

Figura 2.34. *Negreaella yumuriensis*, macho (CZACC 3.4381): A, B. Habitus, vista dorsal; B. (tomado de Avram, 1977); C. Habitus, vista lateral. Escala = 1 mm

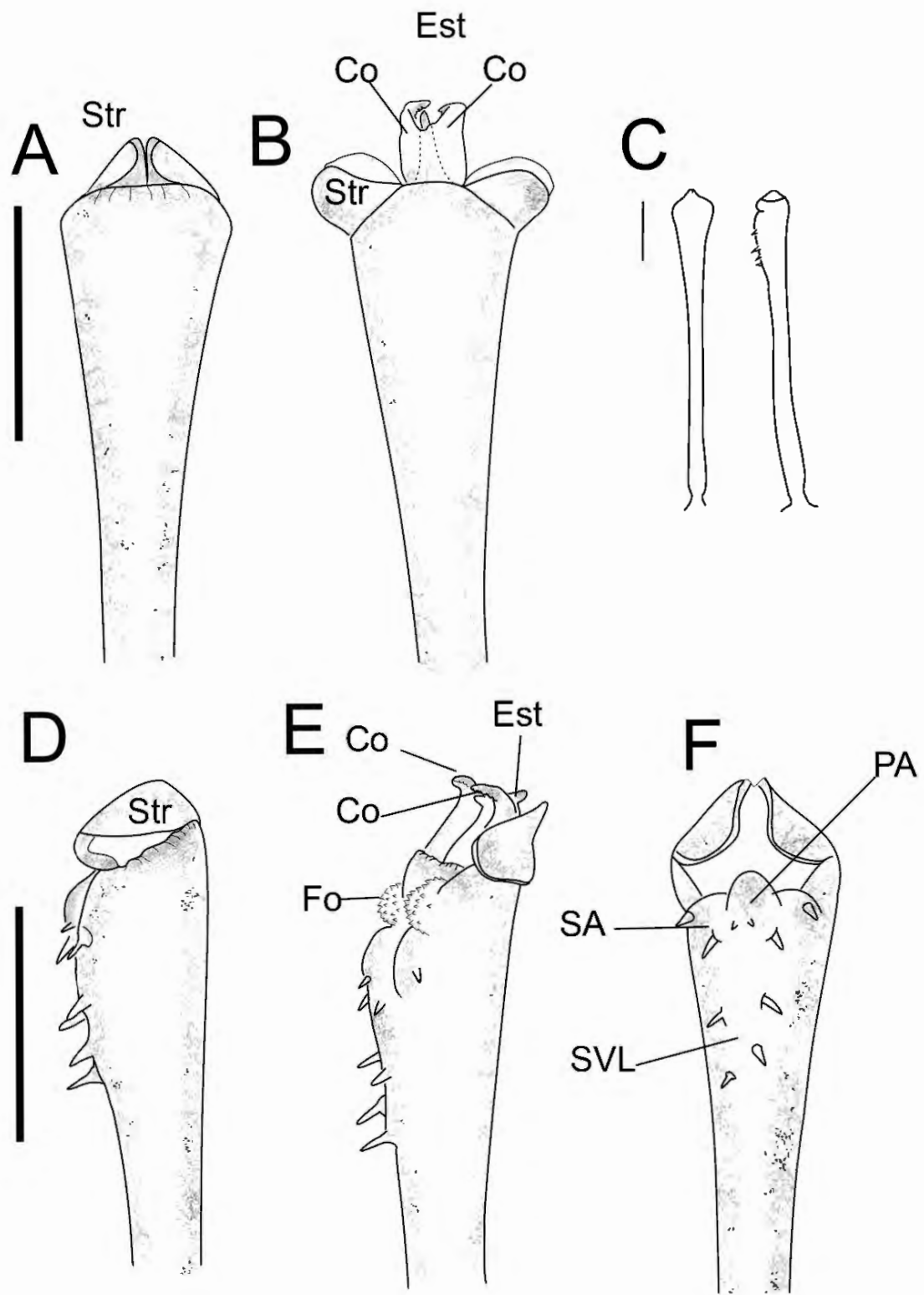


Figura 2.35. *Negreaella yumuriensis*, macho (CZACC 3.4381), parte distal del pene: A. Vista dorsal; B. Vista dorsal, expandida; C. Vistas ventral y lateral total del pene; D. Vista lateral; E. Vista lateral expandida; F. Vista ventral. Escala = 0.1 mm. Abreviaturas: Co = conductor, Est = Estilo, Fo = *Follis*, Str = *stragulum*, SA = sedas apicales, SV = sedas ventrales.

