

CAPÍTULO 5

NUEVA ESPECIE DEL GÉNERO ENDÉMICO *ANTILLOBISIUM* (BOCHICIDAE) PARA CUBA, CON CONSIDERACIONES BIOGEOGRÁFICAS Y ECOLÓGICAS PARA EL GÉNERO



Capítulo 5. Nueva especie del género endémico *Antillobisium* (Bochicidae) para Cuba, con consideraciones biogeográficas y ecológicas para el género

Este capítulo reproduce la traducción del texto íntegro del artículo publicado:

Barba, R., J. A. Zaragoza and G. López. 2018. A new *Antillobisium* species (Arachnida: Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Cuba, with biogeographical and ecological remarks on the genus. *Zootaxa*, 4461 (3): 399-410.

5.1. Introducción

La familia Bochicidae está compuesta por dos subfamilias: Bochicinae y Leucohyinae, con 12 géneros y 43 especies (Harvey, 2013; Ratton *et al.*, 2012; Viana *et al.*, 2018). Muchmore (1998) resume la historia de la familia en una revisión donde recopila toda la información dispersa que existía hasta ese momento. Reboleira *et al.* (2010) ofrecen una clave actualizada de los géneros de Bochicidae. La familia se distribuye fundamentalmente en América, donde podemos encontrarla en 12 países, desde USA (Texas) y México hasta las Antillas, Venezuela, Guyana y Brasil. Por otro lado, existen dos géneros aislados en la Península Ibérica: *Troglobisium* (Ellingsen, 1912) presente en España y *Titanoboehia* Zaragoza y Reboleira 2010, de Portugal.

En el presente capítulo pretendemos actualizar la composición taxonómica del género *Antillobisium* en Cuba con la descripción de una nueva especie troglobia, así como elaborar una clave dicotómica para todas las especies del género. Por otro lado, ofreceremos datos de la historia natural de la especie cavernícola y elaboraremos un mapa con la distribución de *Antillobisium* en el archipiélago cubano. Por último, nos proponemos esbozar algunas notas sobre la ecología de la especie troglobia, además de consideraciones para su conservación y algunos aspectos de la biogeografía.

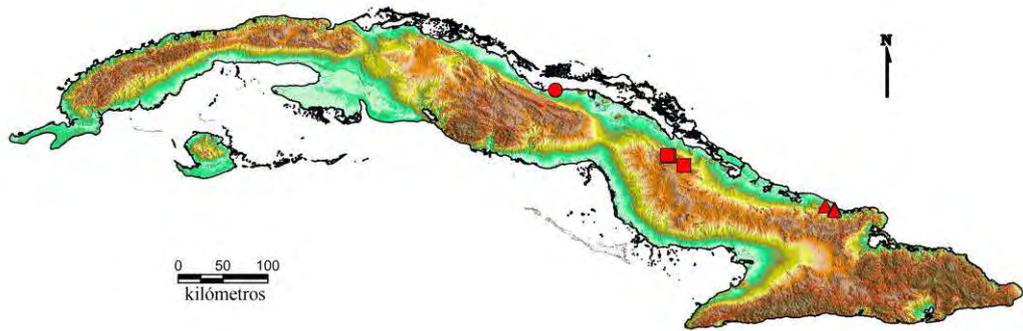
5.2. Antecedentes

5.2.1. Historia de la taxonomía la familia Bochicidae en Cuba

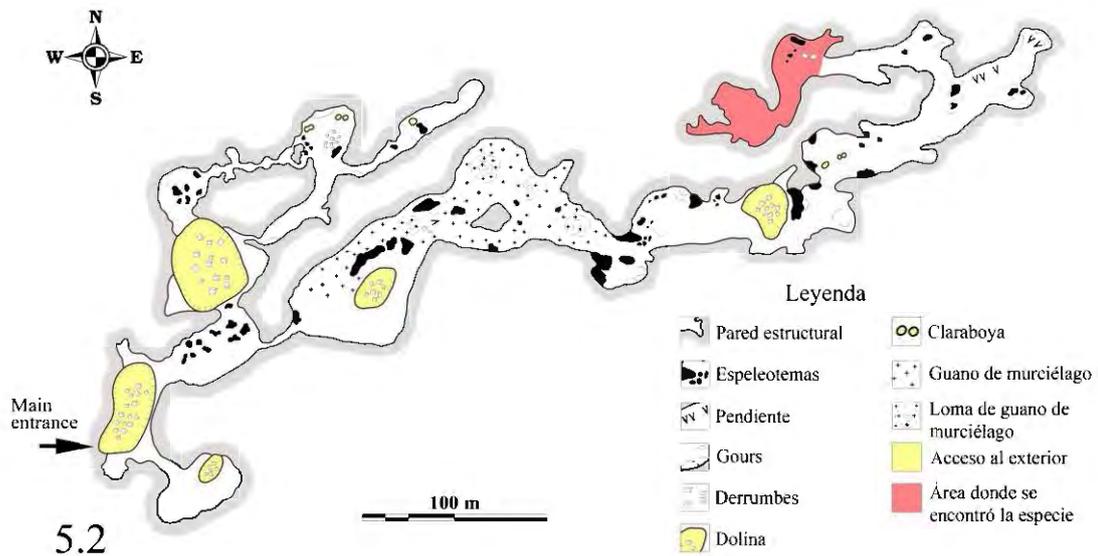
En Cuba encontramos dos géneros pertenecientes a Bochicidae, *Mexobisium* Muchmore, 1973 (subfamilia Leucohyinae), con tres especies epigeas: *M. cubanum* Muchmore 1973 de Sancti Spiritus; *M. armasi* Muchmore, 1980 distribuida en Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo y *M. sierramaestrae* Muchmore, 1980, en Santiago de

Cuba y Holguín (Muchmore, 1973, 1980; Barba Díaz, 2007). El otro género es *Antillobisium* Dumitresco y Orghidan, 1977 (subfamilia Bochicinae), endémico de nuestro país con dos especies troglobias previamente conocidas, *A. mitchelli* Dumitresco y Orghidan 1977, de Cueva del Guano, Cueva de los Panaderos y Cueva la Campana, Gibara, provincia de Holguín; por otro lado, *A. vachoni* Dumitresco y Orghidan 1977, que se ha encontrado en Cueva del Indio, Cueva Pichardo y Cueva Tenebrosa, todas ubicadas en la provincia de Camagüey (Dumitresco y Orghidan, 1977; Heurtault, 1994; Barba Díaz y Alegre Barroso, 2008).

Recientes recolectas de la Cueva del Pirata y Cueva Grande en Cayo Caguanes, provincia de Sancti Spíritus, revelaron la presencia de una nueva especie troglobia de gran tamaño perteneciente al género *Antillobisium*. Esta especie constituye la tercera descrita del género en Cuba (Fig. 5.1).



5.1



5.2

Figuras 5.1-5.2. 5.1, distribución conocida del género *Antillobisium* en Cuba. Triángulos: *A. vachoni*, cuadrados: *A. mitchelli*, círculos: *A. tomasi* n. sp. 5.2, mapa de Cueva del Pirata, provincia de Sancti Spiritus (modificado de Núñez-Jiménez *et al.* 1968).

5.2.2. Área de estudio

Cueva del Pirata y Cueva Grande están localizadas en Cayo Caguanes, una pequeña isla de 2 km de largo de este a oeste y 1.1 km de ancho de norte a sur, localizada al norte del municipio de Yagüajay, provincia Sancti Spiritus. Esta isla está actualmente conectada a tierra firme por un pedraplén, pero antiguamente estuvo separada por pantanos de agua

dulce y en algunas ocasiones aguas salobres. En ésta pequeña área de tierra, existen alrededor de 35 cuevas con una extensión total de 11 m aproximadamente, convirtiéndola en una de las áreas con más densidad de cuevas por unidad de área en Cuba (Núñez Jiménez, 1967). Cueva del Pirata es una cueva fósil, localizada en la zona sur de Cayo Caguanes y con una extensión aproximada de 1.2 km (Fig. 5.2). La cueva se abre entre piedras calcarenitas rosadas y blancas del Mioceno Medio y se considera que pertenece al tipo “Caguanes”, originada por aguas freáticas y caracterizada por su morfología laberíntica, con un desarrollo esencialmente horizontal. Contiene numerosas formaciones secundarias que incluyen formaciones fungiformes alrededor de las estalagmitas, estalactitas y columnas que tienen gran significado para determinar las variaciones pasadas del nivel del mar (Núñez Jiménez, 1967). Por otro lado, Cueva Grande es también una cueva fósil, con un gran número de galerías laberínticas; posee un desarrollo horizontal de más de 3 km, siendo también del tipo “Caguanes”. Esta última cueva presenta importantes acumulaciones de aguas freáticas, dentro de los que cabe mencionar el Lago Martí, con 65 m de longitud. Además, algunas galerías tienen extraordinarias formaciones secundarias que muestran la antigüedad de la zona donde está situada. Los suelos de las galerías más antiguas tienen capas secundarias y guano de murciélago, mientras que las galerías más recientes tienen un suelo compuesto fundamentalmente por arcilla amarilla. Cueva Grande es, por tanto, una cueva con una gran variedad de biotopos que proveen condiciones favorables para el establecimiento de fauna cavernícola (Núñez Jiménez, 1967; Núñez Jiménez *et al.*, 1973).

5.3. Resultados

5.3.1. Taxonomía

Superfamilia **Neobisioidea** Chamberlin, 1930

Familia **Bochicidae** Chamberlin, 1930

Subfamilia **Bochicinae** Chamberlin, 1930

Género *Antillobisium* Dumitresco y Orghidan, 1977

Comentarios: El género *Antillobisium* está restringido al archipiélago cubano. Las tres especies conocidas del género son troglobias, fuertemente adaptadas al medio subterráneo y debido a su aislamiento geográfico, pueden ser consideradas relictuales. El género más cercano dentro de la subfamilia Bochicinae es *Troglobochica* Muchmore, 1984, que es endémico de Jamaica. Estos dos géneros comparten la presencia de aparato del veneno en ambos dedos de la pinza del pedipalpo; un *rallum* del quelícero con al menos una seda reducida en tamaño y con ausencia de denticulos; tricobotrio *ib* en posición basal en el dorso de la mano; la ausencia de ojos y de dientes accesorios en los dedos de las pinzas. Sin embargo, existen diferencias evidentes entre ambos géneros. Al contrario de *Antillobisium*, las especies de *Troglobochica* tienen los pedipalpos mayormente lisos, el arolio más corto que las uñas, el tricobotrio *ist* distintivamente proximal a *est* y las sedas distales y basales del *rallum* reducidas a pequeñas espinas (Muchmore, 1984).

Antillobisium tomasi n. sp.

(Figs 5.3-5.21)

Tipos. ♂ holotipo: Cuba, Cueva del Pirata, Cayo Caguanes, Yagüajay, Sancti Spiritus, 22.38777 N, -79.12472 W, 16-IV-2016, 20 msnm, T.M. Rodríguez (CZACC 3.3363). 1 ♂ paratipo (CZACC 3.3366), 2 ♀♀ paratipos (CZACC 3.3364, CZACC 3.3365), los mismos datos del holotipo, excepto 26-II-2006, P. de la Torre. 1 tritoninfa (CZACC 3.3367), Cueva Grande, Cayo Caguanes, Yagüajay, Sancti Spiritus, 22.39417 N, -79.12444 W, 18-VIII-1997, 20 msnm, A. Reyes, en la pared, en la parte oscura de la cueva.

Diagnosis (♂, ♀). La especie más grande y con rasgos fuertemente troglomórficos del género. Fémur del pedipalpo sin un tubérculo pronunciado en la base de la cara antiaxial y ligeramente más corto que la patela. Dedos de las pinzas con dentición ondulada en la mitad distal, con algunos dientes alineados y otros desviados en orientación. Pedipalpo fuertemente granulado, longitud del fémur (♂) 4.17–5.07 mm, (♀) 3.90–4.18 mm, (♂) 11.0–11.3 veces tan largos como anchos, (♀) 10.0–10.5; largo de la pinza con pedicelo (♂) 5.68–6.24 mm, (♀) 5.12–5.42 mm, (♂) 9.8–10.3 veces tan largos como anchos, (♀) 7.7–8.1.

Etimología. La especie está dedicada al bioespeleólogo y aracnólogo cubano Tomás Michel Rodríguez, quien recolectó el ejemplar holotipo.

Descripción (♂, ♀). Especie de gran tamaño, longitud del cuerpo de 6 mm, con extremidades extremadamente troglomórficas (Fig. 5.3). Tegumento despigmentado; especímenes conservados en etanol con el opistosoma y patas pálidas; carapacho, quelíceros y pedipalpos de color rojizo.



