cm (32 mm). The maximum values for males and females reported in this study significantly exceed those values.

Cohen *et al.* (2015) reported for *L. zonata* females a mean SL of 32.5 (± 1.0) mm and for males 23.8 mm (± 0.2), from a population collected in the Yaque del Norte River, Santiago province.

A tendency of greater dimensions was observed for females, leading to a marked sexual dimorphism, which is not only expressed in coloration but also in size, as reported for most species of the Poeciliidae family (Bisazza, 1993). Farr (1989) found that the differential size of the family Poeciliidae is due to the fact that females take more time to mature and continue to grow throughout their life, while males exhibit an accelerated growth rate and do not grow much after reaching sexual maturity, and do not live long after they have matured (Snelson, 1984; Vargas and De Sostoa, 1996).

Relations between morphometric variables. The TL-SL relationship is of great relevance for future studies of the species, since it is not always possible to measure TL of the fish due to mechanical damage in the caudal fin. It is also useful to compare different studies that use different scales. The length-weight relationship (LWR) in fish is a very important classical tool in fisheries management and aquaculture. LWR have often been used to estimate weight from length, since direct weight measurements can be time consuming in the field (Sinovic *et al.*, 2004). In addition, they can allow the calculation of the biomass of the population, indirect estimation of the production and the condition or corporal well-being of the fish, as well as the indirect analysis of the rhythm of growth (Le Cren, 1951; Froese, 2006).

The relationship of standard length-total weight in *L. zonata* shows an r^2 of 0.929, which suggests that the total wet weight (WEIGHT) can be estimated when the standard length (SL) of the fish is known with a prediction level of 92.3%. The values of b of the equations obtained for each group were significantly different. Bagenal and Tesch (1978) pointed out that the allometric coefficient (b) of fish should be between 2.5 and 3.5; the coefficients recorded in this study are within this range. The value of b for males of *L. zonata* was of 3.05, which suggests an isometric growth. This suggests that male growth in length and weight are proportional, which is in agreement with the observation for the males of this species to have a more elongated body shape. By contrast, the females showed a b value of 3.24, which suggests a positive allometric growth, which is a greater growth in weight than in length. This can be explained by the increase in weight that the females experience due to gonadal development and oocyte production.

Condition factor. The relative condition factor is based on the hypothesis that those fish with greater weight at a certain size are in better condition. A condition factor equal to or greater than one indicates a good level of feeding and good environmental factors (Ujjania *et al.*, 2012). The average relative condition factor (K_n) in this study was 1.11, which suggests that as a population *L. zonata* are in good condition and experience favorable environmental conditions. Females showed better average condition (1.01) than males (0.82). This can be attributed to the fact that they significantly increase their weight due to the development of embryos within the gonads (Nikolsky, 1963). Juveniles presented the best condition in this study (1.21), which may be due to the accelerated rate of growth they experience.

These condition values cannot be considered definitive. Shifts in the condition factor may indicate variations related to gonadal development, feeding and fat accumulation of fish, and it is likely that fish of the same species, even of the same sex, will show different condition in different places and seasons (Le Cren, 1951). This is why this factor is not considered an absolute index of condition, but rather an interpopulation comparison tool that can be used in predictive models of population dynamics. This factor has greater potential when it is complemented with other direct studies such as an analysis of diet or reproductive activity (McPherson *et al.*, 2011). There are no prior studies that address the status of any species of fish in the Dominican Republic, which prevents a comparative analysis. Therefore, this study provides an important basis for future studies and comparisons.

It should be considered that these data were collected in a short period of time and no temporal variation could be established. It is possible that the sex ratio as well as proportion of adults-juveniles, morphometric characteristics and body condition of the species vary significantly during the year, requiring long-term studies for a greater understanding of the effect of seasonality and environmental factors in these demographic parameters.

CONCLUSIONS

The population of *Limia zonata* on the Maimón River showed a sex ratio is biased towards females (1.0: 1.6). Juvenile fish were more frequent than adults (1.0: 2.3). The high proportion of juvenile individuals suggests a high intensity of recruitment. Ten size classes were distinguished; the most frequent was 14-18 mm (27.9%). The morphometry of the species varied significantly between the sexes, revealing a very marked sexual dimorphism. The females are significantly larger, taller and heavier than males. Length-weight relationships were significantly different among females and males, suggesting a positive allometric and isometric growth curve, respectively. The population of *L. zonata* in the Maimón River exhibits good body condition.

LITERATURE CITED

- Bisazza, A. 1993. Male competition, female mate choice and sexual size dimorphism in poeciliid fishes. *Marine & Freshwater Behaviour & Physiology*, 23 (1-4): 257-286.
- Bagenal, T. B., and F. W. Tesch. 1978. *Age and growth methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP handbook N° 3. Blackwell Press. Oxford, pp. 101-136.
- Burgess, G. H., and R. Franz. 1989. *Zoogeography of the Antillean freshwater fish fauna. Biogeography of the West Indies: past, present, and future*. Sandhill Crane Press, Florida, pp. 263-304.
- Cabral, J. A., and J. C. Marques. 1999. Life history, population dynamics and production of eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae), in rice fields of the lower Mondego River Valley, western Portugal. *Acta Oecologica*, 20 (6): 607-620.
- Canty, A., and B. Ripley. 2017. *boot*: Bootstrap R (S-Plus) Functions. R package version 1.3-20.
- Chapman, L. J., D. L. Kramer, and C. A. Chapman. 1991. Population Dynamics of the Fish *Poecilia gillii* (Poeciliidae) in Pools of an Intermittent Tropical Stream. *The Journal of Animal Ecology*, 60 (2): 441-453.

- Cohen, S. N., J. U. Regus, Y. Reynoso, T. Mastro, and D. N. Reznick. 2015. Comparative life histories of fishes in the subgenus *Limia* (Pisces: Poeciliidae). *Journal of Fish Biology*, 87 (1): 100-114.
- Constantz, G. D. 1989. Reproductive Biology of Poeciliid Fishes, 33-50 pp. In G. K. Meffe and F. F. Snellson Jr. (Eds.), *Ecology and Evolution of Livebearing fishes (Poeciliidae)*, Englewood Cliffs, New Jersey, United States.
- Contreras-MacBeath, T., and H. R. Espinoza. 1996. Some Aspects of the Reproductive Strategy of *Poeciliopsis gracilis* (Osteichthyes: Poeciliidae) in the Cuahtla River, Morelos, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*, 11 (3): 327-338.
- Farr, A. J. 1989. Sexual selection and secondary sexual differentiation in poeciliids: Determinants of male mating success and the evolution of female choice, 91-123 pp. In G. F. Meffe and F. F. Snellson Jr. (Eds.), *Ecology and Evolution of Livebearing fishes (Poeciliidae)*, Englewood Cliffs, New Jersey, United States.
- Fisher, R. A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press, Oxford, 272 pp.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, 22 (4): 241-253.
- Gómez-Márquez, J. L., J. L. Guzmán-Santiago, and A. Olvera-Soto. 1999. Reproduction and growth of *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in the Laguna "El Rodeo", Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 47 (3): 581-592.
- Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, I. H. Salgado-Ugarte, A. K. Sánchez-Herrera, and L. Sastré-Báez. 2008. Reproduction of the fish *Poeciliopsis gracilis* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in Coatetelco, a tropical shallow lake in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 56 (4): 1801-1812.
- Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, and J. L. Guzmán-Santiago. 2016. Reproductive biology of *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) at the Emiliano Zapata Reservoir in Morelos, Mexico. *Neotropical Ichthyology*, 14 (2): 1-9.
- Hamilton, A. 2001. Phylogeny of *Limia* (Teleostei: Poeciliidae) based on NADH dehydrogenase subunit 2 sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19 (2): 277-289.
- Haskins, C. P., E. F. Haskins, J. J. A. McLaughlin, and R. E. Hewitt. 1961. Polymorphism and population structure in *Lebistes reticulatus*, a population study, 320-395 pp. In C. G. Sibley and W. F. Blair (Eds.), *Vertebrate Speciation*. University of Texas Press, Texas.
- Le Cren, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Lee, D. S., S. P. Platania, and G. H. Burgess. 1983. Atlas of North American freshwater fishes, 1983 supplement. *Occasional Papers of the North Carolina Biological Survey no. 1983-6*. North Carolina State Museum of Natural History, Raleigh, N.C., 67 pp.
- McPherson, L. R., A. Slotte, C. Kvamme, S. Meier, and C. T. Marshall. 2011. Inconsistencies in measurement of fish condition: a comparison of four indices of fat reserves for Atlantic herring (*Clupea harengus*). *iCES Journal of Marine Science*, 68: 52-60.

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana. 2011. *Lista de Especies en Peligro de Extinción, Amenazadas o Protegidas de la República Dominicana (Lista Roja)*, 44 pp. Santo Domingo, República Dominicana.
- Minitab 18 Statistical Software, [Computer software]. 2016. State College, PA: Minitab, Inc.
- Montag, L. F. A., T. M. Freitas, D. O. Raiol, and M. V. da Silva. 2011. Length-weight relationship and reproduction of the guppy *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in urban drainage channels in the Brazilian city of Belém. *Biota Neotropica*, 11 (3): 93-97.
- Nikolsky, G. V. 1963. *The Ecology of Fishes*. New York, Academic Press, 352 pp.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and bioeographic analysis of Cyprinodontiform fishes Teleostei, Atherinomorpha. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168 (4): 341-557.
- Ramírez-García, A., J. P. Ramírez-Herrejón, M. Medina-Nava, R. Hernández-Morales, and O. Domínguez-Domínguez. 2018. Reproductive biology of the invasive species *Pseudoxiphophorus bimaculatus* and *Poecilia sphenops* in the Teuchitlán River, México. *Journal of Applied Ichthyology*, 34 (1): 81-90.
- Rauchenberger, M. 1988. Historical biogeography of poeciliid fishes in the Caribbean. *Systematic Zoology*, 37 (4): 356-365.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available in: <http://www.R-project.org/>.
- Reza, U. B. S., and P. E. Díaz. 1994. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Heterandria bimaculata* (Poeciliidae). *Resúmenes IV Congreso Nacional de Ictiología de Morelia*, 57-58 pp. Michoacán, México.
- Rodríguez-Peña, C. M. 1997. Phylogenetic analysis of the tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Copeia*, 1997 (4): 663-679.
- Rosenthal, G. G., T. Y. Flores-Martínez, F. J. García de León, and M. J. Ryan. 2001. Shared preferences by predators and females for male ornaments in swordtails. *The American Naturalist*, 158 (2): 146-154.
- Sinovičić, G., M. Franičević, B. Zorica, and V. Čikeš Keč. 2004. Length-weight and length-length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 20 (2): 156-158.
- Snelson, F. F. Jr., and J. D. Wetherington. 1980. Sex ratio in the sailfin molly, *Poecilia latipinna*. *Evolution*, 34 (2): 308-319.
- Snelson, F. F. Jr. 1984. Seasonal maturation and growth of males in a natural population of *Poecilia latipinna*. *Copeia*, 1: 252-255.
- Snelson, F. F. Jr. 1989. Social and environmental control of life history traits in poeciliids, pp. 149-161. In G. K. Meffe and F. F. Snelson Jr. (Eds), *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

- Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. *Journal of the America Statistical Association*, 21: 65-66.
- Turner, J. S., and F. F. Snelson, Jr. 1984. Population structure, reproduction and laboratory behaviour of the introduced *Belonesox belizanus* (Poeciliidae) in Florida. *Environmental Biology of Fishes Journal*, 10 (1): 89-100.
- Ujjania, N. C., M. P. S. Kohli, and L. L. Sharma. 2012. Length weight relationship and condition factors of Indian major carps (*C. catla*, *L. rohita* and *C. mrigala*) in Mahi Bajaj Sagar, India. *Research Journal of Biology*, 2 (1): 30-36.
- Vargas, M. J., and A. De Sostoa. 1996. Life history of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro delta (NE Iberian Peninsula). *Hydrobiology*, 341 (3): 215-224.
- Weaver, P. F., A. Cruz, S. Johnson, J. Dupin, and K. F. Weaver. 2016. Colonizing the Caribbean: biogeography and evolution of livebearing fishes of the genus *Limia* (Poeciliidae). *Journal of Biogeography*, 43 (9): 1808-1819.
- Winemiller, K. O., and K. A. Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49 (10): 2196-2218.
- Zeug, S. C., and K. O. Winemiller. 2008. Relationships between hydrology, spatial heterogeneity, and fish recruitment dynamics in a temperate floodplain river. *River Research and Applications*, 24 (1): 90-102.
- Zúñiga-Vega, J. J., A. L. Hernández-Rosas, A. Molina-Moctezuma, H. A. Pérez-Mendoza, F. R. Rodríguez-Reyes, Y. M. Bravo-Espinosa, and H. Espinosa-Pérez. 2012. Population abundance and sex ratio of the viviparous freshwater fish *Poeciliopsis baenschi* (Poeciliidae) throughout its range in western Mexico. *Western North American Naturalist*, 72 (3): 357-368.

[Recibido: 17 de abril, 2018. Aceptado para publicación: 20 de noviembre, 2018]

GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS DE LA ESPAÑOLA Y ANOTACIONES SOBRE LAS FAMILIAS Y ESPECIES

Identification guide of Hispaniola bats with notes on families and species

Miguel S. Núñez-Novas^{1,2,3}, Rosanna Guzmán-Pérez³ y Alexandra Contreras-Puigbó³

¹Museo Nacional de Historia Natural “Profesor Eugenio de Jesús Marcano”. Calle César Nicolás Penson, Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, Santo Domingo. m.nunez@mnhn.gov.do.

²Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España.

³Universidad Autónoma de Santo Domingo, Escuela de Biología, Edificio de Alta Tecnología, Ciudad Universitaria, Santo Domingo. rosannaguzmanperez24@gmail.com, acpuigbo@gmail.com.

RESUMEN

Se presenta una guía ilustrada de identificación de los quirópteros de La Española, basada en diez años de trabajo de campo y laboratorio. Se incluyen dos claves dicotómicas, una de las familias y otra de las especies, ambas respaldadas ampliamente por figuras y fotografías que ayudarán a la determinación de los táxones, así como del sexo, la madurez sexual y las estructuras más comunes de los murciélagos. Se consideran también varias claves publicadas previamente. En total, son consideradas 18 especies, distribuidas en las seis familias reconocidas para la isla: Noctilionidae, Phyllostomidae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae y Vespertilionidae. Se registran datos importantes sobre la ecología y distribución de las especies incluidas.

Palabras clave: claves dicotómicas, sexo, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, Hispaniola.

ABSTRACT

An illustrated identification guide of the chiropters of Hispaniola, based on 10 years of field and laboratory work is presented, while several keys previously published are considered. Two dichotomic keys are included, one for families and one for species, both supplemented by figures and photographs that will aid in the determination of taxa, sex, sexual maturity, and common structures of the chiropters or bats. 18 species are considered, distributed in the six families recognized for the island: Noctilionidae, Phyllostomidae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, and Vespertilionidae. Important data on the ecology and distribution of these species is included.

Keywords: dicotomic keys, sex, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, Hispaniola.

INTRODUCCIÓN

Las Antillas constituyen una región zoogeográfica singular dentro del neotrópico. Sin embargo, debido a su ubicación geográfica y reducido tamaño, sus islas presentan una baja diversidad, y riqueza de familias y géneros; pero niveles de endemismo muy altos a nivel específicos, alcanzando hasta un 50% con relación a los murciélagos (Baker y Genoways, 1978; Rodríguez Durán y Kunz, 2001; Simmons, 2005).

En las Antillas Mayores, el 73% de las especies de mamíferos vivientes son murciélagos (Silva-Taboada, 1979). En La Española, los murciélagos constituyen más del 90% de los mamíferos, distribuidos en 6 familias, 17 géneros y 20 especies (Núñez-Novas y León, 2011, Soto-Centeno *et al.*, 2017). Los murciélagos de la Española han sido objeto de observación desde antes de la llegada de los europeos a finales del siglo XV: los taínos los consideraban animales sagrados (Cassá, 1974). Sin embargo, es a finales del siglo XIX cuando aparecen los primeros reportes de especies que en su mayoría corresponden a la descripción de nuevas especies y localidades (Gundlach, 1877; Elliot, 1905; Allen, 1908; Allen, 1911, 1917; Miller, 1918, 1929, 1930).

En las últimas décadas se siguen realizando citas de nuevas localidades, aunque también se efectúan revisiones taxonómicas, análisis regionales biogeográficos y zoográficos de las distintas especies (Hershkovitz, 1951; Simpson, 1956; Varona, 1974; Baker y Genoways, 1978; Klingener *et al.*, 1978; Fleming, 1982; Koopman, 1989; McFarlane, 1989, 1991; Rodríguez Durán y Kunz, 2001; Dávalos, 2004, 2005, 2010; Tejedor *et al.*, 2005a, 2005b, Goldberg *et al.*, 2010; Núñez-Novas, 2010; Núñez-Novas y León, 2011; Velazco *et al.*, 2013; Núñez-Novas *et al.*, 2014, 2016; Soto-Centeno *et al.*, 2015; Soto-Centeno y Steadman, 2015; Lim *et al.*, 2017; Soto-Centeno *et al.*, 2017; Dávalos *et al.*, 2018). A pesar de todos estos estudios, la información sobre las localidades y preferencias de hábitat es precaria y se encuentra dispersa en multitud de colecciones de referencia, colectas personales y archivos gubernamentales, entre otros.

La mayor parte de los murciélagos recolectados en La Española se encuentran depositados en museos de Estados Unidos, destacándose las colecciones del Museo de Historia Natural James R. Slater y el Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas (Núñez-Novas y León, 2011). En la isla la única y más importante colección de referencia es la del Museo Nacional de Historia Natural “Profesor Eugenio de Jesús Marcano” (MNHNSD), iniciada por José A. Ottenwalder a principios de los 70 (Núñez-Novas y León, 2011), quien además publicó varios artículos sobre los murciélagos de la isla (Ottenwalder, 1978, 1979, 1981, 1995; Ottenwalder y Genoways, 1982). En dicha colección también aportaron especímenes diferentes naturalistas, como Nelson García Marcano, quien además ha realizado la mayor parte de los inventarios sobre murciélagos en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana (García-Marcano y Dominici, 2002a, b; García-Marcano, 2003; 2005a, b; 2006a, b; 2011; García-Marcano *et al.*, 2011).

También, hay que destacar los aportes de Norma Fabián Calcagno, médico veterinario que citó por primera vez en la isla a la especie *Tonatia silvicola* (*Lophostoma silvicolum*); el virus de la rabia en murciélagos; el hongo patógeno *Histoplasma capsulatum* e identificó otras posibles enfermedades asociadas a los excrementos de los murciélagos (Gómez-González y Nevarez-Rivera, 1987; Figueroa-Espinosa y Vicente-Olaverria, 1990; Fabián-Calcagno, 2004, 2011).

Es imperativo crear instrumentos y programas para el conocimiento e investigación de los murciélagos. En este contexto, cabe destacar la importancia de las guías y claves de identificación como instrumentos imprescindibles para determinar rasgos comunes y diferencias entre las familias y entre especies. Una de las primeras claves de identificación de murciélagos para las Antillas Mayores fue elaborada por Ronald Herbert Pine (1980), en la que se establecían los caracteres diagnósticos de las 17 especies conocidas para La Española en ese momento. Posteriormente, se publicó la clave de identificación de quirópteros de las Antillas, que se convirtió en la clave de referencia para los murciélagos en el Caribe (Baker *et al.*, 1984). Subsiguientemente, Rodríguez-Durán y Christenson (2012), publican un resumen sobre los

murciélagos de varias islas en las Antillas, el mismo contiene generalidades sobre los murciélagos e información sobre la distribución, historia natural y descripción para cada una de las especies. Por último, Flanders *et al.* (2014), diseñan una clave ilustrada de campo, basada en datos obtenidos durante viajes de investigación a la isla, la información recogida resultó ser insuficiente, razón por lo que necesitaron recurrir a datos de Baker *et al.* (1984).

Hasta el 2017, en La Española habían registradas 18 especies de murciélagos, pero en un estudio llevado a cabo por Soto-Centeno *et al.* (2017) se encontró la presencia actual de dos especies: *Pteronotus macleanii* y *Lasiurus cinereus*, esta última reportada sólo para Haití. Por lo que se ha incrementado a 20 el número de especies reportadas para la isla, estas últimas no serán incluidas en esta guía.

OBJETIVO

-Elaborar una guía ilustrada de los murciélagos de La Española con la mayor representatividad de morfós.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se visitaron distintas localidades a través de todo el territorio de República Dominicana durante los años 2008-2018, con el fin de obtener la mayor cantidad de datos que pudieran representar la variabilidad de morfós que presentan las especies y validarlos.

Las localidades visitadas fueron las siguientes: Cueva del agua, Cueva Honda de Julián, Cueva La Chepa, Cueva La Entrada, Cueva Los Patos, Cueva de Mara, Cueva Rancho La Guardia, Cueva Trunícolas y Cuevas del Pomier. Así como distintos abrigos rocosos y zonas boscosas en Baní, Barahona, Isla Catalina, María Trinidad Sánchez, Monte Plata, Pedernales, Samaná, San Cristóbal, Sánchez Ramírez y Santo Domingo, y zonas montañosas como el Hoyo de Pelempito y Sierra de Bahoruco.

Se utilizaron tres métodos de captura: una trampa de arpa de 1.83 m de ancho por 1.27 m de altura mínima y 2.29 m de altura máxima, red de mano o entomológica y redes de niebla de distintas longitudes según la localidad. Las especies se determinaron siguiendo a Silva-Taboada (1979) y Baker *et al.* (1984). Mientras que los nombres se estandarizaron siguiendo a Núñez-Novas y León (2011). Para cada individuo se determinó: especie, sexo (Fig. 1) y madurez sexual (Fig. 2). Además, se registraron los datos morfométricos: longitud total (LT), longitud de la cola (LC), longitud del antebrazo (LA), longitud de la pata (LP), longitud de la oreja (LO), longitud del trago (LTr) y peso en gramos (gr), (Fig. 3). Se fotografió al menos un individuo de cada especie por localidad, en vistas lateral, escogiéndose una foto por especie para ser incluida en la guía; para aquellas especies que no pudieron ser capturadas se presentan fotos que fueron donadas.

Se examinaron las colecciones de murciélagos del Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” (en seco y en húmedo), donde se revisaron los catálogos y etiquetas. Se validó la información de las medidas presentes en las etiquetas, volviendo a realizar las mediciones y dejando un margen de variación de 2 mm; debido a que el tamaño de los especímenes preservados en alcohol tienden a ser ligeramente distinto al de animales vivos. Por último se incluyeron datos de la expedición llevada a cabo por Jon Flanders, Laurel Yohe, Stephen Rossiter y Liliana M. Dávalos en 2014.

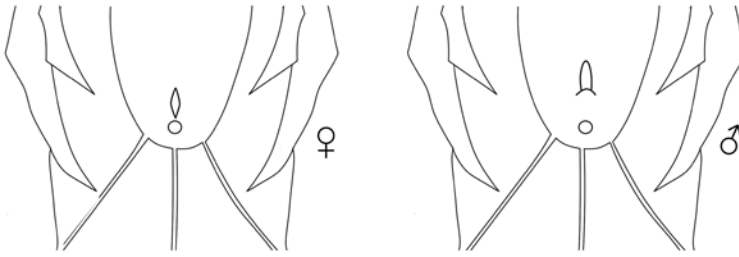


Figura 1. Ubicación de los genitales por sexo.

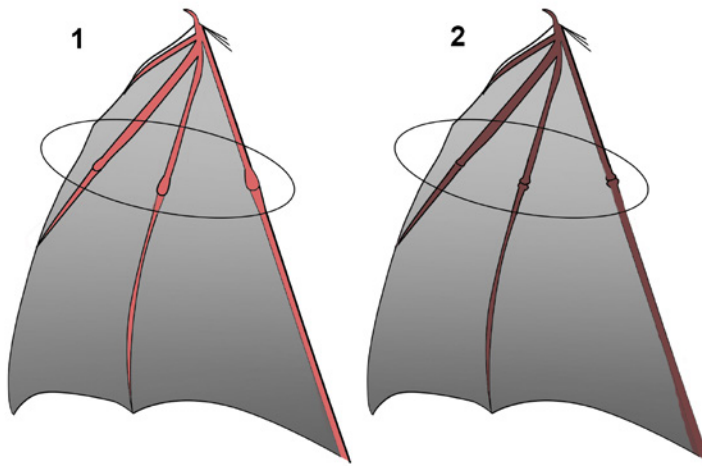


Figura 2. Grado de osificación de la epífisis. 1, juvenil; 2, adulto.

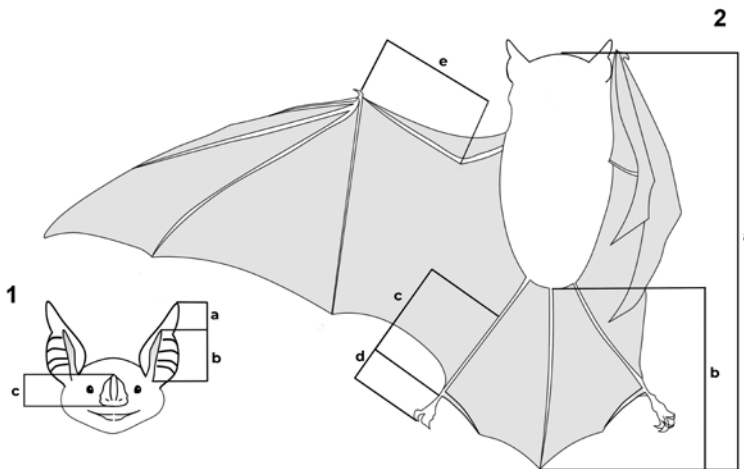


Figura 3. Medidas externas. 1. medidas de la cara: a, longitud de la oreja; b, longitud del trago; c, longitud de la hoja nasal. 2. medidas del cuerpo: a, longitud total; b, longitud de la cola; c, longitud desde la rodilla hasta la punta de las uñas; d, longitud del tobillo a la punta de las uñas; e, longitud del antebrazo.

Toda la información obtenida se digitalizó en una base de datos elaborada en el programa Excel, de donde se extrajeron las longitudes de antebrazo, mínima y máxima por cada especie, para ser incluidas en la guía.

Los mapas de distribución de cada especie fueron confeccionados utilizando la base de datos elaborada por Núñez-Novas (2014), para los cuales se aplicó una malla de cuadrículas de 10 km², donde cada cuadrícula representa el área en la que ha coincidido una o más registros de colectas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron datos de un total de 1072 individuos. Las especies *Artibeus jamaicensis*, *Macrotus waterhousii* y *Molossus molossus*, registraron el mayor número de ejemplares. Mientras que *Chilonatalus microtus*, *Nyctinomops macrotis* y *Eptesicus fuscus* presentaron el menor número de registros. La familia con el mayor número registros fue Phyllostomidae, esto era de esperarse ya que es el grupo con mayor riqueza de especies (7). Además, algunos de sus miembros son especies generalistas y con hábitos fitófagos. Por otra parte, Natalidae y Noctilionidae fueron las familias con el menor número de registros. En el caso de Natalidae, las dos especies que incluye esta familia son consideradas como raras y poco abundantes, y Noctilionidae solo posee una especie (Núñez-Novas y León, 2011; Núñez-Novas *et al.*, 2016). Molossidae resultó ser la familia de la que menos individuos pudieron ser capturados. Debido a esto, la mayor parte de los datos ofrecidos sobre esta familia provienen de ejemplares presentes en la colección.

El proceso con los especímenes del museo presentó algunos inconvenientes, tales como: imposibilidad de medir los especímenes preservados en seco y comprobación de los datos presentes, ya que correspondían a ejemplares no presentes en la actualidad en el museo o liberados en el campo. Los rangos de algunas medidas presentaron intervalos muy amplios de variaciones. Pudiendo esto deberse a que se tomaron datos de especímenes juveniles, sub-adultos u otras situaciones no contempladas. Aun así, se ha decidido incluir esta información, ya que se considera fiable debido a que fueron tomadas por investigadores calificados entre los años 80-90 (Tabla I). La medida que menos variaciones presentó, si se compara con datos reportados en la literatura, fue la longitud del antebrazo (LA). Por esta razón se pueden considerar las más precisas (Tabla I).

A continuación, se presentan dos claves dicotómicas, una para las familias y otra para las especies, ambas acompañadas de imágenes como soporte: para las familias, cinco esquemas generales de las colas; para las especies, fotografías del rostro. En los esquemas de las colas se ha excluido la familia Phyllostomidae debido a que la presencia o ausencia de cola puede variar según las especies.

Clave para la identificación de las familias de murciélagos de la Española

1A. Hoja nasal presente..... Phyllostomidae

1B. Hoja nasal ausente.....2

2A. Cola gruesa, extendida ampliamente más allá del uropatagio (Fig. 4) Molossidae

2B. Cola delgada, sin extenderse más allá del borde del uropatagio y en caso de hacerlo no más de 5 mm 3

3A. Cola extendiéndose hasta el borde del uropatagio o sobresaliendo levemente..... 4

3B. Cola sin extenderse hasta el borde del uropatagio..... 5

4A. Orejas cubriendo parcialmente los ojos, cola extendiéndose hasta el borde del uropatagio (Fig. 4)... Natalidae

4B. Orejas sin cubrir los ojos; cola se extiende al borde posterior del uropatagio o sobresaliendo levemente y termina en forma de “V” (Fig. 4) Vespertilionidae

5A. Labio superior normal e inferior con repliegues; antebrazo menor de 80mm (Fig. 4) Mormoopidae

5B. Labio superior leporino o hundimiento del labio superior, labio inferior normal y antebrazo mayor de 80 mm..... Noctilionidae (Fig. 5); *Noctilio leporinus* (Linnaeus, 1758)

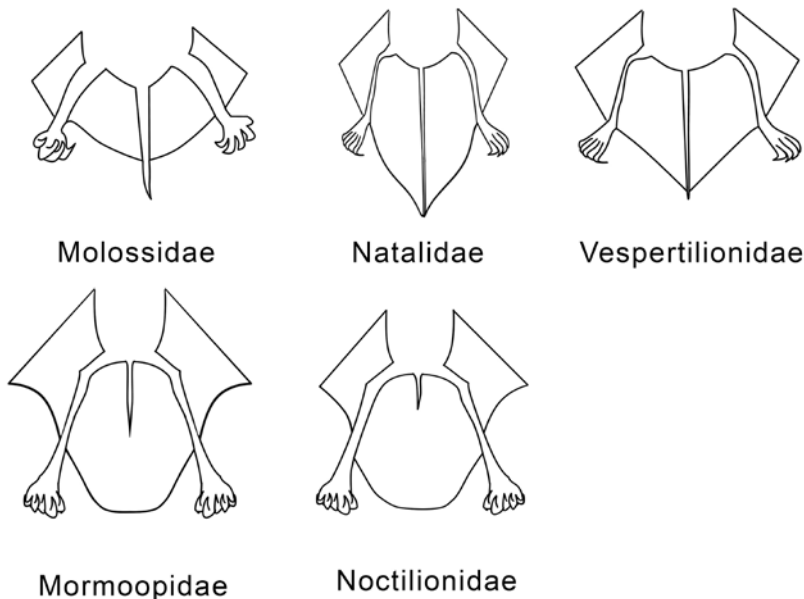


Figura 4. Forma de la cola por familia.

Clave para la identificación de las especies de murciélagos de La Española

Familia Phyllostomidae

- 1A. Cola ausente o no visible externamente..... 2
- 1B. Cola presente y visible externamente..... 4
- 2A. Hoja nasal rudimentaria con presencia de repliegues dérmicos alrededor de la nariz; hocico chato y alargado; LA 52-63 mm; (Fig. 6)*Brachyphylla pumila* Miller, 1918
- 2B. Hoja nasal prominente y hocico corto.....3
- 3A. Antebrazo mayor a 47 mm; líneas grises en la cabeza (pudiendo estar ausentes); LA 46-62 mm; (Fig. 7)..... *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821
- 3B. Antebrazo menor a 47 mm y manchas blancas en los hombros; LA 38-45 mm; (Fig. 8).....*Phyllops falcatus* (Gray, 1839)
- 4A. Orejas muy grandes, mayores a 21 mm; LA 38-57 mm; (Fig. 9).....
Macrotus waterhousii Gray, 1843
- 4B. Orejas pequeñas, menores a 20 mm.....5
- 5A. Espolón mayor de 3 mm; hocico fino; LA 37-42 mm; (Fig. 10)
Monophyllus redmani Leach, 1821
- 5B. Espolón menor de 3 mm o ausente; hocico alargado..... 6
- 6A. Espolón presente; tibia más corta que la mitad de la longitud del antebrazo; transición del cráneo al hocico pronunciada; hoja nasal menor de 2 mm; ausencia de verruga en el nacimiento de la oreja; LA 42-51 mm; (Fig. 11).....*Erophylla bombifrons* (Miller, 1899)
- 6B. Espolón ausente; tibia tan larga o más que la mitad de la longitud del antebrazo; transición del cráneo al hocico lineal y suave; hoja nasal rudimentaria o inexistente; presencia de verruga cerca del nacimiento de las orejas; LA 42-51 mm; (Fig. 12).....*Phyllonycteris poeyi* Gundlach, 1861

Familia Molossidae

- 1A. Longitud del antebrazo mayor de 54 mm; LA 55-61 mm; (Fig. 13).....
Nyctinomops macrotis (Gray, 1840)
- 1B. Longitud del antebrazo menor de 54 mm..... 2
- 2A. Orejas grandes, sin unirse y sobrepasando moderadamente el hocico; LA 38-43 mm; (Fig. 14).....*Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824)
- 2B. Orejas pequeñas, unidas en la línea media del hocico y sin sobrepasarlo; LA 37-40 mm; (Fig. 15).....*Molossus molossus* (Pallas, 1766)

Familia Mormoopidae

1A. Orejas unidas por un pliegue con algunas excrescencias en el borde superior de la nariz, casi rodeando todo el ojo; LA 41-50 mm; (Fig. 16)..... *Mormoops blainvillei* Leach, 1821

1B. Orejas separadas y alargadas con algunas excrescencias sobre los nostrilos..... 2

2A. Antebrazo mayor a 47 mm; LA 39-52 mm; (Fig. 17).....*Pteronotus parnellii* (Gray, 1843)

2B. Antebrazo menor a 41 mm; LA 34-40 mm; (Fig. 18).....*Pteronotus quadridens* (Gundlach, 1840)

Familia Natalidae

1A. Antebrazo mayor de 42 mm; membrana del ala unida al tobillo; LA 40-49 mm; (Fig. 19) *Natalus major* Miller, 1902

1B. Antebrazo menor de 36 mm; membrana del ala unida por encima del tobillo; LA 32-42 mm; (Fig. 20)..... *Chilonatalus micropus* (Dobson, 1880)

Familia Vespertilionidae

1A. Antebrazo mayor de 42 mm; ausencia de manchas; LA 44-51 mm; (Fig. 21) *Eptesicus fuscus* (Beauvois, 1796)

1B. Antebrazo menor de 42 mm; manchas blancas en los hombros; LA 37-43 mm; (Fig. 22)..... *Lasiurus minor* Miller, 1931

Algunas anotaciones sobre las familias y especies

Se enumeran algunas observaciones de las familias y especies, compiladas durante los últimos 10 años de recolecta, en zonas abiertas, bosques, cuevas, abrigos rocosos y lugares urbanos. Se han incluido datos de hora de éxodo y época reproductiva de Núñez-Novas *et al.* (2014).

Noctilionidae

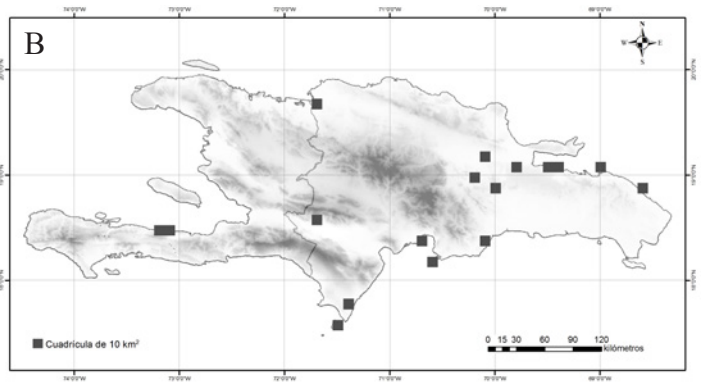
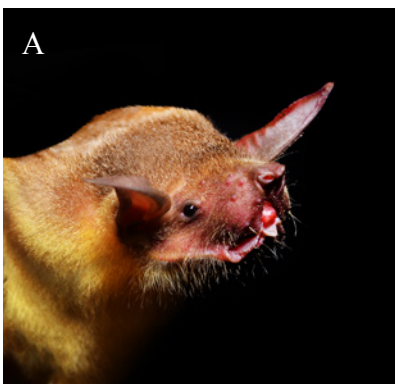


Figura 5. *Noctilio leporinus*. A, vista lateral, ©E. Calderón-Dávila. B, mapa de distribución.