***Negreaella vinai* Avram, 1977**

Negreaella vinai Avram, 1977: 130, figs 23–27.

Tipos: Macho holotipo (ISER), cuatro machos, seis hembras paratipos (ISER). (No examinados). Valle del Río Yumurí, 350 m s.n.m., Yumurí del Sur, Municipio Baracoa (actual Imías), Provincia de Oriente (actual Guantánamo), Bosque de Pomarrosa (*Syzygium jambos* (L. Alston)), en la hojarasca y humus muy húmedos.

Comentarios: ver comentarios de la especie *N. yumuriensis*.

***Negreaella fundorai* Avram, 1977**

(Figs. 2.36-2.37, 2.44 D, tablas 2.26–2.27)

Negreaella fundorai Avram, 1977: 132, figs 32–35.

Tipos: Macho holotipo (ISER), tres machos, dos hembras paratipos (ISER). (No examinados). Valle del Río Yumurí, 350 m s.n.m., Yumurí del Sur, Municipio Baracoa (actual Imías), Provincia de Oriente (actual Guantánamo), Bosque de Pomarrosa (*Syzygium jambos*), en la hojarasca y humus muy húmedos.

Otro material examinado: un macho (CZACC 3.4004), Yumurí del Sur, Imías, Guantánamo (20° 11' 0.49" N; 74° 29' 8" O), 400 m s.n.m., 21 Enero 2009, A. Alegre Leg., en la hojarasca.

Diagnosis enmendada. *Negreaella fundorai* se distingue claramente del resto de las especies del género, por la morfología externa y de la genitalia masculina. A diferencia de *N. yumuniensis*, *N. vinai*, *N. palenquensis* y *N. ibeña sp. nov.*, no presenta una apófisis espiniforme medial en el terguito libre II, solo posee un par de apófisis en el terguito libre III (Fig. 2.36 A-C), como *N. rioindiocubanicola*. Sin embargo se diferencia claramente de esta última especie por ser más grácil; metatarso III mostrando 9 sedas ventrales espatulares en el surco ventral, dispuestas en una hilera paralela con respecto al eje longitudinal del segmento; fórmula tarsal 6(3): 10–11 (4): 7: 7. Pene con 9 sedas ventrales cónicas, de estas 7 son apicales y 2 ventrolaterales de mayor tamaño (Fig. 2.37 E-F).

Distribución: Conocida solo de Yumurí de Sur, Imías, Guantánamo (Fig. 2.44 D).

Historia natural: Los ejemplares de la serie tipo fueron recolectados a 350 m. s.n.m., en un bosque de pomarrosa (*Syzygium jambos*), en la hojarasca, detritus y humus muy húmedo (Avram, 1977). El ejemplar macho (CZACC 3.4004) fue recolectado a 400 m. s.n.m., en la hojarasca a partir del cernido con tamiz. Este ejemplar compartía el hábitat con otros ejemplares de otras especies de opiliones como *Negreaella yumumriensis*, de Kimulidae y ejemplares pertenecientes a *Turquinia sp.* (*Zalmoxoidea incertae sedis*).