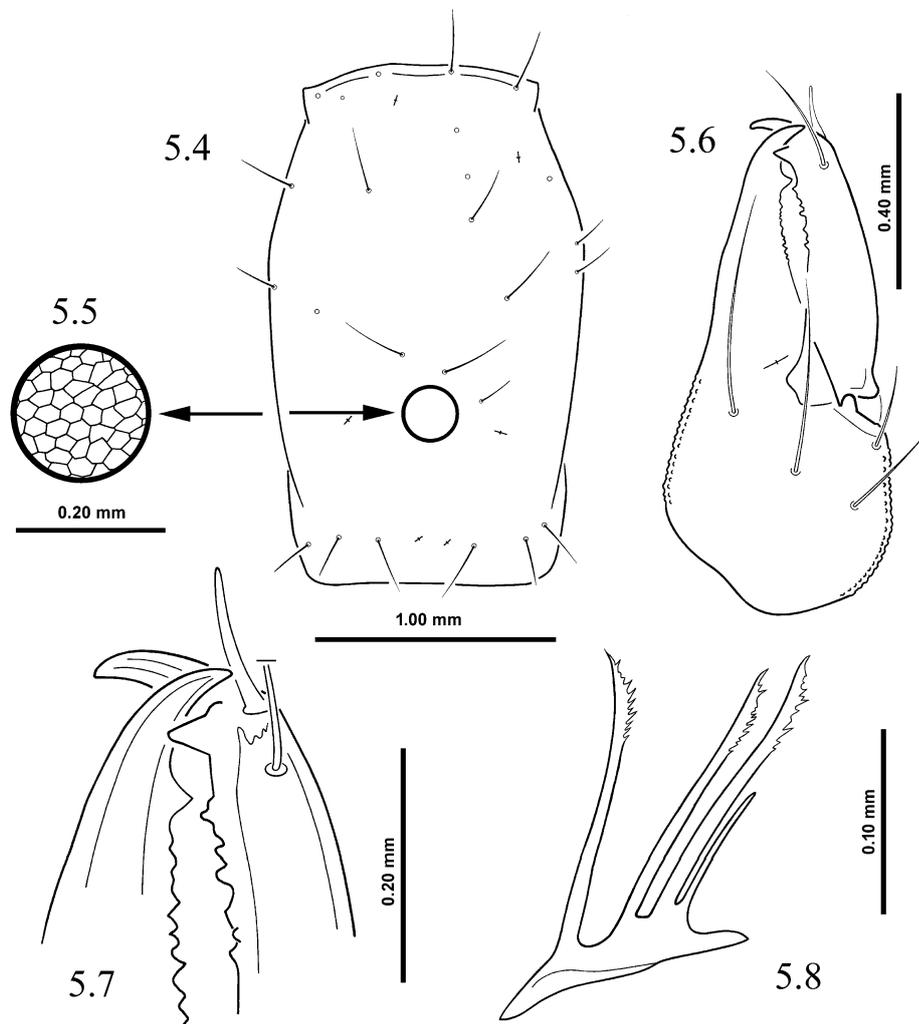
Figura 5.3. *Antillobisium tomasi* n. sp., habitus del macho.

Carapacho. Alongado, el ancho máximo se observa en la región anteromedial (Fig. 5.4). Sin ojos o manchas oculares. Sin epistoma. Quetotaxia 4–6:6:5:2–3:5–6 (22–26). Un par de lirifisuras en la zona anterior, medial y posterior. Numerosos microporos sobre toda la superficie. Superficie medial reticulada (Fig. 5.5).

Área coxal. Proceso manducatorio largo y aguzado, con 2 sedas distales en cada lado, disco de la coxa del pedipalpo con 10–16 sedas, coxas de las patas I: 7–11 sedas, II 5–8, III 7–8, IV 7–10. Proceso anterolateral de la coxa I redondeado y moderadamente prominente; sin proceso medial.

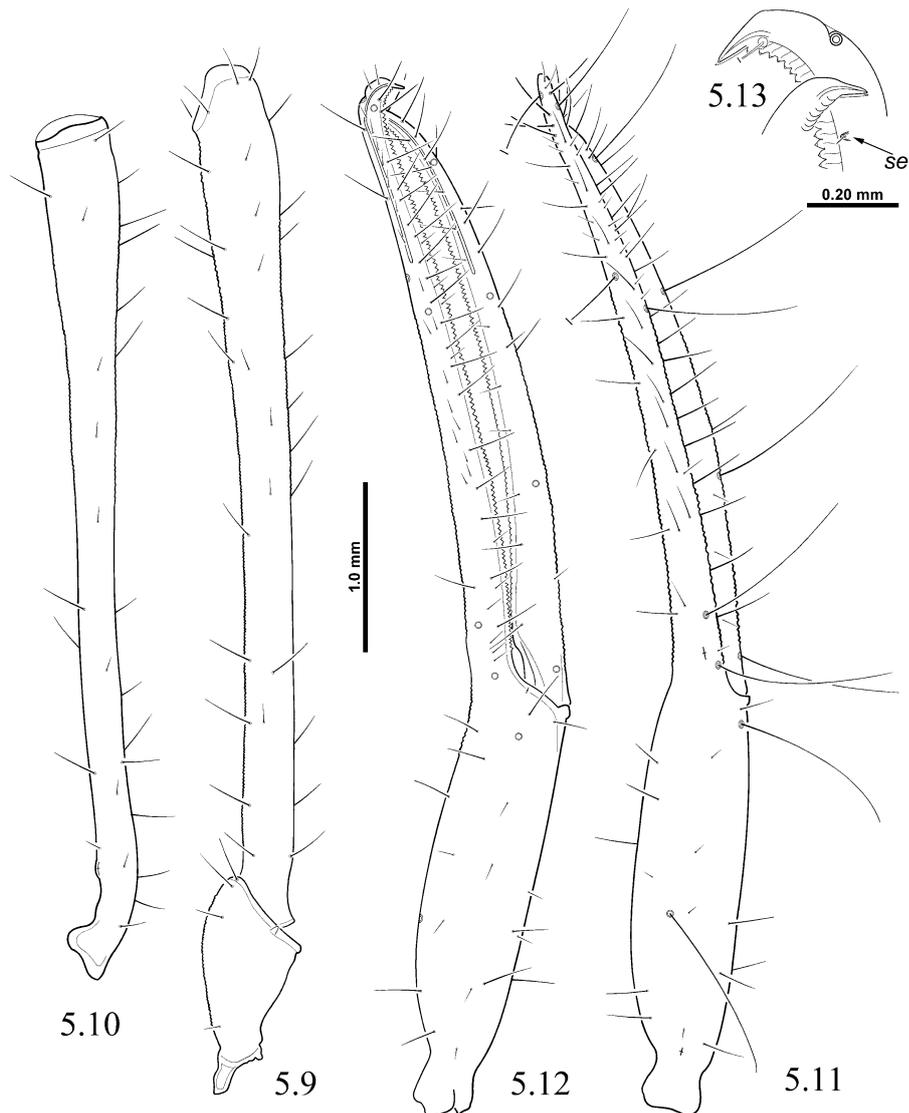
Opistosoma. Alongado, membranas pleurales lisas y longitudinalmente estriadas. Quetotaxia tergal: 4:4:4:4–5:6:6:6:6:6:4–5:4:2, terguito X con 4 y XI con 3–4 sedas táctiles. Esternitos II del macho con 31–32 sedas (11 mediales y 21–22 marginales y pequeñas), esternito III con 16–20 sedas pequeñas en la abertura genital posterior y 7–9 sedas marginales. Esternito II de la hembra con 10–11 sedas (2 mediales y 8–9 marginales), esternito III con 20–23 sedas, incluyendo las sedas marginales y mediales dispersas. Quetotaxia esternal: IV–XII 6–8:7–9:8–10:8–10:8–10:5–8:4–7:2–4:2; sternites VI–VIII muestran 2 sedas discales pequeñas además de las sedas marginales; esternito XI con todas las sedas táctiles. Estigmas en los esternitos III y IV con 2 sedas.

Quelícero. Seis sedas en la mano y una en el dedo móvil, 0.74–0.77 desde la base (Fig. 5.6). Galea simple, longitud 0.11–0.14 mm. Dedo fijo con 10–13 dientes, diente distal más largo que el resto, dañado en el holotipo y algunos paratipos (Fig. 5.7); dedo móvil con un diente distal muy largo, desviado lateralmente ligeramente para alojar el dedo fijo, con 7–8 dientes que se extienden en el medio del dedo, dañados en el holotipo y algunos paratipos (Fig. 5.7). *Rallum* (Figs 5.8, 5.21) con cuatro sedas, la distal es lisa y distintivamente más corta que las otras, que son anteriormente aserradas en su tercio distal y todas aproximadamente de la misma longitud [una hembra paratipo con la seda lisa en posición subdistal, detrás de una seda aserrada (Fig. 5.21)]. Sérrula exterior con 33–36 láminas, sérrula interior con 27 láminas.



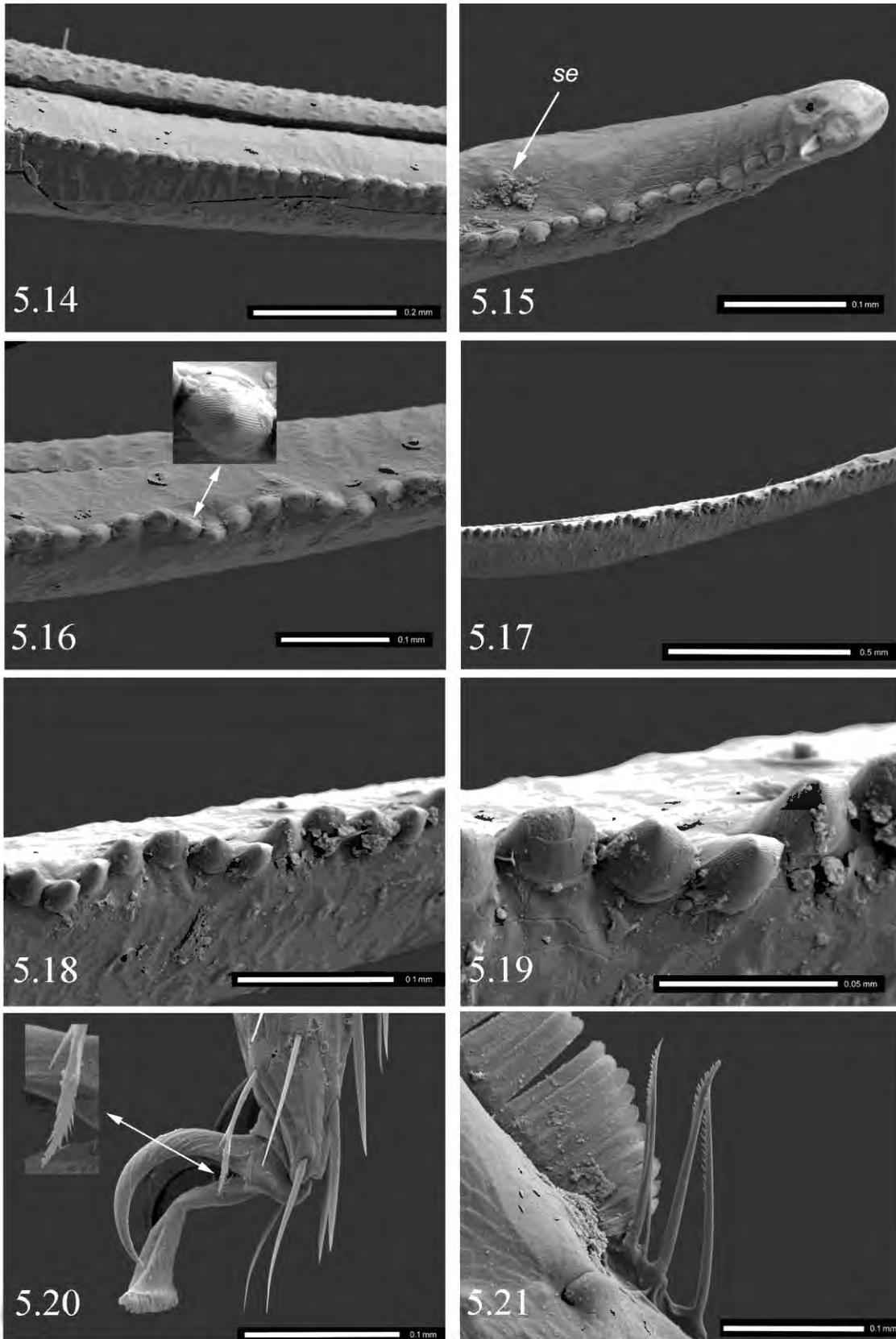
Figuras 5.4-5.8. *Antillobisium tomasi* n. sp., macho holotipo. 5.4, carapacho; 5.5, superficie reticulada aumentada; 5.6, quelícero derecho; 5.7, partes distales de los dedos del quelícero derecho; 5.8, rallum del quelícero izquierdo.