Noctilio leporinus. Nativa. Es una especie piscívora, aunque puede alimentarse de insectos. Generalista en el uso de refugios, pudiendo utilizar cuevas o árboles como refugio diurno. Es el murciélago más grande de la isla. La presencia de esta especie en cueva pudiera ser indicador de la existencia de algún cuerpo de agua cercano o en su interior. Ha sido capturada ingresando en una cueva inundada, pudiendo utilizar la misma como refugio nocturno o lugar de alimentación. Fue capturada en noches de luna llena, por lo que la fobia lunar pudiera no presentarse en ella. Se ha encontrado hembras preñadas en los meses de marzo y abril, y lactando en septiembre. Tiene a menudo colores brillantes que varían entre amarillo-rojizo a grisáceo-marrón.

Phyllostomidae

La familia Phyllostomidae es la más diversa de La Española. Las especies que la componen han explotado al máximo el ambiente que les rodea ya que, incluyen especies insectívoras, frugívoras y polinívoras. En su mayoría habitan en recintos cavernarios y cuevas calientes, el resto pueden utilizar una amplia gama de hábitats de refugio: árboles y casas, entre otros.

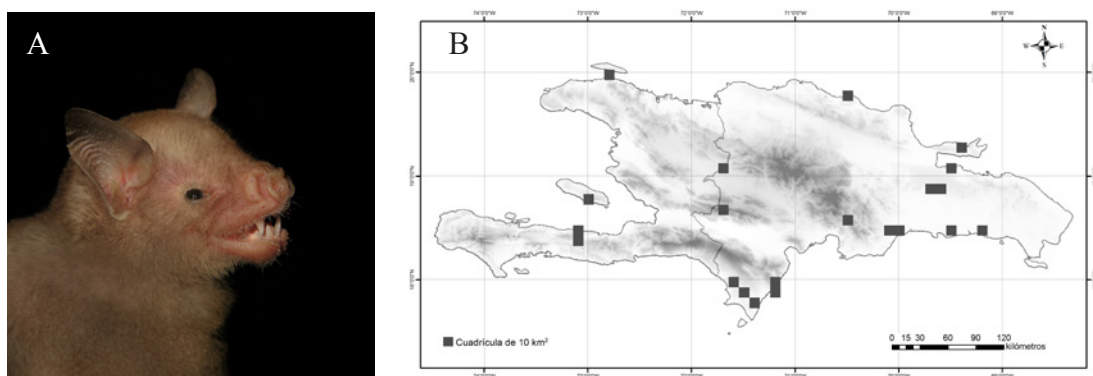


Figura 6. *Brachyphylla pumila*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Brachyphylla pumila. Nativa. Es una especie frugívora, puede consumir insectos. Es obligatoria de cuevas. Estuvo presente en cuevas con una amplia cobertura boscosa y cerca de fuentes de agua. Se encontró compartiendo el hábitat con *P. poeyi* y *P. quadridens*, especies indicadoras de cuevas calientes. Los ejemplares de esta especie, al ser capturados, no dejan de moverse y luchar para liberarse, emiten un chillido muy agudo y molesto. Se puede encontrar en forma solitaria o formando colonias de varios cientos de individuos. Fue capturada en la cueva Los Patos, donde se presenta como la especie más común, existiendo una colina con cientos de individuos. En dicha cueva se han contabilizado en una noche más 90 individuos en menos de 4 horas de muestreo. Se ha encontrado hembras preñadas en febrero, mientras que en agosto se presentaron preñadas, lactando o paridas. En julio y septiembre se encontraron sólo lactando. Es una especie nocturna, la mayor parte de los individuos suelen salir de las cuevas entre 19:00-20:00 h. Por su alimentación frugívora, es común que tenga flatulencias pestilentes. Presenta una coloración grisácea que pudiera ser tenue en juveniles, también una cola rudimentaria, aunque algunos autores no la consideran como tal.

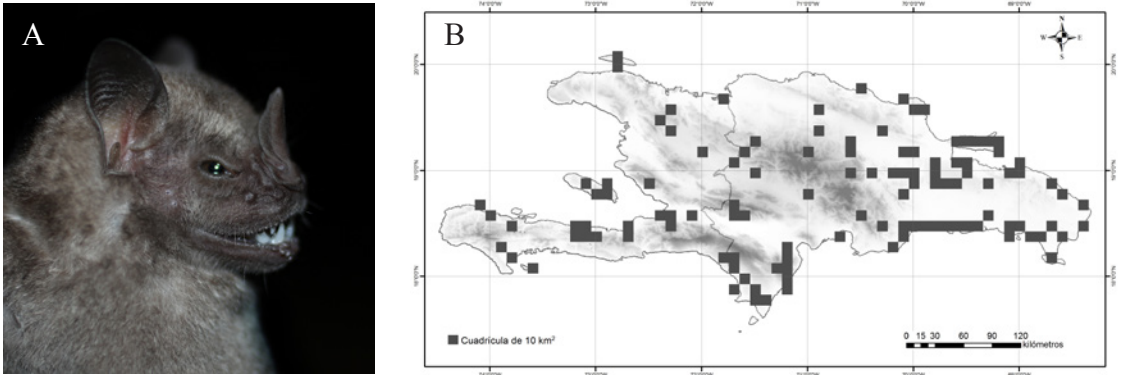


Figura 7. *Artibeus jamaicensis*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Artibeus jamaicensis. Nativa. Es una especie frugívora pudiendo consumir, néctar y polen. Es la más común y abundante en áreas boscosas y urbanas, pudiendo utilizar una amplia gama de hábitats de refugio: cuevas, árboles, casas, entre otros. Se puede encontrar en forma solitaria o formando colonias de varias decenas de individuos. En las cuevas suele ubicarse en la entrada y es reconocible por la presencia de plántulas en su suelo, siendo la almendra y algunas palmas las más comunes. Es una especie corpulenta. Las hembras suelen ser menos agresivas que los machos, aunque ambos al ser manipulados suelen estar tranquilos. En colonias con muchos individuos algunos machos presentan los testículos muy desarrollados, posiblemente debido a la competencia espermática. Muestra dos picos reproductivos al año: junio-julio y diciembre-febrero, sin embargo, se han observado algunas hembras preñadas, paridas o lactando durante los meses de marzo-abril, agosto-septiembre y solo lactando en el mes de mayo. Es una especie crepuscular-nocturna, saliendo de las cuevas desde las 18:00 h, su pico de salida es alrededor de las 19:00-20:00 h. Presenta dos líneas claras sobre la cabeza que se utilizan como carácter diagnóstico, aunque algunos individuos no las presentaban. Presentan una coloración grisácea oscura.

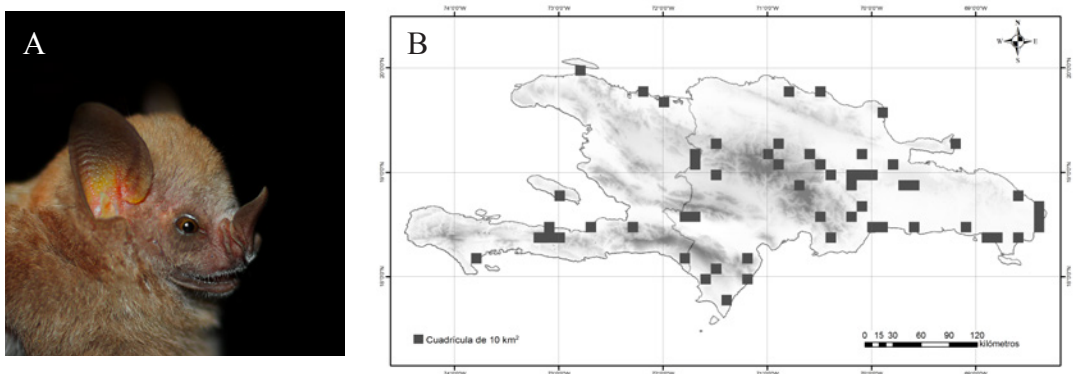


Figura 8. *Phyllops falcatus*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Phyllops falcatus. Nativa. Especie frugívora y arbóricola, aunque existen registros de colecta dentro de cuevas. En muestreos realizados en zonas boscosas y cercanas a fuentes de agua suele ser una de las especies más comunes. Forma grupos de pocos individuos. Se han visto menos de siete individuos perchados en ramas. Se ha atrapado en redes desde las 21:00 h. Esta especie posee dos manchas blancas muy visibles en los hombros.

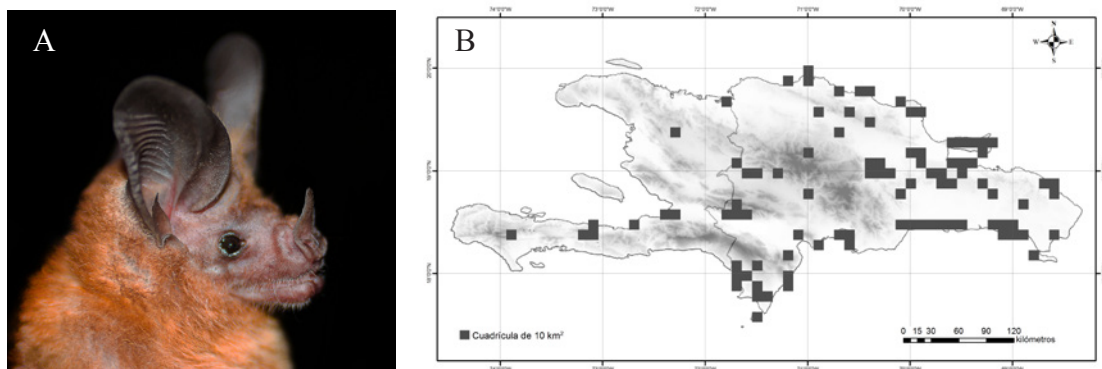


Figura 9. *Macrotus waterhousii*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Macrotus waterhousii. Nativa. Especie insectívora. Es la más común en cuevas y abrigos rocosos. Estuvo presente en la mayor parte de los abrigos rocosos visitados. En algunos casos fue la única especie presente en este tipo de formación. Se puede hallar en forma solitaria o formando colonias de decenas a cientos de individuos. Comúnmente, se encuentra en la entrada de las cuevas. La presencia de alas de lepidóptera en el suelo de la cueva, puede ser útil para detectar esta especie. Se ha encontrado en cuevas inundadas. Suele tener una gran cantidad de garrapatas y moscas sobre su cuerpo. Algunos individuos presentaron algo similar a la escabiosis detrás de las oreja. Las hembras se han presentado preñadas en los meses de febrero, abril, mayo y septiembre. En julio y agosto se mostraron lactantes. Es una de las especies que más temprano salen de las cuevas: entre 18:00 y 19:00 h, debido a esto es considerada como vespertina-crepuscular. Presentan una coloración grisácea.

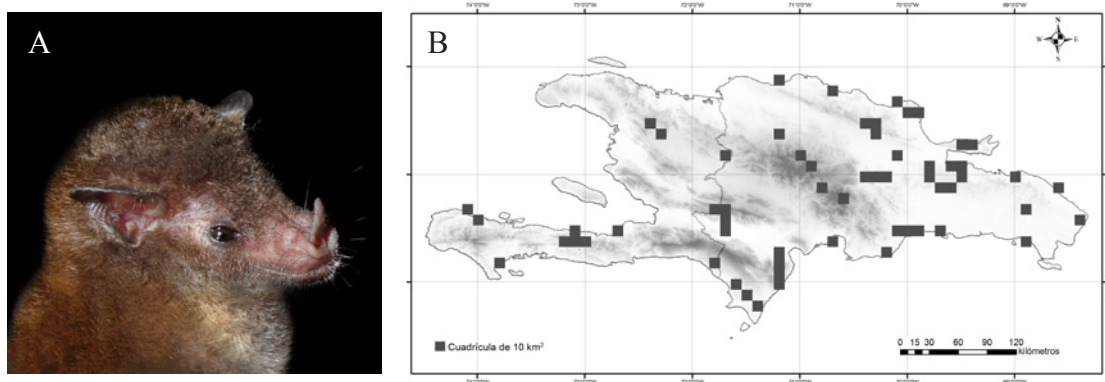


Figura 10. *Monophyllus redmani*. A, vista lateral, ©Soto-Centeno. B, mapa de distribución.

Monophyllus redmani. Nativa. Especie nectarívora, pudiendo llegar a ser generalista. Obligatoria de cuevas. Tiene preferencia por zonas boscosas y desérticas. Se puede hallar formando colonias de varias decenas individuos. Se ubica en la parte media o profunda de la cueva. Pueden ocupar de forma temporal las cuevas, relacionándose esto a la segregación sexual, disponibilidad de alimentos o perturbaciones antropogénicas. En muestreos realizados en el bosque seco de la zona sur, fue capturada alimentándose de agave. Se han encontrado hembras grávidas en los meses de febrero, marzo, septiembre y diciembre. Esta especie puede empezar a salir desde las primeras horas de éxodo, aunque la mayor parte se concentra entre las 19:00-20:00 h, por lo que es considerada nocturna. Presentan una coloración negruzca.

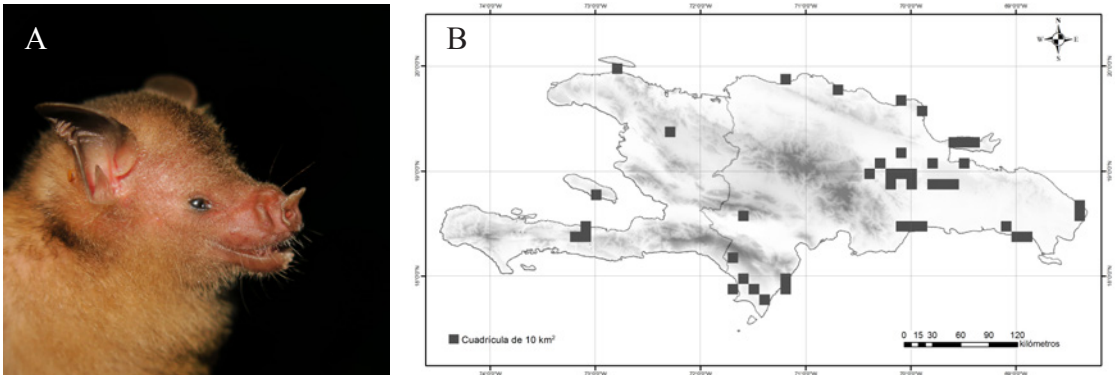


Figura 11. *Erophylla bombifrons*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Erophylla bombifrons. Nativa. Especie generalista. Es obligatoria de cuevas. Se puede encontrar formando colonias de varias decenas de individuos. Suele ubicarse en la parte media o profunda. Se podría considerar una de las especies más difíciles de manipular ya que al igual que *B. pumilia*, al ser capturada no para de moverse y luchar para liberarse. Realiza intentos repetidos de atacar a quien la está manipulando. Esta situación lleva algunos individuos a episodios de frenesís que los lleva a autoatacarse y continúan haciéndolo aún después de ser liberados. Posee un chillido muy agudo y molesto. Se han hallado hembras grávidas en los meses de febrero y abril, en agosto y septiembre preñadas, lactando o paridas. Es una especie nocturna, suele salir de las cuevas desde las 19:00 h aunque la mayor parte sale entre 20:00-21:00 h. Posee una coloración variable según la edad del individuo y condiciones dentro de las cuevas. Que van desde amarillo muy intenso en juveniles hasta un marrón tenue en adultos.

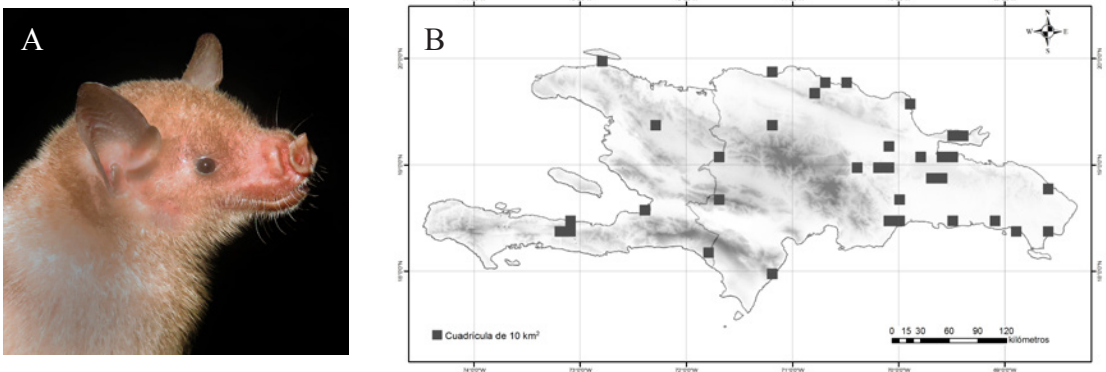


Figura 12. *Phyllonycteris poeyi*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Phyllonycteris poeyi. Nativa. Especie generalista y obligatoria de cuevas. Indicadora de cuevas calientes. Forma colonias de decenas a miles de individuos como es el caso del complejo de Cuevas del Pomier, con una población de miles de individuos. Puede compartir el refugio con *E. bombifrons*, lo que hace que sean fáciles de confundir, si no se tienen en cuenta los caracteres diagnósticos que las diferencia. También pudiera ser confundida con juveniles de *B. pumilia*, que pudieran tener una coloración amarillenta típica de *P. poeyi*. Se han encontrado hembras preñadas en los meses de febrero, marzo y diciembre. Es una especie nocturna que suele salir de entre las 19:00-20:00 h. Posee una coloración amarillenta que en algunos individuos tiende a crema.

Molossidae

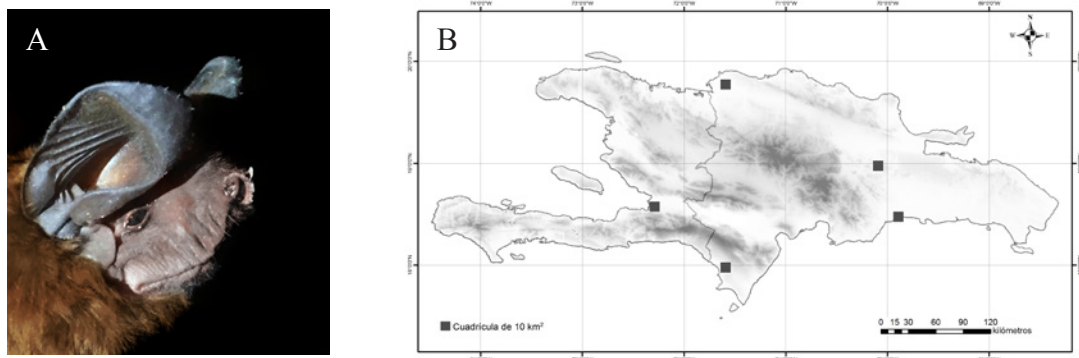


Figura 13. *Nyctinomops macrotis*. A, vista lateral, © R. Medellín. B, mapa de distribución.

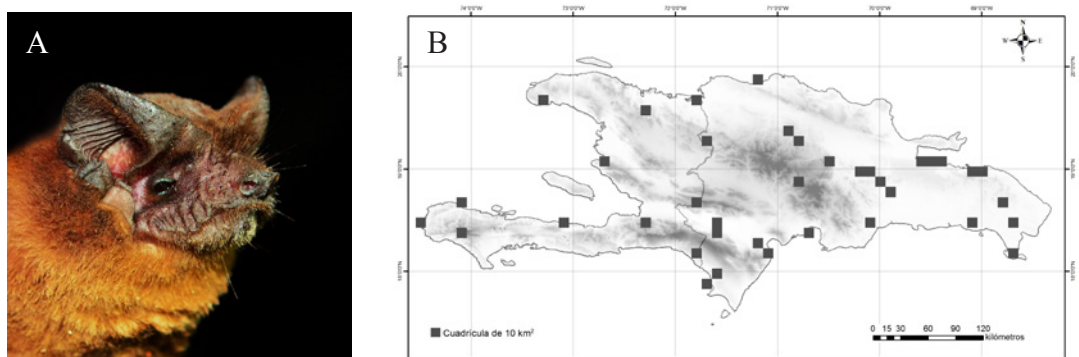


Figura 14. *Tadarida brasiliensis*. A, vista lateral, ©E. Calderón-Dávila. B, mapa de distribución.

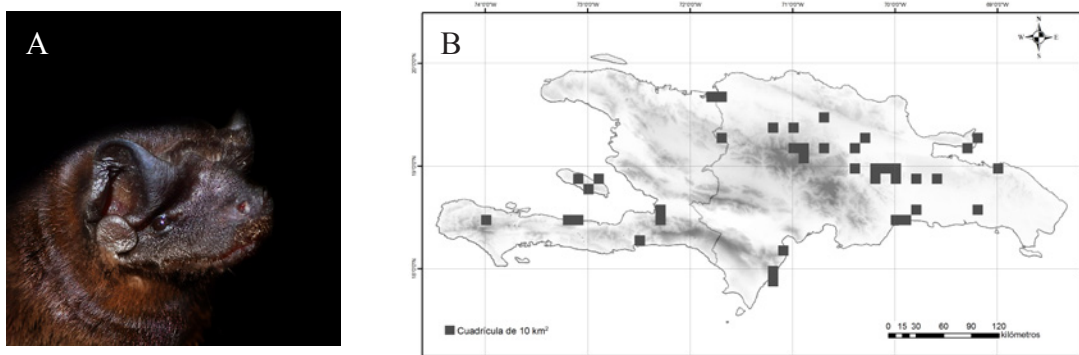


Figura 15. *Molossus molossus*. A, vista lateral, ©E. Calderón-Dávila. B, mapa de distribución.

Esta familia era común en zonas urbanas durante los años 80-90. Posee preferencias por las construcciones antrópicas, probablemente, debido a que le sirven de refugio y sitio de alimentación, ya que las luces atraen algunos grupos de insectos. En las cuevas visitadas no se encontraron individuos de esta familia, a pesar de que se buscó en algunas donde había sido reportada, como La Chepa y Trunicolás. Sólo fue posible capturar algunos individuos de *Molossus molossus*, en una casa abandonada y en zonas boscosas. *Tadarida brasiliensis* fue capturada en zonas boscosas. La especie *Nyctinomops macrotis* no ha sido capturada desde 1986, motivo por el cual se encuentra en la Lista Roja Nacional.

Mormoopidae

Los murciélagos de esta familia son de tamaño medio a pequeño. Poseen una boca en forma de embudo, en la que tienen una franja de pelos (por esto el nombre de bigotudos). Las tres especies presentes en La Española son insectívoras. La presencia de esta familia en cueva es indicadora de cierta estabilidad microclimática, ya que en su mayoría habitan en recintos cavernarios húmedos y abrigados. Estos se relaciona en mayor o menor grado con cuevas calientes. Son especies gregarias que pueden formar colonias de miles de individuos. En las cuevas donde están presentes todos los miembros de la familia, estos suelen ser los más abundantes. Representando más del 50% del total de individuos capturados.

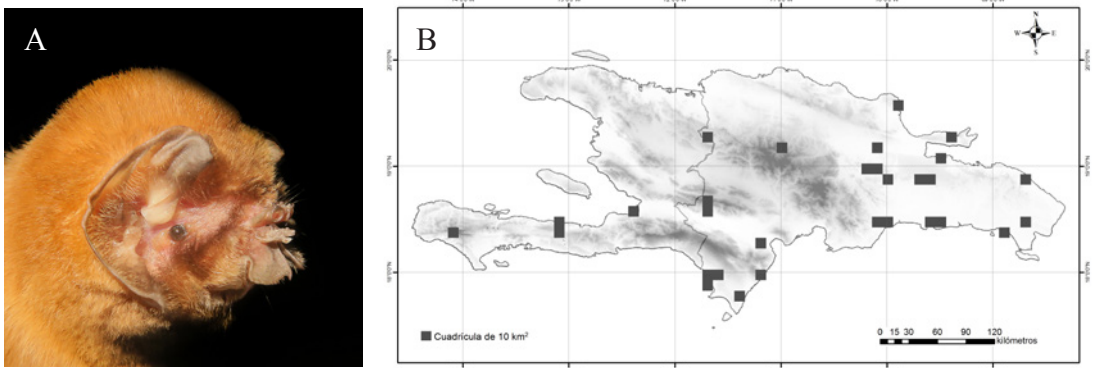


Figura 16. *Mormoops blainvillei*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Mormoops blainvillei. Nativa. Especie insectívora y obligatoria de cuevas. Se puede encontrar formando colonias de decenas a cientos de individuos. Suele ubicarse en la parte media o profunda, de la cueva; aunque se han encontrado individuos cercanos a la entrada. Entre estos algunos muertos que seguían colgados del techo. Al igual que *M. redmani*, puede ocupar las cuevas temporalmente. Es una especie nocturna, aunque algunos individuos pueden salir de las cuevas a las primeras horas de éxodo 18:00 h. Sin embargo, la mayor parte suele salir de 21:00-22:00 h. Presentan una coloración que va desde rojo intenso en juveniles hasta rojo pálido en adultos.

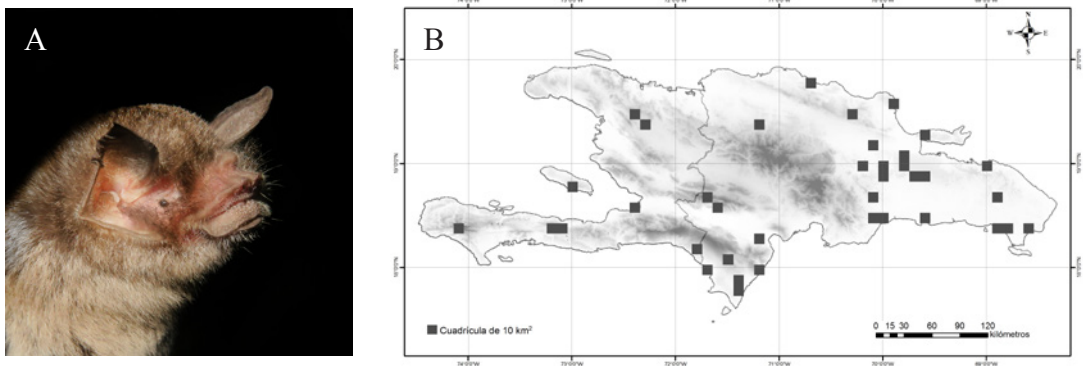


Figura 17. *Pteronotus parnellii*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Pteronotus parnellii. Nativa. Especie insectívora y obligatoria de cuevas. Especie común en cuevas y zonas boscosas. Forman colonias de decenas a cientos de individuos. Suele ubicarse en la parte media o profunda de la cuevas. Se ha encontrado compartiendo refugio con todas las especies que habitan en las cuevas. Al igual que *M. redmani*, puede ocupar de forma temporal las cuevas. Se han encontrado hembras grávidas en el mes de marzo y preñadas, lactando o paridas en septiembre. Al igual que *M. waterhousii*, es una de las primeras en empezar a salir de las cuevas, iniciando el éxodo a 18:00 h, aunque la mayor parte se concentra 19:00-20:00 h, por lo que es considerada nocturna. Se han encontrado cuevas donde el éxodo puede durar varias horas como el caso de la Cueva Honda de Julián, donde la cantidad de murciélagos que salen se mantiene casi constante por más de 4 horas. Se han capturado más de 90 ejemplares en este lapso de tiempo. Presentan una coloración marrón oscura. Los individuos juveniles pueden ser ligeramente confundidos con *P. quadridens*, pero las medidas del antebrazo permitirían despejar la duda.

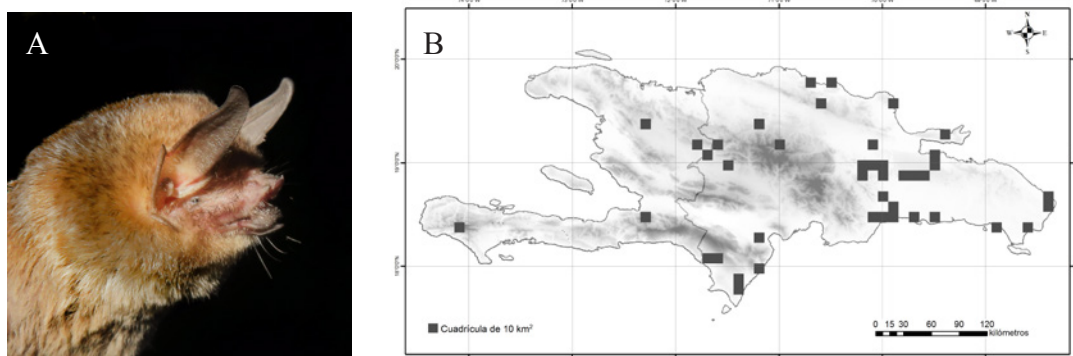


Figura 18. *Pteronotus quadridens*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Pteronotus quadridens. Nativa. Especie insectívora y obligatoria de cuevas, también es indicadora de cuevas calientes. Puede formar colonias de decenas hasta cientos de individuos, se ubica en las zonas profundas de las cuevas. Suele compartir refugio con otros mormópidos. Se han encontrado hembras grávidas en entre los meses de marzo y mayo. También, en septiembre se han encontrado preñadas, lactando o paridas. Es una especie nocturna, aunque algunos individuos pueden salir de las cuevas a las primeras horas de éxodo, la mayor parte suele salir de 21:00-22:00 h, al igual que en *P. parnellii* su éxodo puede durar horas. Presentan una coloración marrón oscuro. Sus huesos son muy frágiles y se rompen con facilidad en especial el antebrazo, por lo que es vital tener mucho cuidado en su manipulación; algunos individuos al ser capturados empiezan a hiperventilar y pueden llegar a morir.

Natalidae

Sus grupos sociales son relativamente pequeños y se alimentan de insectos cazados al vuelo. Tiene presencia del órgano natalido (engrosamiento del hocico). Al igual que los mormópidos, prefieren cuevas abrigadas, húmedas y con fuentes de agua cercanas.

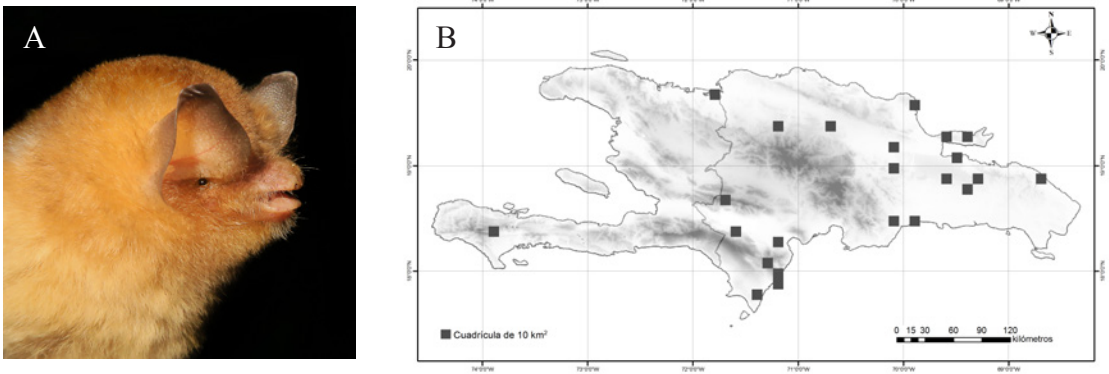


Figura 19. *Natalus major*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Natalus major. Endémica. Especie insectívora y obligatoria de cuevas. Esta especie se ha asociado a cuevas inundadas o cuevas cercanas a fuentes de agua. Es una especie considerada como rara por lo que es poco abundante en los muestreos así como en las colecciones científicas. Forma colonias pequeñas pudiendo llegar a varias docenas. Fue la especie más abundante en una de las cuevas muestreadas en la región Sur. La colonia registrada debía tener más de 100 individuos, algo poco común en esta especie. Dicha cueva no parecía estar inundada, aunque a menos de 20 m se encontraba un riachuelo. Especie nocturna, saliendo desde las 19:00 h el mayor éxodo ronda las 21:00 h. Presentan una coloración grisácea clara con algunas tonalidades amarillentas. Es fácil de reconocer por tener las orejas puntiagudas y los dientes finos, los cuales se asemejan a pequeños alfileres. Los individuos juveniles pueden ser ligeramente confundidos con *C. micropus*, esta duda podría ser despejada midiendo el antebrazo.

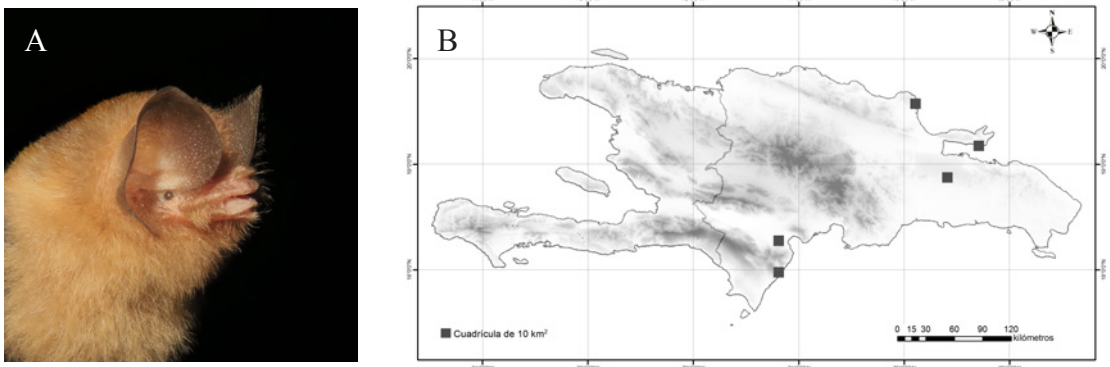


Figura 20. *Chilonatalus micropus*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Chilonatalus micropus. Nativa. Especie insectívora y obligatoria de cuevas. Es la especie más rara de la isla. No se conoce claramente el tamaño de sus colonias. Fue menos abundante que *N. major* en los muestreos y en las colecciones científicas. En algunas de las localidades muestreadas se capturó un máximo de dos individuos. Suele compartir refugio con *N. major*, por lo que presenta las mismas características de cuevas inundadas y cuerpos de agua cercanos. Es una especie nocturna, saliendo alrededor de las 21:00 h. Presentan una coloración grisácea clara con algunas tonalidades amarillentas.

Vespertilionidae

Las dos especies que se encuentran en La Española se alimentan de insectos, los que cazan al vuelo. Habitan en la entrada de las cuevas o en árboles.

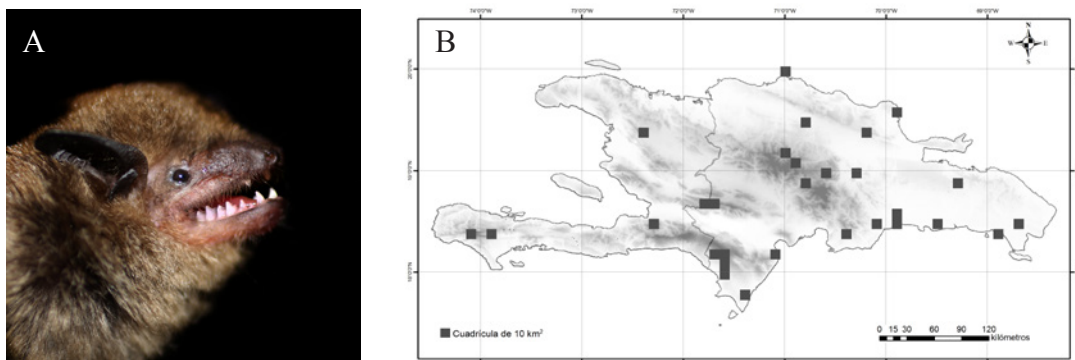


Figura 21. *Eptesicus fuscus*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Eptesicus fuscus. Nativa. Especie insectívora y generalista. Habita en la entrada y zonas ventiladas de las cuevas. Se puede encontrar de forma solitaria o formando colonias de docenas. Se registró una colonia de unos 25 individuos en un abrigo rocoso en Santo Domingo. Es poco abundante en los muestreos y en las colecciones. Posee una coloración negruzca.