Comentarios: Esta especie fue descrita a partir de un macho holotipo, dos hembras y tres machos paratipos, todos depositados en el ISER, pero la revisión de este material no ha sido posible durante el presente estudio. En nuestra colección solo poseemos un macho de la localidad tipo, a partir del cual hemos podido estudiar la genitalia masculina y el metatarso III, entre otros caracteres de la morfología externa con importancia taxonómica. Con lo cual hemos corroborado que *N. fundorai* es una especie válida, sin embargo es imprescindible obtener más material de ambos sexos para redescubrir la especie, ofrecer datos sobre la variabilidad intraespecífica y esclarecer la morfología del pene de la especie. Según la representación de Avram del pene de *N. fundorai*, la parte ventral del *truncus* presenta más de 9 sedas. Según se puede interpretar de este diseño serían 12 sedas ventrales, como presenta *N. noindiocubanicola*. Según nuestro criterio la autora podría haber intercambiado los diseños de la genitalia masculina de ambas especies, pues según la revisión de numerosos ejemplares de *N. noindiocubanicola* de la Gran Piedra, en el presente estudio, esta especie sí presenta 12 sedas ventrales.

Tabla 2.26. Medidas (en mm) del escudo dorsal y los pedipalpos de *Negreaella fundorai*.

	Macho (Holotipo) ISER	Macho CZACC 3.4004
<i>Escudo dorsal</i>		

LED	1.30	1.20
AED	-	0.87
LC	-	0.60
AC	-	0.81
<i>Pedipalpo</i>		
Tr	0.30	0.24
Fe	0.90	0.93
Pa	0.50	0.57
Ti	0.50	0.51
Ta	0.40	0.39
Total	2.60	2.64

Tabla 2.27. Medidas (en mm) de las patas de *Negreaella fundorai*.

Pata		Macho (Holotipo) ISER	Macho CZACC 3.4004
I	Tr	-	0.18
	Fe	-	0.63
	Pa	-	0.30
	Ti	-	0.51
	Mt	-	0.69
	Ta	-	0.72
Total		3.15	3.03
II	Tr	-	0.21

	Fe	-	1.26
	Pa	-	0.39
	Ti	-	0.99
	Mt	-	1.29
	Ta	-	1.32
Total		5.70	5.46
III	Tr	-	0.21
	Fe	-	1.23
	Pa	-	0.39
	Ti	-	0.63
	Mt	-	0.99
	Ta	-	0.60
Total		4.00	4.05
IV	Tr	-	0.24
	Fe	-	1.11
	Pa	-	0.42
	Ti	-	0.75
	Mt	-	1.35
	Ta	-	0.75
Total		5.20	4.62