Pedipalpos. Todos los artejos fuertemente granulados, excepto la mano, que presenta menos gránulos. Trocánter corto. Fémur y patela muy alargados, fémur (Fig. 5.9) sin tubérculo glandular en la base de la zona antiaxial, ligeramente más corto que la patela (Fig. 5.10), pero marcadamente más largo que los dedos de la pinza. Mano más ancha en el medio; en vista dorsal, con forma fusiforme (Fig. 5.11), en vista lateral, el margen ventral casi plano, margen dorsal débilmente curvo (Fig. 5.12); 0–3 sedas quimosensoriales en el dorso de la mano, delgadas y pequeñas, distintivamente separadas y distribuidas desde la seda *ib* hacia la base del dedo fijo (Fig. 5.12). Tricobotrios como se muestran en las Figs 5.11–12; tricobotrio *ib* localizado en la mitad basal del dorso de la mano, *eb* en la porción distal de la mano; *esb* e *isb* en la base del dedo, la porción medial del dedo sin tricobotrios, *ist* distal a *est* y ambos aislados, *it* ligeramente distal a *et*, ambos tricobotrios en la punta del dedo. Ambos dedos de las pinzas con aparatos de veneno, *nodus ramosus* distal al tricobotrio *ist* en el dedo fijo y distal a *st* en el dedo móvil. Dedo fijo marcadamente más largo que el dedo móvil. Dedo fijo del macho con 124–131 (113–115 en la hembra) dientes contiguos y puntiagudos hasta la base del dedo fijo; los dientes más distales ligeramente más pequeños que los otros (Fig. 5.15); la mitad distal del dedo con la dentición en forma de sierra, ondulada con grupos de dientes rectos alternando con otros que se desvían en la orientación, en números de 2–6 dientes (Figs 5.16–5.19); dientes en la mitad basal puntiagudos, rectos (Fig. 5.14); una protuberancia fuertemente esclerosada con una seda pequeña en la cara paraxial (Fig. 5.13), situada a nivel de los dientes 12–14, aproximadamente en el punto donde se cruzan las puntas de los dedos. Dedo móvil con tricobotrio *sb* equidistante entre *b* and *st*, tricobotrio *st* entre el nivel de *est* e *it* cuando los dedos se cierran; macho con 101–116 dientes (112–113 en la hembra), aquellos de la mitad distal con la misma forma y orientación que los del dedo fijo, pero con la desviación menos marcada; la mitad basal de la hilera de dientes recta, con dientes redondeados y alcanzando de nuevo el nivel del tricobotrio *isb*.



Figuras 5.9-5.13. *Antillobisium tomasi* n. sp., macho holotipo, pedipalpo derecho. 5.9, trocánter y fémur, vista dorsal; 5.10, patela, vista dorsal; 5.11, pinza, vista dorsal; 5.12, pinza, vista antiaxial; 5.13, punta de los dedos de la pinza, vista paraxial. Abreviatura: *se*, sensilo.

Patas. Fémur y patela marcadamente granulados, los otros segmentos casi lisos; tarso no ensanchado basalmente; seda subterminal apicalmente plumosa; uñas lisas, arolio ligeramente más largo que las uñas (Fig. 5.20). Pata I: unión entre el basitarso y telotarso aparentemente inamovible. Pata IV: sutura fémur/patela fuertemente oblicua, fémur menor que $\frac{1}{4}$ de la longitud femoropatela (F/F+P: 0.20); una seda táctil en la tibia 0.30–0.35 desde la base, basitarso 0.33–0.34, ausente en el telotarso.



Figuras 5.14-5.21. *Antillobisium tomasi* n. sp., hembra paratipo, fotos SEM. 5.14, hilera dental en la mitad basal del dedo fijo (dedo accidentalmente roto longitudinalmente),

vista ventral; 5.15, hilera dental en la parte apical del dedo fijo, la flecha señala el sensilio (*se*) parcialmente escondido por suciedad, vista ventral; 5.16, hilera dental, porción de la mitad distal, con un diente aumentado de tamaño, vista dorsal; 5.17-5.19, hilera dental, porción de la parte distal, a sucesivamente mayores aumentos, vista ventro-antiaxial; 5.20, extremo de la pata IV, con el final distal de la seda subterminal aumentado de tamaño, vista antiaxial; 5.21, rallum del quelícero derecho. Abreviatura: *se*, sensilio.

Medidas seguidas por las ratios en paréntesis. Macho holotipo, seguido por un macho paratipo entre corchetes (cuando la medida es diferente): Cuerpo 5.62 [6.04]. Carapacho 2.04/1.34 (1.5) [2.00/1.28 (1.6)]. Quelícero 1.00/0.47 (2.1) [0.88/0.40 (2.2)], dedo móvil 0.62 [0.56]. Pedipalpo: trocánter 1.30/0.60 (2.2) [1.10/0.52 (2.1)], fémur 5.07/0.46 (11.0) [4.17/0.37 (11.3)], patela 5.30/0.46 (11.5) [4.36/0.40 (10.9)], pedicelo de la patela 0.68 [0.58], pinza con pedicelo 6.24/0.64 (9.8) [5.68/0.55 (10.3)], pinza sin pedicelo 5.86 (9.2) [5.38 (9.8)], mano con pedicelo 2.56 (4.0) [2.20], mano sin pedicelo 2.24 (3.5) [1.90], pedicelo de la mano 0.38 [0.30], dedo móvil 3.80 [3.32], dedo fijo 3.98 [3.47]; ratio dedo móvil/mano con pedicelo 1.5, fémur/dedo móvil 1.3, fémur/carapacho 2.5 [2.1], pinza con pedicelo/carapacho 3.1 [2.8], pinza con pedicelo/fémur 1.2 [1.4]. Pata I: trocánter 0.66/0.37 (1.8) [0.55/0.32 (1.7)], fémur 2.06/0.27 (7.6) [1.76/0.23 (7.7)], patela 0.82/0.24 (3.4) [0.68/0.20], tibia 2.14/0.15 (14.0) [1.81/0.14 (12.9)], basitarso 0.45/0.13 (3.5) [0.40/0.11 (3.6)], telotarso 1.59/0.11 (14.5) [1.43/0.09 (15.9)]; ratio fémur/patela 2.5 [2.6], telotarso/basitarso 3.5 [3.6]. Leg IV: trocánter 0.94/0.37 (2.6) [0.78/0.30], fémur+patela 3.41/0.44 (7.8) [2.95/0.38], fémur 0.67/0.38 (1.8) [0.58 (1.5)], patela 2.98/0.44 (6.8) [2.60/0.38], tibia 2.94/0.19 (15.5) [2.56 (13.5)], basitarso 0.43/0.16 (2.7) [0.40 (2.5)], telotarso 2.30/0.13 (17.7) [2.10/0.11 (19.1)]; ratio telotarso/basitarso 5.3. Hembras paratipos: Cuerpo 5.63–5.74. Carapacho 1.80–1.90/1.22–1.26 (1.5). Quelícero 0.88–0.91/0.43 (2.0–2.1), dedo móvil 0.56–0.57. Pedipalpo: trocánter 1.05–1.14/0.52–0.56 (2.0), fémur 3.90–4.18/0.39–0.40 (10.0–10.5), patela 4.07–4.22/0.39–0.42 (10.0–10.4), pedicelo de la patela 0.55–0.57, pinza con pedicelo 5.12–5.42/0.63–0.70 (7.7–8.1), pinza sin pedicelo 4.82–5.12 (7.3–7.7), mano con pedicelo 1.99–2.15 (3.1–3.2), mano sin pedicelo 1.77–1.85 (2.6–2.8), pedicelo de la mano 0.30, dedo móvil 3.11–3.32, dedo fijo 3.25–3.50; ratio dedo móvil/mano con pedicelo 1.5–1.6, fémur/dedo móvil 1.3, fémur/carapacho 2.2, pinza con pedicelo/carapacho 2.8–2.9, pinza con pedicelo/fémur 1.3. Leg I: trocánter 0.55–

0.57/0.33–0.34 (1.7), fémur 1.64–1.70/0.22–0.24 (7.1–7.5), patela 0.67–0.72/0.20–0.21 (3.4), tibia 1.67–1.74/0.13–0.14 (12.4–12.8), basitarso 0.35–0.37/0.11–0.12 (3.1–3.2), telotarso 1.26–1.38/0.09–0.11 (13.1–14.0); ratio fémur/patela 2.4, telotarso/basitarso 3.6–3.7. Leg IV: trocánter 0.75–0.82/0.29–0.32 (2.6), fémur+patela 2.72–2.91/0.32–0.35 (8.3–8.5), fémur 0.54–0.58/0.31–0.33 (1.7–1.8), patela 2.48/0.32–0.35 (7.1–7.8), tibia 2.23–2.29/0.17–0.18 (12.7–13.1), basitarso 0.37–0.39/0.15–0.17 (2.3–2.6), telotarso 1.92–1.95/0.11–0.12 (16.0–17.7); ratio telotarso/basitarso 5.0–5.1.

Tritoninfa. Carapacho dañado. Ápice de la coxa del pedipalpo con 2 sedas, el resto de las coxas con 5 sedas. Coxa I–V con 5 sedas en cada una. Quetotaxia tergal 4: 4: 4: 4: 5: 6: 6: 5: 6: 4: 4: 2. Quetotaxia esternal: III–XII 8: 8: 7: 8: 6: 8: 6: ?: 4: 2; esternitos VI–VIII con 2 pequeñas sedas disciales, además de las sedas marginales; esternito XI con todas las sedas táctiles. Estigmas en los esternitos III y IV con 1 seda. Mano del quelícero con 5 sedas, seda subgaleal en el dedo móvil a 0.38 mm de la base; galea larga y simple, longitud 0.46 mm; dedo fijo con 11 dientes, el diente distal más largo que los otros; dedo móvil con 7 dientes, el diente distal muy grande y sublateral; *rallum* con 4 sedas; con la misma forma que los adultos; sérrula exterior con 31 láminas, sérrula interior con 22 láminas. Pedipalpo: dedo fijo de la pinza con tricobotrio *ist* distal a *est*; tricobotrio *isb* y *sb* ausentes; dedo fijo con 108 dientes; dedo móvil con 109 dientes. Patas muy similares a las del adulto, una sutura distintiva entre basitarsos y telotarsos, telotarsos no ensanchados, pata IV F/F+P 0.15.

Medidas: Cuerpo 3.62. Carapacho 1.49/1.01 (1.5). Quelícero 0.75/0.35 (2.1), dedo móvil 0.46. Pedipalpo: trocánter 0.74/0.42 (1.8), fémur 2.82/0.31 (9.0), patela 2.90/0.34 (8.5), pedicelo de la patela 0.47, pinza con pedicelo 3.79/0.59 (6.4), pinza sin pedicelo 3.59/0.59 (6.1), mano con pedicelo 1.56 (2.6), mano sin pedicelo 1.36 (2.3), pedicelo de la mano 0.20, dedo móvil 2.40, dedo fijo 2.42; ratio dedo móvil/mano con pedicelo 1.5, fémur/dedo móvil 1.2, fémur/carapacho 1.9, pinza con pedicelo/carapacho 2.5, pinza con pedicelo/fémur 1.3. Pata I: trocánter 0.44/0.25 (1.8), fémur 1.27/0.20 (6.4), patela 0.55/0.17 (3.2), tibia 1.19/0.12 (9.9), basitarso 0.30/0.11 (2.7), telotarso 1.00/0.12 (8.5); ratio fémur/patela 2.3, telotarso/basitarso 3.3. Pata IV: trocánter dañado, fémur+patela 2.12/0.29 (7.3), fémur 0.31/0.29 (1.1), patela 1.86/0.29 (6.4), tibia 1.70/0.15 (11.3), basitarso 0.34/0.14 (2.4), telotarso 1.55/0.10 (15.5); ratio telotarso/basitarso 4.5.

Comentarios: *Antillobisium tomasi* **sp. n.** es fácilmente distinguible de las otras dos especies del género por su considerable mayor tamaño y apéndices extremadamente esbeltos. Además, difiere de *A. vachoni* Dumitresco y Orghidan, 1977 por la ausencia del tubérculo en la base de la cara antiaxial del fémur del pedipalpo.