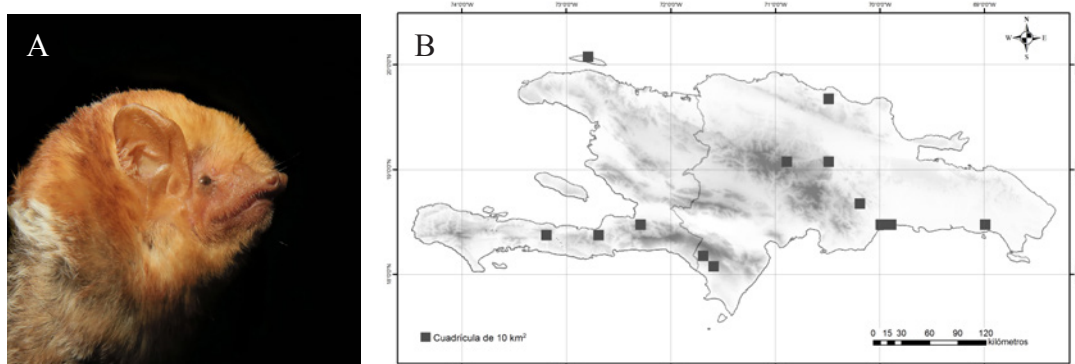


Figura 22. *Lasiurus minor*. A, vista lateral, ©M.S. Núñez-Novas. B, mapa de distribución.

Lasiurus minor. Nativa. Especie insectívora y de hábitos arborícolas. Es muy común en zonas boscosas, prefiere lugares con fuentes de agua cercanas. El tamaño de sus colonias es desconocido, ya que no se ha podido observar en sus lugares de reposo. Se han encontrado lugares donde resulta ser la especie más abundante, como es en la sierra de Bahoruco, donde en una charca artificial, se contabilizaron más de 30 individuos, sin contar los que al caer en las redes escapaban y los que se observaban evitándolas. Es una especie nocturna siendo capturada alrededor de las 20:00 h. Presenta una coloración rojiza.

Tabla I. Datos morfométricos (mm) por especie

Especie	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	N individuos
<i>Noctilio leporinus</i>						48
LT	108	134.00	123.06	5.30	4.31	
LC	20	32.00	26.44	2.90	10.98	
LP	21	34.00	27.15	4.17	15.37	
LA	81	90.00	86.32	2.16	2.50	
LO	24	33.00	27.94	2.12	7.60	
LTr	6	7.00	6.50	0.71	10.88	
g	54	86.00	69.64	9.17	13.16	
<i>Artibeus jamaicensis</i>						180
LT	60	108.00	82.54	9.29	11.25	
LC	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
LP	7	19.00	12.74	2.44	19.17	
LA	46.4	61.90	56.58	2.46	4.35	
LO	8	23.00	18.16	2.65	14.62	
LTr	3	10.00	5.85	1.31	22.41	
g	19	61.00	36.82	8.55	23.21	
<i>Brachyphylla pumila</i>						48
LT	69	102.00	83.01	8.19	9.87	
LC	0	0	0.00	0.00	0.00	
LP	10	18.00	14.23	2.05	14.40	
LA	52	63.00	57.73	2.16	3.75	
LO	12	22.00	18.40	2.62	14.22	
LTr	5	9.00	6.79	0.98	14.44	
g	23.4	65.00	31.87	8.30	26.05	
<i>Phyllops falcatus</i>						37
LT	45	77.00	58.90	7.77	13.20	
LC	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
LP	7	66.00	11.73	9.44	80.49	
LA	38	45.00	41.89	1.60	3.81	
LO	12	19.00	14.82	2.15	14.48	
LTr	4	8.00	6.54	1.39	21.28	
g	11.5	23.00	16.43	3.43	20.90	
<i>Macrotus waterhousii</i>						148
LT	75	112.00	94.90	6.99	7.36	
LC	20	40.00	31.39	3.63	11.55	

Especie	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	N individuos
LP	7	18.00	11.44	2.13	18.60	
LA	38	57.00	52.66	2.38	4.52	
LO	13	35.00	26.10	3.39	13.00	
LTr	6	13.00	9.76	1.74	17.87	
g	8	37.00	18.26	5.22	28.59	
<i>Monophyllus redmani</i>						71
LT	53	74.00	65.59	3.85	5.87	
LC	5	12.00	9.13	1.39	15.24	
LP	5.3	14.00	9.27	2.37	25.61	
LA	37	42.00	39.58	1.11	2.79	
LO	6	14.00	11.69	1.69	14.46	
LTr	2	5.00	2.93	1.00	34.09	
g	8.4	13.00	10.98	1.17	10.66	
<i>Erophylla bombifrons</i>						61
LT	55	85.00	72.90	4.61	6.33	
LC	9	16.50	12.64	1.76	13.96	
LP	8	18.00	11.28	2.13	18.87	
LA	42	51.00	47.65	1.96	4.12	
LO	10	19.00	15.08	1.83	12.11	
LTr	4	8.00	5.31	1.05	19.75	
g	7	30.00	14.30	4.59	32.07	
<i>Phyllonycteris poeyi</i>						61
LT	55	85.00	72.90	4.61	6.33	
LC	9	16.50	12.64	1.76	13.96	
LP	8	18.00	11.28	2.13	18.87	
LA	42	51.00	47.65	1.96	4.12	
LO	10	19.00	15.08	1.83	12.11	
LTr	4	8.00	5.31	1.05	19.75	
g	7	30.00	14.30	4.59	32.07	
<i>Nyctinomops macrotis</i>						13
LT	112	136.00	123.85	5.90	4.76	
LC	46	52.00	48.70	2.13	4.37	
LP	7	10.00	8.08	0.76	9.40	
LA	55	61.00	57.79	1.78	3.08	
LO	22	29.00	24.46	1.71	7.00	
LTr	2	5.00	3.31	1.22	36.92	
g	15	26.00	21.14	2.80	13.22	

Tabla I (continuación)

Especie	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	N individuos
<i>Tadarida brasiliensis</i>						69
LT	79	93.00	85.99	2.82	3.28	
LC	27.2	36.00	31.42	2.62	8.35	
LP	4	11.00	6.74	1.72	25.52	
LA	38	43.00	40.44	1.16	2.88	
LO	9.4	18.00	14.98	2.35	15.71	
LTr	2	5.00	3.71	0.78	21.10	
g	4	11.00	7.37	1.17	15.90	
<i>Molossus molossus</i>						94
LT	85	104.00	93.13	4.17	4.48	
LC	29	42.00	33.63	2.00	5.96	
LP	4	12.00	7.76	2.22	28.65	
LA	37	40.00	38.53	0.64	1.66	
LO	10	17.00	12.02	1.43	11.87	
LTr	3	5.00	3.52	0.55	15.68	
g	6.5	14.50	10.84	1.99	18.38	
<i>Mormoops blainvillei</i>						39
LT	72	86.00	81.62	2.60	3.19	
LC	21	33.00	29.00	2.72	9.38	
LP	4	10.00	6.33	1.36	21.53	
LA	41	49.10	46.40	1.45	3.12	
LO	9	18.00	13.49	1.73	12.83	
LTr	2.5	8.00	4.23	1.28	30.22	
g	7	11.00	8.87	1.14	12.81	
<i>Pteronotus parnellii</i>						59
LT	56	102.00	74.68	8.95	11.99	
LC	10	30.00	18.57	4.03	21.69	
LP	6	13.00	10.00	1.63	16.27	
LA	39.7	52.00	49.02	2.28	4.66	
LO	12	22.00	16.54	2.82	17.07	
LTr	3	6.00	4.26	0.75	17.64	
g	5	18.00	11.35	2.59	22.81	
<i>Pteronotus quadridens</i>						55
LT	50.8	68.00	62.80	3.34	5.32	
LC	15	25.00	19.16	1.52	7.92	
LP	5	14.00	9.27	1.57	16.92	
LA	34	40.00	38.20	1.74	4.55	

Especie	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	N individuos
LO	10	34.00	15.72	2.88	18.35	
LTr	3.5	7.00	4.69	1.44	30.67	
g	4.5	7.00	5.80	0.97	16.69	
<i>Natalus major</i>						31
LT	102	110.00	107.38	2.97	2.77	
LC	48	59.00	54.95	2.92	5.32	
LP	2	11.00	8.66	1.88	21.67	
LA	40.1	49.00	42.86	1.78	4.15	
LO	14	18.00	15.95	1.07	6.72	
LTr	3	6.50	4.65	0.97	20.84	
g	5	9.00	7.77	0.93	11.95	
<i>Chilonatalus microtus</i>						8
LT	70.6	96.00	84.70	9.88	11.66	
LC	42	55.00	47.68	5.37	11.27	
LP	4.5	7.00	5.56	0.82	14.76	
LA	32.9	42.00	36.49	4.58	12.55	
LO	11	16.00	12.53	1.58	12.60	
LTr	3	6.00	4.00	1.00	25.00	
g	3	3.00	3.00	0.00	0.00	
<i>Eptesicus fuscus</i>						19
LT	97.4	111.00	106.39	3.14	2.95	
LC	40	47.00	44.29	1.85	4.18	
LP	4	9.00	7.68	1.06	13.75	
LA	44	51.00	47.74	1.53	3.20	
LO	12	17.00	15.21	1.32	8.65	
LTr	6	8.00	6.67	0.59	8.91	
g	9.5	16.30	13.41	2.07	15.44	
<i>Lasiurus minor</i>						31
LT	79	106.00	97.03	6.06	6.25	
LC	30	46.00	41.77	4.43	10.59	
LP	3	8.00	6.42	1.03	15.97	
LA	37	43.00	40.55	1.50	3.71	
LO	7	14.00	10.80	1.30	12.01	
LTr	4	7.00	5.40	0.93	17.26	
g	7	17.00	10.15	2.95	29.04	
Total						1072

AGRADECIMIENTOS

Al Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” por todo el apoyo logístico y económico que permitió la realización del trabajo. A IdeasWild por la donación de la cámara que permitió realizar parte de las fotografías. A Erik Calderon-Davila, Rodrigo Medellín y Ángel Soto-Centeno por la donación de sus fotos. A Juan Carlos Núñez por la edición de las fotos y la elaboración de los esquemas. A Carlos Suriel y Hodali Almonte por sus correcciones. A la Relcom por su disposición y colaboración. A los que prestaron su colaboración en las distintas etapas del trabajo: Amelia Mateo, Ángel Soto, Armando Rodríguez-Durán, Arturo León, Carlos Mancina, Cristian Marte, Eveling Gabot, Joel D’Oleo, Jorge Carrera, Juan Almonte, Gabriel de los Santos, Mimo D’Oleo.

LITERATURA CITADA

- Allen, G. M. 1911. Mammals of the West Indies. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 54: 175-263.
- Allen, G. M. 1917. Two undescribed West Indian bats. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 30: 165-170.
- Allen, J. 1908. Mammalogical notes. II. Bats from the island of San Domingo. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 24: 580-582.
- Baker, R. J. y H. H. Genoways. 1978. Zoogeography of Antillean bats. *Special Publication, Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 13: 53-97.
- Baker, R. J., J. A. Groen, y R. D. Owen. 1984. Field key to Antillean bats. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, 94: 1-18.
- Cassá, R. 1974. *Los taínos de la Española*, Editora de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, 272 pp.
- Dávalos, L. M. 2004. Phylogeny and biogeography of Caribbean mammals. *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 373-394.
- Dávalos, L. M. 2005. Molecular phylogeny of funnel-eared bats (Chiroptera: Natalidae), with notes on biogeography and conservation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37: 91-103.
- Dávalos, L. M. 2010. Earth history and the evolution of Caribbean bats. *En: T. H. Fleming y P. A. Racey (Eds.), Island bats: ecology, evolution, and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dávalos, L. M., W. C. Lancaster, M. S. Núñez-Novas, Y. M. León, B. Lei, J. Flanders y A. L. Russell. 2018. A coalescent-based estimator of genetic drift, and acoustic divergence in the *Pteronotus parnellii* species complex. *Heredity*. DOI: 10.1038/s41437-018-0129-3.
- Elliot, D. G. 1905. Descriptions of apparently new species and subspecies of mammals from Mexico and Santo Domingo. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 18: 233-236.
- Fabián-Calcano, N. 2004. Murciélagos. Cronología de las clasificaciones y reacciones a virus rábico de República Dominicana. *Atajo, revista sobre Ciencia, Sociedad y Medio Ambiente*, 3: 10-12.

- Fabián-Calcano, N. 2011. Primer reporte en República Dominicana del murciélago *Tonatia silvicola* (murciélago de orejas redondas). *Verdor*, 24: 440-446.
- Figueroa-Espinosa, A. A. y M. Vicente-Olaverria. 1990. Investigación de los murciélagos de la zona este de la República Dominicana como reactores a virus rábico. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- Flanders, J. R., L. Yohe, S. J. Rossiter y L. M. Dávalos. 2014. Fiel key to the bats of Hispaniola. [Accessed 15/02/2018].
- Fleming, T. H. 1982. Parallel trends in the species diversity of West Indian bats and birds. *Oecologia*, 53: 56-60.
- García-Marcano, N. 2003. Presencia de Murciélagos *Molossus molossus* en el municipio, Santo Domingo Este. *El Correo Ecológico* [Online, accedido 15/02/2018].
- García-Marcano, N. 2005a. Cueva los Patos, Barahona hábitat de importancia para los murciélagos. *El Correo Ecológico* [Online, accedido 15/02/2018].
- García-Marcano, N. 2005b. Murciélagos de las cuevas del litoral costero del parque nacional Los Haitises. *El Correo Ecológico* [Online, accedido 15/02/2018].
- García-Marcano, N. 2006a. Comportamiento alimentario observado en el murciélago pescador (*Noctilio leporinus mastivus*). *El Correo Ecológico* [Online, accedido 15/02/2018].
- García-Marcano, N. 2006b. Murciélagos encontrados en área costera del Parque Nacional Los Haitises, Sabana de La Mar. *El Correo Ecológico* [Online, accedido 15/02/2018].
- García-Marcano, N. 2011. Reserva Científica Salcedoa levantamiento de información mastofauna. *Informe Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- García-Marcano, N. y G. Dominici. 2002a. Habitantes de la Oscuridad I Murciélagos de la República Dominicana). *Atajo, revista sobre Ciencia, Sociedad y Medio Ambiente*, 1: 20-21.
- García-Marcano, N. y G. Dominici. 2002b. Habitantes de la Oscuridad II Murciélagos de la República Dominicana). *Atajo, revista sobre Ciencia, Sociedad y Medio Ambiente*, 1: 20-21.
- García-Marcano, N., I. Mota, D. Flores, L. Familia y C. Esquea. 2011. Informe sobre levantamiento de información cueva La Iglesia o el Soco y entorno, San Pedro de Macorís. *Informe Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- Goldberg, A., A. L. Russell, Y. Leon, M. S. Núñez y L. M. Dávalos. 2010. Cheek Swabs as an Alternative to Wing Punctures for DNA Sampling in the Field. *40th Annual Symposium on Bat Research*. Denver.
- Gómez-González, D. y H. Nevarez-Rivera. 1987. Investigación de los murciélagos de la zona este de la República Dominicana como reactores a virus rábico. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- Gundlach, J. 1877. *Contribución a la mamalogía cubana*, Habana, G. Montiel y Comp. 53 pp.
- Hershkovitz, P. 1951. Mammals from British Honduras, Mexico, Jamaica and Haiti. *Fieldiana Zoology*, 31: 547-569.

- Klingener, D., H. H. Genoways y R. J. Baker. 1978. Bats from southern Haiti. *Annals of Carnegie Museum*, 47: 81-99.
- Koopman, K. F. 1989. A review and analysis of the bats of the West Indies. En: C. A. Woods (Ed.), *Biogeography of the West Indies, past, present, and future*. Gainesville, Florida: Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida, 878 pp.
- Lim, B. K., L. O. Loureiro, N. S. Upham y J. L. Brocca. 2017. Phylogeography of Dominican Republic bats and implications for systematic relationships in the Neotropics. *Journal of Mammalogy*, 98: 986-993.
- Mcfarlane, D. A. 1989. Patterns of species co-occurrence in the Antillean bat fauna. *Mammalia*, 53: 59-66.
- Mcfarlane, D. A. 1991. The species-genus relationship in Antillean bat communities. *Mammalia*, 55: 363-370.
- Miller, G. S. 1918. Three new bats from Haiti and Santo Domingo. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 31: 39-40.
- Miller, G. S. 1929. A second collection of mammals from caves near St. Michel, Haiti. *Smithsonian Miscellaneous Contributions*, 81: 1-30.
- Miller, G. S. 1930. Three small collections of mammals from Hispaniola. *Smithsonian Miscellaneous Contributions*, 82: 1-15.
- Núñez-Novas, M. S. 2010. Los Murciélagos. *Parque Mirador Sur Flora y Fauna*. Impreso en República Dominicana, 95 pp.
- Núñez-Novas, M. S. 2014. *Distribución espacial de las poblaciones de murciélagos (Chiroptera Blumenbach, 1779) en la isla La Española*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Complutense de Madrid.
- Núñez-Novas, M. S. y Y. M. León. 2011. Análisis de la colección de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Museo Nacional de Historia Natural de Santo Domingo. *Novitates Caribaea*, 4: 109-119.
- Núñez-Novas, M. S., Y. M. León, J. Mateo y L. M. Dávalos. 2014. Horas de éxodo y estacionalidad de los murciélagos en cuatro cuevas de República Dominicana. *Novitates Caribaea*, 7: 83-94.
- Núñez-Novas, M. S., León, Y. M., Mateo, J. y Dávalos, L. M. 2016. Records of the cave-dwelling bats (Mammalia: Chiroptera) of Hispaniola with an examination of seasonal variation in diversity. *Acta Chiropterologica*, 18: 269-279.
- Ottenwalder, J. A. 1978. *Hallan murciélago pescador en la isla Beata* [Online]. Available: <http://www.jmarcano.com/ecohis/np/np78d.html> [Accessed 05/07/2013].
- Ottenwalder, J. A. 1979. *Murciélagos del Lago Enriquillo* [Online]. Available: <http://www.jmarcano.com/ecohis/np/np79c.html> [Accessed 05/07/2013].
- Ottenwalder, J. 1981. Murciélagos de la Isla Beata. *Contribuciones Ocasionales, Museo Nacional de Historia Natural de Santo Domingo*, 1: 1-7.

- Ottenwalder, J. A. 1995. Evaluación de la biodiversidad de la Reserva Antropológica Cuevas el Pomier, San Cristóbal. Informe Técnico Final preparado para el Programa de Pequeños Subsidios a ONGs del FMAM (GEF/Small Grants Program), Fondo para el Medio Ambiente Mundial, República Dominicana (Project leader and PI). Santo Domingo, 110 pp.
- Ottenwalder, J. A. y H. H. Genoways. 1982. Systematic review of the Antillean bats of the *Natalus micropus*-complex (Chiroptera: Natalidae). *Annals of Carnegie Museum*, 51: 17-38.
- Pine, R. H. 1980. Keys to the bats of Jamaica, Hispaniola and Puerto Rico based on gross external characters. *Caribbean Journal of Science*, 15 (3-4), 9-11.
- Rodríguez-Durán, A. y K. Christenson. 2012. *Breviario sobre los murciélagos de Puerto Rico, La Española e Islas Vírgenes*, Universidad Interamericana de Puerto Rico.
- Rodríguez Durán, A. y T. H. Kunz. 2001. Biogeography of West Indian bats: an ecological perspective. En: C. A. Woods y F. E. Sergile (Eds.), *Biogeography of the West Indies: Patterns and perspectives*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 896 pp.
- Silva-Taboada, G. 1979. *Los murciélagos de Cuba*, La Habana, Editorial Academia, 423 pp.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. En: D. E. Wilson y D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., Vol. 1, 2. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA, 2142 pp.
- Simpson, G. G. 1956. Zoogeography of West Indian land mammals. *American Museum Novitates*, 1759: 1-28.
- Soto-Centeno, J. A., M. O'Brien y N. B. Simmons. 2015. The importance of late Quaternary climate change and karst on distributions of Caribbean mormoopid bats. *American Museum Novitates*, 1-32.
- Soto-Centeno, J. A., N. B. Simmons y D. W. Steadman. 2017. The bat community of Haiti and evidence for its long-term persistence at high elevations. *PloS one*, 12, e0178066.
- Soto-Centeno, J. A. y D. W. Steadman. 2015. Fossils reject climate change as the cause of extinction of Caribbean bats. *Scientific reports*, 5: 1-7.
- Tejedor, A., V. C. Tavares y D. Rodríguez-Hernández, 2005a. New records of hot-cave bats from Cuba and the Dominican Republic. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 39:10-15.
- Tejedor, A., V. D. C. Tavares, y G. Silva-Taboada. 2005b. Taxonomic revision of Greater Antillean bats of the genus *Natalus*. *American Museum Novitates*, 3493: 1-22.
- Varona, L. S. 1974. *Catálogo de los mamíferos vivos y extinguidos de las Antillas*, Havana, Academia de Ciencias de Cuba, 139 pp.
- Velazco, P. M., H. O'Neill, G. F. Gunnell, S. B. Cooke, R. Rimoli, A. L. Rosenberger y N. B. Simmons. 2013. Quaternary bat diversity in the Dominican Republic. *American Museum Novitates*, 3779: 1-20.

BRACHYBAENUS DOMINGENSIS SP. NOV. OF GRYLLACRIDIDS
(ORTHOPTERA: STENOPELMATOIDEA: GRYLLACRIDIDAE) FROM
DOMINICAN REPUBLIC, HISPANIOLA

Brachybaenus domingensis sp. nov. de gryllacrididos
(Orthoptera: Stenopelmatoidea: Gryllacrididae)
de República Dominicana, Hispaniola

Daniel E. Perez-Gelabert

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

ABSTRACT

The gryllacridid *Brachybaenus domingensis* sp. nov. is described and illustrated from specimens collected in various localities of the Dominican Republic. The morphology of the new species is compared to that of the Cuban species *Brachybaenus cubensis* (Brunner von Wattenwyl, 1888), which may be its closest relative. Although these species are similar, diagnostic features of *B. domingensis* are the yellowish coloration of the face, spines on the anterior tibiae shorter than the eye length, and wings that markedly surpass the abdominal end. In *B. cubensis* the face is mostly black, the spines in the anterior tibiae are as long or longer than the eye length and the wings barely surpass the abdominal end. This is only the second species of gryllacridids reported from Hispaniola, the fourth species of *Brachybaenus* Karny in the Caribbean and the 17th species of the genus.

Keywords: Leaf-rolling crickets, Raspy crickets, taxonomy, Greater Antilles, West Indies.

RESUMEN

Se describe e ilustra el grillacridido *Brachybaenus domingensis* sp. nov. a partir de especímenes colectados en varias localidades de la República Dominicana. La morfología de la nueva especie es comparada con la de la especie cubana *B. cubensis* (Brunner von Wattenwyl, 1888), la cual podría ser su pariente más cercano. Aunque estas especies son similares, rasgos diagnósticos de *B. domingensis* son la coloración amarillenta de la cara, espinas de las tibias anteriores más cortas que el largo del ojo y alas que sobrepasan marcadamente el final del abdomen. En *B. cubensis* la cara es mayormente negra, las espinas de las tibias anteriores son tan o más largas que el largo del ojo y las alas apenas sobrepasan el final del abdomen. Esta es solo la segunda especie de gryllacrididos reportada para la Hispaniola, la cuarta especie de *Brachybaenus* Karny en el Caribe y la 17va especie del género.

Palabras clave: Grillos enrolladores de hojas, Grillos raspadores, taxonomía, Antillas Mayores, Indias Occidentales.

INTRODUCTION

Gryllacridids, also known as leaf-rolling crickets or raspy crickets, are a family of very small to very large (5 to over 150 mm) nocturnal insects distinguished from other Ensifera (orthopterans with elongated ovipositors shaped like a sword or a needle, like katydids and crickets) by having anterior tibiae without auditory timpana, four-segmented tarsi, and lacking a stridulatory apparatus at the base of the tegminae. They stridulate for defense and accomplish this by rubbing their femora on chitinous pegs located at the sides of their abdomen. Characteristic of

gryllacridids is the production of silk through their salivary glands and they use it to close their shelters of joined leaves. They are omnivorous, scavengers and opportunistic predators. Many species are aggressive and possibly for this reason are mostly solitary (Brunner von Wattenwyl, 1888; Karny, 1937; Rentz, 1996).

The genus *Brachybaenus* Karny until now includes 17 species in the neotropics from Mexico to Brazil, including Jamaica and Cuba, plus one species and two subspecies found in Indonesia (Cigliano *et al.*, 2018). In the Caribbean islands *Brachybaenus* is known from the species *B. cubensis* (Brunner von Wattenwyl, 1888) in Cuba, and *B. longstaffi* (Griffini, 1909) and *B. tapienoides* (Karny, 1928) in Jamaica (Table II). Until now, eight species in four genera of Gryllacrididae are recorded from the West Indies: three in the genus *Abelona* Karny, 1937, three in *Brachybaenus* Karny, 1937, one in *Camptonotus* Uhler, 1864 and one in *Progyllacris* Ander, 1939 (Table II). The only gryllacridid species previously recorded from Hispaniola is *Abelona parvula* (F. Walker, 1870), (Perez-Gelabert, 2008). Material collected in recent years indicates the presence of several other species in this island.

The reported diversity of gryllacridids worldwide includes some 100 genera and about 882 species (Ingrisch, 2018). The purpose of this paper is to describe a new species of *Brachybaenus* from the island of Hispaniola.

OBJECTIVE

-To provide the taxonomic description of a new species of Gryllacrididae from various localities in the Dominican Republic.

MATERIAL AND METHODS

Eight of the 11 specimens studied were collected during the Hispaniolan Orthopteroids Project (2002 – 2004) in the Dominican Republic, through nocturnal forays searching shrub vegetation with lights. Specimens were studied under 10 – 60X stereoscopic magnification. Photographs were taken using a Canon Mark II 5D camera and processed using the Visionary Digital (TM) BK Lab Imaging System. The specimens were measured with a digital caliper with resolution to 0.01 mm. Photographs of the three female syntypes of *B. cubensis* deposited at the Muséum d'Histoire Naturelle, Genève (MHNG), Switzerland were made available. From the newly studied materials, one male and one female of *B. domingensis* will be deposited in the entomological collection of the Museo Nacional de Historia Natural, Santo Domingo, Dominican Republic (MNHNSD), others are deposited in the Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas (IIBZ) and the United States National Museum (USNM) entomological collections.

Depositories

FSCA – Florida State Collection of Arthropods, Gainesville, Florida, United States.

IIBZ – Instituto de Investigaciones Botánicas y Zoológicas, Santo Domingo, Dominican Republic.

MHNG – Muséum d'Histoire Naturelle, Genève, Switzerland.

MNCN – Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Spain.

MNHNP – Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

MNHNSD – Museo Nacional de Historia Natural de Santo Domingo, Santo Domingo, Dominican Republic.

MRSN – Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Turin, Italy.

NHM – The Natural History Museum, London, England.

NHMW – Naturhistorisches Museum Wien, Austria.

OUMNH – Oxford University Museum of Natural History, Oxford, England.

USNM – United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, United States.

TAXONOMY

Superfamily Stenopelmatoidea Burmeister, 1838

Family Gryllacrididae Blanchard, 1845

Subfamily Gryllacridinae Blanchard, 1845

Genus *Brachybaenus* Karny, 1937

Brachybaenus domingensis sp. nov.

Figures 1-5

Holotype. 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC RD-045 Paso de la Perra, nr. La Ciénaga, La Vega Prov., 19°04.576'N 70°49.623'W, 16.vii.2002. D. Perez, B. Hierro, R. Bastardo, S. Medrano, H. Takizawa (USNM).

Diagnosis. *Brachybaenus domingensis* can be distinguished from its likely closest congener (*B. cubensis*) most obviously by both sexes having a mostly pale yellowish face with only small black markings around the lower margins of the frontal ridge. The spines of anterior tibiae are little curved and shorter than the length of one eye. Both sexes have long wings that extend beyond the abdominal end. In *B. cubensis* females have a face that is mostly black with the rounded ocelli yellow, the spines of the anterior tibiae are more curved and longer than the length of one eye and have shorter wings (barely surpassing the abdominal end).

Diagnosis. *Brachybaenus domingensis* puede distinguirse más obviamente de su probable congénere más cercano (*B. cubensis*) por ambos sexos tener la cara amarillo pálido solo con pequeñas marcas negras alrededor de los márgenes inferiores de la cresta frontal. Las espinas de las tibias anteriores son poco curvadas y más cortas que el largo de un ojo. Ambos sexos tienen alas largas que se extienden más allá del extremo abdominal. En *B. cubensis* las hembras tienen la cara mayormente negra con los ocelos redondeados de color amarillo, las espinas de las tibias anteriores son más curvadas y más largas que el largo de un ojo y tienen alas más cortas (que apenas sobrepasan el extremo abdominal).

Etymology. The epithet *domingensis*, refers to the island of Santo Domingo or Hispaniola inhabited by this species.

Description

Body size. Medium size but somewhat robust orthopterans (see measurements in Table I), with full wings that in both sexes extend well beyond the abdomen (Figs. 1A-C).

General coloration. Body color yellowish-brown, marked by dark brown to black spots mainly on head, pronotum and hind femora. Wings darker brown with conspicuous venation.

Head. Short, with fastigium not produced beyond the bases of antennae, with dark reddish-brown to black patches around the eyes that concentrate on the vertex; patches more strongly marked behind the eyes, dorsally leaving a less-marked space in its center (Figs. 2C-D). Face light yellowish only marked with small brownish spots to the sides of a round central ocellus (Figs. 2A-B). Eyes not protruding, somewhat oval-shaped vertically. Frons smooth, with clypeus somewhat quadrate, narrower at its lower portion. Labrum smooth and rounded (Figs. 2A-B). Palps very long (Fig. 1B).

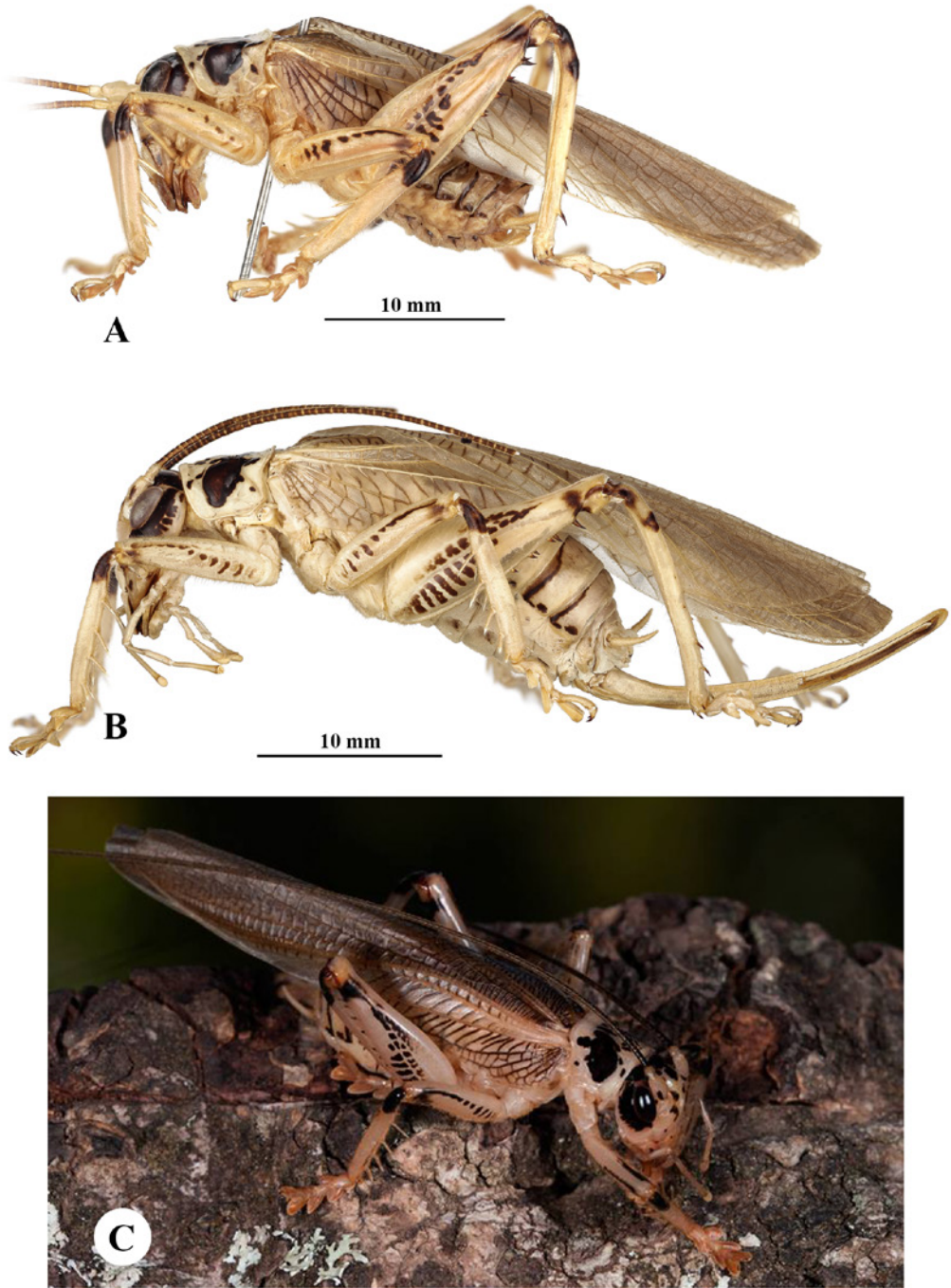


Figure 1. Habitus (both sexes, lateral view) of *Brachybaenus domingensis* sp. nov. A. Male. B. Female. C. Live male (photo credit: Carlos de Soto Molinari). Scale = 10 mm.

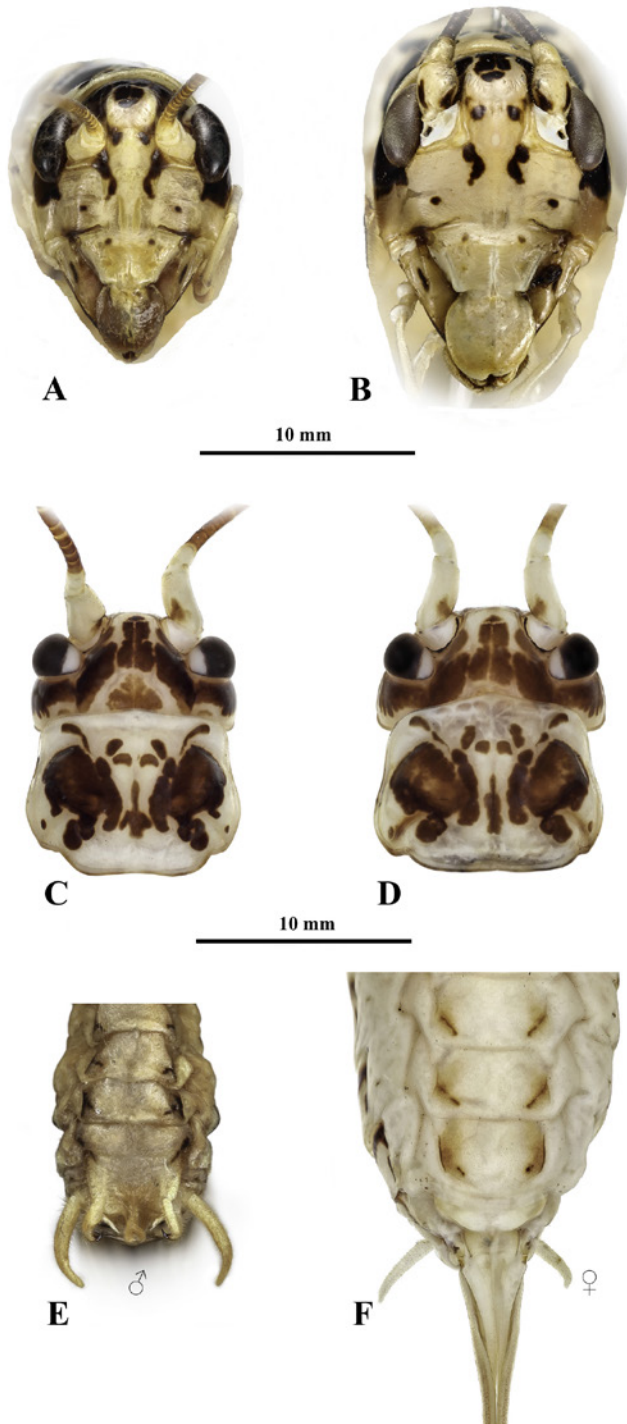


Figure 2. Body parts of *B. domingensis* sp. nov. A. Male face. B. Female face. C. Male head and pronotum (dorsal view). F. Female abdominal end (ventral view). Scale = 10 mm.