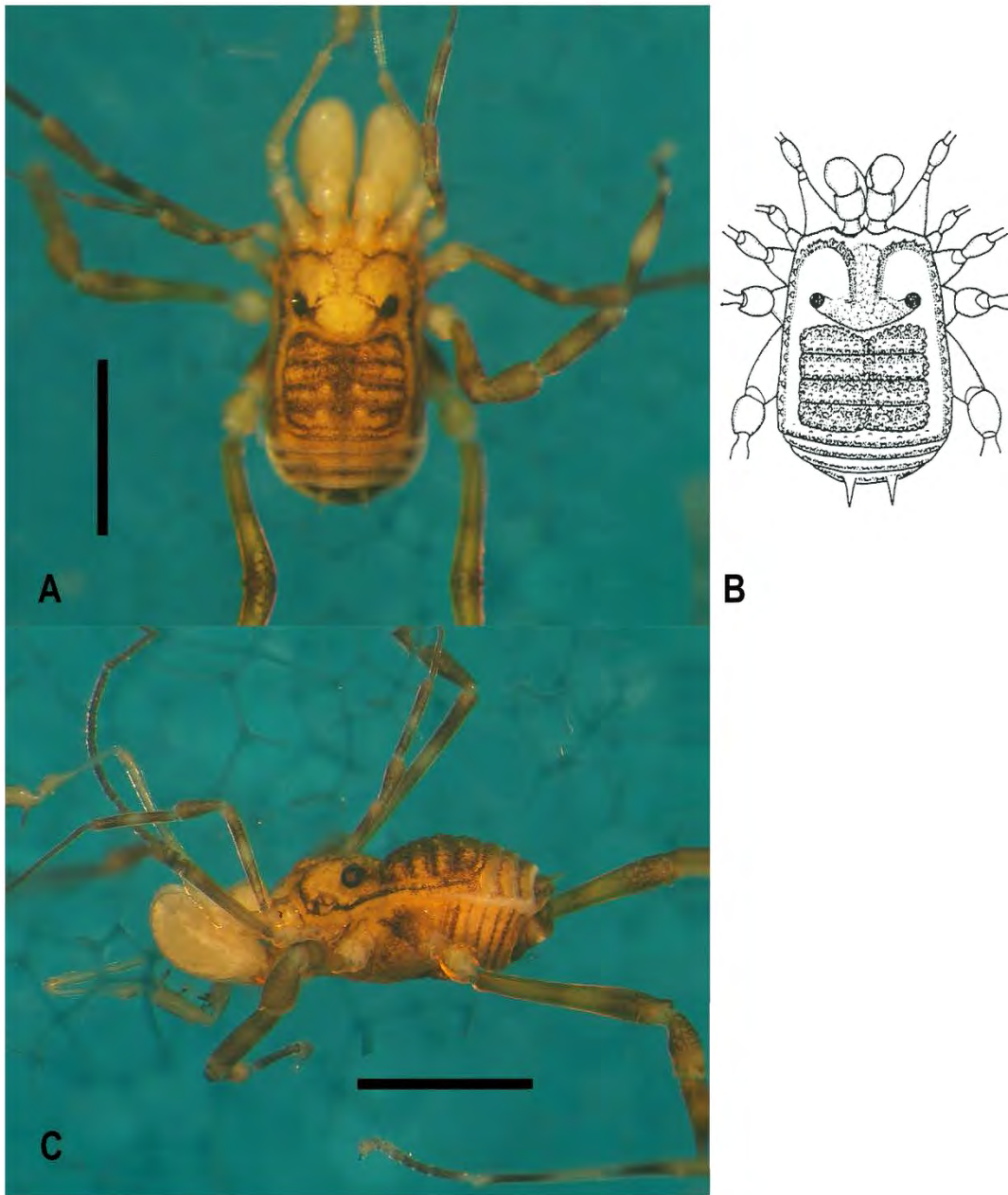


Figura 2.36. *Negreaella fundorai*, macho (CZACC 3.4004): A, B. Habitus, vista dorsal; B. (macho holotipo, tomado de Avram, 1977); C. Habitus, vista lateral. Escala = 1 mm.