5.3.2. Clave para las especies de *Antillobisium*

- 1 Fémur del pedipalpo con un tubérculo pronunciado en la base de la cara antiaxial ...
*A. vachoni* Dumitresco y Orghidan, 1977
- Fémur del pedipalpo sin un tubérculo pronunciado en la base de la cara antiaxial ... 2
- 2 Cuerpo más pequeño, largo del fémur del pedipalpo (♂) 1.68 mm, (♀) 1.62–1.85 mm, (♂) 5.2, (♀) 4.6–5.4 veces tan largo como ancho; longitud de la pinza con pedicelo (♂) 2.85 mm, (♀) 2.84–3.34 mm, (♂), (♀) 4.5–4.8 5.0 veces tan largo como ancho..... *A. mitchelli* Dumitresco y Orghidan, 1977
- Gran tamaño corporal, longitud del fémur del pedipalpo (♂) 4.17–5.07 mm, (♀) 3.90–4.18 mm, (♂) 11.0– 11.3 veces tan largo como ancho, (♀) 10.0–10.5; longitud de la pinza con pedicelo (♂) 5.68–6.24 mm, (♀) 5.12–5.42 mm, (♂) 9.8–10.3, (♀) 7.7–8.1 veces tan largo como ancho *A. tomasi* **n. sp.**

5.3.3. Notas ecológicas

En la Cueva del Pirata, *Antillobisium tomasi* **n. sp.** vive en la zona oscura de la cueva, en el suelo con poca materia orgánica, en forma de guano de murciélago (T. M. Rodríguez, com. pers). El pseudoescorpión convive en simpatria con otros invertebrados, como el ricinúlido troglobio *Pseudocellus silvai* (Armas, 1977) y el colémbolo *Metasinella (Metasinella) acrobates* Denis, 1929 (Armas, 1977; Armas y Alayón, 1984; Silva Taboada, 1988). El opilión *Caribbiantes cubanus* Šilhavý, 1973 también se encuentra en esta cueva, pero debajo de las claraboyas del techo de la cueva (A. Alegre, com. pers.). En el caso de Cueva Grande, no existen datos de historia natural para *A. tomasi* **n. sp.**, pero es una cueva bastante grande (más de 3 km de longitud) y es habitada por una comunidad variada de invertebrados (Silva Taboada 1988). Aunque no se han hecho observaciones conductuales de los pseudoescorpiones, algunos individuos son conocidos por alimentarse de colémbolos (e.g. Weygoldt, 1969) y entre las especies que se han recolectado en la cueva, *Metasinella (Metasinella) acrobates* Denis, 1929 e

Hypogastrura manubrialis (Tullberg, 1869) podrían constituir presas potenciales de la nueva especie. Debido al gran número de cuevas en el área, la posibilidad de que *A. tomasi* **n. sp.** habite otras cuevas con características similares no se puede desechar. Aunque no existe comunicación aparente con otras cuevas, las zonas cársticas poseen gran cantidad de grietas y fisuras que pudieran permitir el paso de los pseudoescorpiones y por lo tanto colonizar nuevas cuevas. Serán necesarios más datos biológicos para un mejor entendimiento de la ecología de este interesante troglóbico.

5.3.4. Estado de conservación de *Antillobisium tomasi* n. sp.

Los sistemas cársticos son muy complejos y sus características geológicas e hidrológicas los convierten en uno de los ecosistemas más frágiles a nivel mundial. Las especies troglóbicas son geográficamente restringidas y frecuentemente son numéricamente raras, convirtiéndose en especies muy vulnerables a cualquier disturbio. Esto, combinado con las bajas tasas de reproducción que presentan, puede hacer que la fauna estrictamente cavernícola sea vulnerable (Culver y Pipan, 2009). *Antillobisium tomasi* **sp. n.** actualmente se conoce solo de dos cuevas, separadas por menos de 1 km en el área protegida Parque Nacional Caguanes, dentro de la Reserva de la Biosfera Buenavista.

Entre los principales problemas que afectan el manejo y desarrollo del Parque Nacional Caguanes están las actividades socioeconómicas indiscriminadas, tales como la tala, caza, producción de carbón, extracción de guano de murciélago, prospección minera, extracción de piedra, construcciones puntuales, ganadería, pesca sistemática, vertimiento de residuales en la Bahía de Buena Vista proveniente de las industrias y la agricultura, actividades recreativas de forma incontrolada, fundamentalmente en los sectores de playa y las cuevas (Boffill *et al.*, 2009).

Cueva Grande posee una significativa comunidad de invertebrados, pero al mismo tiempo alberga una de las colonias más grandes del murciélago pescador, *Noctilio leporinus mastivus* (Vahl, 1797), en Cuba (Mancina y García, 2011). Esta cueva ha sido explotada durante varios años para extraer guano de murciélago, que es utilizado por los campesinos locales para fertilizar sus cosechas. La extracción de guano de murciélago en grandes cantidades modifica la humedad y temperatura de la cueva (Mancina, 2011). Esta actividad pudiera, por lo tanto, afectar no solo la colonia de murciélagos sino

también la de invertebrados, por lo que son necesarios más estudios para investigar el verdadero impacto de esta actividad en la fauna de la cueva.

Cueva del Pirata tiene además un gran significado desde el punto de vista arqueológico, porque contiene pictografías de los aborígenes cubanos. Al parecer, está bien conservada en la actualidad (M. Núñez, com. pers.), pero el estado de conservación verdadero permanece desconocido. Como ocurre con Cueva Grande, son necesarios más estudios ecológicos y biológicos acerca de *Antillobisium tomasi* **sp. n.** para poder identificar las posibles amenazas que enfrenta esta especie en las cuevas donde habita.

La distribución geográfica restringida en conjunto con todas las amenazas que enfrenta este pseudoescorpión troglobio lo convierten en susceptible a la extinción acorde con el criterio VU D2 de la IUCN (IUCN, 2012). Sin embargo, son necesarios futuros estudios para llenar los vacíos de conocimiento que existen para poder evaluar a esta especie endémica troglobia para su inclusión en la Lista Roja de la IUCN y el Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba, así como también permitir la propuesta de medidas para su protección e incluirlas en los planes de manejo del Parque Nacional Caguanes.

5.4. Discusión

Los resultados del presente estudio apoyan y añaden evidencias acerca de afinidades cercanas entre los géneros *Antillobisium*, *Titanobochica*, *Troglobochica* y *Vachonium*. La presencia de dos sedas discales en los esternitos VI–VIII, aparentemente sin glándulas asociadas, se observa en las tres especies conocidas de *Antillobisium* (Dumitresco y Orghidan, 1977; Barba Díaz y Alegre Barroso, 2008; presente estudio) y esta característica se comparte con al menos *Vachonium* Chamberlin, 1947 (Belice, México) y *Troglobochica* (Muchmore, 1984; 1998). En *Titanobochica* los esternitos son multiseriados (Reboleira *et al.*, 2010).

La disposición irregular de los dientes marginales del dedo fijo de la pinza del pedipalpo, con algunos dientes desviados en la orientación, fue anteriormente registrado en Bochicidae para *Vachonium boneti* Chamberlin, 1947 (Chamberlin, 1947) y *Titanobochica magnus* Zaragoza y Reboleira, 2010 (Reboleira *et al.*, 2010; Zaragoza y Reboleira, 2018). Esta característica también se observa en *A. tomasi* **sp. n.** y *A. mitchelli*, pero la forma de la dentición es desconocida para *A. vachoni*. Los dientes adicionales presentes en la cara interna de ambos dedos de las pinzas en *Spelaeobochica*

Mahnert, 2001 (Mahnert, 2001) muestran un patrón diferente respecto a los otros géneros.

Chamberlin (1947) describió para el género *Vachonium* un “tubérculo o diente accesorio” en el dedo fijo, aproximadamente en el punto donde se cruzan las puntas de los dedos de las pinzas. Esto fue también mencionado en *Troglobochica* por Muchmore (1998). El tubérculo está asociado con una pequeña seda en *A. tomasi* **n. sp.** y *A. mitchelli* (obs. pers.), pero ambas estructuras parecen estar ausentes en *A. vachoni* (Dumitresco y Orghidan, 1977). Este tubérculo se asemeja al “diente accesorio” mencionado por otros autores, pero en nuestra opinión, probablemente es un sensilio (Fig. 5.15, *se*).

Antillobisium vachoni habita en tres cuevas (Cueva del Guano, Cueva de los Panaderos y Cueva la Campana) del municipio de Gibara, en la parte norte de la provincia de Holguín (Dumitresco y Orghidan, 1977; Barba Díaz y Alegre Barroso, 2008). Esta área se caracteriza por carso litoral y terrazas (Núñez Jiménez, 1984) y las edades de las piedras calizas oscilan entre el Cretácico Inferior y el Pleistoceno Superior (J. Guarch, com. pers.). *Antillobisium mitchelli* vive en tres cuevas del municipio de Sierra de Cubitas (Cueva Pichardo, Cueva Tenebrosa y Cueva del Indio), en la parte norte de la provincia de Camagüey (Barba Díaz y Alegre Barroso, 2008). Sierra de Cubitas se caracteriza por grandes macizos de carbonatos del Cretácico que geológicamente pertenecen al margen sur continental de la Placa de América del Norte (Díaz *et al.*, 2006). Finalmente, *A. tomasi* **n. sp.** habita en dos cuevas del mioceno medio en Cayo Caguanes, una pequeña isla localizada al norte del municipio de Yagüajay, en la provincia de Sancti Spíritus.

El otro representante de la subfamilia Bochicinae presente en las Antillas es el género epigeo y monoespecífico *Bochica* Chamberlin, 1930 (Granada; Trinidad y Tobago) [una especie sin identificar asignada a este género fue mencionada por Mahnert (2001) de Venezuela]. El género que queda de la familia Bochicidae presente en las Antillas es *Mexobisium*, que pertenece a la subfamilia Leucohyinae y se conoce de Cuba y República Dominicana, así como de Belice, Guatemala y México.

En Cuba, los procesos de formación geológica de la isla estuvieron determinados por movimientos tectónicos y erosión, lo que significa que la isla tuvo una gran área de tierra expuesta en determinados períodos, mientras que en otros estuvo reducida a un grupo de pequeñas islas separadas por mares poco profundos y llanuras periódicamente inundadas. Como consecuencia, existieron épocas en las que la biota terrestre estuvo concentrada en alturas topográficas y otras en las que la biota tuvo la oportunidad de dispersarse y colonizar tierras bajas (Iturralde Vinent, 2003). Las tres especies del género *Antillobisium* viven en cuevas separadas por cerca de 200 km, localizadas en diferentes zonas cársticas que han experimentado diferentes procesos geológicos. Este aislamiento geográfico, conjuntamente con el hecho de que las cuevas pueden actuar como “islas dentro de islas” (Esposito *et al.*, 2015), podrían explicar los procesos de especiación de este género endémico. En un futuro, serán necesarios estudios moleculares y filogenéticos para poder dilucidar la edad de las especies, la biogeografía y las relaciones entre ellas.

5.5. Referencias bibliográficas

- Armas, L.F. de. 1977. Dos nuevas especies de *Cryptocellus* (Arachnida: Ricinulei) de Cuba, *Poeyana*, 164: 1–11.
- Armas, L.F. de y Alayón, G. 1984. Sinopsis de los arácnidos cavernícolas de Cuba (excepto ácaros), *Poeyana*, 276: 1–25.
- Barba Díaz, R. 2007. Ampliación del ámbito geográfico conocido de *Mexobisium armasi* Muchmore 1980 y *M. sierramaestrae* Muchmore 1980 en Cuba (Pseudoscorpiones: Bochicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 41: 455–456.
- Barba Díaz, R. y Alegre Barroso, A. 2008. Contribución al conocimiento de *Antillobisium mitchelli* Dumitresco y Orghidan, 1977 en Cuba (Pseudoscorpiones: Bochicidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 16: 123–125.
- Boffill, S., R. Reyes, F. Torres y E. Sánchez. 2009. Desarrollo local sostenible a partir del manejo integrado en el Parque Nacional Caguanes de Yaguajay. *Delos*, 2 (4): 1–17.