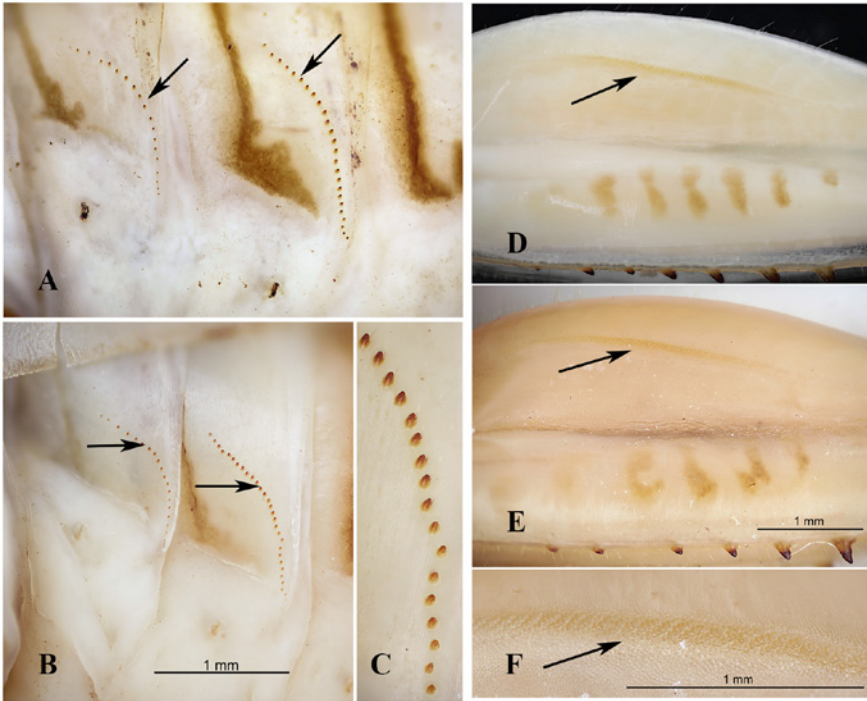


Figure 3. Stridulatory structures in both sexes of *B. domingensis* sp. nov. A. Stridulatory pegs at side of male abdomen. B. Stridulatory pegs at side of female abdomen. C. Close-up of abdominal stridulatory pegs (male). D. Stridulatory denticles at side of femur (male). E. Stridulatory denticles at side of femur (female). F. Close-up of stridulatory denticles on femur (male).

Pronotum. Saddle-shaped, lacking sulci, wider than long and somewhat quadrangular; anterior and posterior margins mostly parallel, smooth, projected anteriorly only very slightly, its sides with rounded margins without lateral lobes. Dorsally colored with unorganized brown to black markings that are larger to the sides of its medial line (Fig. 2C-D).

Abdomen. Abdominal segments smooth, with some dark markings under margin of tergites. Stridulatory pegs on abdomen forming two curved rows of minute conical and dark-colored chitinous pegs (Figs. 3A-C). In the male the two rows are made of 18 and 25 pegs, while in the female their arrangement is very similar and the pegs number 19 and 27.

Legs. Anterior femora without spines but with fine setae mainly on internal face, with variable dark striations on external face and a dark chevron on half of internal face. Anterior tibiae strongly marked black on upper 1/5 portion just below the knees, armed on external and internal margins with 5 strong and long yellow spines (Figs. 1A-C). Meso and metafemur smooth dorsally, with striated dark markings on external face. Spines of hind tibiae brownish, sharply pointed and shorter than those of anterior tibiae. Stridulatory denticles on internal face of femur many and very small, forming a longitudinal array of about 2.5 mm in length (Fig. 3D-F). This is the structure rubbed against the abdominal pegs to make sound.

Male genitalia. External male genitalia with subgenital plate only slightly longer than wide, little extended posteriorly, not surpassing abdominal end and forming a rounded knob at its tip; whole subgenital area with abundant pilosity; male cerci covered with abundant setae, cylindrical in their proximal 2/3, somewhat arched in their distal 1/3 and bluntly pointed (Fig. 2E). Styli cylindrical, about 1/2 the size of cerci, with black sharp recurved tips pointed inwards (Fig. 2E).

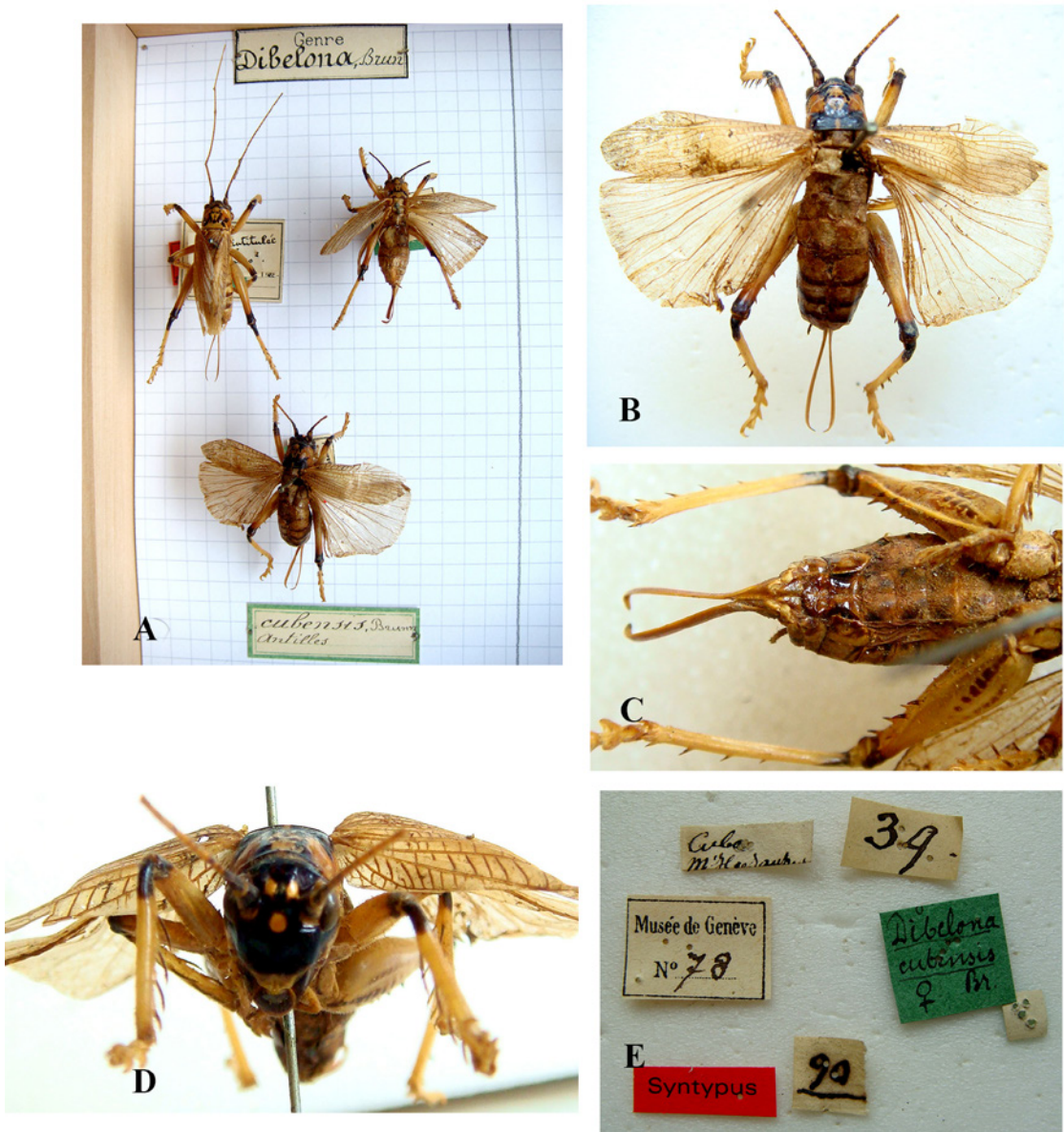


Figure 4. Syntypes of *Brachybaenus cubensis* (Brunner von Wattenwyl, 1888) deposited at the Museum d'Histoire Naturelle, Genève, Switzerland (photo credit: John Hollier). A. Three syntype females. B. Habitus of one syntype female. C. Abdominal end (ventral). D. Face. E. Syntype labels.

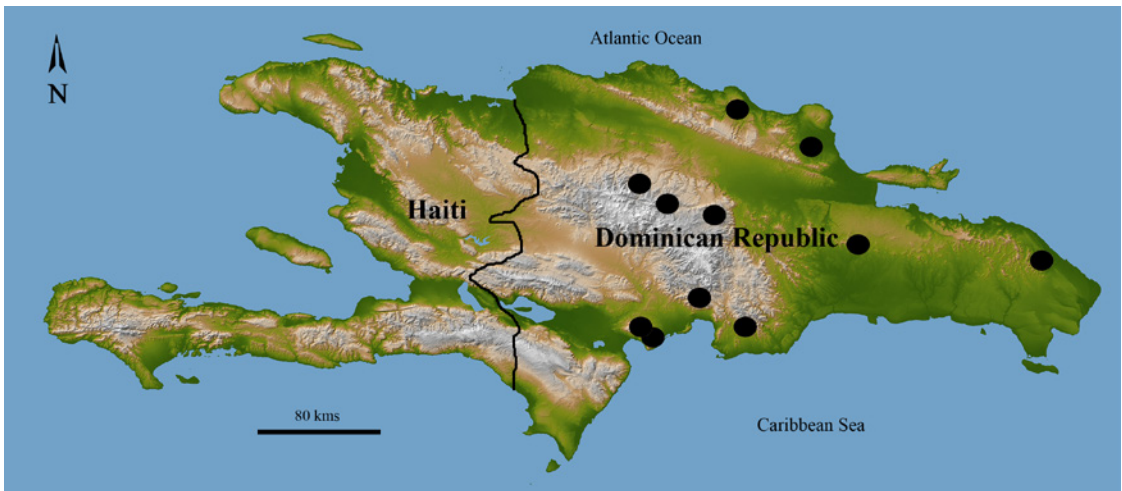


Figure 5. Distribution map of *B. domingensis* specimens collected in the Dominican Republic, Hispaniola.

Female genitalia. Whole subgenital area with little pilosity; female subgenital plate much wider than long, with a small medial concavity; female cerci only with very small setae, their size smaller than in male and little curved (Fig. 2F). Female ovipositor thickened only at its base (Fig. 2F), then cylindrical posteriorly, smoothly recurved upwards, ending bluntly and extended beyond the wing tips (Fig. 1B).

Measurements. See Table I.

Paratypes. Preserved dry: 1 ♀, DOMINICAN REPUBLIC RD-005 15.i.02 Las Yayitas, Azua Prov., 240 m, 316-230 mE 2046-941 mN. D. Otte, D. Perez, R. Bastardo, S. Medrano (MNHNSD); 1 ♀, DOMINICAN REPUBLIC RD-044 La Sal, Reserva Científica Ebano Verde, La Vega Prov., 11-12.vii.2002, 19°04.101'N 70°34.089'W, 1,043 m, D. Perez, B. Hierro, R. Bastardo (USNM); 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC RD-051 Alto del Rancho, Loma Guaconejo, M. T. Sánchez Prov., 170 m, 24-25.vii.2002, 19°18.752'N 69°56.663'W, D. Perez, B. Hierro, R. Bastardo (USNM); 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC RD-126 Caseta Parques en Diferencia, PNAB, Santiago Prov., 740 m, 19°16.313'N 71°03.132'W, 8.iv.2003, D. Perez, R. Bastardo, B. Hierro (USNM); 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC, Prov. Monte Plata, Parque Nacional de la Biodiversidad, 18.88785N 69.73174W, 200 m, 2-v-2015, J. A. Sánchez Borbón (IIBZ); 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC Pr. La Altagracia, Nisibón Finca Papagayo 4-7-IV-2000, blacklight trap, 150° RE Woodruff, TJ Henry (FSCA). Preserved in alcohol: 1 ♀, DOMINICAN REPUBLIC RD-221 ~8 km S Bombita, Parque Nacional El Choco, beside karst mogote, Puerto Plata prov., 144 m, 19°43.249'N 70°28.216'W, 14.iv.2004, D. Perez, B. Hierro, R. Bastardo. (d/n) (USNM); 1 ♀, DOMINICAN REPUBLIC RD-153 La Poza de Agua Nueva, El Curro, Sierra Martín García, Azua Prov., 18°18.324'N 70°57.176'W, ~800 m, 15-16.vii.2003, D. Perez, R. Bastardo, B. Hierro. (day/night) (USNM); 1 ♂, DOMINICAN REPUBLIC RD-156 La Furnia, Barreras, Azua Prov., 18°19.289'N 70°54.755'W, 18.vii.2003, D. Perez, R. Bastardo, B. Hierro. (night) (USNM). 1 ♂, REPUBLICA DOMINICANA, Prov. Peravia, Baní, Honduras, Los Cedros, 351473 mN 2036495 mE, 656 msnm, 23/x/2009, G. de los Santos (MNHNSD).

Table I. Measurements of nine specimens of *Brachybaenus domingensis* sp. nov. (in mm)

Measurements	♀1	♀2	♀3	♀4	♂HT	♂2	♂3	♂4	♂5
Body length	28.4	20.5	25.1	26.6	19.5	17.0	21.0	20.3	26.3
Pronotum length	5.3	4.8	5.1	5.3	4.3	4.6	4.9	4.9	4.5
Wing length	33.9	28.0	---	30.5	25.2	28.5	29.4	27.5	30.7
Hind femur length	14.6	13.6	13.3	14.0	10.7	11.4	11.9	12.0	11.0
Ovipositor length	20.1	19.1	15.1	18.5	---	---	---	---	---

Table II. Species of the family Gryllacrididae reported from the West Indies, with information on distribution, Type (HT= Holotype, ST= Syntypes) and depository.

Taxon	Author, year	Distribution	Type	Deposition
<i>Abelona</i>	Karny, 1937			
<i>Abelona bolivari</i>	(Karny, 1929)	Cuba, Bahamas	HT ♂	MNCN
<i>Abelona guadeloupensis</i>	(Karny, 1935)	Guadeloupe	HT ♂	MNHNP
<i>Abelona parvula</i>	(F. Walker, 1870)	Hispaniola	HT ♂	NHM
<i>Brachybaenus</i>	Karny, 1937			
<i>Brachybaenus cubensis</i>	(Brunner von Wattenwyl, 1888)	Cuba	3 ST ♀♀	MNHG
<i>Brachybaenus domingensis</i>	sp. nov.	Hispaniola	HT ♂	USNM
<i>Brachybaenus longstaffi</i>	(Griffini, 1909)	Jamaica	2 ST ♂♂	OUMNH
<i>Brachybaenus tapienoides</i>	(Karny, 1928)	Jamaica	HT ♂	MRSN
<i>Camptonotus</i>	Uhler, 1864			
<i>Camptonotus jamaicensis</i>	(Brunner von Wattenwyl, 1888)	Jamaica	2 ST ♂♂	NHMW
<i>Progryllacris</i>	Ander, 1939			
<i>Progryllacris sanctivincetii</i>	(Griffini, 1909)	St. Vincent	HT ♂	OUMNH

DISCUSSION

The general similarities (size, robustness, general coloration, markings, tibial spines) between *B. cubensis* and *B. domingensis* suggests that they might be close relatives. Although there was no opportunity to examine the two Jamaican species (*B. tapienoides* and *B. longstaffi*), the smaller biogeographical affinity between the islands of Jamaica and Hispaniola suggests a more distant relationship.

Individuals of *B. domingensis* are encountered only haphazardly while searching vegetation at night (each specimen reported here is from a different locality), so they seem widely distributed, inhabiting varied conditions of humidity and elevation. The elevation of the localities varied from near sea level (Nisibón) to as high as a thousand meters (La Sal, Cordillera Central). Although both sexes of *B. domingensis* have long wings, it is unclear whether these relatively heavy gryllacridids can fly as they never appeared inclined to do that. Their behavior before becoming aware of the collector often suggested that they were foraging, rapidly moving along small branches at night apparently searching for prey. No example of the nest or hideout of this species was found.

ACKNOWLEDGEMENTS

Karolyn Darrow (Department of Entomology, NMNH, Smithsonian Institution) produced the photographs. John Hollier (Muséum d'Histoire Naturelle, Genève) graciously provided photographs of the *B. cubensis* syntypes deposited in their collection. Carlos de Soto Molinari (Santo Domingo) is acknowledged for the picture of the live specimen.

LITERATURE CITED

- Bolívar, I. 1888. Enumération des orthoptères de l'île de Cuba. *Memoires de la Société Zoologique de France*, 1: 116-164.
- Brunner von Wattenwyl, C. 1888. Monographie der Stenopelmatiden und Gryllacriden. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 38: 247-394.
- Cigliano, M. M., H. Braun, D. Eades, and D. Otte. 2018. Orthoptera Species File. Versión 5.0/5.0. (Accessed Jan. 2018). <http://orthoptera.speciesfile.org>.
- Gundlach, J. 1891. *Contribución a la Entomología Cubana, Tomo 2, parte cuarta, Ortópteros*. Imprenta de G. Montiel, La Habana, pp. 335-384.
- Ingrisch, S. 2018. New taxa and records of Gryllacrididae (Orthoptera, Stenopelmatoidea) from South-East Asia and New Guinea with a key to genera. *Zootaxa*, 4510 (1): 1-278.
- Karny, H. H. 1937. Orthoptera Fam. Gryllacrididae, subfamiliae Omnes. In: P. Wytzman, ed., *Genera Insectorum*, 206: 1-317.
- Perez-Gelabert, D. E. 2008. Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): a checklist and bibliography. *Zootaxa*, 1831: 1-530.
- Rehn, J. A. G. 1909. A catalog of the Orthoptera of Cuba and the Isle of Pines. Second Report of the central experimental station of the Republic of Cuba. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, pp. 175-235.
- Rentz, D. 1996. *Grasshopper Country: The Abundant Orthopteroid Insects of Australia*. University of New South Wales Press, Sydney, 284 pp.

THE VULNERABILITY OF LEAFLITTER ANTS TO FOREST DISTURBANCES IN THE ISLAND OF PUERTO RICO, GREATER ANTILLES

La vulnerabilidad de hormigas de la hojarasca a perturbaciones forestales en la isla de Puerto Rico, Antillas Mayores

Miguel A. García

Science Application, US Fish and Wildlife Service. 1201 Ceiba st. San Juan PR 00926. Center for Applied Tropical Ecology and Conservation. University of Puerto Rico, Río Piedras Campus. P.O. Box 23360 San Juan PR 00931-3360. isladelamona@gmail.com.

ABSTRACT

Reduced biodiversity and high number of endemics characterize island ecosystems. Island natives and endemics are considered more vulnerable than continental species to exotic species invasions and habitat changes. The effect of replacing a native forest by an exotic wood plantation was studied on the assemblage of native and endemic ant species. The main hypothesis was that endemic and native ant species were more vulnerable to habitat changes than the exotic ant species. Nevertheless, it was found that native ants were more numerous and specious in both native and exotic plantations. Also, high numbers of two endemic ants were detected within exotic plantations, while only one exotic ant *Hypoponera opaciceps* was relatively abundant, particularly on native forest. In conclusion, exotic ant species did not dominate the communities studied nor the native and endemic ant assemblages seemed to be affected negatively by the forest replacement.

Keywords: ants, vulnerability, native, exotic, plantation, island, disturbance, Mona Island, Greater Antilles.

RESUMEN

Una biodiversidad reducida y un número alto de endémicos caracterizan los ecosistemas insulares. Especies nativas y endémicas de islas son consideradas más vulnerables que las especies continentales a la invasión de especies exóticas y a cambios en el hábitat. El efecto de reemplazar bosque nativos por plantaciones exóticas de especies maderables fue estudiado en el montaje de especies nativas y endémicas de hormigas. La hipótesis principal consistió en que las especies endémicas y nativas eran más vulnerables a cambios en el hábitat que las especies de hormigas exóticas. Sin embargo, se encontró que las hormigas nativas fueron más numerosas y diversas, tanto en bosques nativos como en las plantaciones exóticas. También apareció un número alto de dos especies endémicas dentro de plantaciones de exóticas, mientras solamente una especie de hormiga exótica *Hypoponera opaciceps* fue relativamente abundante, particularmente en bosque nativo. En conclusión, las especies de hormigas exóticas no dominaron las comunidades estudiadas, ni tampoco parecieron impactarse negativamente las especies nativas y endémicas por el reemplazo del bosque.

Palabras clave: hormigas, vulnerabilidad, nativa, exótica, plantación, islas, perturbación, Isla de Mona, Antillas Mayores.

INTRODUCTION

The reduced number of species found in insular habitats is one of the most perceptible differences between island and mainland biotas (Heany, 1986; Vitousek, 1988; Adersen, 1995; Simberloff, 1995). But, tropical islands usually exhibit higher numbers of endemic species than tropical and temperate mainlands (Vitousek, 1988). The vanishing of an insular species would probably represent a worldwide net loss in biodiversity, whereas the same event in a mainland habitat would only cause a reduction in the species' distribution. Hence, it is important to consider endemicity as well as biodiversity when studying island biotas or ecosystems (Platnick, 1992).

The major causes of extinctions are habitat loss, the introduction of exotic species (i.e., diseases, predators and competitors; Walker and Steffen, 1997), and uncontrolled exploitation of resources, e.g., hunting, fishing, timber, etc. (Myers, 1989; Fordham and Brook, 2010). Insular species exhibit greater extinction rates, and are more susceptible to environmental stress than their mainland counterparts (Vitousek, 1988; Vitousek *et al.*, 1995; Sadler, 1999; Blackburn *et al.*, 2004; Sodhi *et al.*, 2004). This higher vulnerability in insular biotas has been explained by their low population numbers, reduced genetic diversity, constrained geographical range (Vitousek, 1988; Adersen, 1995; Wetzel *et al.*, 2013), and limited migration (Foufopoulous and Ives, 1999). Within island biotas, endemic organisms are considered more vulnerable than native or cosmopolitan species (Silva-Taboada, 1992; Adersen, 1995), and rare endemic species are two times more prone to decline in abundance due to alien species than rare native species (Adersen, 1989, 1995). The chances of a successful invasion of an alien species and the negative impact on insular biotas seem to be more related to the absence of certain functional groups or open niches (Beisner *et al.*, 2006). For example, terrestrial carnivore mammals are missing from many islands, thus there is a predisposition for this group to survive and impact negatively these ecosystems after invading since the local biota have evolved without the presence of this component of the trophic web (Simberloff, 1995). However, other investigations have supported that introduced species are often superior competitors because they have evolved in more competitive environments (Williamson, 1989; Callaway and Aschehoug, 2000) or lack natural enemies in the new areas (Siemann and Rogers, 2001), backing up the hypotheses related to the prevalence of particular biological traits such as fragility or unaggressiveness of the insular biotas.

Recent studies have documented that replacing nature forest by exotic tree plantations have impacted negatively native dragonflies associated to the native forest (Renner *et al.*, 2016; Dalzochio *et al.*, 2018) in Brazil. But, the presumed vulnerability of insular biotas for habitat modification (Foufopolous and Ives, 1999) requires adequate testing. Particularly, timely research has to assess if endemic species are more vulnerable than natives to habitat changes and if natives are more vulnerable than cosmopolitan or exotic species.

The Caribbean is considered one of the biodiversity hotspots in the world (Cincotta and Engelman, 2000; Myers *et al.*, 2000). These islands have also suffered great anthropogenic disturbances, including deforestation and the introduction of exotic plants and animals (Ambio, 1981; Gajraj, 1981; Lugo *et al.*, 1999). Puerto Rico, as the other islands of the West Indies, harbors large percentages of native and endemic species (Wiley and Vilella, 1998). This island experienced during the 1930's and 1940's the substitution of patches of native forest by plantations of several tree species for timber purposes (Wadsworth, 1973, 1990). The forestry activity was later terminated, leaving abandoned several plantations of exotic timber species like Dominican Mahogany (*Swietenia mahogany*), Australian Pine (*Casuarina equisetifolia*) and Caribbean Pine (*Pinus caribaea*) (Wadsworth, 1973, 1990; Birdsey and Weaver, 1982). The impact of these alterations on the local fauna has not been adequately studied, although, differences in forest birds have been documented (Collazo and Bonilla-Martinez, 1988).

My main objective was to investigate the long lasting effect of the wood plantations on the leaf litter ant community. Ants were selected for this study because: (1) they are sensitive to habitat modifications even at small scales (Folgarait, 1998; Abensperg-Traun and Smith, 1999; Brühl *et al.*, 2003), and (2) their taxonomy and biogeographical distribution are relatively well known in Puerto Rico. Therefore, it is possible to identify if the species collected is endemic, native, or exotic to the studied habitats. It was also important to assess if the establishment of exotic wood plantations has impacted more the endemic and native ants than the cosmopolitan and exotics. This impact could be direct due higher tolerance of exotic species to some of the simplified conditions found on the plantations, like the reduced availability of leaf litter habitats. In fact, exotic ants exhibit several traits that facilitate colonizing and establishing into new environments. For example, they tend to be generalists in term of nesting and diet, most exhibit polygyny; colonial budding and reduced intraspecific aggressivity (Hölldobler and Wilson, 1990; Hollway *et al.*, 2002b). Exotic ants prevalence could be also attained indirectly when the modification in the habitat facilitates the establishment of invasive ant species (Hollway *et al.*, 2002a) or through aggressive interspecific interactions. It has been documented that invasive ant species outcompete and displace the native ant assemblages causing dramatic reductions in the local ant species richness (see Clark *et al.*, 1982; Porter and Savignano, 1990; Williams, 1994; Hollway, 1998; Suárez *et al.*, 1998; Hoffmann *et al.*, 1999; Wojcik *et al.*, 2001; Sanders and Barton, 2001; Hollway *et al.*, 2002b; Armbrrecht and Ulloa-Chacón, 2003). Several of these invasive ants have become established in Puerto Rico (Torres, 1984a) and are found throughout the island.

MATERIALS AND METHODS

Study Sites. This study was conducted at three forests in Puerto Rico—Guánica Forest, Mona Island, and Carite Forest. Guánica and Carite natural reserves are found in the main island. Mona Island is 42 km west of Puerto Rico, and has never been connected to it (Wiley and Vilella, 1998). Guánica and Mona Island are considered Subtropical Dry Forests, while Carite Forest is composed mostly of Subtropical Wet Forest (Ewel and Whitmore, 1973; Birdsey and Weaver, 1982). Guánica has plantations of mahogany, *Swietenia mahogany* (Wadsworth, 1990), while Mona Island has mahogany and Australian pine (*Casuarina equisetifolia*) plantations (Cintrón and Rogers, 1991). Caribbean pine (*Pinus caribaea*) plantations are found in Carite (Department of Natural Resources, 1974). All these plantations and native forests offer a great opportunity to study the effects of the replacement of the native vegetation on the local biotas since they have been left undisturbed for more than 20 years (Wadsworth, 1973, 1990).

Ants were collected during the dry (February-April) and wet seasons (September-November) of 1997 and 1998. Two areas were selected within each natural forest or plantation type, and I layed down, 2-40 meter long transects within each area. Five pitfall traps (500 ml) were set at ten meter intervals along each transect. Pitfall traps were flushed with the ground level, and half filled each one with a hypersaline solution of water and soap. All traps were removed after five days and filled with 70% ethyl alcohol. Then, they were taken to the Department of Natural and Environmental Resources (DNER) and the University of Puerto Rico (UPR) facilities, where all were cleaned of debris and soil.

Ants were stored in vials with 70% ethyl alcohol, and later sorted and identified to species level. Ants were posteriorly classified as endemic, native, or exotic; considering endemic all the species limited only to the Puerto Rican bank, native all the species exhibiting Greater Antilles distribution, and exotic all the species outside this range (Snelling and Torres, unpublished data).

Table I. List of ant species collected and their abundances in Guánica State Forest. Condition refers to the species's origin in relation to the study area. ND= native forest/dry season; MD= mahogany plantation/dry season; NW= native forest/wet season; MW= mahogany plantation/wet season. 97 and 98 are the years of the collection (1997/1998).

SPECIES	CONDITION	ND97	MD97	NW97	MW97	ND98	MD98	NW98	MW98
<i>Crematogaster steinheili</i>	Native	110	31	57	9	39	31	59	23
<i>Odontomachus ruginodis</i>	Native	8	0	0	0	3	0	0	0
<i>Camponotus kaura</i>	Endemic	12	0	0	0	13	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	Native	63	14	99	56	27	139	79	47
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Exotic	7	0	11	3	9	1	7	10
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	Native	17	36	56	11	4	53	56	14
<i>Paratrechina longicornis</i>	Exotic	5	2	0	0	2	1	4	0
<i>Anochetus kempfi</i>	Endemic	28	30	52	29	23	40	21	29
<i>Monomorium floricola</i>	Exotic	70	16	0	0	45	0	23	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	Native	0	22	0	0	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	Native	234	0	67	0	93	0	76	0
<i>Pheidole fallax</i>	Native	2	0	0	0	4	0	1	0
<i>Trachymyrmex jamaicensis</i>	Native	10	0	3	2	2	1	3	2
<i>P. cocciphaga</i>	Native	2	84	3	132	2	110	3	129
<i>Lepthorax torrei</i>	Endemic	24	25	11	22	13	8	19	31
<i>S. corticallis</i>	Native	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>A. mayri</i>	Native	0	0	0	1	4	0	0	1
<i>Camponotus taino</i>	Native	9	0	5	0	14	0	1	0
<i>S. globularia</i>	Native	0	0	0	0	2	3	0	0

Table II. List of ant species collected and their abundances in Mona State Forest. Condition refers to the species's origin in relation to the study area. ND= native forest/dry season; MD= mahogany plantation/dry season; CD= Casuarina plantation /dry season; NW= native/wet season; MW= mahogany/wet season; CW= Casuarina/ wet season. 97 and 98 are the years of the collection (1997/1998).

SPECIES	CONDITION	ND97	MD97	CD97	NW97	MW97	CW97	ND98	MD98	CD98	NW98	MW-98	CW98
<i>Odontomachus ruginodis</i>	Native	1	6	0	0	1	0	1	12	4	7	2	0
<i>Camponotus ustus</i>	Endemic	150	8	106	0	5	45	56	44	98	0	18	47
<i>Parathechyna longicornis</i>	Exotic	0	10	0	0	0	0	0	21	5	0	0	0
<i>Tetramorium simillimum</i>	Exotic	0	4	7	1	0	11	3	12	7	1	0	11
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Exotic	0	9	23	0	10	11	0	13	24	0	10	23
<i>Solenopsis geminata</i>	Native	0	0	4	0	0	2	14	0	3	0	0	2
<i>S. globularia</i>	Native	0	21	0	0	1	0	0	26	6	18	1	0
<i>Trachymyrmex jamaicensis</i>	Native	0	25	0	0	43	0	0	44	2	0	35	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	Native	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Cardiocondyla nuda</i>	Exotic	1	3	0	0	0	3	1	3	0	0	0	4
<i>Monomorium floricola</i>	Exotic	0	4	1	0	0	3	0	3	2	0	0	3
<i>Leptothorax albispina</i>	Endemic	6	0	8	0	1	0	6	0	8	0	1	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	Native	4	0	0	0	4	0	4	0	0	2	0	0
<i>Pheidole moerens</i>	Native	0	2	0	0	1	2	0	2	0	0	1	2
<i>P. cocciphaga</i>	Native	12	13	0	2	17	6	0	2	0	2	3	0
<i>Hypoponera opaciceps</i>	Exotic	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	Native	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>S. pygmaea</i>	Endemic	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

Statistical Analysis. Data were pooled by year and season to increase sample size. Bray-Curtis ordination (Bray and Curtis, 1957) was used to determine similarity patterns between the endemic, native and exotic ant species assemblages and the forest types (i.e. exotic plantation or native forest). Ordination methods establish species or samples patterns (Krebs, 1989) and Bray-Curtis has shown to perform with robustness (Beal, 1984; McCune and Grace, 2002). Ordination values and figures were obtained using PCORD 4.0 (McCune and Grace, 2002).

The abundance of native, exotic and endemic ant species among the native forest and the exotic plantations was analyzed using a one sample chi square. This comparison was done first by pooling all the abundances, and then by species to eliminate any bias caused by a dominant ant in terms of number of individuals. The number of individual was added for each forest condition, but used the mean value when the comparison was unbalanced. For example, the species was found on two exotic plantations but only once within the native forest. The analysis was not performed on species that were absent in one of the two forest condition considered. All the statistical analyses were made using SPSS 9.0. An alpha (α) value of 0.05 was employed to establish statistical significance. All mean values are provided with their corresponding standard error unless otherwise stated. All plots were generated using Sigmaplot 2001 for Windows (version 7.0).

RESULTS

Several species showed specificity for a particular forest type. In Guánica, *Camponotus kaura*, *C. taino*, *Odontomachus ruginodis* and *Brachymyrmex heeri* were found exclusively on the native forest (Table I). Conversely, *Wasmannia auropunctata* was collected only in the mahogany plantation (Table I) In Mona, *Solenopsis pygmaea* and *Hypoponera opaciceps* were trapped solely within the native forest, whereas *Trachymyrmex jamaicensis* was collected exclusively in the mahogany plantation (Table II). *Mycocepurus smithi* and *Hypoconera opaciceps* were captured always within the Carite native forest (Table III). Likewise, *Anochetus mayri* and *Strumigenys rogeri* were found only associated with the Caribbean pine plantation (Table III).

A total of 30 ant species in all the study areas. Of these six were endemics, 17 natives and seven exotics (Table I-III). Guánica and Mona exhibited the same number of endemic ant species (3) and they were absent from Carite. Guánica showed the highest number of native species (13) while Carite exhibited the lowest (7). Mona had the highest number of exotic (6) whereas only two were found in Carite and Guánica.

In Guánica, the percentage of endemic ants within the native forest (50.1%) and the mahogany plantation (49.9%) were almost identical (Fig. 1). Therefore, the abundance of endemic ants was not significantly different between these two habitats (Table IV). Native ant percentages differed between the native forest (56.2%) and the mahogany (43.8%) plantation (Fig. 1). In fact, their respective abundances showed significant statistical differences (Table IV). Exotic ants exhibited very dissimilar percentages when comparing the native forest (85%) with the mahogany (15%) plantation (Fig. 1), and their abundances were significantly different between the native forest and the mahogany plantation (Table I).

The proportions (%) of endemic, native and exotic ants inhabiting the native forest and the exotic plantations varied considerably in Mona Island (Fig. 2). The percentage of endemic ants differed among the native forest (35.7%), the mahogany (13.2%) and the *Casuarina* (51.1%) plantation (Fig. 2). Endemic ants were significantly more numerous in the *Casuarina* plantation, followed by the native forest and the mahogany plantation (Table IV). A different pattern was

observed for the native ant species (Fig. 2). Here, the percentage of native ants found in the natural forest, the mahogany and the *Casuarina* plantations were 16.6%, 73.7% and 9.7%, respectively (Fig. 2). The abundance of native species was significantly different (Table IV). The *Casuarina* plantation (55%) showed the highest percentage of exotic species, followed by the mahogany plantation (40.6%) and the native (4.4%) forest (Fig. 2). The number of exotic ant individuals varied significantly between the native forest, the mahogany and the *Casuarina* plantation (Table IV).

In Carite, endemic ants were not present. The percentage of native ant species was higher in the native forest (59%) than in the Caribbean pine (41%) plantation (Fig. 3). Thus, I found significant differences in the number of native species collected in the native forest and the Caribbean pine plantation (Table IV). A higher percentage of exotic species was found in the native forest (84.9%) than in the Caribbean pine (15.1%) plantation (Fig. 3). The exotic ants were significantly more abundant in the native forest than in the Caribbean pine plantation (Table IV).