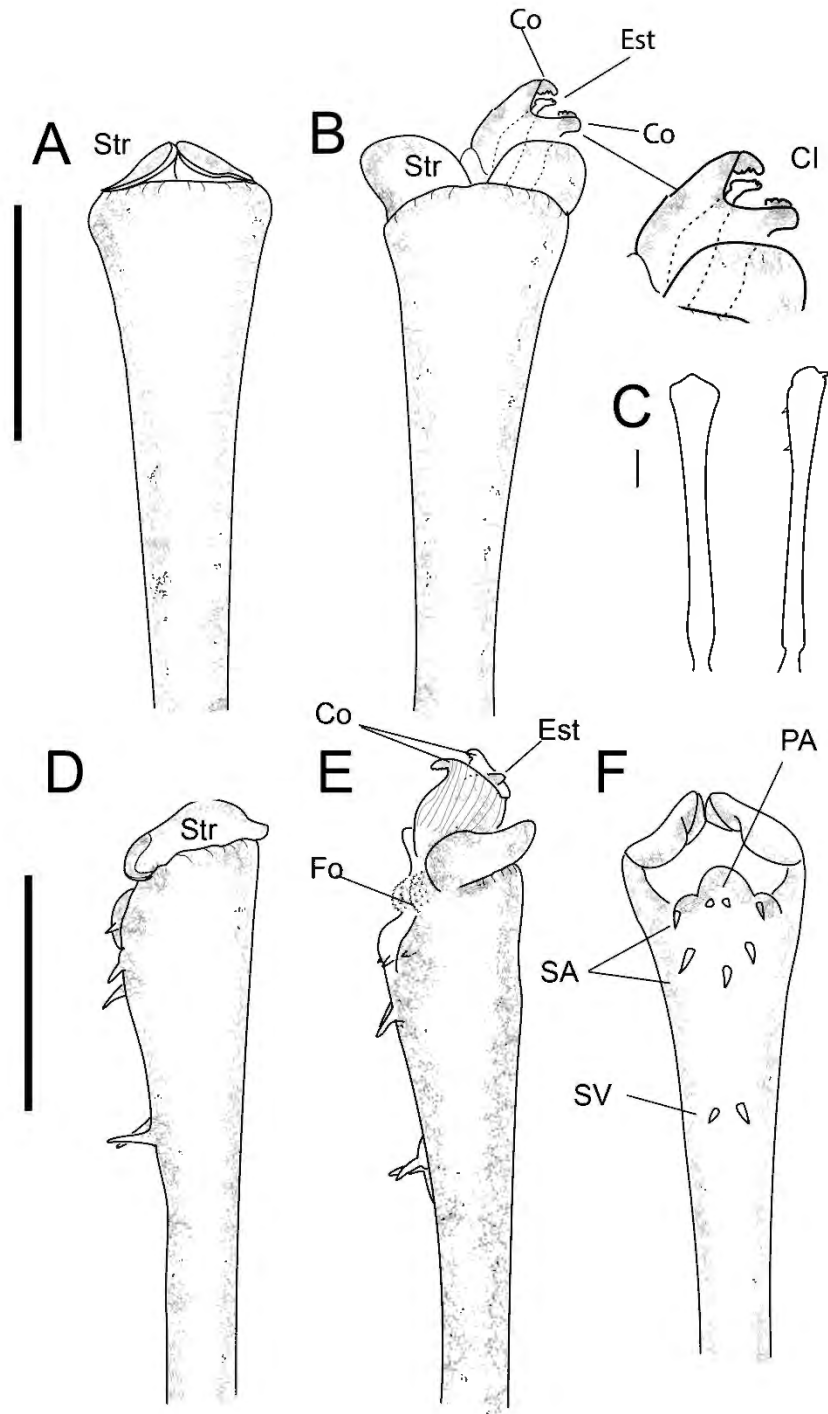


Figura 2.37. *Negreaella fundorai*, macho (CZACC 3.4004), parte distal del pene: A. Vista dorsal; B. Vista dorsal, expandida; C. Vistas ventral y lateral total del pene;

D. Vista lateral; E. Vista lateral expandida; F. Vista ventral. Escala = 0.1 mm.
Abreviaturas: Co= conductor, CI = Cápsula Interna; Est= Estilo, Fo= *Follis*, Str=*stragulum*, SA= sedas apicales, SV = sedas ventrales.

Negreaella palenquensis Avram, 1977

(Figs. 2.38, 2.44 D, tablas 2.28–2.29)

Negreaella palenquensis Avram, 1977: 131, figs 28–31.

Tipos: Macho holotipo (ISER). (No examinado). Valle de La Jaiba, cerca de Palenque, 420 m, Guantánamo.

Distribución: Conocida solo de la localidad tipo, Valle de La Jaiba, cerca de Palenque, 420 m, Guantánamo (Fig. 2.44 D).

Historia Natural: Recolectada en la hojarasca y detritus muy húmedos.

Comentarios: Esta especie fue descrita a partir de un único ejemplar macho, que fue depositado en el ISER. Para el presente estudio no se tuvo acceso al material tipo, ni tampoco se obtuvo material procedente de la localidad tipo. Según la descripción original la especie se distingue claramente de las restantes por la ausencia de proyección posterior y anterior en los tubérculos oculares y por las medidas de los pedipalpos más pequeños. En el presente trabajo mantenemos la especie como válida, pero es imprescindible la revisión de material topotipo para corroborar la validez de la especie y ofrecer la variabilidad de la misma, así como la descripción de la genitalia masculina. El pene de esta especie fue representado en

la descripción original, pero lamentablemente el dibujo no ofrece información útil para la comparación con el resto de las especies. La autora representó en una misma figura las vistas externas e internas y esto trae confusión con las estructuras (Fig. 2.38 B)

Tabla 2.28. Medidas (en mm) del escudo dorsal y los pedipalpos de *Negreaella palenquensis*. Tomadas de Avram (1977).