- Chamberlin, J.C. 1930. A synoptic classification of the false scorpions or chela-spinners, with a report on a cosmopolitan collection of the same. Part II. The Diplosphyronida (Arachnida-Chelonethida). *Annals and Magazine of Natural History*, (10) 5: 1–48, 585–620.
- Chamberlin, J.C. 1931. The arachnid order Chelonethida. *Stanford University Publications, Biological Sciences*, 7 (1): 1–284.
- Chamberlin, J.C. 1947. The Vachoniidae, a new family of false scorpions represented by two new species from caves in Yucatan (Arachnida, Chelonethida, Neobisioidea). *Bulletin of the University of Utah*, 38 (7) (Biological Series, 10 (4)): 1–15.
- Culver, D.C. y T. Pipan. 2009. *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford University Press, Oxford, 256 pp.
- Díaz-Aspiazu, M.V. González-Cairo, J.G. Palacios-Vargas y M.J. Luciáñez-Sánchez, M.J. 2003. Catálogo de Collembola de Cuba. *Solenodon*, 3: 1–30.
- Díaz, L., W.S. Alverson, A. Barreto y T. Wachter. 2006. Cuba: Camagüey, Sierra de Cubitas. *Rapid Biological Inventories Report 08*, The Field Museum, Chicago, 180 pp.
- Dumitresco, M. y T. Orghidan. 1977. Pseudoscorpions de Cuba. In Orghidan, T., Núñez Jiménez, A., Decou, V., Negrea, Ş. y Bayés, N.V. (eds), *Résultats des Expéditions Biospéologiques Cubano-Roumaines à Cuba*, vol. 2: 99–124. Editura Academiei Republicii Socialiste România: Bucaresti.
- Esposito, L.A., T. Bloom, L. Caicedo-Quiroga, A.M. Alicea Serrano, J.A. Sánchez Ruíz, L.J. May-Collado, G.J. Binford y I. Agnarsson. 2015. Islands within islands: diversification of tailless whip spiders (Amblypygi, *Phrynus*) in Caribbean caves. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 93: 107–117.
- Harvey, M.S. 1992. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). *Invertebrate Taxonomy*, 6: 1373–1435.
- Harvey, M.S. 2013. *Pseudoscorpions of the World, version 3.0*. Western Australian Museum, Perth. <http://www.museum.wa.gov.au/catalogues-beta/pseudoscorpions> (accessed 31 March 2018).

- Heurtault, J. 1994. Pseudoscorpions. *In*: Juberthie, C. y Decu, V. (Eds), *Encyclopaedia biospeologica*. Vol. 1. Société de Biospéologie, Moulis and Bucarest, 185–196.
- Iturralde Vinent, M. 2003. Ensayo sobre la paleogeografía del Cuaternario de Cuba. *Memorias Resúmenes y Trabajos V Congreso Cubano de Geología y Minería*, CD ROM, ISBN 959-7117-II-8, 74 pp.
- IUCN. 2012. *IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 3.1, second edition. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, iv + 32 pp.
- Judson, M.L.I. 2007a. A new and endangered species of the pseudoscorpion genus *Lagynochthonius* from a cave in Vietnam, with notes on chelal morphology and the composition of the Tyrannochthoniini (Arachnida, Chelonethi, Chthoniidae). *Zootaxa*, 1627: 53–68.
- Judson, M.L.I. 2007b. First fossil record of the pseudoscorpion family Pseudochiridiidae (Arachnida, Chelonethi, Cheiridioidea) from Dominican amber. *Zootaxa*, 1393: 45–51.
- Mahnert, V. 2001. Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. *Revue Suisse de Zoologie*, 108: 95–148.
- Mancina, C.A. 2011. Introducción a los murciélagos. *In*: Borroto-Páez, R. y Mancina, C.A. (Eds), *Mamíferos en Cuba*. UPC Print, Vaasa, Finland, 123–133.
- Mancina, C.A. y L. García. 2011. El murciélago pescador. *In*: Borroto-Páez, R. y Mancina, C.A. (Eds), *Mamíferos en Cuba*. UPC Print, Vaasa, Finland, 167–169.
- Muchmore, W.B. 1973. The pseudoscorpion genus *Mexobisium* in middle America (Arachnida, Pseudoscorpionida). *Bulletin of the Association for Mexican Cave Studies*, 5: 63–72.
- Muchmore, W.B. 1980. Pseudoscorpions from Florida and the Caribbean area. 10. New *Mexobisium* species from Cuba. *Florida Entomologist*, 63: 125–127.
- Muchmore, W.B. 1984. *Troglobochica*, a new genus from caves in Jamaica, and redescription of the genus *Bochica* Chamberlin (Pseudoscorpionida, Bochicidae). *Journal of Arachnology*, 12: 61–68.

- Muchmore, W.B. 1998. Review of the family Bochicidae, with new species and records (Arachnida: Pseudoscorpionida). *Insecta Mundi*, 12: 117–132.
- Núñez Jiménez, A. 1967. *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Ed. Provicional, La Habana, 229 pp.
- Núñez Jiménez, A. 1984. *Cuevas y carsos*. Ed. Militar, La Habana, 431 pp.
- Núñez Jiménez, A., V. Decou, Ş. Negrea y C. Fundora-Martínez. 1973. Première expédition biospéologique cubano-roumaine à Cuba (1969). Présentation sommaire des stations prospectées pour la faune terrestre. *In*: Orghidan, T., Núñez Jiménez, A., Botosaneanu, A., Decou, V., Negrea, Ş. y Bayés, N.V. (Eds), *Résultats des Expéditions Biospéléologiques Cubano-Roumaines à Cuba*, vol. 1. Editura Academiei Republicii Socialiste România, Bucaresti, 21–42.
- Núñez Jiménez, A., V. Panos y O. Stelcl. 1968. Carsos de Cuba. *Serie Espeleológica y Carsológica*, 2: 1–47
- Ratton, P., V. Mahnert y R. Lopes Ferreira, R. 2012. A new cave-dwelling species of *Spelaeobochica* (Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Brazil. *Journal of Arachnology*, 40: 274–280.
- Reboleira, A.S.P.S., J.A. Zaragoza, F. Gonçalves y P. Oromí. 2010. *Titanobochica*, surprising discovery of a new cave-dwelling genus from southern Portugal (Arachnida: Pseudoscorpiones: Bochicidae). *Zootaxa*, 2681: 1–19.
- Silva Taboada, G. 1988. *Sinopsis de la espeleofauna cubana*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 144 pp.
- Viana, A.C.M., M.F.V.R. Souza y R.L. Ferreira. 2018. *Spelaeobochica goliath* (Arachnida: Pseudoscorpiones: Bochicidae), a new troglobitic pseudoscorpion from Brazil. *Zootaxa*, 4402 (3): 585–594.
- Weygoldt, P. 1969. *The biology of pseudoscorpions*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 145 pp.
- Zaragoza, J.A. y A.S.P.S. Reboleira. 2018. Five new hypogean *Occidenchthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae) from Portugal. *Journal of Arachnology*, 46: 81–103.

CAPÍTULO 6

MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA POTENCIAL DE SIETE ESPECIES DE LA FAMILIA OLPIIDAE



Capítulo 6. Modelación de la distribución geográfica potencial de siete especies de la familia Olpiidae

6.1. Introducción

Durante los últimos años, el análisis de los patrones de distribución de las especies a nivel mundial ha aportado valiosa información sobre el impacto potencial del cambio climático en la distribución de las especies, específicamente en la capacidad que presentan las poblaciones de migrar para soportar estos cambios previstos (Heller y Zabaleta, 2009; Lawler *et al.*, 2010).

El modelado de nicho ecológico permite estudiar la distribución geográfica de las especies e identificar aquellos factores ambientales limitantes. En general, estos modelos relacionan datos de presencia con variables ambientales para generar una aproximación de las condiciones que favorecen la presencia de las poblaciones de la especie (el nicho ecológico) (Peterson *et al.* 2011).

En el presente capítulo utilizaremos el modelo que trabaja solo con datos de presencia y cuyo principio es el de máxima entropía, el cual plantea que la mejor aproximación a una distribución desconocida es aquella más expandida pero sujeta a restricciones conocidas. A partir de esta asunción, el algoritmo estima, mediante un conjunto de variables predictoras, la distribución que se ajusta a aquellos valores de las variables predictivas en las localidades donde se conoce la presencia de la especie (Phillips *et al.*, 2006).

El estudio de los patrones de distribución de diferentes especies ha permitido establecer pautas de conservación adecuadas (Arana *et al.*, 2013). La relación entre las características ambientales con el patrón de distribución y, a su vez, la evolución del patrón de distribución de los organismos, puede ser un elemento suficiente para detectar el grado de amenaza que presentan diferentes especies y establecer cuáles áreas deben ser priorizadas en la conservación, a partir del establecimiento de puntos calientes de especies amenazadas (Fattorini, 2009). Estas técnicas se han convertido en una de las herramientas más importantes en la generación de planes de conservación en la actualidad, los cuales permiten evaluar los rangos de distribución de las especies en relación con el clima, suelo y otras variables predictoras (Elith y Leathwick, 2009). En algunos casos, los modelos sugieren que las áreas protegidas actuales ya no pueden

mantener poblaciones de especies importantes, muchas veces las mismas para las cuales las reservas fueron creadas, con el objetivo de protegerlas (Araujo y Williams, 2000).

Los arácnidos constituyen uno de los principales grupos de invertebrados, tanto por su diversidad como por la importancia de sus representantes en los ecosistemas terrestres, sin olvidar la importancia médico-veterinaria que tienen algunas especies de ácaros, garrapatas, arañas y alacranes. Los pseudoescorpiones con más de 3500 especies a nivel mundial (Harvey, 2013), son depredadores y tienen un rol importante en la cadena alimenticia de los ecosistemas donde habitan. Particularmente estos arácnidos han sido pobremente estudiados en Cuba y los trabajos referentes a este interesante grupo se han circunscrito fundamentalmente a descripciones de especies aisladas. Este trabajo constituye la primera aproximación al conocimiento de la distribución potencial de especies pertenecientes al orden Pseudoscorpiones en Cuba y en el mundo.

En nuestro país, de las 41 especies de pseudoescorpiones registradas (Harvey, 2013; presente estudio), 19 son endémicas, lo que representa el 46.3 % del total, de ahí la importancia que revisten los estudios que promuevan medidas para su conservación. Por lo que, en el presente capítulo nos proponemos explorar la distribución geográfica potencial actual de siete especies de la familia Olpiidae en nuestro país a partir del modelado de nicho ecológico, así como determinar la correspondencia entre la distribución potencial de las especies y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba.

6.2. Antecedentes en Cuba

En Cuba durante los últimos años, los estudios que utilizan la modelación para obtener la distribución potencial de las especies han ido en aumento. García-Quintas y Denis (2012) utilizaron el algoritmo ENFA (Ecological-Niche Factor Analysis) para analizar la distribución del gavián batista (*Buteogallus gundlachi*). En este trabajo se explican las características de la toma de datos de presencia de la especie y la selección de las variables ecogeográficas para la modelación usando el método ENFA. Además, se discuten las ventajas y limitaciones de los métodos que utilizan solo datos de presencia y los que requieren de datos de presencia/ausencia. Azor y Barro (2014) emplearon el algoritmo Maxent para modelar la distribución potencial de mariposas endémicas cubanas y analizar la relación de su distribución con la altura, en lo que constituye el primer estudio de este tipo para estos insectos en nuestro país. En este estudio se

obtuvieron los mapas de distribución de las especies analizadas, así como el mapa de riqueza potencial de endemismos. Finalmente, se concluyó que la distribución potencial de estas mariposas no se encontraba relacionada con la altura.

Mancina *et al.* (2015) evaluaron, entre otros aspectos, la distribución de *Sylvilagus floridanus* (Mammalia: Lagomorpha), especie de conejo invasor, en la isla. En dicho estudio se encontró que actualmente la distribución de esta especie está restringida a las regiones occidentales y centrales. No obstante, los modelos obtenidos en esta investigación sugieren que existen condiciones ambientales favorables para la presencia de esta especie a lo largo de todo el país. Testé *et al.* (2015) determinaron la distribución potencial de *Rhus succedanea* (Anacardiaceae), especie de planta invasora y tóxica para el ser humano, en la región de Topes de Collantes. En este trabajo se encontró que existen varias regiones no colonizadas aun por esta especie, pero que presentan condiciones apropiadas para la invasión de ésta. Como parte del proyecto “Distribución potencial actual y futura de especies de la flora y la fauna de Cuba: explorando efectos del cambio climático sobre la biota terrestre” se modelaron 173 especies de la biota cubana, además de cuatro especies invasoras, para las cuales se analizó el nicho ecológico actual y se transfirió a dos escenarios de cambio climático, para 2050 y 2070 (Mancina *et al.*, 2018). En el estudio también se ofrecen los índices de vulnerabilidad y la categoría de amenaza actual y pronosticada para los dos escenarios de cambio climático. Particularmente, en este trabajo se modelan por primera vez en Cuba representantes de dos órdenes de arácnidos, tres especies de escorpiones del género *Didymocentrus* y una especie invasora del orden Araneae, *Cyrtophora citricola*, llamada araña parda del Mediterráneo.

6.3. Materiales y métodos

Para obtener los modelos de distribución se utilizaron los 57 registros de presencia de siete especies de pseudoescorpiones pertenecientes a la familia Olpiidae, recopilados a partir de las colecciones aracnológicas del Instituto de Ecología y Sistemática y expediciones de campo donde se tomaron los datos con un GPS Garmin. Los modelos se obtuvieron con el programa Maxent 3.4.1 (Phillips *et al.*, 2018).