Three endemic ant species were more abundant in the native forest and three showed higher abundances in the exotic plantation but these patterns were not significantly different (Table V). I collected more individuals of nine native species in the native forest, whereas eight species were more numerous, two of them significantly, in the exotic plantation (Table V). Of the seven exotic species, five were more numerous on the exotic plantation while two were more abundant in the native forest (Table V). This comparison was statistically significant twice for the exotic plantation and once for the native forest (Table V).

The endemic ant species assemblages were extremely similar (i.e. overlapping symbols) for the native forest (GN) and the exotic plantation (GM) (i.e. mahogany) in Guánica (Fig. 4). In Mona, the endemic ant assemblages (MN;MM;MC) differed among the different systems (discernible symbols separation) (Fig. 4A). But, the endemic ant composition found in the native forest and the *Casuarina* plantation exhibited higher similarity (closer symbols distance) between them than with the mahogany assemblage (Fig. 4A). The native ant species assemblages found in the native forest and the exotic plantations in Guánica, Mona and Carite were not very similar (Fig. 4B). But, excepting the mahogany plantation in Mona Island, the other assemblages exhibited a certain degree of similarity within each study area (Fig. 4B). Again, the native species composition was more similar between the native forest and the *Casuarina* plantation in Mona (Fig. 4B). The exotic ant species assemblages were very similar between the native forest and the mahogany plantation in Guánica (Fig. 4C). There is more resemblance between the exotic ants species found in the two exotic plantations in Mona, than with the native forest (Fig. 4C). The exotic ant species composition found in the native forest and the exotic plantation in Carite were very different (Fig. 4C).

Table III. List of ant species collected and their abundances in Carite State Forest. Condition refers to the species's origin in relation to the study area. ND= native forest/dry season; MD= mahogany plantation/dry season; ND= native forest/wet season; MD= mahogany plantation/wet season. 97 and 98 are the years of the collection (1997/1998).

SPECIES	CONDITION	ND97	PD97	NW97	PW97	ND98	PD98	NW98	PW98
<i>Pheidole moerens</i>	Native	26	19	20	23	36	31	33	31
<i>Anochetus mayri</i>	Native	0	3	0	5	0	3	0	2
<i>Stumigenys rogeri</i>	Exotic	0	3	0	4	0	3	0	3
<i>Brachymyrmex heeri</i>	Native	0	3	2	15	1	1	1	3
<i>Linepithema melleum</i>	Native	6	5	5	5	7	5	6	4
<i>Paratrechina steinheili</i>	Native	10	11	8	19	4	8	16	14
<i>Solenopsis geminata</i>	Native	45	1	29	11	19	1	26	1
<i>Myrcocepurus smithi</i>	Native	6	0	4	0	2	0	5	0
<i>Myrmelachista</i> sp.	**	1	0	0	0	1	0	1	0
<i>Hypoponera opaciceps</i>	Exotic	14	0	14	0	24	0	21	0

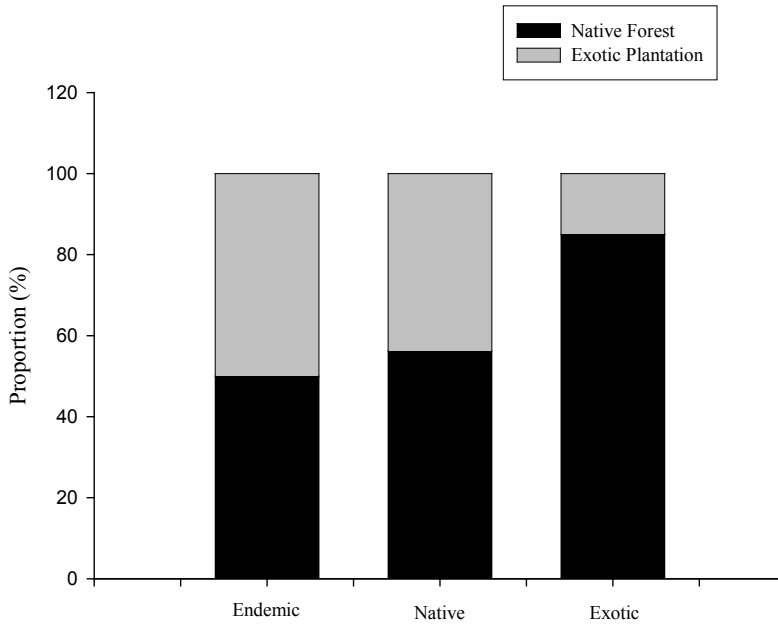


Figure 1. Proportion of endemic, native and exotic ant species collected in the native forest and exotic plantation found in Guánica Forest.

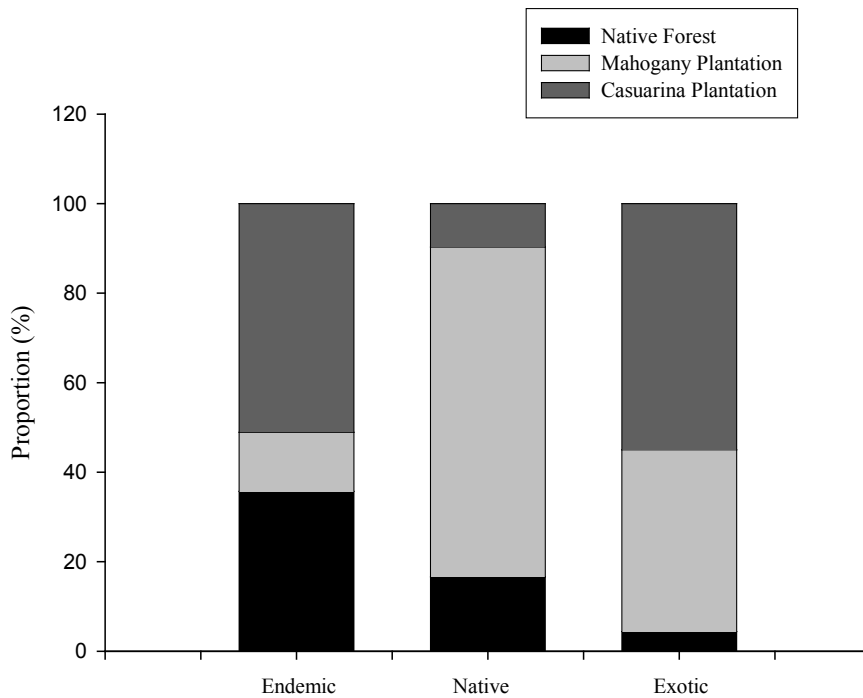


Figure 2. Proportion of endemic, native and exotic ant species collected in the native forest and the exotic plantations found in Mona Forest.

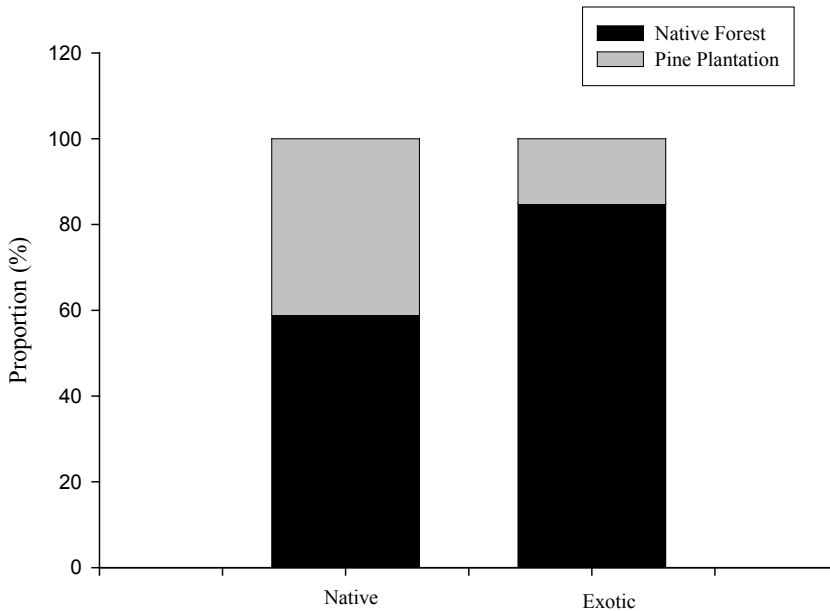


Figure 3. Proportion of endemic, native and exotic ant species collected in the native forest and the exotic plantation found in Carite Forest.

Table IV. Comparison of the ant assemblages between the native forest and the exotic plantation. Guánica and Carite has only one exotic plantation (mahogany) while Mona has two (mahogany/*Casuarina*). Condition refers to the ant's group considered. Significant comparisons are identified using *

Site	Condition	Individuals (#)		Chi Square	P
		Native Forest	Exotic Plantation		
Guánica	Endemic	216	214	0.009	0.923
Guánica	Native	1222	951	33.79	< 0.001*
Guánica	Exotic	172	30	99.82	< 0.001*
Mona	Endemic	218	80/312	133.94	< 0.001*
Mona	Native	57	252/33	253.105	< 0.001*
Mona	Exotic	11	102/138	102.414	< 0.001*
Carite	Native	317	224	15.987	< 0.001*
Carite	Exotic	73	13	41.86	< 0.001*

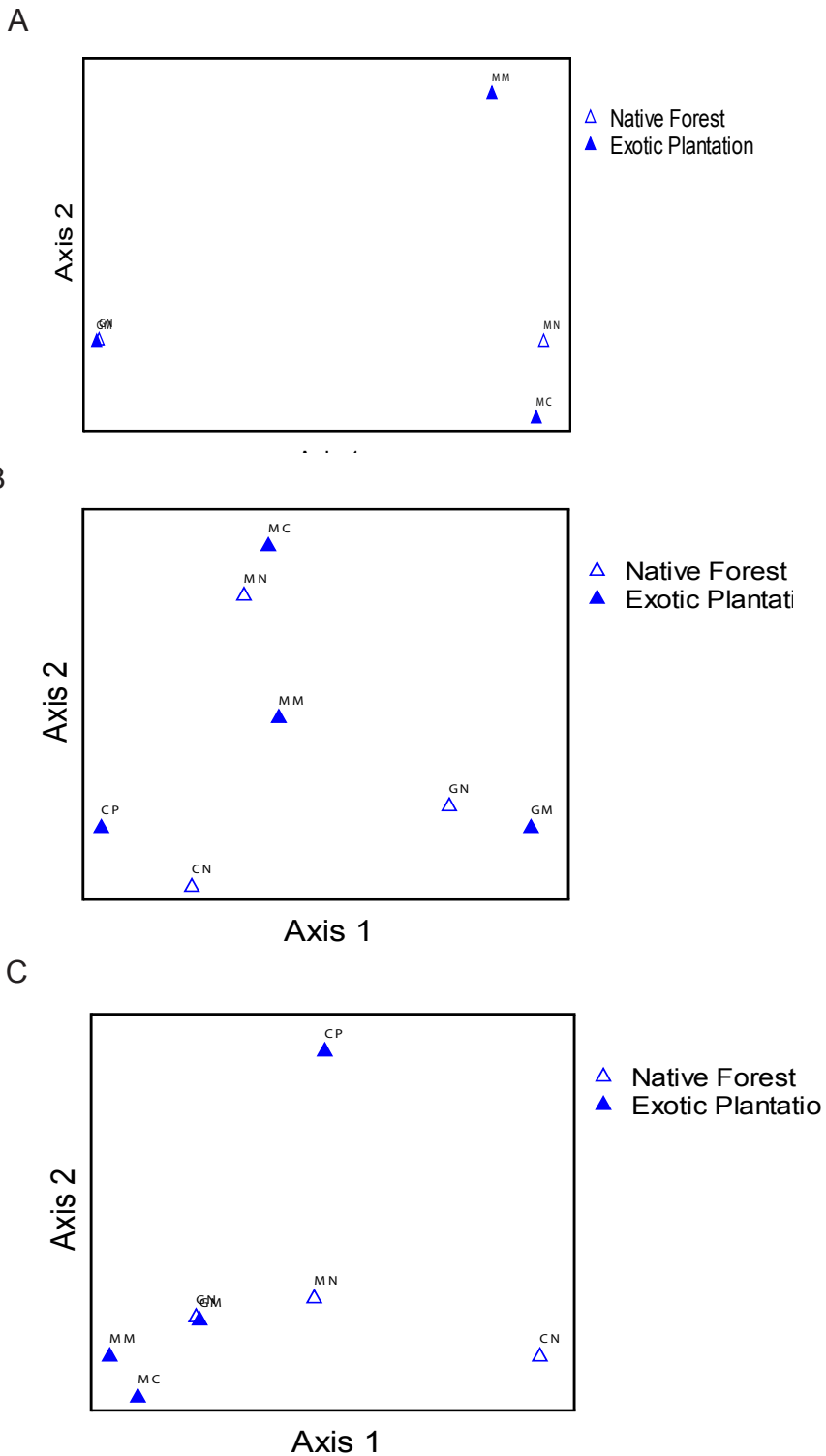


Figure 4. Bray-Curtis ordination showing the endemic (A), native (B) and the exotic (C) ant species composition associated with the native forest and the exotic plantation. The first letter of each symbol represents the area (e.g. Guánica) and the second letter the forest type (e.g. native, mahogany, pine). Similarity is proportional to distance (e.g. closer symbols indicate more resemblance).

Table V. Comparison of the number of ants by condition between the native forest and the exotic plantation. Guánica and Carite has only exotic plantations of mahogany and Caribbean pine, respectively. Mona has exotic plantations of mahogany and *Casuarina*. Significant comparisons are identified using *

Species	Condition	Native	Plantation	Chi Square	P
<i>Crematogaster steinheili</i>	Native	265	94	81.45	< 0.001*
<i>Odontomachus ruginodis</i>	Native	18	25	1.14	0.286
<i>Camponotus kaura</i>	Endemic	25	0	---	---
<i>Solenopsis geminata</i>	Native	401	285	21.14	< 0.001*
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Exotic	34	45	1.8	< 0.180
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	Native	133	58	28.521	< 0.001*
<i>Paratrechina longicornis</i>	Exotic	11	13	0.167	0.683
<i>Anochetus kempfi</i>	Endemic	124	128	0.063	0.801
<i>Monomorium floricola</i>	Exotic	138	10	108.25	< 0.001*
<i>Wasmania auropunctata</i>	Native	0	29	---	---
<i>Brachymyrmex heeri</i>	Native	160.6	140	123.480	< 0.001*
<i>Pheidole fallax</i>	Native	7	0	---	---
<i>Trachymyrmex jamaicensis</i>	Native	18	51	15.783	< 0.001*
<i>Pheidole cocciphaga</i>	Native	10	455	425.86	< 0.001*
<i>Leptothorax torrei</i>	Endemic	67	86	2.359	0.125
<i>Camponotus ustus</i>	Endemic	206	185	0.923	0.337
<i>Solenopsis corticallis</i>	Native	0	2	---	---
<i>Anochetus mayri</i>	Native	6	13	2.579	0.108
<i>Solenopsis globularia</i>	Native	10	19	2.793	0.095
<i>Camponotus taino</i>	Native	29	0	---	---
<i>Solenopsis pygmaea</i>	Endemic	0	3	---	---
<i>Tetramorium simillimum</i>	Exotic	5	26	14.226	< 0.001*
<i>Cardiocondyla nuda</i>	Exotic	2	6	2.778	0.096
<i>Leptothorax albispina</i>	Endemic	12	9	0.429	0.513
<i>Pheidole moerens</i>	Native	65	51	1.661	0.197
<i>Hypoponera opaciceps</i>	Exotic	77	0	---	---
<i>Strumigenys rogeri</i>	Exotic	0	13	---	---
<i>Linepithema melleum</i>	Native	24	19	0.581	0.446
<i>Paratrechina steinheili</i>	Native	38	52	2.178	0.140
<i>Mycocepurus smithi</i>	Native	17	0	---	---

DISCUSSION

In this research, contrary to my predictions (1) native ant species dominated in terms of number and species in both the native forests and the exotic plantations, and (2) exotic species did not prevail on any of the ecological systems studied. Interestingly, it has been documented that some invasive species not always become dominant within natural protected areas (Gallardo *et al.*, 2017) since the condition encounter by the invasive specie are not always favorable for them (Martin *et al.*, 2009). Despite the aforementioned overall pattern, natives like *Mycocepurus smithi*, *W. auropunctata*, and *Anochetus mayri* were found exclusively in exotic plantations. The endemic *S. pygmaea* was extremely rare (three individuals), but it was found only associated with native forest. Other endemics like *Camponotus ustus* and *Anochetus kempfi* were relatively numerous. However, against mine prediction, their numbers were similar in the native forest and the exotic plantation. I did not find endemic ants in Carite, probably due to the sampling method since endemics have been previously sampled in this forest.

The exotic *Hypoponera opaciceps* was found exclusively in native forest. *Monomorium floricola* was the only relatively common exotic ant, especially in Guánica. Nevertheless, it was more abundant in the native forest than in the exotic plantation, a pattern opposed to my hypothesis. This species is also considered a tramp species (Passera, 1994), characterized among other things by being dispersed and living closely associated with humans (Hölldobler and Wilson, 1990; Passera, 1994). Both, the native forest and the exotic plantation are surrounded by dirt roads, and are within 2 km from the forest administrative office and the visitor center. Thus, there is not a conclusive explanation to account for its scarcity within the exotic plantation., and any further consideration lays beyond the scope of this research.

On this study, it is important to consider that the exotic ants have probably arrived to Puerto Rico before the exotic wood plantations. These plantations were established during the first 50 years of the last century (Wadsworth, 1973, 1990). The native forest and the exotic plantations found in Guánica and Carite shared many endemic and exotic ant species. Nevertheless, the endemic, native and exotic ant assemblages found in the native forest and the exotic plantation in Mona, are composed by different ants species. Particularly, the endemic and natives species collected in the mahogany plantation.

Ant invasions have had major economical impacts (Pimentel *et al.*, 2000; Holway, 2002) and have also caused the displacement of native ant communities (Hölldobler and Wilson, 1990; Porter and Savignano, 1990; Wojcik *et al.*, 2001; Williams, 1994; Holway *et al.*, 2002b) and to other insect species (Wagner and Van Driesche, 2010). *W. auropunctata* and *Solenopsis geminata* are considered among the six most damaging invasive ants in the world (Holway *et al.*, 2002a), they are native to Puerto Rico. In this study, while *S. geminata* was the most abundant ant species, particularly in Guánica and on the native forest in Carite, it was scarce in Mona. *S. geminata* is an opportunistic and ubiquitous species that subdues the majority of the Puerto Rican ants under all environmental conditions (Torres, 1984a). The other species, *W. auropunctata* was rare elsewhere. Nevertheless, it has been well documented how *W. auropunctata* displaces local ant assemblages, either as a native or invasive species (Clark *et al.*, 1982; Lubin, 1984; Armbrrecht and Ulloa-Chacón, 2003), particularly in tropical islands (Wetterer *et al.*, 2016). It is important to state that although this species was considered native in this study, it is uncertain if it this is the case for the entire Caribbean Region (Wetterer *et al.*, 2016).

These findings indicate that exotic ant species are not always a prevalent group, in fact it has been documented that exotic species tend to thrive mainly in open, disturbed habitats (Wetterer *et al.*, 2016). Nevertheless, with the data collected on this study it can not be establish if these exotics were limited by biological characteristics present in the invaded ant assemblage, by local

abiotic factor or a combine effect of these two scenarios. At the local scale, previous research has stated that species' interactions and microclimate shape the composition of the Puerto Rican ant communities (Levins *et al.*, 1973; Torres, 1984a, b). However, none of these studies were conducted on these sites, especially in Mona—one of the most isolated island within the Puerto Rican Archipelago. Interestingly, Mona exhibited the highest number of exotic ants in this study.

The findings of this research are important in two ways. Firstly, they provide at a comprehensive level, the presence and distribution of endemic, native and exotic ants species in natural protected areas in Puerto Rico. Secondly, these documentations will serve as critical baseline information for future changes on species' distribution, caused by the observed and projected impacts of climate change for Puerto Rico (PRCCC, 2013), particularly the sea level rise which will also affect the other island of the Antilles.

CONCLUSIONS

Native ants dominated in number and species richness in all the study sites. Exotic ant species were abundant in native forest while endemic were numerous in exotic wood plantations. Native and endemic ant assemblages did not seem to be affected by the forest replacement. Two native ants, *Solenopsis geminata* and *Wasmannia auropunctata* are considered two of the worst detrimental invasive species. But, while *S. geminata* was relatively abundant, *W. auropunctata* was rare in the system studied. However, this last species becomes very dominant when colonizing as an exotic invasive species.

ACKNOWLEDGEMENTS

I humbly dedicate this work to Juan A. Torres, a great ecologist who used ants as his preferred study group, greatly advancing the knowledge of this taxon in the Puerto Rican Geological Bank. In addition, I would also want to recognize Julio A. Jenaro for his continuous support and long-distance friendship. The findings and conclusions in this article are those of the author(s) and do not necessarily represent the views of the U.S. Fish and Wildlife Service.

LITERATURE CITED

- Abensperg-Traun, M., and G. T. Smith. 1999. How small is to small animals? Four terrestrial arthropod species in different-sized remnant woodlands in agricultural Western Australia. *Biodiversity and Conservation*, 8: 709-726.
- Adersen, H. 1995. Research on Islands: classic, recent, and prospective approaches. *In: Islands. Biological diversity and ecosystem function*. P. Vitousek, L. L. Loope, and H. Adersen (Eds.), pp.7-21. *Ecological Studies*, vol. 115. Springer-Verlag Heidelberg, New York.
- Adersen, H. 1989. The rare plants of the Galápagos Islands and their conservation. *Biological Conservation*, 47: 49-77.
- Ambio. 1981. *The Caribbean*, 10: 274-346.
- Armbrecht, I. and P. Ulloa-Chacón. 2003. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. *Environmental, Entomology*, 32: 542-547.

- Beal, E. W. 1984. Bray-Curtis Ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *In Advances in ecological research*, 14: 1-55. A. McFadye and E. D. Ford (Eds.), Academic Press, London, UK.
- Beisner, B. E., J. Hovius, A. Hayward, J. Kolasa, and T. N. Romanuk. 2006. *Biological Invasions*, 8: 655-664.
- Birdsey, R. A., and P. L. Weaver. 1982. The forest resources of Puerto Rico. USDA. Southern Forest Experimental Station, pp. 3-10. *Resource Bulletin SO-85*.
- Blackburn, T. M., P. Cassey, and R. P. Duncan. 2004. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science*, 305: 1955-1958.
- Bray, J. R., and J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monograph*, 50: 131-151.
- Brühl, C. A., E. Thomas, and K. E. Linsenmair. 2003. Size does matter - effects of tropical rainforest fragmentation on the litter ant community in Sabah, Malaysia. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1371-1389.
- Callaway, R. M., and E. T. Aschehough. 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasions. *Science*, 290: 521-523.
- Cincotta, R. P., and R. Engelman. 2000. Nature's place: human population and the future of biological diversity. *Population Action International*, 23-25. Washington, D. C. USA.
- Cintron, B., and L. Rogers. 1991. Plant communities of Mona Island. *Acta Científica*, 5: 10-64.
- Clark, D. B., C. Guayasamin, O. Pazmino, C. Donoso, and Y. de Villacis. 1982. The tramp ants *Wasmannia auropunctata*: autoecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galápagos. *Biotropica*, 14: 196-207.
- Collazo, J. A., and G. I. Bonilla Martínez. 1988. Comparación de la riqueza de aves entre plantaciones de pino hondureño (*Pinus caribaea*) y áreas de bosque nativo en el Bosque Estatal de Carite, Cayey, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 24: 1-10.
- Dalzochio, M.S., E. Perico, S. Renner, and G. Sahlen. 2018. Effect of tree plantations on the functional composition of Odonata species in the highlands of southern, Brazil. *Hydrobiologia*, 808: 283-300.
- Department of Natural Resources. 1974. The Plan for the Management of Carite State Forest. 4-6. San Juan PR., 67 pp.
- Ewel, J. J., and J. L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands, pp. 3-10. USDA Forest Service Institute of Tropical Forestry. Research Publication ITF-18.
- Folgarait, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1221-1244.
- Fordham, D. A. and B. W. Brook. 2010. Why tropical island endemics are acutely susceptible to global change. *Biodiversity Conservation*, 19: 329-342.
- Foufopoulos, J. and Anthony R. Ives. 1999. Reptile Extinctions on Land-Bridge Islands: Life-History Attributes and Vulnerability to Extinction. *The American Naturalist*, 153: 1-25.

- Gajraj, A. M. 1981. Threats to the terrestrial resources of the Caribbean. *Ambio*, 10: 307-311.
- Gallardo, B., D. C. Aldridge, P. Gonzalez-Moreno, J. Perg, M. Pizarro, P. Pysek, W. Thuiller, C. Yesson, and M. Vila. 2017. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. *Global Change Biology*, 23: 5331-5343.
- Heany, L. R. 1986. Biogeography of mammals in SE Asia—estimate rates of colonization, extinction and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28: 127-165.
- Hoffmann, B. D., A. N. Andersen, and G. J. E. Hill. 1999. Impact of an introduced ant on native rain forest invertebrates: *Pheidole megacepala* in monsoonal Australia. *Oecologia*, 120: 595-604.
- Hölldobler, B., and E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Belknap Press, pp. 378-415. Harvard University. Cambridge, Mass.
- Hollway, D. A. 1998. Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. *Oecologia*, 116: 252-258.
- Hollway, D. A., L. Lach, A. V. Suarez, N. D. Tsutsui, and T. J. Case. 2002a. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33: 181-233.
- Hollway, D. A., A.V. Suarez and T. J. Case. 2002b. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: A test with argentine ants. *Ecology*, 83: 1610-1619.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, New York, 404 pp.
- Levins, R., M. L. Pressick, and H. Heatwole. 1973. Coexistence pattern in insular ants. *American Scientist*, 61: 463-472.
- Lubin, Y. D. 1984. Changes in the native fauna of the Galápagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 21: 229-242.
- Lugo, A. E., J. F. Colón, and F. N. Scatena. 1999. The Caribbean. In *North American terrestrial vegetation*. Second Edition. M. G. Barbour and W. D. Billings (Eds.), pp. 34-37. Cambridge University Press. Massachusetts. USA.
- Martin, P. H., C. D. Canham, and P. L. Marks. 2009. Why forests appear resistant to exotic plant invasions: intentional introductions, stand dynamics, and the role of shade tolerance. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7: 142-149.
- McCune, B., and J. B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MJM software design, Glenden Beach, OR. USA www.pcord.com.
- Myers, N. 1989. A major extinction spasm: predictable and inevitable? In *Conservation for the Twenty-first Century*. D. Western and M. C. Pearl (Eds.), pp.42-49. Oxford University Press. New York, USA.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Passera, L. 1994. Characteristics of tramp species. In *Exotic ants: biology impact, and control of introduced species*. D. F. Williams (ed.), pp. 23-43. Boulder Colorado West View.

- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuñiga, and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 50: 53-65.
- Platnick, N. I. 1992. Patterns of biodiversity. In *Systematics, ecology and the biodiversity crisis*. N. Eldredge (ed.), pp. 15-24. Columbia University Press. New York.
- Porter, S. D., and D. A. Savignano. 1990. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology*, 71: 2095-2106.
- Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC) working Group 1. 2013. Geophysical and Chemical Scientific Knowledge. WG1, 21-84. In Puerto Rico State of the Climate 2010-2013. Assessing Puerto Rico's Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate. Eds. Jacobs, K. R., A. Terando, E. Diaz. Puerto Rico Coastal Zone Management Program, Department of Natural and Environmental Resources, NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management. San Juan P.R.
- Renner, S., E. Périco, and G. Sahlén. 2016. Effects of exotic tree plantations on the richness of dragonflies (Odonata) in Atlantic Forest, Rio Grande do Sul, Brazil. *International Journal of odonatology*, 19: 207-219.
- Sanders, N. J., and K. E. Barton. 2001. Long-term dynamics of the distribution of the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant taxa in northern California. *Oecologia*, 127: 123-130.
- Sadler, J. P. 1999. Biodiversity on oceanic islands: a palaeoecological assessment. *Journal of Biogeography*, 26: 75-87.
- Siemann, E., and W. E. Rogers. 2001. Genetic differences in growth of an invasive tree species. *Ecology Letters*, 4: 514-518.
- Silva-Taboada, G. 1992. The conservation of animal diversity in Cuba. In *Systematics, ecology and the biodiversity crisis*. N. Eldredge (ed.), pp. 169-177. Columbia University Press. New York.
- Simberloff, D. 1995. Why do introduced species appear to devastate islands more than mainland areas? *Pacific Science*, 49: 87-97.
- Sodhi, N. S., L. P. Koh., and B. W. Brook. 2004. Southeast Asian biodiversity: an impending disaster. *Trend in Ecology and Evolution*, 19: 654-660.
- Suárez, A. V., D. T. Bolger, and T. J. Case. 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*, 79: 2041-2056.
- SPSS, 1999. SPSS advanced models manual version 9.0. Chicago, SPSS Inc.
- Torres, J. A. 1984a. Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. *Biotropica*, 16: 296-303.
- Torres, J. A. 1984b. Niches and coexistence of ant communities in Puerto Rico: repeated patterns. *Biotropica*, 16: 284-295.
- Vitousek, P. M., H. Adersen, and L. L. Loope. 1995. In Islands. Biological diversity and ecosystem function. P. Vitousek, L. L. Loope, and H. Adersen (Eds.), pp.1-4. *Ecological Studies*, vol. 115. Springer-Verlag Heidelberg New York.

- Vitousek, P. M. 1988. Diversity and biological invasions of oceanic islands. *In Biodiversity*. E. O. Wilson (ed), pp. 181-189. National Academy Press. Washington, D.C.
- Wadsworth, F. H. 1973. The historical resources of Mona Island. *In Mona and Monito-An assessment of the natural resources*, pp. 1-37. ELA de PR., Office of the Governor, Vol. II. Appendix N.
- Wadsworth, F. H. 1990. Plantaciones forestales en el Bosque Estatal de Guánica. *Acta Científica*, 4: 61-68.
- Wagner, D. L., and R. G. Van Driesche. 2010. Threats posed to rare or endangered insects by invasions of nonnative species. *Annual Review of Entomology*, 55: 547-568.
- Walker, B., and W. Steffen. 1997. An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Conservation Ecology*, 1: <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art2>.
- Wetterer, J. K., D. Lubertazzi, J. D. Rana, and E. O. Wilson. 2016. Ants of Barbados (Hymenoptera, Formicidae). *Breviora*, 548: 1-34.
- Wetzel, F. T., H. Beissman, D. J. Penn, and W. Jetz. 2013. Vulnerability of terrestrial island vertebrates to projected sea-level rise. *Global Change Biology*, 19: 2058-2070.
- Wiley, J., and J. Vilella. 1998. Caribbean islands. *In Status and trends of the nation's biological resources*. M. J. Mac, P. A. Opler, C. E. Puckett, and P. D. Doran. 2 vol., pp. 103-105. U.S. Department of Interior. U. S. Geological Survey, Reston V.A., 964 pp.
- Williams, D. F. 1994. *Exotic ants: biology impact, and control of introduced species*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Williamson, M. 1989. Natural extinction on islands. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 325: 457-468.
- Wojcik, D. P., C. R. Allen, R. J. Brenner, E. A. Forys, D. P. Jouvenaz, and R. S. Lutz. 2001. Red imported fire ants: Impact on biodiversity. *American Entomologist*, 47: 16-23.

[Recibido: 14 de agosto, 2018. Aceptado para publicación: 7 de diciembre, 2018]

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS AS TAPHONOMIC AGENTS IN THE DIFFERENTIAL PRESERVATION OF PALEONTOLOGICAL REMAINS FROM THE FOSSIL DEPOSIT “LAS LLANADAS”, CENTRAL CUBA

Factores naturales y antropogénicos como agentes tafonómicos en la preservación diferencial de restos paleontológicos del depósito fosilífero “Las Llanadas”, Cuba Central

Joao G. Martínez-López

Paleontología de Vertebrados (Curador de Mamíferos Fósiles). Grupo de Paleogeografía y Paleobiología, Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (MNHNC). Obispo No.61, Plaza de Armas, Habana Vieja, La Habana, Cuba. jogamalo76@gmail.com; cubansloth@gmail.com.

ABSTRACT

The results of a taphonomic analysis carried out on the vertebrate fossil deposit “Las Llanadas”, Sancti Spíritus, Cuba, are presented. The origin of the deposit is analyzed through features of the accumulated sediments, combined with the geological structure of the study area. The type of fossiliferous deposit represented was determined according to the categorizations proposed for Cuba by several authors. Differential preservation registered, between the recent material and the fossil and subfossil material, was analyzed by considering the mechanisms of taphonomic alteration identified as direct evidence of specific biostratinomic and fossildiagenetic processes to which the extracted remains were subjected. Anthropogenic and natural factors are discussed as responsible for the current accumulation features of the deposit. The historical reconstruction of the paleontological interventions on the site, during the last century, had been an important element to understand the features of the current fossil assemblage.

Keywords: taphonomic, preservation, anthropogenic, deposits.

RESUMEN

Se presentan los resultados de un análisis tafonómico realizado en el depósito de vertebrados fósiles “Las Llanadas”, Sancti Spíritus, Cuba. El origen del yacimiento se analiza a través de las características de los sedimentos acumulados, combinados con la estructura geológica del área de estudio. El tipo de depósito fosilífero fue determinado de acuerdo a las categorizaciones propuestas para Cuba por varios autores. La preservación diferencial registrada, en materiales recientes y materiales fósiles y subfósiles, fue analizada considerando los mecanismos de alteración tafonómica, identificados como la evidencia directa de procesos bioestratinómicos y fósildiagenéticos específicos, a través de los cuales se sometieron los restos extraídos. Se discuten factores antropogénicos y naturales como máximos responsables de las características de acumulación actuales en el depósito. La reconstrucción histórica de las intervenciones paleontológicas en el sitio durante el pasado siglo, ha sido un elemento importante para comprender las características de la acumulación fósil actual.

Palabras clave: tafonómico, conservación, antropogénicos, depósitos.

INTRODUCTION

A large number of significant Cuban fossil deposits have been heavily explored, primarily during the nineteenth and twentieth centuries. In most cases, Cuban and foreign professional naturalists, as well as many science enthusiasts, have extracted paleontological materials of

great importance. Thanks to many of those explorations and extractions, the most relevant fossil species are now known to Cuban science. Unfortunately, the whereabouts many remains of great value are now no longer known, and these items can therefore no longer be subjected to analysis. These explorations and extractions, inevitably, altered the deposits, and these alterations have to be taken into consideration during any taxonomic and taphonomic study.

The fossil deposit that is object of study in the present work, known as “Las Llanadas”, is no exception. It constitutes, within the historical development of Cuban paleontology, the second most important fossil deposit of vertebrates for Cuban science. The remains extracted from it are referenced in various publications (Torre, 1910; Brown, 1913; Torre and Matthew, 1915; Torre, 1917; Matthew, 1918, 1919, 1931; Matthew and Paula, 1959; Morgan *et al.*, 1993; Arredondo, 1999; Aranda *et al.*, 2017), allowing researchers to identify two of the three new genera of sloths (Torre and Matthew, 1915; Matthew, 1931) proposed at that time: *Miocnus* and *Microcnus*, which were subsequently systematically updated (in biological sense) as *Acratocnus* (Matthew and Paula, 1959) and *Neocnus* (White and MacPhee, 2001), respectively (see Silva *et al.*, 2007: 12-15). This deposit was re-excavated by the Paleogeography and Paleobiology Group of the National Museum of Natural History of Cuba (MNHNC), in April 2013.

With a few exceptions (namely, Silva, 1974; Iturralde-Vinent *et al.*, 2000; Arredondo and Villavicencio, 2004; Díaz-Franco, 2005; Jiménez *et al.*, 2005; Condis, 2010; Rojas-Consuegra *et al.*, 2012), taphonomic analyses in Cuba, particularly for vertebrate paleontology, are scarce. This work constitutes a step forward in the field of vertebrate taphonomy, and adds important elements to establish a coherent relationship between the taphonomic alterations identified on the paleontological remains (fossilized or not) and the possible ways in which the deposit was originated. There is not exist detailed descriptions of the paleontological materials collected during the previous century until 2013. Some comments about the preservation of the paleontological remains can be found in Matthew (1919: 166), Paula (1956: 423), Matthew and Paula (1959: 11-12), and recently, in Aranda *et al.* (2017: 116).