Escudo dorsal	LED	AED	LC	AC
Macho (Holotipo) ISER	1.20	-	-	-

Tabla 2.29. Medidas (en mm) de las patas de *Negreaella palenquensis*. Tomadas de Avram (1977).

Macho (Holotipo) ISER	Tr	Fe	Pa	Ti	Mt	Ta	Total
Pedipalpo	0.20	1.65	0.45	0.47		0.40	2.17
Pata I	-	-	-	-	-	-	2.65
Pata II	-	-	-	-	-	-	5.20
Pata III	-	-	-	-	-	-	3.45
Pata IV	-	-	-	-	-	-	4.50

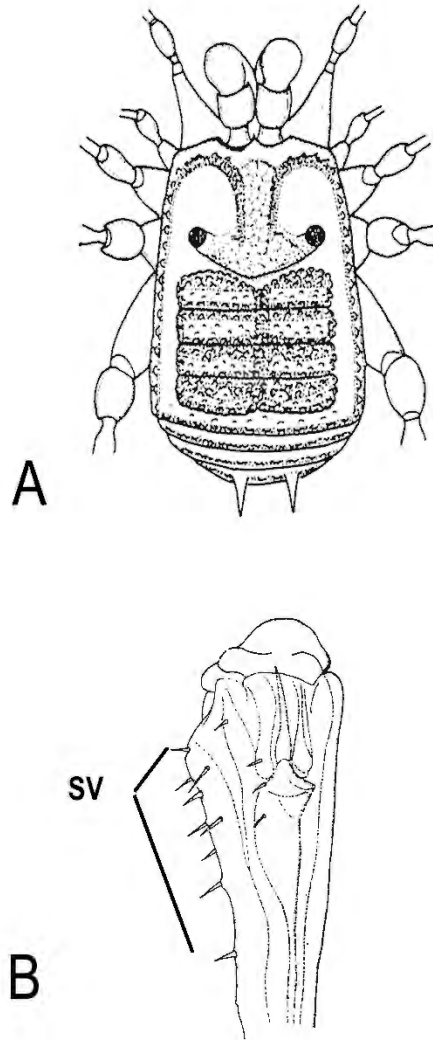


Figura 2.38. *Negreaella palenquensis*, macho holotipo A. Habitus, vista dorsal; B. Pene, parte distal, (tomado de Avram, 1977). Abreviatura: SV = sedas ventrales.

Negreaella rioindiocubanicola Avram, 1977

(Figs. 2.39–2.41, 2.44 D, tablas 2.30–2.31)

***Negreaella rioindiocubanicola* Avram, 1977**

(Figs. 2.39–2.41, 2.44 D, tablas 2.30–2.31)

Negreaella rioindiocubanicola Avram, 1977: 133, figs 36–40.

Tipos: Macho holotipo (ISER). (No examinado). Valle del Río Indio, cerca de su origen, a 1100 m s.n.m. Gran Piedra, Municipio El Caney, Provincia de Oriente (actual Santiago de Cuba). El ejemplar fue recolectado de un lugar recubierto de detritus vegetal y hojarasca más o menos en descomposición y húmeda.

Otro material examinado: dos machos y dos hembras (CZACC 3.4376; 3.4005), Área de la torre de ETECSA, Gran Piedra, Santiago de Cuba (20° 00' 21.5" N; -75° 37' 13.2" O), 1100 m s.n.m., 17-III-2008, Aylin Alegre leg., hojarasca, pluvisilva; 2 machos y dos hembras (CZACC 3.4006; 3.4375), El Olimpo, Gran Piedra, Santiago de Cuba (20° 00' 41" N; -75° 39' 42" O), 900 m s.n.m., 13-III-2008, Aylin Alegre leg., hojarasca en bosque secundario y de pino.