Para disminuir el efecto de la autocorrelación espacial en los datos de presencia se eliminaron todos los datos duplicados por cada celda de 1 km² por especie, según lo recomendado por Phillips *et al.* (2004). Debido a que el número de datos de presencia

influye en la calidad de los modelos obtenidos, se utilizaron solo aquellas especies que, después de removidos los datos duplicados, presentaron 5 o más localidades conocidas. El programa Maxent trabaja mejor que otros algoritmos con tamaños de muestra pequeños (Pearson, 2007).

Las variables bioclimáticas utilizadas en el procesamiento se extrajeron de la base de datos *WorldClim* (Fick y Hijmans, 2017) con una resolución espacial de 1 km². Además, se utilizaron dos variables geográficas, Altitud y Distancia a la Costa derivadas del Modelo de elevación digital, obtenido también de la base de datos *WorldClim*, mediante la herramienta *3D Analyst* del programa *ArcGis* ver. 10.1 (ESRI, 2011) (Tabla 1).

Tabla 1. Variables climáticas y geográficas utilizadas para modelar la distribución de siete especies de pseudoescorpiones de la familia Olpiidae.

Variables climáticas y geográficas	
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Variación diurna promedio
BIO3	Isotermalidad
BIO4	Estacionalidad de la temperatura
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Variación anual de temperatura
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad de las precipitaciones
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	Precipitación del trimestre más seco

BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del trimestre más frío
DISTC	Distancia a la costa
ALT	Altitud

Para evaluar la contribución de cada una de las variables utilizadas, primero se generaron modelos preliminares de cada especie para estimar el valor de importancia de las variables utilizando Jackknife con el programa Maxent y se seleccionaron aquellas que aportaron mayor ganancia al AUC de calibración y que mostraban bajos valores del coeficiente de correlación de Pearson $|r| < 0,80$.

Se usaron los parámetros que trae el programa por defecto (número máximo de iteraciones = 500, valor de regularización = 1, umbral de convergencia = 0,00001, número máximo de puntos de background = 10000), excepto que no se aplicó extrapolación y se emplearon 80 % de los registros de presencia para calibrar y 20 % para evaluar los modelos. Se corrieron 20 réplicas usando re-muestreos de sub-muestras de los datos de calibración y evaluación. El método de remuestreo utilizado fue *Bootstrap*. Este método de remuestreo con reemplazamiento permite obtener un modelo para cada subconjunto de datos de entrenamiento, los cuales se promedian al final. Es muy útil cuando no se tienen tamaños de muestras muy grandes (Hardle y Simar, 2007).

La efectividad de los modelos se analizó empleando la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Estas curvas representan la relación entre la sensibilidad y el complemento de la especificidad (1-especificidad). La sensibilidad es una medida de la tasa de verdaderos positivos e indica los errores de omisión, mientras que la especificidad mide la fracción de negativos clasificada como presencias y representa los errores de comisión (Jiménez-Valverde, 2012). A partir de la curva ROC se calculó el valor del índice AUC (área bajo la curva por sus siglas en inglés). Los modelos que presentan una capacidad predictiva aleatoria tienen valores promedios de AUC=0,5 y con capacidad predictiva perfecta valores de AUC=1 (valor máximo). Valores de AUC superiores a 0,7 se consideran modelos con buen desempeño (Peterson *et al.* 2011).

Cada modelo obtenido por especie se convirtió a un mapa binario de presencia-ausencia. El valor umbral seleccionado fue la media del menor valor de probabilidad de

presencia en puntos de entrenamiento con presencia conocida (*Minimum Training Presence*). Para obtener los mapas binarios se utilizó el programa *ArcGis ver. 10.1* (ESRI, 2011).

Para determinar el porcentaje de área potencial protegida se estimó el porcentaje de área potencial protegida para cada una de las especies superponiendo los mapas binarios de distribución potencial con el mapa de áreas protegidas del CNAP (2014).

6.4. Resultados

6.4.1. Distribución potencial de las especies y representación en las áreas protegidas de Cuba

Se obtuvieron siete mapas con la distribución potencial de cada una de las especies analizadas con el método de Máxima Entropía, que incluyeron además las áreas protegidas de Cuba para poder analizar el porcentaje de la distribución que se encuentra con algún nivel de protección.

Antillolpium cubanum presentó una distribución potencial asociada fundamentalmente a la costa oriental de Cuba, aunque también a la costa norte de la provincia de Camagüey, la costa sur del centro, gran parte de la Isla de la Juventud y la península de Guanahacabibes (Fig. 6.1). La distribución potencial de esta especie asociada al occidente de Cuba, se debe a los registros de presencia que existen en la Isla de la Juventud, pero como enunciamos en el capítulo 4, estos ejemplares podrían pertenecer a *A. hummelincki* de Islas Caimán y se hace necesario la revisión de más material, tanto de hembras como de machos. Del total del área de distribución potencial de esta especie endémica, 35.2 % se encuentra dentro del sistema nacional de áreas protegidas (Tabla 2).



Figura. 6.1. Mapa de distribución potencial de *Antillolpium cubanum* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

El único representante del género *Aphelolpium* en Cuba, *A. cayanum* presentó condiciones favorables para su establecimiento en algunas zonas de la costa oriental, en el centro de la isla, así como en la Isla de la Juventud y la provincia de Mayabeque, en el occidente del país (Fig. 6.2). Solamente 17.5% del área de la distribución potencial de esta especie presenta un grado de protección (Tabla 2).

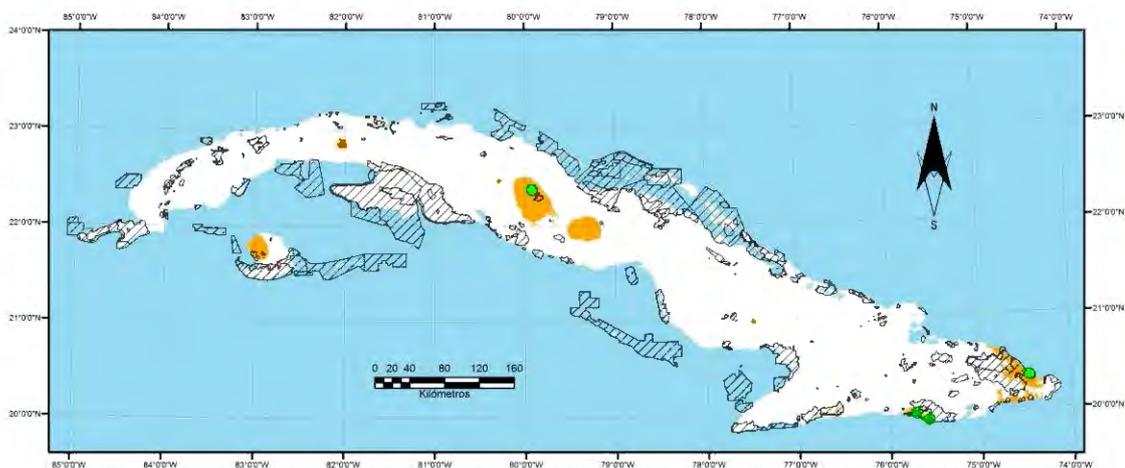


Figura. 6.2. Mapa de distribución potencial de *Aphelolpium cayanum* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

Novohorus obscurus mostró una distribución potencial mucho más amplia que abarcó casi todo el territorio nacional (Fig. 6.3), pero solo 19.2% está representado en áreas protegidas (Tabla 2).

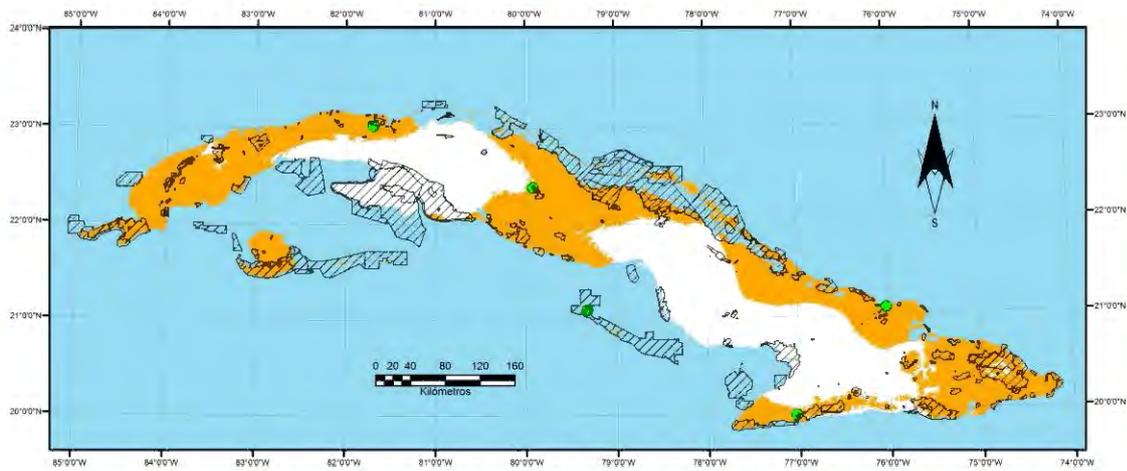


Figura. 6.3. Mapa de distribución potencial de *Novohorus obscurus* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

A diferencia de la especie anterior, *Pachyolpium medium* mostró una distribución mucho más restringida, en este caso a la costa de la región oriental del país (Fig. 6.4). En este caso, 40.5% del territorio donde se podría distribuir esta especie se encuentra ubicado dentro de áreas protegidas, constituyendo la segunda especie con mayor grado de protección en el país (Tabla 2).

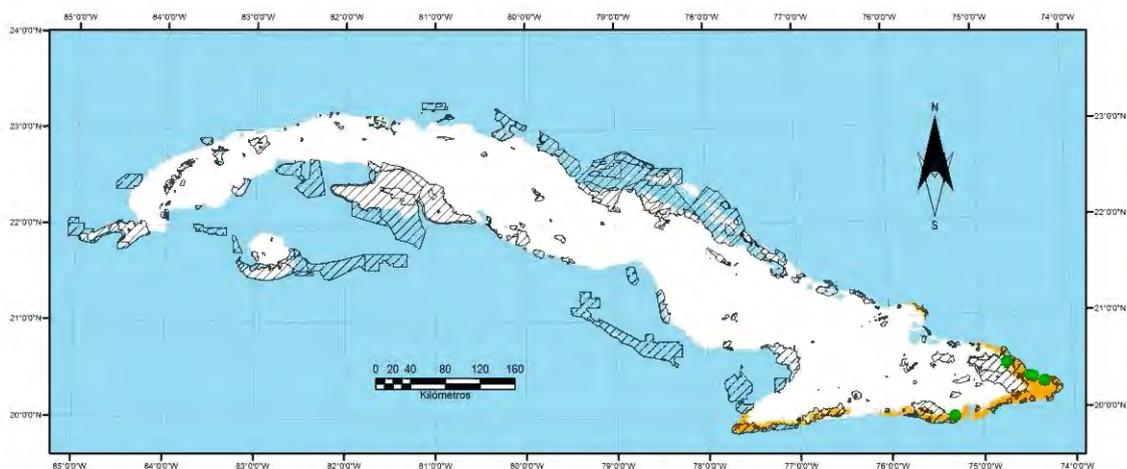


Figura. 6.4. Mapa de distribución potencial de *Pachyolpium medium* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

Por otro lado, *Planctolpium arboreum* muestra una distribución potencial similar a *Novohorus obscurus*, en casi todo el territorio nacional, pero la diferencia radica en que *P. arboreum* presenta condiciones favorables para su establecimiento fundamentalmente en las regiones costeras, aunque hay algunas zonas donde también se puede encontrar tierra adentro, como es el caso del occidente del país (Fig. 6.5). Casi la tercera parte (30.1%) de la distribución potencial de esta especie, corresponde a territorios pertenecientes al sistema de áreas protegidas (Tabla 2).