The first element to consider was the anthropic alterations that occurred in the paleontological deposit from the beginning of the 20th century until 2013. In this way, historical events related to human interventions in the deposit, with scientific purposes or not, were added to the taphonomic analysis. This allowed a better understanding about the state of conservation of the remains in general and the current characteristics of the fossil accumulation studied. It is also considered important to analyze the current geographical information of the area (soil, lithology, vegetation, etc.) where the paleontological deposit is located, which represents a continuum of assimilation of multiple changes over time that reflects, in part, the geodynamics of the site. It also analyzes the characteristics of the deposit, its morphology and position fundamentally, which makes it an exceptional fossil remains collector, unlike other similar structures in the same geographical area, which were also explored but without satisfactory results.

On the other hand, it is known that the taxonomic composition of the fossil deposit responds to very different past environments (Aranda *et al.*, 2017), for this case, lacustrine type, therefore, assessing the paleogeographic evolution of the area is not a factor to dismiss. Sea level changes recorded between 140 kyr BP and almost the last stage of the Holocene (8-4 kyr BP) can help estimate a chronological period for the origin of the deposit.

Finally, the possible types of fossil production (biogenic or tafogenic) that make up the current accumulation are analyzed. The mechanisms of taphonomic alteration that correspond to the stages biostratinomy and fosildiagenesis, responsible for the preservation of the elements or taphonomic entities (bone and tooth remains in general), are also evaluated.

OBJECTIVES

-Determinate the mechanisms of taphonomic alteration (anthropic and natural) and the biostratinomic and fosildiagenetic factors, that contributed with the differential preservation of the paleontological remains.

-Analyze the paleogeographic characteristics of the deposit area that favored the taxonomic inventory, accumulation, and conservation of the remains found.

MATERIALS AND METHODS

Features of the Study Area. The study area is located in Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba (Fig. 1), at 22°12'51.999" N and 79°6'16.998" W and more than 150 m a. s. l., on an elevation named Lomas de la Canoa, to the north of Jatibonico mountain. It measures approximately 10.5 km by 2.5 km and reaches a maximum height of 264 m a. s. l. (Comisión Nacional de Nombres Geográficos, 2000:60). Its paleontological deposits extend over various stages of the Pleistocene-Holocene transition (Mayo, 1970; Acevedo and Arredondo, 1982; Acevedo, 1983; Iturralde-Vinent, 2003), as do most Cuban mammal deposits (Silva *et al.*, 2007).

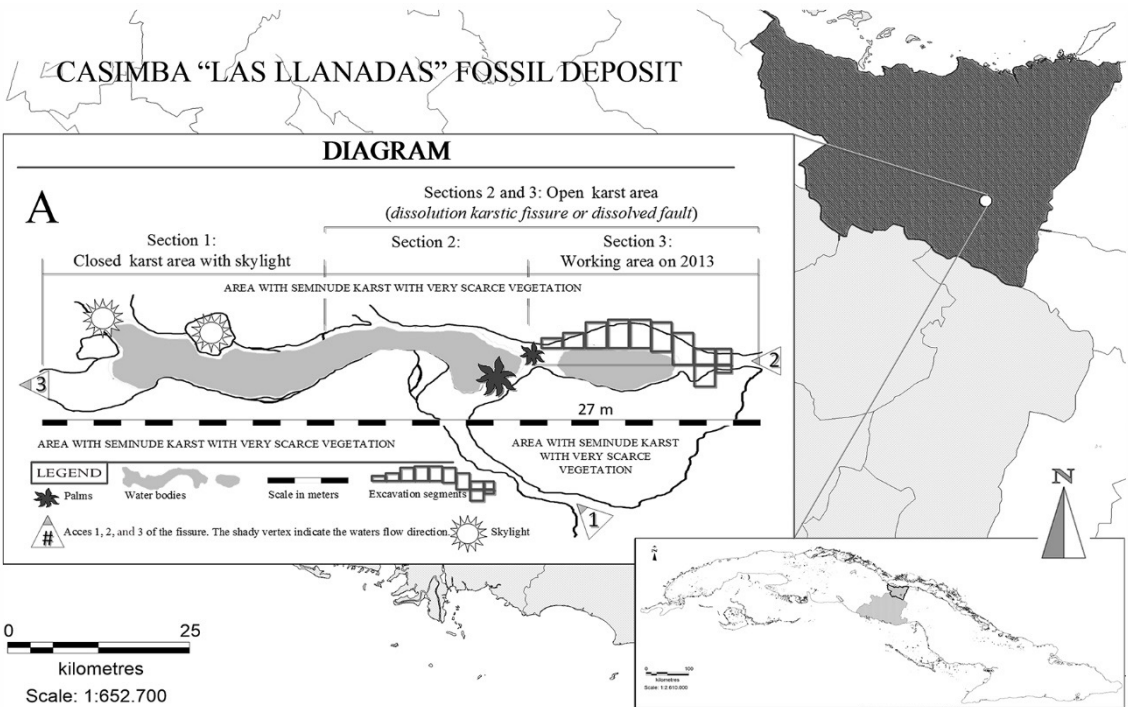


Figure 1. Fossil deposit "Las Llanadas", Sancti Spiritus, central Cuba: Geographical location and (A) general plan view, showing the excavated segments in 2013. The ends of the scale mark the longitudinal extent of the deposit.

The geographic components of the area (lithology, soil type and sediments, altimetric levels, vegetal cover, soil humidity, among others) were summarized from Skwaletski and Iturralde-Vinent (1971), Iturralde-Vinent (1972), Núñez *et al.* (1988), Arceo and Salinas (1994), Instituto de Suelos, MINAG, Cuba (1999), Iturralde-Vinent and MacPhee (1999), Jaimez and Gutiérrez (2010), Iturralde-Vinent and MacPhee (2004). Some criteria of sediment composition were established in consultation with Dr. Efrén Jaimez Salgado, of the Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA), Cuba.

According to the references cited above, it is possible to summarize the features of the study area as follows:

1. Typical mesophilic semi-deciduous forest, with elevations and depressions and with roads and transept products of human action.
2. Traces of karst erosion by infiltration, with a significant hydric paleo-regime of surface and groundwater, produced at certain stages, probably the Late Pleistocene and Holocene.
3. Sedimentary rocks mainly with a very rich fossil record because of their origin and formation due to dragging, accumulation and deposition of materials from the earth's surface (mountains, hills, and high plains); geological formations, such as Palenque, Purio, Margarita, Mata, and Vilato, corresponding to the denominated Complex I (carbonated), with almost no terrigenous material and intense cracking and fragmentation.
4. Altimetry showing seven ranges with a maximum height of 500 m above the sub montane of Sierra de Jatibonico, with the altimetry range for the area of the deposit classified as high altitude (200-300 m a. s. l.).
5. An underground drainage pattern associated with the cracking of carbonate rocks, where faults, joints, and stratification planes are appreciated; the underground drainage follows the areas of greatest weakness and maximum gradient, with a general orientation from south to north, which can be determined by the chemical-physical nature of water associated with karst springs located in this direction.
6. Karst infiltration processes and groundwater associated with drainage that flows through cracks, leptoclasts and stratification planes have played an essential role in the evolution of the karst landscape, mainly conditioned by the cracking and lithology pattern, where depressions similar to deposit "Las Llanadas" have been observed.
7. Typical soils that are brown sialitic, brown carbonated type, with an alkaline pH, low salt, determining a relatively sparse vegetation that uses cracks in the karstic rocks to access the subsoil humidity, and the accumulation of litter for their development, with the accumulated sediment having a high humidity during most of the year, and a dark brown to black color, resembling of peat [Hemic type (D5.1)] according to the FAO (2009) classification.

Structure of the Fossil Deposit. The fossil deposit is recognized mainly in literature as a casimba (Torre, 1910; Matthew, 1918, 1919, 1931; Matthew and Paula, 1959; Silva *et al.*, 2007) because, for most of the year, it has a superficial accumulation of water. However, Brown (1913) is the first to classify it as a crack in the limestone, or a cave-fissure, formed by the action of water. What was commonly considered in the previous works as the main entrance of the crack of the cave, is actually the water outlet, which formed a hole that morphologically corresponds to the intensity of the water flow in the past (see Fig. 5 in Torre, 1910; Brown, 1913, p. 222). According to Brown (1913), the geological and geographical criteria contributed to classify it as a karstic dissolution fissure (see Fig. 1A).

The 2013 excavation area is located at section No. 3 of the deposit (see Fig. 1A), and it was divided into nine segments, 0-1 (West) to 8-9 (East). More than 2000 pieces were extracted (Fig. 2), mainly fragmented into small pieces. The assemblage lacks phalanges, vertebrae, astragali, and calcanea; in general, it consists of bones of low taxonomic resolution and high taphonomic durability according to the criteria of Fernández-López (2000, 2005).

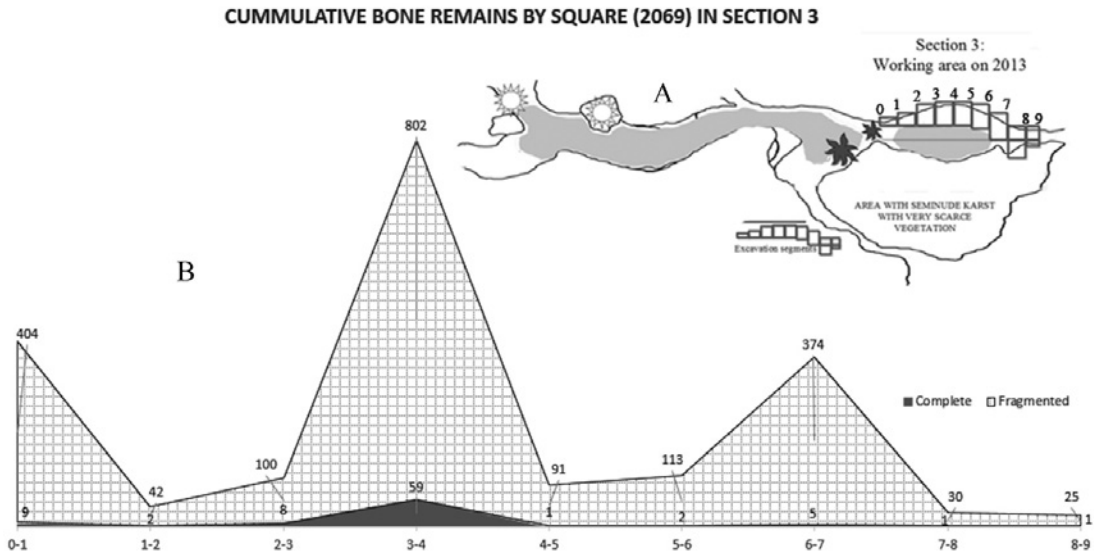


Figure 2. Fossil accumulation in the section excavated in “Las Llanadas” deposit, central Cuba. A. Section taken and modified from Figure 1. The excavated segments were enumerated to better understand the graph showing the accumulation. B. Represents the amount of fossil remains accumulated (fragmented and not fragmented) by excavated grid square.

Taphonomic Criteria. The development of taphonomy during the past decades has highlighted multiple factors that have to be taken into consideration for an adequate interpretation about origin of fossil deposits and the preservation of the paleontological materials registered. In this sense, had been used the taphonomic criteria, categories, and concepts developed by Fernández-López (1984, 1986, 1990, 1991, 1999, 2000, 2005) to define some of the taphonomic events that occurred in the deposit and that were responsible for the origin and differential preservation stages of the extracted materials, and also, the criteria of Domínguez-Rodrigo *et al.* (2011) and Martínez-López *et al.* (2012) to identify anthropogenic alteration.

Four types (A-D) presented by Woloszyn and Silva (1977) to describe the presence of terrestrial mammals in Cuban deposits was very useful. In the same way, the five types (E, F, G, H, I) proposed by Acevedo and Arredondo (1982) for the analysis of the deposit’s origin and for its classification (Table I).

The characterization of the spatial relationships of the taphonomic entities observed follows the criteria of Holz and Barberena (1994). This methodology groups the entities into different taphonomic classes, depending on the degree of conservation of the anatomical position (degree of bone articulation) and the degree of dispersion of the fossil remains. If we take into account that “Weathering features on fossils can provide evidence of taphonomic processes, and if primary weathering can be distinguished from transport abrasion and diagenetic effects, then primary weathering can give specific information concerning surface exposure of a bone prior to burial and the time period over which bones accumulated” (Behrensmeyer, 1978: 161), then, it was considered necessary to highlight the taphonomic alterations related to weathering factors, based on the six stages of weathering (0-5) proposed by Behrensmeyer (1978) and the weathering criteria of Fernández-López (2000).

Table I. Typification of the Cuban vertebrates fossil deposits, essentially mammals. (A - D) proposed by Woloszyn and Silva (1977); (E - I) proposed by Acevedo and Arredondo (1982).

Type	Description	Author
A	Originated by depredation of owls (<i>Tyto</i>). Their nests, generally, are formed at the entrances to the caves. The remains of its trophic activity accumulate, first, under the nests, and then, they can be transported by the water and deposited inside the caves. The composition of these deposits reflects the food preferences of the owl: relatively small species of mammals, birds, reptiles and amphibians.	Woloszyn and Silva (1977)
B	Formed in large cracks, sinks, or casimbas, which act as funnels to capture the surrounding waters. In this case, the remains of animals that died outside were deposited in the sink, washed away by the waters. The caves very often represent totally or partially this type of sink. In cases where it is a matter of filling cracks or sinks exposed by the exploitation of a quarry, the deposits may be particularly old.	
C	Related to the pre-Columbian anthropic activity, that is to say, aboriginal cave burials that present remains of animals incorporated to the deposit as a ritual offering, or also to the deposits constituted by residues of the aboriginal's own diet or zooarchaeological remains. These remains commonly appear in the vicinity of the entrances to the caves and lack greater antiquity.	
D	Fossiliferous deposits inside the caves, constituted almost exclusively by remains of bats, and represent the result of the sudden death of the different species that occupied the cave simultaneously due to the event responsible for it. These deposits are older than types A and C. They occur in the innermost areas of the caves.	
E	Deposits produced by fluvial floods and originated in the open air.	Acevedo and Arredondo (1982)
F	Originated in the open air and currently contained in fossil soils.	
G	Result of surface accumulations of unburied remains due to falling of live animals in cavities and losses in caverns.	
H	Accumulations in springs, sources or water deposits where the animals died drowned or product of the trophic activity of crocodiles.	
I	Only those remains accumulated in asphalt deposits.	

RESULTS AND DISCUSSION

The features of the deposit that relate to its accumulation history are clearly evident. There is a lack of complete bone remains. Most of the taphonomic entities show abundant fragmentation with evidence of fractures on bone remains. In this sense, the taphonomic elements in general show a high degree of dispersion and an absence of anatomical relationships.

Anthropogenic Alteration. In the case of this site, it is not possible to understand in depth the current conditions of accumulation without assessing the human causes that intervened in its alteration for decades.

The degree of bioturbation by human factors to the fossil assemblage can be separated into three stages: **[S1 (prior to 1910)]**: the deposit had already been excavated by the time the Cuban naturalist Carlos de la Torre y Huerta visited it for first time. Torre (1910) describes that the deposit had been discovered by the González brothers; that different people took bones from it; and that a captain named Manuel Urrutia kept the best bones to send to Havana but that his death brought an end to all good purpose. Sometime later, a Father Castillo acquired some bones and teeth, which were donated to Dr. Luis Montané Dardé (Anthropological Museum Montané,

University of Havana, Cuba), and other items, which were donated to Mr. Modesto Lorenzo del Valle (Cuban Lieutenant Colonel of Cavalry of the town of Sancti-Spíritus). No reference is made to whether any of these remains were consulted during subsequent studies. Torre (1910) also mentions a Mr. José Carbó (inhabitant of the region), who also had some bones from the casimba. Probably, all this anthropogenic alteration made before Torres arrived took place on what we term the primary fossil assemblage.

[S2 (1910-1913)]: the section of the deposit where the paleontological material was extracted by us in 2013 had previously been excavated in the early 20th century by Torre (1910) and Brown (1913), from what we term the first version of the *remnant fossil assemblage*, at which time two new genera and species of sloth were described from the deposit (Matthew 1931, Matthew and Paula, 1959). Torre (1910) describes the type of material extracted during his expedition, which included fossil teeth of *Megalocnus* and *Crocodylus* and phalanges of sloth. This expedition is considered, historically, the first scientific intervention of this place by a Cuban naturalist (Carlos de la Torre) in 1910, where the extracted materials were destined for future studies on the Cuban fossil megafauna. The second scientific intervention was in 1911, when Barnun Brown, a remarkable collector from the American Museum of Natural History in New York, accompanied by Carlos de la Torre and his assistant Victor Rodríguez Torralbas, visited the site for a week and extracted numerous bone remains (Brown, 1913; Arredondo, 2011; Goldberg *et al.*, 2017). Brown stated that the bones “...were not plentiful” (Brown, 1913:224) and that nothing new was found over what was reported by Torres in 1910. Brown’s extractions in 1913 were made on what we term the second version of the remnant fossil assemblage.

[S3 (After 1913)]: Barbour (1945) mentions numerous fossils bones extracted in 1917 by a Mr. Moreno, a local teacher living in Jatibonico, who, motivated by Barbour himself, contributed more fossil material for the Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge (USA). Moreno’s work took place on what we term the third version of the *remnant fossil assemblage*. In all cases, the methodology used to extract the bones and teeth is unknown. There are no further references to bone extractions after 1917. However, we cannot be certain that there were no interventions between 1917 and our expedition in April 2013, and it is possible that we were facing another version number of the remnant fossil assemblage.

Because we were unable to locate all of the paleontological material extracted previously, is impossible at this point to make a full comparison with the assemblage collected recently, which seems to be significantly smaller than that extracted from Ciego Montero (Cienfuegos, central Cuba), locality where B. Brown, between 1913 and 1918 also made works of collection of paleontological materials of great importance.

Currently, the number of complete and very well preserved fossil material is limited (see Aranda *et al.*, 2017), except for an almost complete radius of *Capromys pilorides* (Fig. 3a). The assemblage concerned mostly short and round bones and only a few, very fragmented long bones (Fig. 3). Today, we can easily deduce that anthropogenic alteration due to previous “controlled” or uncontrolled fossil bone extraction is a considerable factor in the preservation of the deposit in general.

An abundance of small bones, usually fragmented and/or fractured, would be expected following numerous previous bone extractions, where only a few of them had been registered in publications or scientific communications. All the scientific interventions made before our study have reduced or removed the possibility of making complete or partial reconstructions of individuals from the bones collected by us.

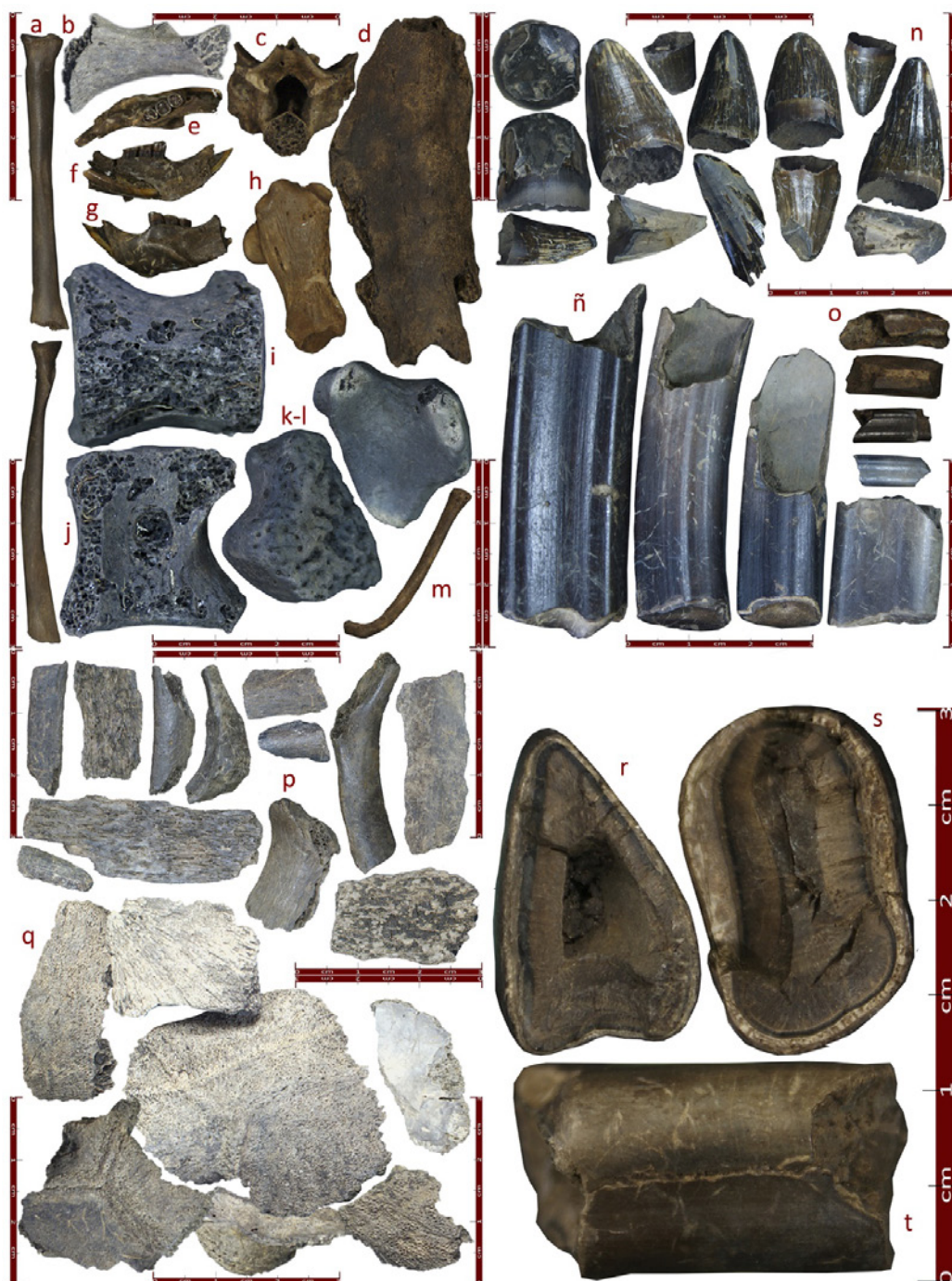


Figure 3. Remnant fossil assemblage from “Las Llanadas” deposit, central Cuba. a, almost complete radius of *Capromys pilorides*. b, calcaneus of *Neocnus gliriformis*. c, vertebra of *Chilabothrus* sp. d, rib fragment. i-j, vertebral body, and k-l, distal end of radius of *Megalocnus rodens*. e-g, left mandibular rami of *Boromys offella* in top, lingual and labial views. h, calcaneus and m, clavicle of *Capromys pilorides*. n, teeth of *Crocodylus* sp. ñ, molars of *Megalocnus rodens*. o, four molars of *Neocnus gliriformis*, in horizontal position. p, rib fragments of megalonichids. q, plastron fragments of testudines. r-t, fragmented teeth of *Megalocnus rodens* in occlusal and lateral views.

The Figure 2 shows three well defined points in the excavated area (segments 0-1, 3-4, and 6-7) where most of the bone material has accumulated, like mounds. At those three points there was an almost total absence of complete bones, but there were fragments of teeth, ribs, and short round bones, maybe constituting what remained after the previous selection of specific bones for taxonomic studies. Similarly, Torre (1910) and Brown (1913) also noted that complete and very well preserved bones were not the main quality of the accumulated remains. However, logically, the initial accumulation occurred by natural means.

At this point, the problem is to determine the autochthony or allochthony of fossil materials, independently of human activity as a taphonomic alteration agent. The casimba “Las Llanadas” has some important structural features that favor processes of natural accumulation of bone remains and other materials. The depth of the fissure can be appreciated from both walls of the deposit, the north and south. The fissure could have been served as a natural trap for some species, especially the larger ones, probably because of its weight, which would be a determining factor after a fall.

The presence of water during most of the year can make this a natural watering hole, possibly one of the few in the geography of Jatibonico. Torre (1910) mentions the coincident association of sloth remains with crocodile remains (*Crocodylus pristinus* = *Crocodylus rhombifer*), as was also observed in Ciego Montero, which made him think of a different environment from the current one. The same association was recently mentioned by Aranda *et al.* (2017), who report 39 remains of crocodiles, among which some well-preserved teeth (Fig. 3n), vs. 698 remains of megalonichids.

Origin of the Primary Fossil Assemblage. The genesis of the deposit was strictly natural. From the structural point of view, we agree with Brown (1913) that the water currents were responsible for the current morphology of the karst fissure in which the remains accumulated. In Figure 1A we can see the routes (1 and 2) that followed the water in the past, which must have dragged many paleontological remains into the fissure. Some of these remains were trapped (the big ones) and others followed course with the water (the small ones), especially, relative to species. Sections 2 and 3 within the crack played an important role in the retention of materials.

These two areas were those of greater contributions of remains during the expeditions mentioned in previous sections. Currently section 3 was excavated in 2013, to which the materials analyzed for this work belong. In addition, due to the muddy nature of sediment the possibility of finding skeletal remains of small vertebrates is almost unlikely.

Type B classification (Table I), corresponds with this deposit, being generated in large cracks, sumps or casimbas that acted as funnels for surrounding waters, dragging materials to their “final” place of deposition. With this type of deposit, the presence of traces of bats is particularly rare, while remains of large mammals, such as sloths and hutias, as well as large birds and large reptiles predominate. Type E classification, of Acevedo and Arredondo (1982), may be used complementarily to classify the deposit because it includes the action of water as the main transportation agent of the remains primarily deposited in open environments.

In addition, according to the characterization of the relationship and the spatial distribution (disarticulation) of the taphonomic elements and entities, the deposit may be considered Class III following the criteria of Holz and Barberena (1994), with subclasses IIIa (complete bones) and IIIb (incomplete or fragmented bones). This last approach it is in correspondence with Paula (1956), Matthew and Paula (1959) criteria. In both cases they did mention about the fragmentary nature of the material collected by Carlos de la Torre between 1910 and 1913.

From the point of view of the taphonomic postulate of production, the tapogenic type (Fernández-López, 2000) is almost the only type that is applied. This is because a primary biological entity, produced biogenically, generates several taphonomic conditions, which can be bones and teeth, or fragments of these. Due to the impossibility of establishing an anatomical relationship between the entities generated, and not being able to demonstrate that the biogenic production was directly in the place where the remains were found (autochthony), then it is considered a taphogenic production. This corresponds to the primary characteristics of the deposit and the alteration classes mentioned. Taphogenic production can be identified by establishing a relationship between the density of zoological materials and their degree of fragmentation.

Sloths, for example, make a significant contribution to the total amount of accumulated remains and the total number of species identified. The tooth and bone size of these species is significantly greater than the other vertebrate groups registered in the deposit (except crocodiles). That feature allows generate multiple fragments (taphonomic elements) from one anatomically complete piece (Fig. 3). An exception is some sloth coprolites (Fig. 4a). Taking into account their fragile nature and the impossibility of them being derived from hydraulic currents without sustaining severe damage, it seems possible that these coprolites were generated directly in the deposit.



Figure 4. Possible biogenic production. a, coprolites of megalonichids. b-c, medial-distal portion of humerus, and d-e, medial-proximal portion of femur of recent *Capromys pilorides*.

If we consider the environmental inheritance as a factor that generates allochthony, the determination of autochthony or allochthony is hampered by insufficient data about the residue collected prior to 2013 and by the current absence of coherent stratigraphy. However, almost all of the bones show evidence of dragging by hydraulic action (see below, “Natural Mechanisms of Taphonomic Alteration”). It is a risky to assume full allochthony for the accumulated materials because (1) the accumulation of the remaining product of the transfer does not guarantee its transfer from a paleogeographic area sufficiently far from the accumulation point to be considered all allochthonous and (2) the weathering traces observed in the bone tissue do not suggest high levels of exposure to a biostratinomic environment. In this sense, most of the accumulated remains could be considered autochthonous, in condition of “ex situ” or “rolled” (Fernández-López, 2000: 75), that is, displaced to a new stratigraphic position. As noted above (“Accumulation”), they can also be dismissed during previous excavation.

The above factors have contributed to the interpretation of paleobiological information of the past entities to which remains belonged. Until now, in any works published and reviewed the type of associations of fossils is not clarified, if they were found anatomically related, or partially complete. In our excavation, we did not find any evidence pointing to a biogenic production in any case. The remnant fossil assemblage found today can be classified as *oryctocoenosis*, which is no more than the “... set of fossils that are, or have been found, together” (Fernández-López, 2000: 34).

Mechanisms of Taphonomic Alteration. Factors that influenced the origin of the deposit provide reasons for to explain the *oryctocoenosis* of neontological (recent material of living species) and paleontological remains. The environments in which the initial processes of accumulation occurred, after the biogenic production of the remains, are inferable. However, the total absence of stratigraphically successive associations makes it impossible to define subsequent paleobiological associations chronologically (Fernández-López, 1986, 2000).

Biostratinomic Stage. As mentioned before, it was impossible to find remains *in situ*, or any alterations caused by extrinsic factors during the biostratinomic stage, such as carnivorous organisms that leave evidence of their actions through marks on the bones. Torre (1910) infers the possibility of the direct predation of sloths by crocodiles. He mentions as an element in favor of this possibility the fact that the proximal epiphyses of many long bones appear absent and that there are impressions or stripes on the bone surface. However, from the illustrations published in the works of Matthew and Paula (1959), and Goldberg *et al.* (2017), showing the general appearance of the most important remains collected by Carlos de la Torre, we observe that the bones from Ciego Montero show much better preservation than those from the casimba of the Sierra de Jatibonico (now known as “Las Llanadas”).

Of all the remains extracted during our expedition, only a few fragmented pieces of the rodent *Capromys pilorides* showed that it could suggest the action of predatory organisms, also considering possible human consumption. Regardless of whether these materials are recent (neontological), [Fig. 4 (b-e)] are not excluded from the taphonomic analysis, since they are indicating a bioturbation action, either by natural or anthropic factors. However, these remains do not offer enough information to incorporate them into paleoecological analyzes.

Taphonomic processes of removal are among the most important. Within these, sedimentation is implicit in the analysis, if we consider that before the final accumulation, the paleontological materials were occupying different spaces and were moving to new stratigraphic positions during certain periods. During the time when paleontological materials are being washed away by water, or removed by other types of factors, considerable mechanical alterations have left their marks on the remains [see Fig. 3 (b-l, n-t), Fig. 5 (a-n)].



Figure 5. Remnant fossil assemblage from “Las Llanadas” deposit, central Cuba. a-b, ulna of *Neocnus gliriformis*. c, mid-proximal fragment of radius of *Parocnus browni*. d-e, fragmented teeth of *Megalocnus roden*. f-g, almost complete phalanx of *Buteogallus borraasi* in ventral-ventral and dorsal-horizontal views, respectively. h, tympanic bone of megalonichids. i-k, left jaw of juvenile *Acratocnus antillensis*. l-m, palate fragment of *Acratocnus antillensis*. n, right jaw of *Capromys pilorides*.

At the biostratinomic stage, some signs of *abrasion* by polishing or in the form of facets with changes in sphericity and roundness of the bones [Fig. 3 (n)] were observed in the accumulated remains. However, because of the presence of crocodile teeth (*Crocodylus* sp.), we cannot ignore the trophic action exerted by this species, which adds some wear to its teeth.

An analysis of the impact on bone tissue of weathering allows us to infer that disarticulation and dispersion by dragging began long time before, exceeding the third stage proposed by Behrensmeyer (1978). The analysis of natural factors (abiotic and biotic), as well as human factors, played an essential role in determining the macroscopic conservation state of the accumulated remains (Alcántara *et al.*, 2006) and the taphogenic conditions revealed by such processes as fragmentation (natural abiotic and biotic factors) and fracture (natural and anthropogenic factors). Both fragmentation and fracturing are termed taphonomic distortion. This process is clearly seen in almost all of the remains in the deposit (see Figs. 3, 5, and Fig. 6).

Mechanical distortion by hydraulic action or by humidity through time are the most prevalent. Loss of bone tissue can be seen at the edges of some entities, corresponding with drag and mechanical erosion due to transportation factors. As fragmentation is a process that usually occurs after the loss of organic matter, hydrothermal factors (desiccation) and climate (dehydration) have the greatest incidence (Brugal, 1994; Mateos, 2000), also provoking exfoliation and cracking on bone pieces (Hill, 1976; Behrensmeyer, 1978), which may suggest temperature fluctuations during exposure to the palaeoenvironment [see Fig. 3 (n, t), Fig. 5 (d, e)].

Detailed observation of bone tissue shows no deep fissures in most of the remains, suggesting that they were dragged to the point of accumulation before weathering caused fragmentation at the primary deposition site. Therefore, it is possible that, most of the time, the remains were deposited in the substrate in which they were found, or very close to it. The presence of teeth of predators in the reservoir can be linked to its trophic action with respect to the rest of the wildlife, especially megalonquides and testudinas, which justifies inferring a period with a lacustrine environment.

Other remains show oblique longitudinal grooves in the periosteum that may be related to the mechanical drive by hydraulic action. However, some highly mineralized megalonychid teeth have certain longitudinal fractures [Fig. 3 (r-t)] that can be related to thermal factors during the biostratinomic stage, such as mineralization processes in the fossiligenetic stage. In addition, fractures in some of the remains [Fig. 3 (n, o), Fig. 5 (d, e)] are adjusted to the fracture patterns (transversal, longitudinal and oblique) described by Alcántara *et al.* (2006), conditioned by static load by pressure and dynamic load by percussion. In both cases, the criteria of natural action (abiotic and biotic) or human action are present.

Among the natural factors that provoke this kind of fracture pattern are rock or other solid (abiotic) elements, due to geological accidents during the exposure of the remains to a biostratinomic environment. Another kind of natural (biotic) factor could be the pressure generated on the remains (trophic action) by predators, although, as mentioned before, there are no tooth marks (from crocodiles, for example) that suggest this type of action. Finally, anthropogenic alterations produced by paleontological extractions in the early 20th century (Torres, 1910; Brown, 1913) could have caused these fracture patterns.



Figure 6. Remnant fossil assemblage from “Las Llanadas” deposit, central Cuba. a-b, ñ, astragalus of *Neocnus gliriformis*. c-f, l-n, o-q, phalanges of megalonychids. g-h, distal mid-fragment of humerus of *Capromys pilorides* in anterior and bottom views, respectively. i-k, humerus of *Chelonoidis* sp. in dorsal, ventral, and upper views, respectively.

However, the incidence of the environment or weathering factors in general are not a gradual process over time, since it depends on the levels of exposure of paleontological remains to the biostratinomic environment, and the level of “aggressiveness” of the environment in which the remains were produced. In the case of the remains studied, we can observe that there were no high levels of damage to the bone tissue, which indicates that they were not exposed in situ (where they occurred) during “long” periods of time, or under severe environmental conditions that caused high weathering damages such as those represented by (Behrensmeyer, 1978). Our opinion is that the remains were moved to new locations by hydraulic action. This element is important because it supports the autochthony of paleontological remains under the criterion of “ex situ” or “rolled”, according to Fernández-López (2000), mentioned before. The elements in favor of this assumption are the intrinsic factors (age, weight, bone density, etc.) that determine the taphonomic durability of a paleobiological material in the conditions in which it is deposited.

Figure 5 (i-k) shows a mandibular ramus of *Acratocnus antillensis*, which is the second smallest of the Pleistocene Cuban sloths, after *Neocnus gliriformis*. This mandibular ramus belongs to a young individual, as is detectable from its relative lack of compact tissue development (high porosity) and its incipient incisor. Note that there is no presence of fissures and cracks resulting from weathering, despite the fact that its juvenile state entails fragility and, therefore, poor durability. Its persistence may suggest that it was deposited at the site long before the factors of weathering had any bearing on it, or, alternatively, the differential preservation of its bone parts may suggest that it is a relatively recent individual. The presence of certain other remains, such as an almost complete radius of *N. gliriformis* [Fig. 3 (a)], as well as coprolites [Fig. 4 (a)], are elements to consider that the contribution of paleontological remains to the deposit could have been until recent stages (mid-late Holocene). This is considered by the fragile nature of these remains, especially coprolites.

Other biotic factors (bioerosive agents) also may be responsible for multiple alterations before the final accumulation of the remains, subsequently favoring other processes. An example is the *radicular action of plants*, as evidenced in some remains, which also causes certain degrees of *distortion* [Fig. 3 (e-g, i, j), Fig. 5 (d, e, f, g, l, m, n)]. Alterations similar to marks of bioerosion by insects (dermestids, etc.) are also evident in the bone tissue and could be considered bioerosion signals (Fig. 6). These bone pieces lack parts of their bone tissue, essentially the spongy bone, in the phalanges, astragali, and epiphyses of long bones, among others, and in particular zones, such as those described by Holden *et al.* (2013). It is not excluded that this absence of tissue may be related to such taphonomic processes as abrasion and distortion, mentioned before, or to chemical dissolution.