Diagnosis enmendada: Áreas mesotergales inermes, tubérculos oculares con proyección posterior, terguito libre II solo con hilera de tubérculos, terguito libre III con un par de apófisis espiniformes mediales. A diferencia de *N. yumunensis*, *N. vinai*, *N. palenquensis* y *N. iberia* **sp. nov.** que presentan una apófisis espiniforme o tubérculo medial en el terguito libre II, presenta en el terguito libre II una apófisis espiniformes medial (Fig. 2.39 A-C), al igual que *N. fundoroai* que también. Sin embargo se diferencia claramente de esta última especie por ser más robusta; metatarso III mostrando 8–13 sedas ventrales espatulares en el surco ventral, que se disponen en una hilera paralela al eje longitudinal del segmento (Fig. 2.40 A-D);

fémur IV con 4–6 tubérculos prolaterales distales y 1–2 tubérculos retrolaterales distales; fórmula tarsal 6(3): 9–10 (4): 7: 7. Pene dorsoapicalmente con *stragulum* hendido y reducido de tamaño (comparado con el tamaño y robustez del *truncus*), 12 sedas ventrales cortas y cónicas dispuestas irregularmente, de estas 6 son apicales (Fig. 2.41 A-F).

Variabilidad: Machos (n=4); hembras (n=4). Medidas en tablas 1–2. Quelíceros robustos en 2 machos, otros 2 machos con quelíceros no robustos, similares a los de las hembras. Dedos de los quelíceros con alguna variabilidad en la dentición; el dedo fijo puede presentar 5–8 dientes distales; el dedo móvil presenta en ocasiones un tubérculo basal robusto y romo (ausente en hembras); una curvatura del margen del dedo con forma de domo aserrado que puede también estar ausente en hembras y en machos no hipertélicos y los dientes distales que pueden variar en número de 6–7. La apertura basal entre ambos dedos puede estar ausente, como en las hembras y en los machos no hipertélicos. El número de sedas en el engrosamiento del metatarso III de los machos puede variar de 8–13. El número de tubérculos distales prolaterales y retrolaterales de los fémures III y IV puede variar. En el fémur IV se pueden presentar 4–6 tubérculos prolaterales ventrales y de 1–2 tubérculos retrolaterales ventrales o estar ausentes como en las hembras. El mayor número de tubérculos retroprolaterales se presentan en los machos hipertélicos. En el fémur III se pueden presentar 4–5 tubérculos prolaterales o estar ausentes como en las hembras y uno o ningún tubérculo retrolateral. La patela IV también exhibe variabilidad en la armadura, puede

presentar una proyección medial distal o 2 proyecciones distales, una prolateral y la otra retrolateral. Cuando se presentan 2 proyecciones, la prolateral es de mayor tamaño. La fórmula tarsal varía en el número de segmentos en la pata II: 6(3): 9-10: 7: 7.

Distribución: Gran Piedra, Santiago de Cuba (Fig. 2.44 D).

Historia Natural: la especie habita en el parche de pluvisilva remanente en la sierra de la Gran Piedra, en los bosques secundarios y los bosques de pino orginales (*Pinus cubensis* Sarg. ex. Griseb) o los plantados *Pinus caribaea* Morelet. Comparte el hábitat con otras especies de opiliones de la familia Agoristenidae (*Torreana spinata* Avram, 1977, *Dumitrescuella ornata* Avram, 1977 y de la familia Kimulidae (*Kimula goodnightorum* Šilhavý, 1969).

Comentarios: A pesar de no haber examinado el material tipo de esta especie, que se encuentra en el ISER, se visitó la localidad tipo y se recolectó abundante material. Esto nos permitió poder aportar datos sobre la variabilidad de la especie ofrecer una diagnosis a la luz de los estándares actuales, incluyendo información sobre la genitalia masculina y el metatarso III dimórfico de los machos. La genitalia masculina representada por Avram en posición ventrolateral, presenta visibles 8 sedas ventrales, lo que no concuerda con nuestras observaciones. Podría ser que la autora haya intercambiado los diseños de esta especie con los de *N. fundorai* que presenta 9 sedas ventrales, como referimos en los comentarios sobre esta especie o sea un artefacto de la representación incorrecta del pene, mezclando vistas externas e internas.

Tabla 2.30. Medidas (en mm) del escudo dorsal y los pedipalpos de *Negreaella noindiocubanicola*.