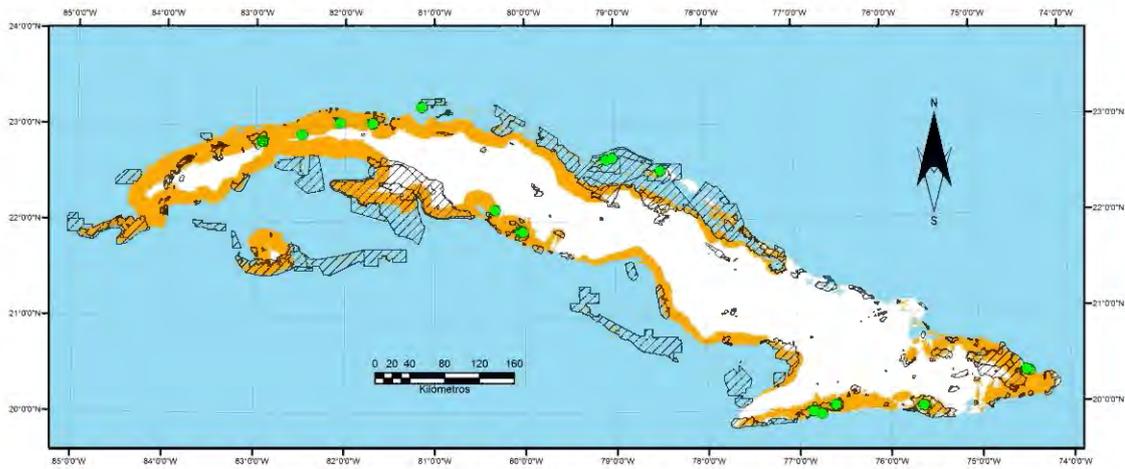


Figura. 6.5. Mapa de distribución potencial de *Planctolpium arboreum* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

La distribución potencial de *Planctolpium martinezi* **sp. n.** se encuentra restringida a algunas zonas de la costa norte del archipiélago cubano y a la Isla de la Juventud (Fig. 6.6). Esta especie endémica, constituye la que más territorio de su distribución potencial está cubierto por áreas protegidas con un 47.6% (Tabla 2).

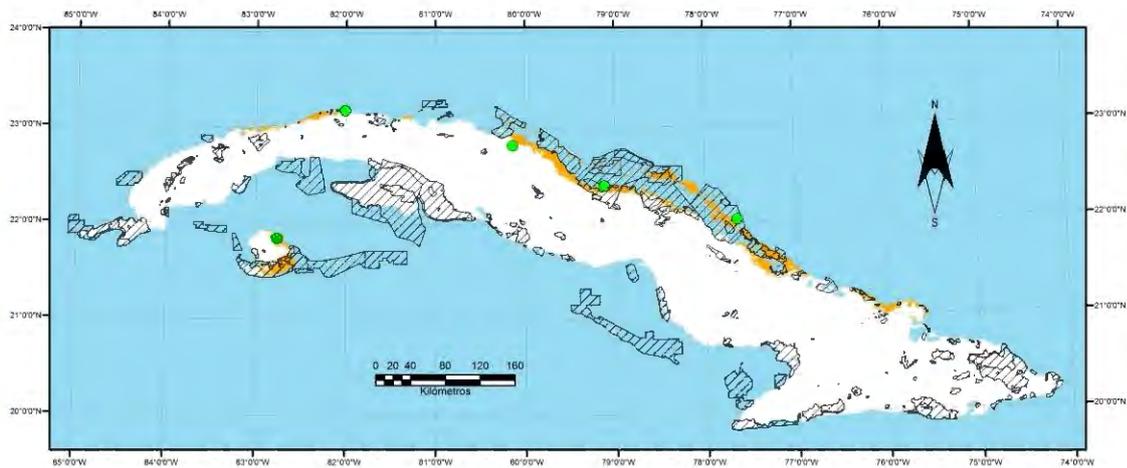


Figura. 6.6. Mapa de distribución potencial de *Planctolpium martinezi* sp. n. en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

Por último, *Planctolpium suteri* presenta condiciones favorables en algunas zonas del centro y occidente de Cuba, incluida la Isla de la Juventud, fundamentalmente en la costa norte (Fig. 6.7). Esta especie tiene solo 15.8% de las zonas donde podría distribuirse con algún grado de protección, constituyendo la especie con menos área potencial de distribución protegido (Tabla 2).

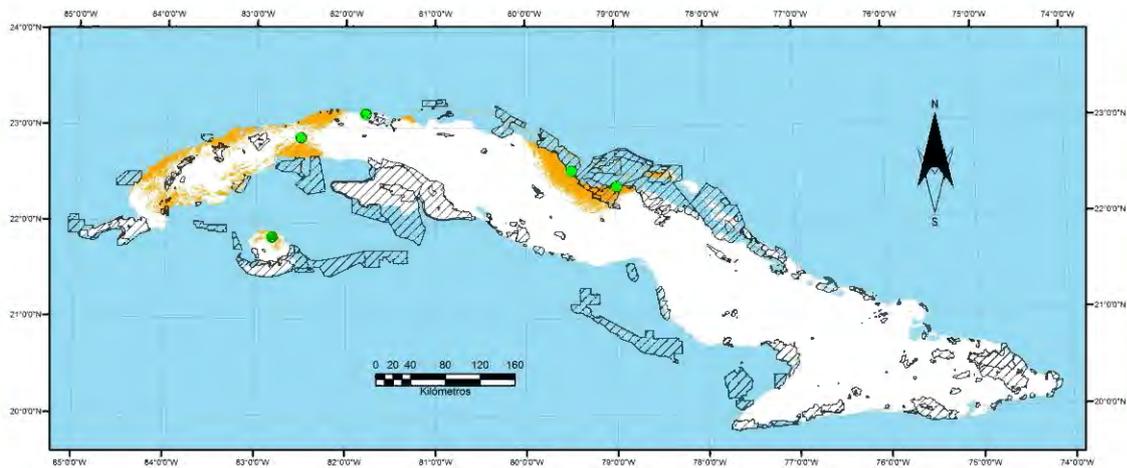


Figura. 6.7. Mapa de distribución potencial de *Planctolpium suteri* en Cuba. Círculos verdes, registros de presencia de la especie utilizados para el estudio; sombreado carmelita, distribución potencial de la especie; sombreado rayado, áreas protegidas.

Tabla 2. Área de distribución potencial y área de distribución potencial que se encuentra dentro de áreas protegidas de siete especies de la familia Olpiidae. ADP, área de distribución potencial; ADPP, área de distribución potencial protegida.

Especie	ADP (km ²)	ADPP (km ²)	% ADPP
<i>Antilloolpium cubanum</i>	14580.75	5136	35.2
<i>Aphelolpium cayanum</i>	4224	738	17.5
<i>Novohorus obscurus</i>	54416.25	10437.75	19.2
<i>Pachyolpium medium</i>	3628.5	1469.25	40.5
<i>Planctolpium arboreum</i>	38716.5	11641.5	30.1
<i>Planctolpium martinezi</i>	4812.75	2290.5	47.6
<i>Planctolpium suteri</i>	7310.25	1152	15.8

6.4.2. Contribución de las variables a la obtención de los modelos de distribución

La variable que influyó en la distribución potencial de casi todas las especies, excepto *Novohorus obscurus*, fue la geográfica Distancia a la costa (Tabla 3). La variable climática Variación diurna promedio constituyó la segunda en cuanto a influencia en número de especies, en este caso en cinco de las siete especies de pseudoescorpiones modeladas. El resto de las variables escogidas contribuyeron en menor número de especies. La Precipitación del mes más húmedo tuvo influencia en la distribución de *Aphelolpium cayanum*, *Novohorus obscurus* y *Planctolpium martinezi*, la Estacionalidad de las precipitaciones influyó en *Antilloolpium cubanum*, *Aphelolpium cayanum*, así como en *Novohorus obscurus* y la Precipitación del trimestre más húmedo en *Novohorus obscurus*, *Planctolpium arboreum* y *P. martinezi*. Por otro lado, la Isotermalidad, la Estacionalidad de la temperatura, la Variación Anual de la temperatura, la Temperatura media del trimestre más frío, la Precipitación anual y la Precipitación del mes más seco tuvieron, cada una de ellas, influencia sobre dos especies. Por último, las variables que solamente influenciaron en una especie fueron la Temperatura media anual, la Temperatura máxima del mes más cálido y la Precipitación del trimestre más seco (*Planctolpium arboreum*), la Temperatura mínima del mes más frío (*Aphelolpium cayanum*), la Temperatura media del trimestre más seco (*Novohorus obscurus*) y la Altitud (*Planctolpium martinezi*).

Casi todos los valores de AUC de entrenamiento obtenidos fueron superiores a 0.9, excepto para *Novohorus obscurus* que fue de 0.8016 (Tabla 3).

Tabla 3. Variables geográficas y climáticas obtenidas luego del método de remuestreo *Jackknife* durante el proceso de calibración; valores de AUC para datos de entrenamiento. BIO1, Temperatura media anual; BIO2, Variación diurna promedio; BIO3, Isotermalidad; BIO4, Estacionalidad de la temperatura; BIO5, Temperatura máxima del mes más cálido; BIO6, Temperatura mínima del mes más frío; BIO7, Variación anual de temperatura; BIO9, Temperatura media del trimestre más seco; BIO11, Temperatura media del trimestre más frío; BIO12, Precipitación anual; BIO13, Precipitación del mes más húmedo; BIO14, Precipitación del mes más seco; BIO15, Estacionalidad de las precipitaciones; BIO16, Precipitación del trimestre más húmedo; BIO17, Precipitación del trimestre más seco; DISTC, Distancia a la costa; ALT, Altitud; AUC, Área bajo la curva (por sus siglas en inglés).

Especie	VARIABLES	AUC entrenamiento
<i>Antillolpium cubanum</i>	BIO2, BIO4, BIO7, BIO14, BIO15, DISTC	0.9532
<i>Aphelolpium cayamum</i>	BIO4, BIO6, BIO11, BIO13, BIO15, DISTC	0.9584
<i>Novohorus obscurus</i>	BIO2, BIO9, BIO11, BIO13, BIO15, BIO16	0.8016
<i>Pachyolpium medium</i>	BIO2, BIO4, BIO7, BIO12, BIO14, DISTC	0.9839
<i>Planctolpium arboreum</i>	BIO1, BIO5, BIO12, BIO16, BIO17, DISTC	0.9100
<i>Planctolpium martinezi</i>	BIO2, BIO3, BIO13, BIO16, ALT, DISTC	0.9672
<i>Planctolpium suteri</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO7, DISTC	0.9573

6.5. Discusión

De todas las especies analizadas, la distribución potencial actual más amplia la tuvo *Novohorus obscurus*, al parecer por la distribución real que tiene la especie actualmente, que, a pesar de contar con pocos registros y explotar solo dos microhábitat para vivir (bajo piedra y tronco podrido), está esparcida por casi toda la isla. Sin embargo, solo 19.2% de su área de distribución potencial está dentro de áreas protegidas. *Planctolpium*

arboreum fue la segunda con mayor área de distribución potencial y con gran semejanza a la distribución real de la especie, además de que el porcentaje dentro de áreas protegidas fue mayor (30.1%), mientras que ésta explotó tres microhábitat diferentes, bajo piedra, hojarasca y bajo corteza. La especie endémica *Antilloplium cubanum*, fue la tercera con mayor área de distribución potencial y con un mayor nivel de protección en áreas protegidas (35.2%) que las dos especies anteriores. Por otra parte, *Pachyolpium medium* y *P. martinezi* **sp. n.** presentaron áreas de distribución potencial inferiores a los 5000 km², pero con mayor porcentaje dentro de áreas protegidas (40.5 y 47.6, respectivamente).

Un elemento importante a tener en cuenta para el análisis de la distribución potencial de las especies es el número de registros de presencia con que trabajan los modelos, puesto que, aunque Maxent trabaja muy bien con muestras pequeñas, se sugiere que la cantidad sea de 10 o más registros (Pearson, 2007). En nuestro caso, las únicas especies con una cantidad superior a 8 registros fueron *Antilloplium cubanum* y *Planctolpium arboreum*, el resto tuvo cinco registros solamente, por lo que esto pudo haber influenciado en los modelos. También las variables predictoras utilizadas pudieron no haber sido las más adecuadas para el estudio, porque no son las que con mayor peso influyen en la distribución de cada una de las especies. El hecho de que algunas especies de pseudoescorpiones sean foréticas, también es un elemento importante a tener en cuenta para estos análisis, puesto que esta interacción biótica, que pudiera influir en la capacidad de dispersión de estos arácnidos, no la tienen en cuenta los modelos, pero tampoco se tiene información de si las especies de pseudoescorpiones modeladas practican esta conducta, puesto que en estudios previos de foreshadowing no han aparecido registros pertenecientes a Olpiidae (Poinar *et al.*, 1998).

No obstante, los modelos de distribución potencial obtenidos para las siete especies de pseudoescorpiones de la familia Olpiidae pueden considerarse confiables, pues todos presentaron un valor de AUC superior a 0.8 corroborando lo expuesto por Peterson *et al.* (2011). No obstante, Jiménez-Valverde *et al.* (2010) plantean que el valor de AUC debe ser utilizado con cautela como una medida de la eficiencia de los modelos, porque lo que es más importante es el criterio de los especialistas y el conocimiento sobre la historia natural del grupo con el que se esté trabajando.