Fossildiagenetic Stage. With the available information, we cannot be certain that taphonomic re-elaboration or reworking processes have occurred during the biostratinomic stage. We know that these processes may occur at the point where the bones were dragged and accumulated by hydraulic action. However, the anthropogenic disturbance mentioned before provides a space for disinterment and relocation of accumulated remains, among other conditions, a feature which explains, in part, the positioning of the remains, the absence of coherent stratigraphy, and the evidence of natural deposition processes.

Other mechanisms of taphonomic alteration present in the remains are the sedimentary filling, mineralization and dissolution. The first is associated with the accumulation time of the remains in the sediment, which can be seen inside some skeletal structures, and even in the trabecular tissue exposed in other fragmented structures [Fig. 3 (b, e, i, j, p, r), Fig. 5 (a, b, c), Fig. 6 (a-d)]. This sedimentary fill may have occurred through aspirated flows or through hydraulic gravitational infiltration, constituting a geotropic or geotropic fill, as partial evidence

that the fossilizing environment in which the remains prevailed was the place where the sediments accumulated. In this sense, the processes of sedimentary filling and mineralization are favored [Fig. 3 (s)]; the permineralization and cementation of the cavities are presented as subprocesses and are essentially the result of abiotic factors, promoting the taphonomic durability of the bone elements despite the variability of alterations present in them.

Finally, the dissolution could be responsible for the loss of bone tissue that resembles small gaps in some areas, mainly in calcaneus bone [Fig. 3 (b, e-g, i, j), Fig. 6], in addition to the weakening of the epiphyses of the long bones, which often show loss of diagnostic features in these areas. This process may have favored the addition, exchange and replacement of organic components by inorganic materials, favoring the preservation of some of the fossilized remains found.

Type of Taphonomic Association and Its Paleoenvironmental Implications. When considering the faunal composition of the paleontological remains found in “Las Llanadas” deposit (Torres, 1910; Brown, 1913; Matthew, 1931; Barbour, 1945; Matthew and Paula, 1959; Goldberg *et al.*, 2017; Aranda *et al.*, 2017) and the density of materials per zoological group, it is possible to infer the existence, at some point, of a lacustrine environment. Associated remains of crocodiles, chelonians, sloths, and hutias, among others (Torres, 1910, Brown, 1913; Aranda *et al.*, 2017) point to very well defined interspecific dynamics. The sea level would have to have been significantly higher than it is today for these conditions to prevail.

If we analyze sea levels during the interval corresponding to the Upper Pleistocene (Fig. 7), we see that the paleogeographic panorama of the Cuban archipelago showed stages where the terrestrial spaces were very reduced with respect to previous stages, a reduction that should have favored considerably the extinction processes of the, fundamentally, terrestrial fauna. And we also see that during the warming maxima of the Sangamon Interglacial (130-120 kyr BP) the mean sea level was above the current global level (Iturralde-Vinent, 2003).

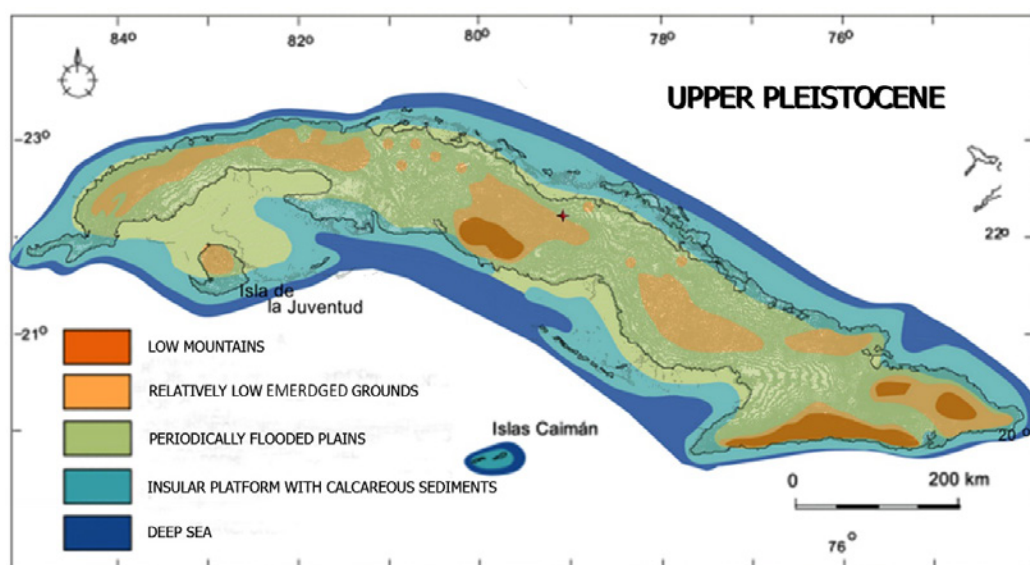


Figure 7. Stages of maximum flood during the Upper Pleistocene. The fossil deposit “Las Llanadas” occupies a slightly flooded space, which justifies the lacustrine fossil fauna found. Map taken and modified by Iturralde-Vinent (2003).

The chemical-physical hydrodynamics of ground and surface water in the karst territories of terrestrial and marine ecosystems were conditioned by the increase and decrease in sea level. From 120 kyr BP to 25-20 kyr BP, gradual decreases in sea level are recorded (Lambeck and Chappell, 2001), with irregularly spaced increases all remaining below the above-mentioned peak, which again evidences an upwelling of the submerged platforms and an increase in the mechanical and chemical denudation processes on the karst, related to the runoff and infiltration of surface waters. These processes could have favored the structural formation of the deposit, and dragged to the same fissure the large amount of fossil material of fauna that inhabited the region.

It is known that sea level variations have continued to play an essential role in the modification of the coastline and in the amount of land that has emerged, as well as in the type of vegetation and ecological conditions for the development of past biota in the Caribbean area in general and in the Cuban territory (Pregill and Olson, 1981; Ortega and Arcia, 1982; Iturralde-Vinent, 2003, 2005; Pajón *et al.*, 2006; Peros *et al.*, 2007, among others). Specifically, it is known that an elevation of sea level between +1 and +7 m has been recorded by Mylroie and Carew (1988) for a period of time between 85-70 kyr BP, while sea level positions similar to the current ones were recorded for the period between 49-37 kyr BP.

As well illustrated in Figure 7, the location of the fossil deposit occupies an area that remained slightly submerged for a time not yet estimated, but inferred in thousands of years. We cannot cite investigations that specify exactly when the specific area in which the deposit was partially or completely emerged. However, the relative proximity to the emerged lands (according to the paleogeography proposed by Iturralde-Vinent, 2003), between 140-125 ky BP, suggests that in the next thousands of years the area where Las Llanadas is located had conditions for development of a lacustrine environment that justifies its taxonomic inventory (see Aranda *et al.*, 2017). The paleoecological information provided by these authors seems to indicate at least four stages (Iturralde-Vinent, 2003; Condis, 2010) or intervals (Silva *et al.*, 2007) where climatic changes followed by variations in sea level affected the paleoecology of the Cuban archipelago between the last 20-3 kyr BP to the present.

Even if evidence of lacustrine environments has been recorded in the aforementioned period, it does not mean that they can be an agent of contribution of remains to the deposit under study. They are excluded due to the altitudinal arrangement of the paleontological site, which is between 185-195 m a. s. l., whereas nearby areas rise to 225-260 m a. s. l. (Martínez-López *et al.*, 2015).

CONCLUSIONS

The geographic area of the fossil deposit “Las Llanadas”, in its current morphology, reflects some essential features for the interpretation of the origin and formation of the karst structures present in it. The fossil deposit under consideration is a dissolution karst fissure (Martínez-López, 2013), generated by chemical and mechanical denudation processes because of changes in sea level between 140 kyr BP (Iturralde-Vinent, 2003), and almost the last stage of the Holocene (8-4 kyr BP).

The evidence of these processes can explain how the paleontological remains were accumulated in the deposit. The taphonomic study of the accumulated fossil material provides clear evidence that trawling by surface water currents is the main agent of accumulation of this deposit, which corresponds to the opinions of other authors (Woloszyn and Silva, 1977; Acevedo and Arredondo, 1982; Arredondo, 1999; Silva *et al.*, 2007; Condis *et al.*, 2008; Condis, 2010) about the formation of fossil accumulations in the Cuban deposits.

It is important to note that the remains found have no evident bite marks of predators, except for the recent remains, which may be related to the current human consumption of the fauna. If there had been trophic interactions between species, such as sloths and crocodiles, we would have expected to see bite marks mainly on parts such as humerus, radii, femurs, tibia, fibulas and skulls. Although some proximal and distal radii were found, none showed any evidence of this type of interaction. Naturally, the fact that trophic interactions are not evident in bone remains does not mean that lake environments, with their relevant intra- and interspecific interactions, have not been successful in the environment in which the deposit was created.

It should be remembered that the human action referred to in the course of this work has considerably modified the “stratigraphy” or primary disposition of fossil accumulation, as well as the spatial distribution of the remains and the essential anatomical relationships between them, that could have provided a lot of information for taphonomic, taxonomic and paleoenvironmental interpretations. The high degree of dispersion and the absence of anatomical relationships make it impossible to establish which elements may have been directly produced (biogenic production) within the site and, therefore, makes paleoecological analysis difficult on the basis of taphonomic alterations. There is no doubt that the human alteration of deposits in the twentieth century limits making inferences about this type of production, and the identification of certain trophic relationships among the recorded species.

However, the incorporation of historical elements related to the stages of anthropogenic alteration is an element to consider for future works of taphonomic interpretation in Cuban paleontological deposits (if applies), especially of vertebrates. It is very likely that a large part of our fossil deposits have suffered one or several previous interventions, which forces us to take into account these elements for an adequate interpretation of current fossil associations and to define them as primary or remnants, and then, to delimit the real scope of our taphonomic interpretation, along with the new methods and knowledge that allow us to extract more information.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks to all those who made the field work possible in “Las Llanadas”, but especially to Gilberto Silva Taboada, Matthew Charles Peros, Lázaro Wiliam Viñola-López, and Roberto Rodríguez Suárez, who reviewed an earlier version of the manuscript; to the Institute of Tropical Geography, colleagues Dr. Gustavo Martín Morales and MSc. Jorge Olivera Acosta, for his contribution to geographic information; to MSc. Ernesto Aranda Pedroso, for his valuable contribution during the field and laboratory work; to Lic. Jesús M. Pajón Morejón and Dr. Reinaldo Rojas Consuegra for their contribution to the measurements of deposits during the field work; to our colleague and friend MSc. José Eusebio Chirino Camacho, José Ángel Rodríguez Sánchez (Titi), to MSc. Armando Falcon Méndez, and Carlos Alemán Luna, Alexander Valdivia Lara and Alexis Pérez Trujillo (Fran), for the help during the field work; Osvaldo Jiménez Vázquez and Lázaro Wiliam Viñola-López for their important contribution in the identification of fossil materials; Dr. Efrén Jaimez Salgado, Institute of Geophysics and Astronomy, Cuba, for his valuable views on the characterization of soils and sediments; to Suzanne Needs, for all her important suggestions and corrections in this work.

LITERATURE CITED

- Acevedo-González, M. 1983. Observaciones sobre hipótesis recientemente anunciadas acerca del Plioceno y Pleistoceno de Cuba occidental. *Ciencias de la Tierra y del Espacio*, 7: 37-56.
- Acevedo-González, M., and O. Arredondo. 1982. Paleozoogeografía y geología del cuaternario de Cuba: características y distribución geográfica de los depósitos con restos de vertebrados. *IX Jornada Cient. Int. Geol. Paleontol. ACC.*, pp. 59-70.
- Alcántara, V., R. Barba, J. M. Barral, A. B. Crespo, A. I. Eiriz, A. Falquina, S. Herrero, A. Ibarra, M. Megías, M. Pérez, V. Pérez, J. Rolland, J. Yravedra, A. Vidal, and M. Domínguez-Rodrigo. 2006. Determinación de procesos de fractura sobre huesos frescos: un sistema de análisis de los ángulos de los planos de fracturación como discriminador de agentes bióticos. *Trabajos de Prehistoria*, 63 (1): 37-45. ISSN 0082-5638.
- Aranda, E., J. G. Martínez-López, O. Jiménez, C. Alemán, and L. W. Viñola. 2017. Nuevos registros fósiles de vertebrados terrestres para Las Llanadas, Sancti Spíritus, Cuba. *Novitates Caribaea*, 11: 115-123.
- Arceo, S., and E. Salinas. 1994. Evaluación del potencial natural de los paisajes para la actividad agropecuaria del municipio de Yaguajay, (provincia Sancti-Spíritus, Cuba). *Geographicalia*, 31: 3-16.
- Arredondo, C. 1999. *Los edentados extintos del Cuaternario de Cuba*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. Instituto Superior Pedagógico "E. J. Varona", La Habana, 144 pp. (Inedit).
- Arredondo, C. 2011. Los perezosos extintos. In *Mamíferos en Cuba* (R. Borroto and C. A. Mancina Eds.). UPC Print Vaasa, Finlandia, pp. 28-37.
- Arredondo, C., and R. Villavicencio-Finalet. 2004. Tafonomía del Depósito Arqueológico Solapa del Megalocnus en el Noroeste de Villa Clara, Cuba. *Revista Biología*, La Habana, Cuba, 2 (18): 160-171.
- Barbour, T. 1945. Mammals of long ago. In *A naturalist in Cuba* (Chapter X). Little, Brown, Boston, pp. 232-243.
- Behrensmeier, A. K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4: 150-162.
- Brown, B. 1913. Some Cuban fossils: a hot spring yields up the bones animals that lived before the Advent of Man. *The Journal of the American Museum*, 13: 221-228.
- Brugal, J. P. 1994. Introduction générale action de l'eau sur les ossements et les assemblage's fossils. *Artefacts 9* (Outillage pen elabore en os et en bois de cervides), IV: 121-129.
- Comisión Nacional De Nombres Geográficos, 2000. *Diccionario Geográfico de Cuba*. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia; La Habana, Cuba. 386 pp. ISBN: 959-7049-08-2.

- Condis, M. M. 2010. *Inferencias paleoecológicas sobre especies de la mastofauna cuaternaria cubana, conservadas en el depósito superficial de La Caverna Geda, Pinar del Río, Cuba*. Tesis en Opción al Grado de Doctoren Ciencias, Programa Cooperado: “Desarrollo Sostenible Bosques Tropicales. Manejo Forestal y Turístico”, Universidad de Pinar del Río, Cuba y Universidad de Alicante, España (Tutora: Dra. María Teresa Alberdi). 196 pp. (Inedit).
- Condis, M. M., O. Jiménez Vázquez, and F. Balseiro. 2008. Mamíferos del Registro Fósil y Asociados a Sitios Arqueológicos y Paleontológicos Contentivos de Mamíferos de Cuba (Terciario y Cuaternario). In <http://www.cubaarqueologica.org/index.php?q=node/228>, Submitted in 2011.
- Díaz-Franco, S. 2005. *Los mamíferos fósiles del yacimiento “Las Breas de San Felipe”, Martí, Matanzas, Cuba*. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba, 56 pp. (Inedit).
- Domínguez-Rodrigo, M., S. R. Fernández-López, and L. Alcalá. 2011. How Can Taphonomy be defined in the XXI Century. *Journal of Taphonomy*, 9 (1): 1-13.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. *Guía para la descripción de suelos*. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAO - SWALIN. Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Cuarta Edición. Roma, 110 pp.
- Fernández-López, S. R. 1984. Nuevas perspectivas de la tafonomía evolutiva: tafosistemas y asociaciones conservadas. *Estudios Geol.*, 40: 215-224.
- Fernández-López, S. R. 1986. *La Tafonomía: un subsistema conceptual de la Paleontología*. COL-PA (publicaciones del departamento de paleontología), 41: 9-34.
- Fernández-López, S. 1990. El significado de la Autoctonía/Aloctonía tafonómica. *Reunión de Tafonomía y Fosilización*, pp. 115-124.
- Fernández-López, S. 1991. Taphonomic concepts for a theoretical Biochronology. *Revista Española de Paleontología*, 6: 37-49.
- Fernández-López, S. 1999. Tafonomía y fosilización. In *Tratado de Paleontología*. (B. Meléndez, ed.), Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, pp. 51-107.
- Fernández-López, S. R. 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Madrid, 167 pp.
- Fernández-López, S. R. 2005. Alteración tafonómica y tafonomía evolutiva. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec., Geol.)*, 100 (1-4): 149-175. ISSN 0583-7510.
- Goldberg, S., M. J. Novacek, and G. Alayón. 2017. The history of scientific relations between Cuba and the American Museum of Natural History (AMNH): 160 Years of Collecting and Collaborating (1857-2017). La historia de las relaciones científicas entre Cuba y el American Museum of Natural History (AMNH): 160 Años de Colección y Colaboración (1857-2017). Printed in the United States of America. ISBN 978-0-9852016-6-1, 133 pp.

- Hill, A. P. 1976. On carnivore and weathering damage to bone. *Current Anthropology*, 17 (2): 335-336.
- Holden, A. R., J. M. Harris, and R. M. Timm. 2013. Paleoeological and Taphonomic Implications of Insect-Damaged Pleistocene Vertebrate Remains from Rancho La Brea, Southern California. *PLOS ONE* (www.plosone.org), 8 (7): 1-9.
- Holz, M., and M. C. Barberena. 1994. Taphonomy of the South Brazilian Triassic Paleoherpetafauna: patten of death, transport and burial. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 107: 179-197.
- Instituto de Suelos de Cuba, Ministerio de la Agricultura. 1999. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Editorial AGRINFOR, La Habana, Cuba. 53pp. ISBN: 959-246-022-I.
- Iturralde-Vinent, M. A. 1972. Estudio cuantitativo de la actividad del Carso en Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 10 (23): 41-47.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2003. Ensayo sobre la paleogeografía del Cuaternario de Cuba. V Congreso De Geología y Minería, Ecología Del Cuaternario, Geomorfología y Karst. Memorias GEOMIN 2003, La Habana, 24-28 de marzo, pp. 54-74. ISBN 959-7117-11-8.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2005. La Paleogeografía del Caribe y sus implicaciones para la biogeografía histórica. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 25-26: 49-78. 2004-2005.
- Iturralde-Vinent, M. A., and R. D. E. Macphee. 1999. Paleogeography of the Caribbean Region: implications for Cenozoic biogeography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 238: 1-95.
- Iturralde-Vinent, M. A., and R. D. E. Macphee. 2004. Los mamíferos terrestres de las Antillas Mayores: Notas sobre su paleogeografía, biogeografía, irradiaciones y extinciones. *Actas de la Academia de Ciencias de la República Dominicana*, 19 pp.
- Iturralde-Vinent, M. A., R. D. E. Macphee, S. Díaz-Franco, R. Rojas-Consuegra, W. Suárez, and A. Lomba. 2000. Las Breas de San Felipe, a Quaternary Fossiliferous Asphalt Seep near Martí (Matanzas Province, Cuba). *Caribbean Journal of Science*, 36 (3-4): 300-313.
- Jaimez, E., and D. A. Gutiérrez. 2010. *Nueva clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA), No. 01334-1334, 39 pp. (Inedit).
- Jiménez, O., M. M. Condis and E. García. 2005. Vertebrados post-glaciales en un residuario fósil de *Tyto alba scopoli* (Aves: Tytonidae) en el occidente de Cuba. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9: 85-112.
- Lambeck, K., and J. Chappell. 2001. Sea Level Change Through the Last Glacial Cycle. *Science*, 292: 679-686.
- Martínez-López, J. G. 2013. *Caracterización geográfica del área paleontológica "Las Llanadas" (Sancti Spiritus, Cuba), mediante el uso de las tecnologías de la Geomática*. Tesina, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba, 57 pp. (Inedit).

- Martínez-López, J. G., C. Arredondo, R. Rodríguez, and S. Díaz-Franco. 2012. La tafonomía en la interpretación de depósitos humanos en contextos arqueológicos. *CATAURO. Revista Cubana de Antropología*. Fundación Fernando Ortiz, 12 (23): 39-53. ISSN 1681-7842.
- Martínez-López, J. G., J. M. Pajón, J. Issac, A. Falcón, and G. Martín. 2015. *Capítulo 2: Geología y Geografía. [Yacimiento Paleontológico "Las Llanadas", Municipio Yaguajay, Provincia de Sancti Spiritus, Cuba Central (G. Silva and E. Chirino Eds.)]*. Informe Científico Técnico del MNHNC, pp. 3-19. (Inedit).
- Mateos, A. 2000. Fracturation anthropique intentionnelle sur mandibules et phalanges dans le niveau VIII de la Grotte de las Caldas (Asturies Spagne). *Prehistoire europeenne*, 16-17: 255-270.
- Matthew, W. D. 1918. Skeletons of the ground sloth in the Havana and American museums. *American Museum Journal*, 18 (4): 312-313.
- Matthew, W. D. 1919. Recent discoveries of fossil vertebrates in the West Indies and their bearing on the origin of the Antillean fauna. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 58 (3): 161-181.
- Matthew, W. D. 1931. Genera and new species of ground sloths from the Pleistocene of Cuba. *American Museum Novitates*, 511: 1-5.
- Matthew, W. D., and C. de Paula Couto. 1959. The Cuban edentates. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 117: 1-56, lams. 1-42.
- Mayo, N. 1970. Depósitos pleistocénicos de los cauces subterráneos abandonados de la Sierra de los Órganos: evidencias de periodos pluviales. *Academia de Ciencias de Cuba, Actas*, 2: 57-62.
- Morgan, G. S., R. Franz, and R. I. Crombie. 1993. The Cuban Crocodile, *Crocodylus rhombifer*, from Late Quaternary Fossil Deposits on Grand Cayman. *Caribbean Journal of Science*, 29 (3-4): 153-164.
- Myroie, J. E., and Carew, J. L. 1988. Solution Conduits as Indicators of Late Quaternary Sea Level Position. *Quaternary Science Reviews*, 7: 55-64.
- Núñez [Jiménez], A., N. Viña, M. Acevedo, J. Mateo, M. A. Iturralde, and A. Graña. 1988. *Cuevas y Carso*. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba. 431 pp.
- Ortega [Sastriques], F., and M. I. Arcia. 1982. Determinación de las lluvias en Cuba durante la glaciación del Wisconsin mediante los relictos edáficos. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 4: 85-104.
- Pajón, J. M., I. Hernández, and Y. Estevez. 2006. Paleoregistros de las variaciones del nivel del mar en el Caribe durante el pleistoceno-holoceno. Conexión con problemas de la arqueología cubana. Memorias de la VIII Conferencia Internacional Antropología "La Antropología ante los nuevos retos de la humanidad". Ciudad de La Habana, Cuba, noviembre 27-30 del 2006, 13 pp.

- Paula Couto. C. de. 1956. On two mounted skeletons of *Megalocnus rodens*. *Journal of Mammalogy*, 37 (3): 423-427.
- Peros, M. C., E. Reinhardt, H. P. Schwarcz, and A. M. Davis. 2007. High-resolution paleosalinity reconstruction from Laguna de la Leche, north coastal Cuba, using Sr., O, and C isotopes. *Science Direct* (Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology), 245: 535-550.
- Pregill, G. K., and S. L. Olson. 1981. Zoogeography of the West Indian Vertebrates in relation to pleistocene climatic cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12: 75-98.
- Rojas-Consuegra, R., O. Jiménez, M. M. Condis-Fernández, and S. Díaz-Franco. 2012. Tafonomía y paleoecología de un yacimiento paleontológico del cuaternario en la Cueva del Indio, La Habana, Cuba. *Espeunca Digital*, 12: 15. ISSN 2072-5892.
- Skwaletski, E., and M. A. Iturralde-Vinent. 1971. El Carso y la construcción hidrotécnica en Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 9 (20): 41-47.
- Silva, G. 1974. Fossil Quiroptera from Cave Deposits in Central Cuba, with description of two new species (Genera *Pteronotus* and *Mormoops*) and the first West Indian record of *Mormoops megalophylla*. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 19 (3): 33-74.
- Silva, G., W. Suárez, and S. Díaz-Franco. 2007. *Compendio de los mamíferos terrestres autóctonos de Cuba: vivientes y extinguidos*. Ediciones Boloña, 465 pp. ISBN 978-959-7126-64-5.
- Torre [y Huerta], C. de la. 1910. Excursión a la Sierra de Jatibonico: osamentas fósiles de *Megalocnus rodens* o *Myomorphus cubensis*: comprobación de la naturaleza continental de Cuba a principios de la época Cuaternaria. *Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana*, 47: 204-217.
- Torre [y Huerta], C. de la. 1917. Nuevas especies de mamíferos fósiles de Cuba y otras Antillas. *Mem. Soc. Cubana Hist. Nat. "Felipe Poey"*, 2 (6): 234-251.
- Torre [y Huerta], C. de la, and W. D. Matthew. 1915. *Megalocnus* and other Cuban ground sloths (Abstract). *Bulletin of the Geological Society of America*, 26: 152.
- White, J. L., and R. D. E. MacPhee. 2001. The sloths of the West Indies: a systematic and phylogenetic review. In *Biogeography of the West Indies: Patterns and perspectives* (C. A. Woods and F. E. Sergile, Eds.), 2nd edn., CRC Press, pp. 201-235.
- Woloszyn, B. W., and G. Silva. 1977. Nueva especie fósil de *Artibeus* (Mammalia: Chiroptera) de Cuba, y tipificación preliminar de los depósitos fosilíferos cubanos contentivos de mamíferos terrestres, *Poeyana*, 161: 1-17.

Notas

INVENTARIO RÁPIDO DE LOS REPTILES DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE EL CAÑÓN DEL RÍO GURABO, REPÚBLICA DOMINICANA

Fast inventory of the reptiles of the wildlife refuge El Cañón del río Gurabo, Dominican Republic

Eveling Gabot-Rodríguez y Cristian Marte

Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano”. Calle César Nicolás Penson, Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, Santo Domingo, República Dominicana. e.gabot@mnhn.gov.do; c.marte@mnhn.gov.do.

RESUMEN

Se realizó un inventario de los reptiles presentes en el área protegida y refugio de vida silvestre El Cañón del río Gurabo o Furnia de Gurabo, localizada al suroeste del municipio de Mao, provincia Valverde, República Dominicana. Se registran 15 especies para la zona, agrupadas en 10 familias y 12 géneros. Se amplía la distribución del gecko gigante de la Hispaniola, *Aristelliger lar*.

Palabras clave: *Anolis*, *Aristelliger lar*, conservación.

ABSTRACT

An inventory of the reptiles present in the protected area and wildlife refuge El Cañón del río Gurabo or Furnia de Gurabo, located southwest of the municipality of Mao, Valverde province, Dominican Republic. A total of 15 species are registered for the area, grouped into 10 families and 12 genera. A new locality of the Hispaniolan Giant Gecko, *Aristelliger lar* is reported.

Keywords: *Anolis*, *Aristelliger lar*, conservation.

El refugio de vida silvestre El Cañón del Río Gurabo o Furnia de Gurabo, declarada mediante ley en el año 2004. Es una depresión o desfiladero localizado a unos 20 kms al Suroeste del municipio Mao, provincia Valverde, República Dominicana. El área posee una extensión de 30.12 km², y comprende el cañón del río Gurabo, denominado La Furnia y los cerros de alrededor. El cañón posee farallones con alturas superiores a los 50 metros, la parte que comprende al río tiene una extensión aproximada de 8 kilómetros, con varios afluentes que lo alimentan (Gaceta Oficial 2004).

En el área predominan dos tipos de bosque; el bosque seco, localizado en la parte sureste del refugio, con una elevación de 378 m s. n. m., ocupando una superficie de 13.46 km²; y el bosque ribereño, con una extensión de aproximadamente 12 kilómetros, comenzando desde el puente palero y terminando en la carretera Mao-Santiago Rodríguez. Los suelos son sedimentarios y serpentinos, en el caso del bosque ribereño y superficiales con afloramiento rocoso-arcilloso, en el bosque seco (MIMARENA, 2018) (Fig. 3d).

Se realizaron dos viajes de campo, uno en el mes de mayo y otro en el mes de septiembre del 2018. El muestreo se realizó siguiendo la técnica Inventario Completo de Especies (búsqueda libre y sin restricciones) (Rueda *et al.*, 2006). Este muestreo consiste en búsquedas intensivas durante el día y la noche en los diferentes microhábitats disponibles.

En total se muestrearon 16 puntos, 8 en la zona de bosque seco y 8 en el bosque ribereño. En cada punto se realizaron búsquedas de 30 min de duración y cada especie o individuo observado fue registrado en un formulario de campo.

Se registraron un total de 193 individuos, correspondientes a 10 familias, 12 géneros y 15 especies (Tabla I). Dactyloidae fue la familia con mayor número de individuos registrados (165), seguido por la familia Teiidae con 13. La especie más abundante fue *Anolis cybotes*, seguida de *A. distichus* (Fig. 1). De las 15 especies registradas en este estudio, 11 son endémicas de la Hispaniola, representando un 78 % de endemismo para la zona y un 7.57 % de todos los reptiles reportados para la isla (Hedges, 2018).

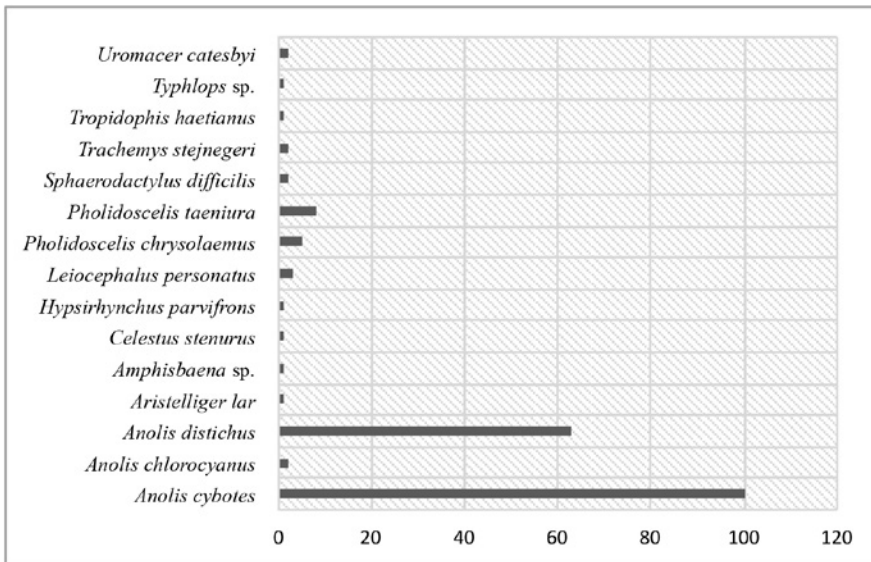


Figura 1. Número de individuos por especie.

La mayor cantidad de especies fue registrada en la zona de bosque ribereño con nueve especies. En esta zona también se registró el mayor porcentaje (60.94 %) de individuos de todo el inventario (Fig. 2).

Con este estudio se amplía la distribución del gecko gigante de la Hispaniola *Aristelliger lar*, encontrada en la zona de bosque seco, un área de 207 m s. n. m. Esta especie se encuentra distribuida casi en toda la costa de la isla (Schwartz y Henderson, 1991; Bauer y Russell, 1993; Hedges, 2018).

Las principales amenazas para la conservación de las especies incluyen actividades como la ganadería, agricultura, porcicultura y la producción de pollo dentro del área protegida y en la zona periférica; además de la construcción de infraestructuras para viviendas y caminos vecinales. El aumento de la ganadería en la zona ha ocasionado una reducción significativa de los bosques. Actualmente, la cobertura vegetal se estima entre 35 a 40 % y se prevé que esta reducción continúe incrementándose debido a la expansión de la ganadería en toda la zona (MIMARENA, 2018).

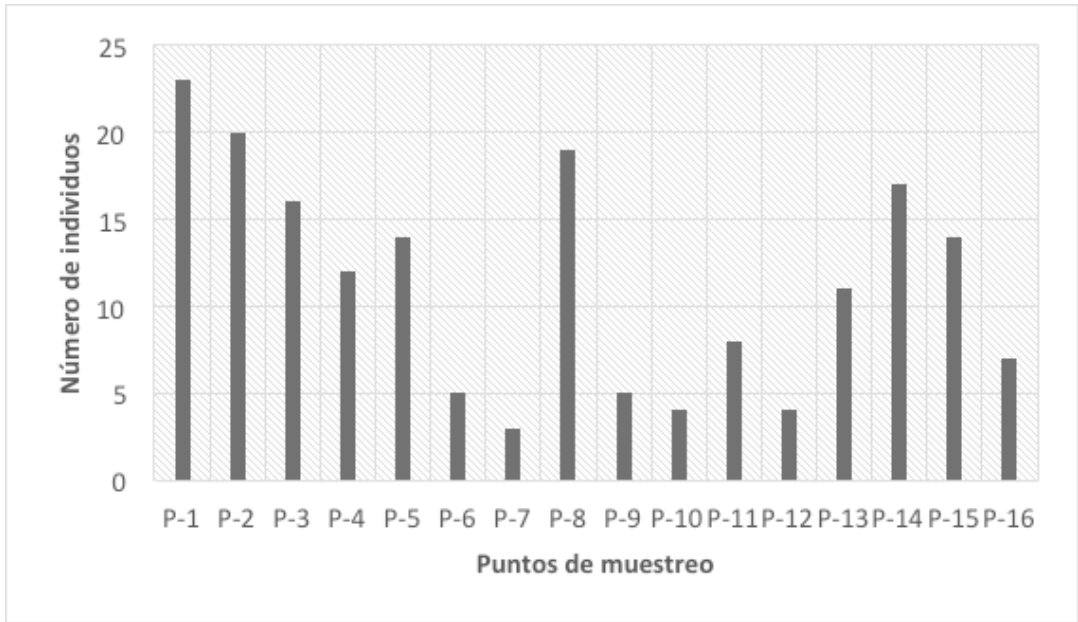


Figura 2. Número de individuos registrados en cada punto de muestreo.



Figura 3. Imágenes del área de estudio. a y b, bosque ribereño. c, bosque seco. d, camión bomba sacando agua del río para uso en ganadería, una de las actividades que amenaza la conservación de las especies del área.

Tabla 1. Especies de reptiles registrados en el refugio de vida silvestre El Cañón del río Gurabo

Familia	Especie	End.	Nat.	Intr.	LRN
Anguidae	<i>Celestus stenurus</i>	x	-	-	No evaluada
Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena</i> sp.	*	*	*	-
Dactyloidae	<i>Anolis chlorocyanus</i>	x	-	-	No evaluada
	<i>Anolis cybotes</i>	x	-	-	No evaluada
	<i>Anolis distichus</i>	-	x	-	No evaluada
Dipsadidae	<i>Hypsirhynchus parvifrons</i>	-	x	-	No evaluada
	<i>Uromacer catesbeyi</i>	x	-	-	No evaluada
Emydidae	<i>Trachemys stejnegeri</i>	x	-	-	Vulnerable
Leiocephalidae	<i>Leiocephalus personatus</i>	x	-	-	No evaluada
Sphaerodactylidae	<i>Aristelliger lar</i>	x	-	-	Vulnerable
	<i>Sphaerodactylus difficilis</i>	x	-	-	No evaluada
Teiidae	<i>Pholidoscelis taeniura</i>	x	-	-	No evaluada
	<i>Pholidoscelis chrysolaema</i>	x	-	-	No evaluada
Tropidophiidae	<i>Tropidophis haetianus</i>	x	-	-	No evaluada
Typhlopidae	<i>Typhlops</i> sp.	*	*	*	-
10	15	11= 78%	2	0	No evaluada
Legenda: End.: Endémica, Nat.: Nativa, Intr.: Introducida, LRN.: Lista Roja Nacional,* Indeterminado.					

AGRADECIMIENTOS

Al Museo Nacional de Historia Natural “Prof. Eugenio de Jesús Marcano” por el apoyo y financiamiento de este trabajo. Agradezco a mis compañeros Miguel Santiago Núñez y Solanlly Carrero, por sus revisiones y sugerencias. A Ramón Joel Espinal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por facilitar la documentación pertinente.

LITERATURA CITADA

- Bauer, A. M. y A. P. Russell. 1993. *Aristelliger lar*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles: 570.1-570.3.
- Gaceta Oficial No. 10267 del 16 de marzo de 2004. Ley No. 121 del 5 de marzo de 2004 que declara Área Protegida, Refugio de Vida Silvestre y Patrimonio Natural de la Nación, El Cañón del Río Gurabo, Santo Domingo, República Dominicana.
- Hedges, S. B. 2018. Caribherp: West Indian amphibians and reptiles (www.caribherp.org). [Accedido: 10 de octubre, 2018].
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA). 2018. Plan de Manejo Refugio de Vida Silvestre Furnia de Gurabo, Santo Domingo, República Dominicana, 60 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA). 2011. Lista de Especies en Peligro de Extinción, Amenazadas o Protegidas de la República Dominicana (Lista Roja), Santo Domingo, República Dominicana, 50 pp.

Rueda, J. V., F. Castro y C. Cortez. 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación, pp. 217-271. En A. Angulo, J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez Mahecha y E. La Marca (Eds.), 2006. *Técnicas de inventario y monitoreo de anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Forma e Impresos S. A., Bogotá D. C., 298 pp.

Schwartz, A. y R. W. Henderson. 1991. *Amphibians and Reptiles of the West Indies*. Gainesville, U.S.A., 720 pp. University of Florida Press.

[Recibido: 29 de octubre, 2018. Aceptado para publicación: 28 de diciembre, 2018]

CITIZEN SCIENCE ENABLES A NEW LOCALITY RECORD FOR A CRITICALLY ENDANGERED TOAD, *PELTOPHRYNE FLORENTINOI* MORENO & RIVALTA, 2007

La ciencia ciudadana permite un nuevo registro de localidad para un sapo críticamente amenazado, *Peltophryne florentinoi* Moreno & Rivalta, 2007

Luis M. Díaz¹, Jeffrey M. Lemm², Erick M. Briggs⁴, Sharon Clark⁴, Andrew L. Dannenberg⁴, Russell G. Gamber⁴, Jane Kelly⁴, Patrick Laughlin⁴, Gary Markowski³, Erin L. Shelley⁴, & Adrian B. Van Bakel⁴

¹Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. luisfromcuba@yahoo.es.

²San Diego Zoo Institute for Conservation Research.

³Caribbean Conservation Trust.

⁴Caribbean Conservation Trust Herpetological Survey (October 6-15, 2018) participants.

ABSTRACT

The Zapata Toad (*Peltophryne florentinoi*) is reported from a new locality, Guajimico, which extends the distribution of this species to the Cienfuegos Province, in the central region of Cuba.

Keywords: West Indies, Cuba, Bufonidae, geographic distribution.

RESUMEN

Se registra al sapo *Peltophryne florentinoi* de una nueva localidad, Guajimico, lo cual extiende la distribución de la especie a la Provincia Cienfuegos, en la región central de Cuba.

Palabras clave: Antillas, Cuba, Bufonidae, distribución geográfica.

Citizen science has become a valuable tool for conservation, research, management and education programs for organisms throughout the world. Using data provided by amateur naturalists, citizen science has increased the scale of ecological research being done and the relationship between ecologists and the public (Dickinson *et al.*, 2010). Data from citizen science programs are useful for studying changes in phenology, relative abundance, distribution, road mortality, survivorship, reproduction, and is particularly effective at finding rare organisms and disappearing native species, especially in urban areas (Dickinson *et al.*, 2010; Spear *et al.*, 2017). The following locality record was recorded during a herpetological ecotour of central Cuba, wherein the majority of tour participants lacked professional herpetological experience.

The Zapata Toad (*Peltophryne florentinoi*) is a locally endemic species that was assessed as Critically Endangered [B1 a, b (iii)] by the IUCN and Vulnerable (D2) by the Cuban Red Book (Rivalta, 2012: 89). The species was originally described by Moreno and Rivalta (2007) from the type locality: Girón, Zapata, Matanzas Province. Complementary information on adult morphology, a description of tadpoles and bioacoustical data were provided by Díaz and Cádiz (2008). Hernández *et al.* (2010) gave a more detailed description of the advertisement calls of this species. The phylogenetic relationships of this toad were discussed by Alonso *et al.* (2012). Alonso and Cobos (2016) reported *P. florentinoi* from a second locality: Guasasas, which is 20 km E of the type locality.

On October 10 of 2018, a sub-adult male *P. florentinoi* was seen and photographed (Fig. 1), but not collected, by the authors at 20:54 hours in the Guajimico Village (Villa Guajimico: 21°55'41.63"; 80°18'42.13"), a tourist resort 42 km E of Cienfuegos City (Cienfuegos Province). The toad was posting directly on conical coastal limestone along a public trail. The new locality (Fig. 2) extends the distribution of *P. florentinoi* 52.54 km E (32.65 mi) from Guasasas (94.6 km by road).



Figure 1. *Peltophryne florentinoi*, sub-adult male from Guajimico Village, Cienfuegos Province. Photo: Jeffrey M. Lemm.

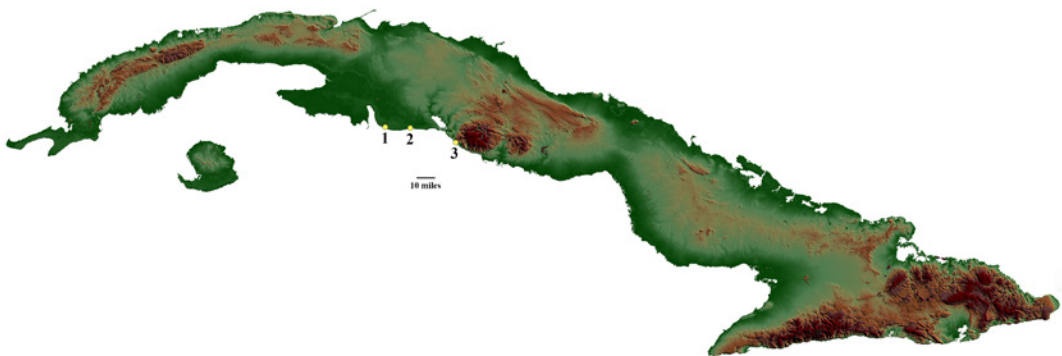


Figure 2. Distribution of *P. florentinoi*. (1) Type locality at Girón; (2) Guasasas, last distribution record by Alonso and Cobos (2016); (3) Guajimico Village, Cienfuegos.

Further efforts to estimate the population size of the species in the new locality are necessary since only one individual was detected. The discovery is significant not only because of the conservation status of the species but it also confirms the biogeographic relationships of the eastern part of the Zapata region with central Cuba. The same kind of suitable habitat extends along the south coast to the vicinity of Trinidad (Sancti Spiritus Provinces), hence this toad may have a wider distribution in the region. At Guajimico, *P. florentinoi* coexists with *P. peltocephalus* (as it does in previously known localities); several individuals were observed around human habitations.

LITERATURE CITED

- Alonso, R., and M. E. Cobos. 2016. A Rapid Survey of the Critically Endangered Zapata Toad, *Peltophryne florentinoi* (Anura: Bufonidae), in Cuba: New Locality and Conservation Approaches. *IRCF Reptiles & Amphibians*, 23 (1): 10-15.
- Alonso, R., A. Crawford, and E. Bermingham. 2012. Molecular phylogeny of an endemic radiation of Cuban toads (Bufonidae: *Peltophryne*) based on mitochondrial and nuclear genes. *Journal of Biogeography*, 39: 434-451.
- Díaz, L. M., and A. Cádiz. 2008. Guía Taxonómica de los Anfibios de Cuba. *Abc Taxa* Vol. 4, 294 pp. + Audio CD.
- Dickinson, J. L., B. Zuckerberg, and D. N. Bonter. 2010. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41: 149-172.
- Hernández, M., R. Alonso, and A. Rodríguez. 2010. Advertisement call of *Peltophryne florentinoi* (Anura: Bufonidae), an endemic toad from Zapata Swamp, Cuba. *Amphibia-Reptilia*, 31: 265-272.
- Moreno, L. V., and V. Rivalta. 2007. Nueva especie de sapo del género *Bufo* (Anura: Bufonidae) de la Península de Zapata, Cuba. *Solenodon*, 6: 60-69.
- Rivalta, V. 2012. *Peltophryne florentinoi*. Pp. 89-90. In: H. González, L. Rodríguez Schettino, A. Rodríguez, C. A. Mancina, and I. Ramos (Eds.), *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Académica, La Habana, Cuba.
- Spear, D. M., G. B. Pauly, and K. Kaiser. 2017. Citizen Science as a Tool for Augmenting Museum Collection Data from Urban Areas. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5: 86.

[Recibido: 20 de noviembre, 2018. Aceptado para publicación: 25 de diciembre, 2018]

NUEVO REGISTRO DE LOCALIDAD PARA *Ialtris dorsalis* (GÜNTHER, 1858) (SQUAMATA: *DIPSADIDAE*) EN REPÚBLICA DOMINICANA

**New locality record for *Ialtris dorsalis* (Günther, 1858)
(Squamata: Dipsadidae) in the Dominican Republic**

Alfredo Dalmau Disla, Miguel A. Landestoy, Oniel Álvarez Abreu,
Joandry M. Cabrera-Pichardo y Enrique Frías

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana.
dalmaudislaa@gmail.com.

RESUMEN

Se registra nueva localidad para la culebra corredora cabeza W *Ialtris dorsalis* (Günther, 1858) en Baní, provincia Peravia, República Dominicana.

Palabras clave: reptil, culebra, provincia Peravia, bosque latifoliado.

ABSTRACT

A new location is registered for the head snake W *Ialtris dorsalis* (Günther, 1858) in Baní, Peravia province, Dominican Republic.

Keywords: reptile, snake, Peravia province, broad-leaved forest.

La especie de culebra corredora cabeza W (*Ialtris dorsalis* Günther 1858), está considerada como En Peligro (EP) en la Lista Roja del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, y Casi Amenazada (NT; Incháustegui *et al.* 2016) por la de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), a causa del deterioro o pérdida de su hábitat, y por depredadores introducidos, como *Herpestes javanicus* (Hurón).

La nueva localidad que se registra para *Ialtris dorsalis* se encuentra en la vertiente sur de la Cordillera Central, en el paraje El Recodo, cerca del salto Las Yayitas (confluencia del río Baní con el río Maniel), al norte de Baní, en la provincia Peravia (N18.40322° W70.34122°; 312 msnm; datum WGS84). Durante una caminata el 15 de julio del 2018, a las 15:00 horas, cuatro de nosotros (Alfredo Dalmau, Oniel Álvarez, Joandry Cabrera y Enrique Frías) observamos un individuo de esta especie (Fig. 1), saliendo de unos matorrales, a la sombra y sobre hojarasca. La culebra estaba cerca de una piedra que estaba aproximadamente a unos 6 metros de la orilla del río Baní. El hábitat donde estaba localizada se identificó como un bosque latifoliado. El individuo no fue colectado, aunque se tomaron fotografías *in situ* como respaldo (Fig. 1).

De acuerdo a la literatura revisada, los últimos registros de la culebra corredora cabeza de W *Ialtris dorsalis* se han hecho en Pedernales (Pasachnik *et al.*, 2013). Miguel Landestoy ha comunicado avistamientos en las provincias Barahona y Pedernales, en los años 2009 y 2016, respectivamente. Es conocido el registro anterior de Schwartz y Henderson (1991) y, posteriormente, la recolecta registrada por GBIF (1993, en página web accedida en 2019).



Figura 1. Culebra *Ialtris dorsalis* en bosque latifoliado. A. Parte anterior del cuerpo. B. Parte posterior del cuerpo. Fotos: ©Alfredo Dalmau.

AGRADECIMIENTOS

Esta nota fue resultado de una excursión que hizo la Asociación Dominicana de Estudiantes de Biología (ADEBIO). Agradecemos también a los profesores Ángela Guerrero y Omar Paíno por apoyarnos a realizar investigaciones y a los compañeros Jarolin Fortuna, Yommi Piña, Max Alphonse, Dorka Evangelista y Sammy Genaro, por su apoyo en el campo.

LITERATURA CITADA

- Brown, R. 2018. KUBI Herpetology Collection. Version 31.19. University of Kansas Biodiversity Institute. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ubdwdc> accessed via GBIF.org on 2018-11-16. <https://www.gbif.org/occurrence/686674294>.
- Incháustegui, S., R. W. Henderson y M. Landestoy. 2016. *Ialtris dorsalis* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T190586A115328112. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20163.RLTS.T190586A71748266>. [Accedido: noviembre 15, 2018].
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, 2011. Lista de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas de la República Dominicana (Lista Roja).
- Pasachnik, S. A., R. Carreras De León y J. P. Corneil. 2013. *Ialtris dorsalis* (Hispaniolan W-headed Racer). Distribution. *Caribbean Herpetology*, 41: 1.
- Schwartz, A. y R. W. Henderson. 1991. *Amphibians and reptiles of the West Indies. Descriptions, distributions and natural history*. University of Florida Press. Gainesville, 720 pp.

[Recibido: 16 de noviembre, 2018. Aceptado para publicación: 18 de diciembre, 2018]

INVENTARIO RÁPIDO DE LAS ARAÑAS (ARACHNIDA: ARANEAE)
DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE EL CAÑÓN DEL RÍO GURABO,
REPÚBLICA DOMINICANA

**Rapid inventory of the spiders (Arachnida: Araneae) from the wildlife refuge
El cañón del río Gurabo, Dominican Republic**

Gabriel de los Santos y Solanlly Carrero Jiménez

Museo Nacional de Historia Natural "Prof. Eugenio de Jesús Marciano". C/ César Nicolás Penson,
Plaza de la Cultura Juan Pablo Duarte, Santo Domingo, 10204, República Dominicana.
g.delossantos@mnhn.gov.do, s.carrero@mnhn.gov.do.

RESUMEN

Se ofrecen los resultados de un inventario de las arañas del refugio de vida silvestre El cañón del río Gurabo, República Dominicana. Se registran 73 especies, 64 géneros y 32 familias para esta área protegida. Se amplía la distribución conocida de *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004 (Hersiliidae), una especie endémica rara. Se comenta la distribución de las especies endémicas *Antillena* sp. y *Pozonia* sp., y la especie exótica invasora *Cyrtophora citricola* (Forskål, 1775). Se consideran como objetos de conservación del área protegida las siguientes 16 especies endémicas: *Anasaitis elegantissima* (Simon, 1888), *Anelosimus fraternus* Bryant, 1948, *Antillena* sp., *Ariadna* sp., *Bolostromus* sp., *Cyrtopholis* sp., *Hentzia mandibularis* (Bryant, 1943), *Jollas crassus* (Bryant, 1943), *Modisimus cuadro* Huber et Fischer, 2010, *Modisimus* sp., *Odo* sp., *Pozonia* sp., *Selenops* sp., *Trichopelma* sp., *Truncattus* sp., *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004.

Palabras clave: inventario rápido, diversidad, distribución, Hispaniola.

ABSTRACT

The results of an inventory of the spiders from El cañón del río Gurabo wildlife refuge, Dominican Republic are presented. A total of 73 species, 64 genera and 32 families are registered from this protected area. The known distribution of *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004 (Hersiliidae), a rare endemic species, is extended. The distribution of the endemic species *Antillena* sp. and *Pozonia* sp., as well as the exotic invasive species *Cyrtophora citricola* (Forskål, 1775), is commented. The following 16 endemic species are considered as conservation targets for this refuge: *Anasaitis elegantissima* (Simon, 1888), *Anelosimus fraternus* Bryant, 1948, *Antillena* sp., *Ariadna* sp., *Bolostromus* sp., *Cyrtopholis* sp., *Hentzia mandibularis* (Bryant, 1943), *Jollas crassus* (Bryant, 1943), *Modisimus cuadro* Huber et Fischer, 2010, *Modisimus* sp., *Odo* sp., *Pozonia* sp., *Selenops* sp., *Trichopelma* sp., *Truncattus* sp., *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004.

Keywords: rapid inventory, diversity, distribution, Hispaniola.

El refugio de vida silvestre El cañón del río Gurabo abarca territorios de las secciones Los Quemados, Las Caobas, Gurabo y El Cacique, la primera de las cuales pertenece a la provincia Valverde, en tanto que las demás corresponden a la provincia Santiago Rodríguez

(MIMARENA, 2018). Esta área protegida se encuentra ubicada entre las coordenadas 19°26'60" N a 19°19'60" N y 71°10'00" O a 71°12'00" O, con una extensión de 30.16 km² y elevaciones entre 60 y 250 m s. n. m. La vegetación en esta zona consiste en bosque seco, matorral seco, bosque latifoliado húmedo y pastizal, así como una vegetación ribereña asociada al río Gurabo y sus afluentes (MIMARENA, 2018).

Los trabajos faunísticos en este refugio han incluido tres grupos de vertebrados: aves, anfibios y reptiles (Landestoy y Ortiz, 2015; Ortiz y Landestoy, 2015; MIMARENA, 2018), faltando información sobre otros grupos, particularmente de arácnidos.

Con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre la diversidad de la fauna de este refugio, recientemente investigadores del Museo Nacional de Historia Natural "Prof. Eugenio de Jesús Marciano" realizaron recientemente dos expediciones a esta área protegida. Estas expediciones tuvieron lugar del 29 de mayo al 1ro de junio y del 11 al 14 de septiembre de 2018. Además de las arañas, fueron estudiados los reptiles (Gabot-Rodríguez y Marte, 2019), anfibios, murciélagos, peces, insectos y miriápodos, al igual que otros arácnidos (resultados aún sin publicar).

Se realizaron colectas libres diurnas (09:00 - 15:00 horas) y nocturnas (20:00 - 00:00 horas). Estas colectas tuvieron lugar en los bosques seco y húmedo. Los especímenes se introdujeron en alcohol etílico al 70 % y se depositaron en la colección de arácnidos del museo (MNHNSD).

Durante el inventario fueron reconocidas 73 especies de arañas (Anexo 1), las cuales representan el 16.9 % de las especies conocidas para la Hispaniola (República Dominicana y Haití); se identificaron 32 familias y 64 géneros. De las especies registradas, 16 son endémicas de la Hispaniola, representando el 7.1 % de las especies endémicas de la isla.

El presente trabajo representa el primer registro de las especies listadas para esta área específica, destacándose *Antillena* sp. (Theraphosidae; Fig. 1), *Pozonia* sp. (Araneidae) y *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004 (Hersiliidae). Del género monotípico y endémico de la Hispaniola *Antillena* Bertani, Huff et Fukushima, 2017, se conocen registros de las provincias Pedernales, Independencia y Barahona (Bertani y Huff, 2013; de los Santos y Carrero Jiménez, 2015; Kaderka, 2016; Fukushima y Bertani, 2017), por lo que ahora se registra para el norte de República Dominicana. Asimismo, la especie *Pozonia* sp. representa el primer registro de este género para el norte de la República Dominicana; los registros previos, todos correspondientes a la especie endémica *Pozonia andujari* Alayón, 2007, provienen de las provincias Peravia, San Juan, San José de Ocoa y La Altagracia (Alayón García, 2007; Alayón García et al., 2011). Por otro lado, *Y. guaba* es una especie endémica, muy rara, de la que solo se han colectado tres ejemplares, en las provincias Pedernales y Montecristi (Rheims y Brescovit, 2004; Rheims et al., 2014), ampliándose su distribución conocida con el actual registro.

De igual forma, también se extiende la distribución conocida de la "araña parda del Mediterráneo" (*Cyrtophora citricola*), especie exótica invasora, de la que se tenían registros en las provincias Bahoruco, Barahona, Independencia, Pedernales, San Juan, Peravia, La Vega, Santo Domingo, La Romana, Hato Mayor y La Altagracia (Alayón García et al., 2001; Teruel et al., 2014; de los Santos y Carrero Jiménez, 2015); además de estos registros, la colección del MNHNSD guarda ejemplares colectados en las provincias Azua, San Cristóbal, Monseñor Nouel y Montecristi.



Figura 1. Hembra de *Antillena* sp. (Theraphosidae). Ejemplar de *Antillena* sp. en su típica madriguera.

Como objetos de conservación del refugio de vida silvestre Cañón del río Gurabo, se eligieron las especies endémicas siguientes: *Anasaitis elegantissima* (Simon, 1888), *Anelosimus fraternus* Bryant, 1948, *Hentzia mandibularis* (Bryant, 1943), *Jollas crassus* (Bryant, 1943), *Modisimus cuadro* Huber et Fischer, 2010 y *Yabisi guaba* Rheims et Brescovit, 2004. A éstas se suman otras 10 especies aún sin determinar, las que pasan a estar en proceso de descripción como nuevas especies: *Antillena* sp., *Ariadna* sp., *Bolostromus* sp., *Cyrtopholis* sp., *Modisimus* sp., *Odo* sp., *Pozonia* sp., *Selenops* sp., *Trichopelma* sp. y *Truncattus* sp. De validarse estas futuras descripciones, constuirían endemismos locales.

AGRADECIMIENTOS

A Ramón Aníbal Almonte y Jonatan Brito, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (prov. Valverde), por el apoyo logístico dentro y fuera del área protegida. Al equipo del Museo Nacional de Historia Natural “Profesor Eugenio de Jesús Marcano” que nos acompañó en las expediciones y de igual forma a los guardaparques y brigadistas José A. Uceta, Johnny Rodríguez y Rafael Uceta, por su valiosa ayuda en el campo. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, por el permiso de investigación otorgado al proyecto “Inventario rápido de fauna en el refugio de vida silvestre Cañón del río Gurabo”. A Miguel Landestoy y Antonio Tosto por informarnos, previo a este inventario, sobre la presencia del género *Antillena* en esta área.

LITERATURA CITADA

- Alayón García, G. 2007. Especie nueva de *Pozonia* (Araneae:Araneidae) para República Dominicana. *Solenodon*, 6: 41-44.
- Alayón García, G., G. de los Santos y S. Carrero Jiménez. 2011. Nuevos registros de *Pozonia andujari* (Araneae: Araneidae) para la República Dominicana. *Novitates Caribaea*, 4: 134-135.
- Bertani, R. y J. Huff. 2013. *Avicularia rickwesti* sp. nov., a remarkable new species of *Avicularia* (Theraphosidae: Aviculariinae) from Dominican Republic. *Zoologia*, 30 (3): 333-337.
- De los Santos, G. y S. Carrero Jiménez. 2015. Inventario de las arañas (Arachnida: Araneae) del Parque Nacional Sierra Martín García, República Dominicana, con nuevos registros de género y especie para la Hispaniola. *Novitates Caribaea*, 8: 131-137.
- Fukushima, C. S. y R. Bertani. 2017. Taxonomic revision and cladistic analysis of *Avicularia* Lamarck, 1818 (Araneae, Theraphosidae, Aviculariinae) with description of three new aviculariine genera. *ZooKeys*, 659: 1-185. <https://doi.org/10.3897/zookeys.659.10717>.
- Gabot-Rodríguez, E. y C. Marte. 2019. Inventario de los reptiles del refugio de vida silvestre El cañón del río Gurabo, República Dominicana. *Novitates Caribaea*, 13: 117-121.
- Kaderka, R. 2016. Description of the male of *Avicularia rickwesti* Bertani & Huff, 2013, a remarkable species from the Dominican Republic (Araneae: Theraphosidae: Aviculariinae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 28: 121-127.
- Landestoy, M. y R. Ortiz. 2015. Listado de los anfibios y reptiles registrados en el Refugio de Vida Silvestre Cañón (Furnia) del Río Gurabo y entorno 2009–2015. 3 pp. [Sin publicar]. Disponible en https://www.rufford.org/files/Checklist%20for%20the%20Herpetofauna_0.pdf. Accedido en 12-X-2018.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MIMARENA], Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad, Dirección de Vida Silvestre. Julio de 2018. *Plan de manejo, refugio de vida silvestre Furnia de Gurabo*. Santo Domingo, República Dominicana, 60 pp. [Sin publicar].
- Ortiz, R. A. y M. A. Landestoy T. 2015. Listado de la avifauna registrada en el Refugio de Vida Silvestre Cañón (Furnia) del Río Gurabo y entorno 2009-2015. 4 pp. [Sin publicar]. Disponible en <https://www.rufford.org/files/Listado%20de%20la%20Avifauna.pdf>. Accedido en 12-X-2018.
- Rheims, C. A. y A. D. Brescovit. 2004. Revision and cladistic analysis of the spider family Hersiliidae (Arachnida, Araneae) with emphasis on Neotropical and Nearctic species. *Insect Systematics & Evolution*, 35: 189-239.
- Rheims, C. A., I. Agnarsson y G. A. Alayón. 2014. Description of the male of *Yabisi guaba* (Araneae: Eresoidea: Hersiliidae). *Zoologia*, 31 (4): 405-407. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702014000400013>.
- Teruel, R., Y. Martín-Castejón, F. Cala, G. Alayón García y T. M. Rodríguez-Cabrera. Actualización de la distribución de *Cyrtophora citricola* (Forskål, 1775) (Araneae: Araneidae) en Cuba y Las Antillas. *Revista Ibérica de Aracnología*, 25: 27-32.

LISTA DE ESPECIES DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
EL CAÑÓN DEL RÍO GURABO

* = endémica. EX, exótica invasora. Inm., inmaduro. BS, bosque seco; BH, bosque húmedo.

INFRAORDEN MYGALOMORPHAE

CYRTAUCHENIIDAE

1. *Bolostromus* sp.* 4♀; BH

DIPLURIDAE

2. *Masteria* sp. 1♀; BH

THERAPHOSIDAE

3. *Antillena* sp.* 4♀♀; BS, BH

4. *Cyrtopholis* sp.* 3♀♀; BH

5. *Phormictopus cancerides* (Latreille, 1806) 2♀♀ 1♂ 3 inm.; BS, BH

6. *Trichopelma* sp.* 1♀ 1 inm.; BS

INFRAORDEN ARANEOMORPHAE

AGELENIDAE

7. *Barronopsis* sp. 2♀ 2♂; BS

ANYPHAENIDAE

8. *Hibana* sp. 1♂ inm. 1♀ inm.; BH, BS

9. *Wulfila* sp. 1♀ 1♂; BH

10. *Anyphaenidae* sp. 4♂; BH

ARANEIDAE

11. *Acacesia hamata* (Hentz, 1847) 1♂ 1 inm.; BS

12. *Cyrtophora citricola* (Forskål, 1775) EX 1♀; BS

13. *Eustala anastera* (Walckenaer, 1842) 2♀♀; 4 inm.; BS, BH

14. *Gasteracantha cancriformis* (Linnaeus, 1758) 3♀ 1 inm.; BS

15. *Larinia* sp. 1♂ inm.; BS

16. *Mecynogea martiana* (Archer, 1958) 1♀; BS

17. *Metazygia crewi* (Banks, 1903) 3♀ 1♂ 1 inm.; BH, BS

18. *Micrathena forcipata* (Thorell, 1859) 3♀; BH, BS

19. *Ocrepeira serrallesi* (Bryant, 1947) 3♀; BH, BS

20. *Parawixia tredecimnotata* F. O. P.-Cambridge, 1904 2♀ 1♂ 2 inm.; BH, BS

21. *Pozonia* sp.* 1♀; BS

CAPONIIDAE

22. *Nops* sp. 1♀; BH

CTENIDAE

23. *Cupiennius* sp. 2 inm.; BH

24. *Ctenidae* sp. 4 inm.; BH

CORINNIDAE

25. *Corinna* sp. 1♀ 2♂ 6 inm.; BH, BS

26. *Mazax* sp. 1♂; BS

DEINOPIDAE

27. *Deinopis lamia* MacLeay, 1839 1♀ 2♂; BH, BS

FILISTATIDAE

28. Filistatidae sp. 2 inm; BH

GNAPHOSIDAE

29. *Camillina* sp. 1♀; BH

30. *Zelotes* sp. 1♀ BS

31. Gnaphosidae sp.1 1♀ BS

32. Gnaphosidae sp.2 2♀; BS

HERSILIIDAE

33. *Yabisi guaba* Rheims *et* Brescovit, 2004* 1♀ 1♂; BS

LYCOSIDAE

34. *Trochosa* sp. 3♀ 1♂; BS, BH

MIMETIDAE

35. *Mimetus* sp. 1♀; BH

MITURGIDAE

36. *Teminius insularis* (Lucas, 1857) 1♀; BS

OONOPIDAE

37. Oonopidae sp.1 1 inm.; BH

38. Oonopidae sp.2 1♂; BH

PHOLCIDAE

39. *Micropholcus* sp. 1♀; BH

40. *Modisimus cuadro* Huber *et* Fischer, 2010* 1♀; BH

41. *Modisimus* sp.* 1♂; BH

PISAUROIDAE

42. *Thaumasia velox* Simon, 1898 1♀ 1 inm.; BH

SALTICIDAE

43. *Agobardus* sp. 1♀; BH

44. *Anasaitis elegantissima* (Simon, 1888)* 1♂; BS

45. *Anasaitis* sp. 3♀ 1♂; BS, BH

46. *Hentzia mandibularis* (Bryant, 1943)* 1♂; BS

47. *Jollas crassus* (Bryant, 1943)* 2♀ 1♂; BS, BH

48. *Lyssomanes antillanus* Peckham, Peckham *et* Wheeler, 1889 1♂ 1 inm.; BH

49. *Truncattus* sp.* 1♀; BS

SCYTODIDAE

50. *Scytodes fusca* Walckenaer, 1837 3♀; BS

51. *Scytodes longipes* Lucas, 1844 4♀; BS, BH

SEGESTRIIDAE

52. *Ariadna* sp.* 4♀; BH

SELENOPIIDAE

53. *Selenops* sp.* 1♂; BS

SICARIIDAE

54. *Loxosceles* sp. 3♀ inm.; BS

SPARASSIDAE

55. *Neostasina* sp. 1♂ inm. 3 inm.; BS, BH

TETRAGNATHIDAE

56. *Alcimosphenus licinus* Simon, 1895 1♀; BH

57. *Leucauge argyra* (Walckenaer, 1842) 1♀; BS

58. *Tetragnatha* cf. *elongata* Walckenaer, 1841 1♀ 1♂; BH

THERIDIIDAE

59. *Anelosimus fraternus* Bryant, 1948* 2♀; BH

60. *Dipoena* sp. 1♀; BH

61. *Faiditus caudatus* (Taczanowski, 1874) 1♀; BH

62. *Latrodectus geometricus* C. L. Koch, 1841 2♀ 1♂; BS, BH

63. *Neopisinus graciosus* (Bryant, 1940) 3♀; BH

64. *Neospintharus fuscatus* (O.P.-Cambridge, 1894) 1♂; BS

65. *Pholcomma* sp. 1♂ inm; BH

66. *Steatoda erigoniformis* (O.P.-Cambridge, 1872) 1♀; BH

67. *Tidarren sisypoides* (Walckenaer, 1842) 1♀; BH

68. *Theridion* sp. 1♂; BH

THERIDIOSOMATHIDAE

69. *Wendilgarda* sp. 1♂; BH

THOMISIDAE

70. *Isaloides* sp. 3♂ inm.; BH

TRACHELIDAE

71. *Trachelas* sp. 2♂; BH

ULOBORIDAE

72. *Miagrammopes* sp. 2♀ 1 inm.; BH, BS

XENOCTENIDAE

73. *Odo* sp.* 1♀ 1♂ inm.; BS

Directrices para autores/as

Definición y alcance de la revista

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

Frecuencia de publicación

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

Tipos de originales aceptados

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

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

Formato de Artículos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Citas y referencias bibliográficas

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

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

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

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

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

e) Las citas a dos o más publicaciones de un mismo autor en un mismo año serán identificadas con una letra

minúscula (a partir de la “a”) al final del año: (Cordero-Rivera, 2017a, 2017b), de la misma manera deberán aparecer en el apartado de LITERATURA CITADA.

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

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

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

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

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

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

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

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

Formato de las Notas

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

Proceso de revisión de pares

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

Derechos de autor y política de acceso abierto

La publicación se hará sin costo para los autores, quienes recibirán un ejemplar impreso del número de la revista.

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

Excepción de responsabilidad

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

Envío de originales

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

Declaración de privacidad

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

Author Guidelines

Aims and Scope

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

Publication Frequency

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

Types of Original Contributions

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

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

Format for Articles

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

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

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

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

(4) OBJECTIVES: brief and precise.

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

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

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

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

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

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

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

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

Citations and Bibliographic References

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- García Rodríguez, N. y J. Morffe Rodríguez. 2015. Redescipción de *Icthyocephalus victori* García et Fontenla, 2002 (Nematoda: Icthyocephalidae) de Puerto Rico. *Novitates Caribaea*, 8: 104-111.
- Henderson, R. W. and R. Powell. 2009. *Natural History of West Indian Reptiles and Amphibians*. University Press of Florida, Gainesville, Florida, 455 pp.
- Mauries, J. P. y R. L. Hoffman. 1998. On the identity of two enigmatic Hispaniolan millipedes (Spirobolida: Rhinocricidae). *Myriapodologica*, 5 (9): 95-102.
- Nelson, G. 1989. Cladistics and evolutionary models. *Cladistics*, 5: 275-289.
- Pérez-Gelabert, D. E. and G. D. Edgecombe. 2013. Scutigermorph centipedes (Chilopoda: Scutigermorpha) of the Dominican Republic, Hispaniola. *Novitates Caribaea*, 6: 36-44.

Format of Notes

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

Peer Review Process

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

Copyright and Open Access Policy

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

Exemption of Responsibility

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

Release of manuscripts

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

Privacy Policy

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

CONTENIDO

Artículos

- Preferencias tróficas de *Pterois volitans* (Scorpaenidae) en el área costera de Holguín, Cuba
 Enrique REYNALDO DE LA CRUZ, Antonio VEJA TORRES,
 María Eugenia VEJA CENDEJAS, Alejandro FERNÁNDEZ VELÁZQUEZ,
 José CRUZ RAMÍREZ, Elier CÓRDOVA GARCÍA y Pedro CRUZ RAMÍREZ 1
- Algas epibiontes en braquiuros (Crustacea) de dos pocetas intermareales en la costa suroriental de Cuba
 Asiel CABRERA GUERRERO y Abdiel JOVER CAPOTE 13
- Population structure of an endemic fish *Limia zonata* (Cyprinodontiformes: Poeciliinae) in the Maimón river,
 Dominican Republic
 Patricia TORRES-PINEDA, Carlos M. RODRÍGUEZ-PEÑA, Óscar M. LASSO-ALCALÁ &
 Arlen MARMOLEJO 22
- Guía de identificación de los murciélagos de la Española y anotaciones sobre las familias y especies
 Miguel S. NÚÑEZ-NOVAS, Rosanna GUZMÁN-PÉREZ y Alexandra CONTRERAS-PUIGBÓ 39
- Brachybaenus domingensis* sp. nov. of gryllacridids (Orthoptera: Stenopelmatoidea: Gryllacrididae) from
 Dominican Republic, Hispaniola
 Daniel E. PEREZ-GELABERT 64
- The vulnerability of leaf litter ants to forest disturbances in the island of Puerto Rico, Greater Antilles
 Miguel A. GARCÍA 74
- Natural and anthropogenic factors as taphonomic agents in the differential preservation of paleontological
 remains from the fossil deposit “Las Llanadas”, Central Cuba
 Joao G. MARTÍNEZ-LÓPEZ 92
- Notas
- Inventario rápido de los reptiles del refugio de vida silvestre El Cañón del río Gurabo, República Dominicana
 Eveling GABOT-RODRÍGUEZ y Cristian MARTE 117
- Citizen science enables a new locality record for a critically endangered toad, *Peltophryne florentinoi*
 Moreno & Rivalta, 2007
 Luis M. DÍAZ, Jeffrey M. LEMM, Erick M. BRIGGS, Sharon CLARK, Andrew L. DANNENBERG,
 Russell G. GAMBER, Jane KELLY, Patrick LAUGHLIN, Gary MARKOWSKI, Erin L. SHELLEY,
 & Adrian B. VAN BAKEL 122
- Nuevo registro de localidad para *Ialtris Dorsalis* (Günther, 1858) (Squamata: *Dipsadidae*) en República
 Dominicana
 Alfredo DALMAU DISLA, Miguel A. LANDESTOY, Oniel ÁLVAREZ ABREU, Joandry M. CABRERA-
 PICHARDO y Enrique FRÍAS 125
- Inventario rápido de las arañas (Arachnida: Araneae) del refugio de vida silvestre El Cañón del río Gurabo,
 República Dominicana
 Gabriel DE LOS SANTOS y Solanlly CARRERO JIMÉNEZ 128