Además de las variables climáticas utilizadas se adicionaron variables geográficas, coincidiendo con Jiménez-Valverde (2012), quien plantea que utilizar solo variables climáticas es un error ya que, muchas veces la distribución de las especies está fuertemente condicionada por aspectos geográficos. De hecho, en el presente estudio la variable geográfica Distancia a la costa fue la que influyó en la distribución potencial de seis de las siete especies modeladas, las cuales coincidentemente muestran una distribución potencial asociada a las zonas costeras del archipiélago cubano, caracterizadas por ser ambientes áridos, lo que coincide con Harvey y Leng (2008) que plantean que los representantes de la familia Olpiidae mayormente son encontrados en ambientes con estas características.

El hecho de que seis de las siete especies analizadas tengan una distribución potencial actual asociada a las costas de Cuba, las hace muy vulnerables a efectos del cambio climático, como lo es la elevación del nivel del mar, hecho que en las islas se acentúa más por la propia condición de insularidad. Es por esto que las acciones de conservación de estos arácnidos, pudiera focalizarse en las áreas protegidas asociadas a las zonas costeras.

No obstante, se hace necesario aumentar el número de muestreos en una mayor cantidad de microhábitats en los lugares que sugieren los modelos, para poder mejorar la calidad de predicción de los mismos. El presente estudio constituye una primera aproximación al conocimiento de la distribución potencial de especies de pseudoescorpiones en Cuba, lo que ayudará a crear pautas para la conservación de estos interesantes arácnidos.

6.6. Referencias bibliográficas

- Arana, M.D., M. Ponce, J.J. Morrone y A.J. Oggero. 2013. Patrones biogeográficos de los helechos de las Sierras de Córdoba (Argentina) y sus implicancias en la conservación. *Gayana*, 70(2): 358-377.
- Araujo, M.B. y P.H. Williams. 2000. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation*. 96: 331–345.
- Azor, L. y A. Barro. 2014. Modelación de la distribución potencial de mariposas endémicas cubanas (Lepidoptera: Papilionoidea). *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 3(3): 18-30.

- Broennimann, O., U.A. Treier, H. Müller-Schärer, W. Thuiller, A.T. Peterson y A. Guisan. 2007. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecology Letters*, 10: 701–709.
- Elith, J., y J. R. Leathwick. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review Ecology Evolution and Systematic*, 40: 677-697.
- Elith, J., M. Kearney y S. Phillips. 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 330-342.
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Fattorini, S. 2009. Assessing priority areas by imperilled species: insights from the European butterflies. *Animal Conservation*. 12: 313–320.
- Fick, S.E. y R.J. Hijmans, 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.
- Franklin, J. 2011. Mapping species distribution: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, New York, 320 pp.
- Fuller, D., M. Ahumada, M. Quiñones, S. Herrera y J. Beier. 2012. Near-present and future distribution of *Anopheles albimanus* in Mesoamerica and the Caribbean Basin modeled with climate and topographic data. *International Journal of Health Geographics*, 11: 1-13.
- García-Quintas, A. y D. Denis. 2012. Un Ejemplo Teórico de Modelación del Hábitat y la Distribución Potencial por Análisis Factorial del Nicho Ecológico. *Mesoamericana*, 16(3): 9-18.
- Hardle, W. y L. Simar. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer Berlin Heidelberg New York.
- Harvey, M.S. 2013. Pseudoscorpions of the World, versión 3.0. Western Australian Museum, Perth. (Revisado 8 Enero 2019)
- Harvey, M.S. y M.C. Leng. 2008. The first troglomorphic pseudoscorpion of the family Olpiidae (Pseudoscorpiones), with remarks on the composition of the family. *Records of the Western Australian Museum*, 24: 379-386.
- Heller, N.E. y E.S. Zavaleta. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142, 14–32.

- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965-1978.
- Jiménez-Valverde, A. 2012. Insights into the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) as a discrimination measure in species distribution modeling. *Global Ecol. Biogeogr.*, 21: 498–507.
- Jiménez-Valverde, A., J.M. Lobo y J. Hortal. 2010. Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modeling. *Diversity Distrib.*, 14: 885-890.
- Lawler, J.J., S. Shafer, B.A. Bancroft y A.R. Blaustein. 2010. Projected Climate Impacts for the Amphibians of the Western Hemisphere. *Conservation Biology* 24: 38-50.
- Loarie, S.R., B.E. Carter, K. Hayhoe, S. McMahon, R. Moe, C.A. Knight y D.D. Ackerly. 2008. Climate change and the future of California's endemic flora. *PLoS ONE* 3: e2502.
- Mancina, C.A., E. García, R. Borroto-Páez, H.M. Díaz y F.A. Cervantes. 2015. Taxonomic identity of invasive rabbits in Cuba: first record of Eastern Cottontail, *Sylvilagus floridanus* (Mammalia: Lagomorpha). *CheckList*, 11(6): 1-7.
- Mancina, C. A., B. Neyra, K. Velazco, D. Cruz, I. Fuentes, M. Hernández, F. Estrada, I. Fernández, H. Díaz, M. Iturriaga, L. González, A. López, M. González, J. Fontenla, A. Hernández, A. Alegre, L. Barbán, G. Blanco, I. Baro, R. Echeverría, H. González, H. Ferrás, L. Alemeida, R. Fernández, A. González y M. Castañeira. 2018. Informe Final Proyecto Distribución potencial actual y futura de especies de la flora y la fauna de Cuba: explorando efectos del cambio climático sobre la biota terrestre. AMA, CITMA. 50 pp.
- Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. *American Museum of Natural History*.
- Peterson, A. T., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. B. Araújo. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton Univ. Press. Monographs in Population Biology, 49.
- Phillips, S.J., M. Dudík y R.E. Schapire. 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. *Appearing in Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*, Banff, Canada.

- Phillips, S.J., R.P. Anderson y R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231–259.
- Phillips, S.J., M. Dudík y R. E. Schapire. 2018. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Accessed on 2019-1-8.
- Poinar, G.O., Jr., B.P.M. Curcic y J.C. Cokendolpher. 1998. Arthropod phoresy involving pseudoscorpions in the past and present. *Acta Arachnologica*, 47: 79–96.
- Testé, E.L., L. González-Oliva y A. Marquez. 2015. Invasión actual y potencial del árbol tóxico *Rhus succedanea* (Anacardiaceae) en el Paisaje Natural Protegido Topes de Collantes, Cuba. *Revista del jardín Botánico Nacional*, 36: 173-180.
- Thomassen, H. A., T. Fuller, W. Buermann, B. Mila, C. M. Kieswetter, P. Jarrin-V., S. E. Cameron, E. Mason, R. Schweizer, J. Schlunegger, J. Chan, O. Wang, M. Peralvo, C. J. Schneider, C. H. Graham, J. P. Pollinger, S. Saatchi, R. K. Wayne, y T. B. Smith. 2011. Mapping evolutionary process: a multi-taxa approach to conservation prioritization. *Evolutionary Applications*, 4:397-413.
- Thuiller, W., S. Lavorel, M.B. Araujo, M.T. Sykes y I.C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102: 8245–8250.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES GENERALES



Capítulo 7. Conclusiones generales

1. La fauna cubana del orden Pseudoscorpiones se incrementa en diez especies. La familia Sternophoridae está compuesta por *Garyops depressus* Banks, 1909 e *Idiogaryops pumilus* (Hoff, 1963), ambas constituyen nuevos registros para Cuba. La familia Olpiidae consta de nueve especies, cinco son nuevos registros y dos especies nuevas para la ciencia: *Pachyolpium alegreae* y *Planctolpium martinezi*. El género *Antillobisium* (Bochicidae) está compuesto por tres especies, una de ellas nueva para la ciencia: *A. tomasi*.
2. En Sternophoridae los genitales femeninos constituyen caracteres morfológicos importantes para la definición de géneros, particularmente el número de placas cribosas y su forma, mientras que los genitales masculinos, específicamente el tamaño de los apodemas dorsales son importantes para la definición de especies.
3. En Olpiidae los genitales masculinos constituyen caracteres diagnósticos a nivel de especies, siendo importantes: la forma del atrio de la glándula dorsal posterior, la forma y tamaño de los apodemas laterales y la forma y tamaño de los bastones laterales.
4. Las especies de Sternophoridae tienen una distribución pancubana, y se encuentran en casi todos los ecosistemas del país, habitando fundamentalmente bajo la corteza de los árboles tanto vivos como muertos.
5. En Olpiidae, *Planctolpium arboreum* fue la especie más distribuida en el país, registrada en nueve provincias, mientras que *Pachyolpium medium* y *P. alegre sp. n.* solo se registraron en una.
6. Los microhábitats donde mayormente se encontraron los representantes de Olpiidae fueron bajo piedra y hojarasca, en menor medida bajo corteza y bajo tronco podrido. *Antilloolpium cubanum* tuvo el mayor número de registros bajo piedra, mientras que *Planctolpium arboreum* fue la especie que más registros tuvo en los microhábitats de hojarasca y bajo corteza. *Planctolpium suteri* se registró en tres microhábitats, bajo piedra, hojarasca y bajo corteza, siendo junto a *P. arboreum* las especies que se encontraron en una mayor cantidad de microhábitats.
7. *Antillobisium tomasi sp. n.*, es la tercera de este género endémico que muestra caracteres troglomorfos. Esta especie muestra evidencias morfológicas que suponen afinidades cercanas entre los géneros *Antillobisium*, *Titanobochica*,

Troglobochica y *Vachonium*, como son: la presencia de dos sedas discales en los esternitos VI–VIII, aparentemente sin glándulas asociadas; la disposición irregular de los dientes marginales del dedo fijo de la pinza del pedipalpo, con algunos dientes desviados en la orientación y la presencia de un tubérculo o diente accesorio en el dedo fijo de la pinza del pedipalpo.

8. *Antillobisium tomasi* **sp. n.** muestra una categoría de amenaza VU D2 según los criterios de la IUCN. Esta categoría se justifica debido a la distribución geográfica restringida de la especie conjuntamente con las amenazas que enfrenta en las cuevas donde habita, como lo es, en el caso de Cueva Grande, la extracción del guano de murciélago, utilizado por los campesinos para fertilizar sus cosechas. No obstante, son necesarios estudios más profundos para poder dilucidar los verdaderos problemas de conservación a los que se enfrenta esta especie y permitir la propuesta de medidas para su protección e incluirlas en los planes de manejo del área donde vive.
9. De las siete especies analizadas en la modelación de la distribución potencial actual, *Novohorus obscurus* y *Planctolpium arboreum* fueron las que mostraron mayor área de distribución potencial actual en los análisis, con un porcentaje de 19.2 y 30.1 de su área de distribución potencial dentro de áreas protegidas, respectivamente. *Planctolpium martinezi* **sp. n.** fue la que más territorio de su distribución potencial actual estuvo cubierto por áreas protegidas, con un 47.6%.
10. De todas las variables utilizadas en los análisis, la variable geográfica Distancia a la costa fue la que influyó en la distribución potencial de seis de las siete especies modeladas, las cuales coincidentemente muestran una distribución potencial asociada a las zonas costeras del archipiélago cubano, caracterizadas por ser ambientes áridos, hecho que corrobora que los representantes de la familia Olpiidae usualmente son encontrados en ambientes con estas características.
11. Seis de las siete especies de Olpiidae tienen una distribución potencial actual asociada a las costas de Cuba, lo que las hace muy vulnerables a efectos del cambio climático, como lo es la elevación del nivel del mar.

RELACIÓN DE PUBLICACIONES
CIENTÍFICAS SOBRE EL TEMA DE LA TESIS



Relación de publicaciones científicas sobre el tema de la tesis:

1. Barba Díaz, R., J. A. Zaragoza y G. López Iborra. 2018. A new *Antillobisium* species (Arachnida: Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Cuba, with biogeographical and ecological remarks on the genus. *Zootaxa*, 4461 (3): 399–410.
2. Armas, L. F. de, A. Alegre Barroso, R. Barba Díaz, T. M. Rodríguez-Cabrera, G. Alayón García y A. Pérez González. 2017. Arácnidos. Pp. 196-223. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
3. Barba Díaz, R., A. Alegre Barroso, L. F. de Armas, A. Longueira Loyola y T. M. Rodríguez-Cabrera. 2017. Invertebrados cavernícolas. Pp. 284-305. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
4. Barba, R. 2013. First record of the family Sternophoridae (Arachnida: Pseudoscorpiones) from Cuba. *Caribbean Journal of Science*, **47 (2-3)**: 367-372.
5. Barba, R. 2012. First record of the family Sternophoridae (Arachnida: Pseudoscorpiones) from Puerto Rico. *Revista Ibérica de Aracnología*, **20**: 121-123.