	Macho (Holotipo) ISER	Macho CZACC	Macho CZACC	Macho CZACC	Macho CZACC	Hembra CZACC	Hembra CZACC	Hembra CZACC	Hembra CZACC
<i>Escudo dorsal</i>									
LED	1.50	1.41	1.50	1.23	1.29	1.53	1.47	1.29	1.35
AED	-	1.11	1.11	1.02	0.96	1.14	1.14	1.02	1.05
LC	-	0.63	0.63	0.60	0.60	0.63	0.60	0.57	0.60
AC	-	1.02	1.05	0.90	0.90	0.93	0.90	0.81	0.90
<i>Pedipalpo</i>									
Tr	0.25	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.21
Fe	1.05	0.90	0.99	0.87	0.87	0.90	0.90	0.81	0.90
Pa	0.55	0.54	0.54	0.51	0.45	0.48	0.54	0.45	0.45
Ti	0.55	0.51	0.51	0.45	0.45	0.51	0.45	0.48	0.51
Ta	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.42	0.45	0.42
Total	2.80	2.70	2.79	2.55	2.49	2.61	2.58	2.46	2.49

Tabla 2.31. Medidas (en mm) de las patas de *Negreaella noindiocubanicola*.

		Macho	Macho	Macho	Macho	Macho	Hembra	Hembra	Hembra	Hembra
		Holotipo	CZACC	CZACC	CZACC	CZACC	CZACC	CZACC	CZACC	CZACC
		ISER	3.4376	3.4005	3.4006	3.4375	3.4005	3.4376	3.4006	3.4375
Pata										
I	Tr	-	0.21	0.21	0.21	0.21	0.24	0.21	0.21	0.18
	Fe	-	0.66	0.69	0.66	0.69	0.66	0.69	0.60	0.60
	Pa	-	0.30	0.36	0.30	0.30	0.30	0.30	0.24	0.30
	Ti	-	0.54	0.51	0.51	0.48	0.54	0.51	0.45	0.48
	Mt	-	0.75	0.75	0.66	0.66	0.69	0.72	0.66	0.69
	Ta	-	0.66	0.66	0.60	0.63	0.66	0.66	0.60	0.66
Total		3.40	3.12	3.18	2.94	2.97	3.09	3.09	2.76	2.91
II	Tr	-	0.24	0.27	0.24	0.27	0.27	0.27	0.24	0.24
	Fe	-	1.29	1.29	1.26	1.20	1.26	1.23	1.17	1.20
	Pa	-	0.51	0.48	0.45	0.45	0.45	0.33	0.39	0.45
	Ti	-	1.02	1.02	1.02	0.90	0.96	0.96	0.90	0.99
	Mt	-	1.26	1.29	1.20	1.14	1.14	1.11	1.08	1.11
	Ta	-	1.20	1.23	1.17	1.20	1.08	1.20	1.11	1.14
Total		6.00	5.52	5.58	5.34	5.16	5.16	5.10	4.89	5.13
III	Tr	-	0.30	0.30	0.27	0.24	0.27	0.24	0.24	0.24
	Fe	-	1.02	0.99	0.93	0.90	0.96	0.90	0.90	0.87
	Pa	-	0.39	0.42	0.36	0.33	0.45	0.36	0.36	0.39
	Ti	-	0.66	0.69	0.60	0.60	0.60	0.60	0.69	0.60
	Mt	-	1.11	-	1.05	1.02	1.05	1.05	0.90	1.05
	Ta	-	0.57	-	0.51	0.57	0.60	0.54	0.60	0.60
Total		4.25	4.05		3.72	3.66	3.93	3.69	3.69	3.75
IV	Tr	-	0.30	0.36	0.30	0.30	0.30	0.27	0.27	0.24

	Fe	-	1.20	1.29	0.90	1.08	1.14	1.20	1.11	1.11
	Pa	-	0.48	0.51	0.45	0.39	0.51	0.42	0.42	0.45
	Ti	-	0.84	0.90	0.84	0.81	0.84	0.81	0.75	0.78
	Mt	-	1.44	1.53	1.41	1.44	1.47	1.41	1.35	1.47
	Ta	-	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.63	0.63
	Total		5.60	4.92	5.22	4.56	4.68	4.92	4.77	4.53

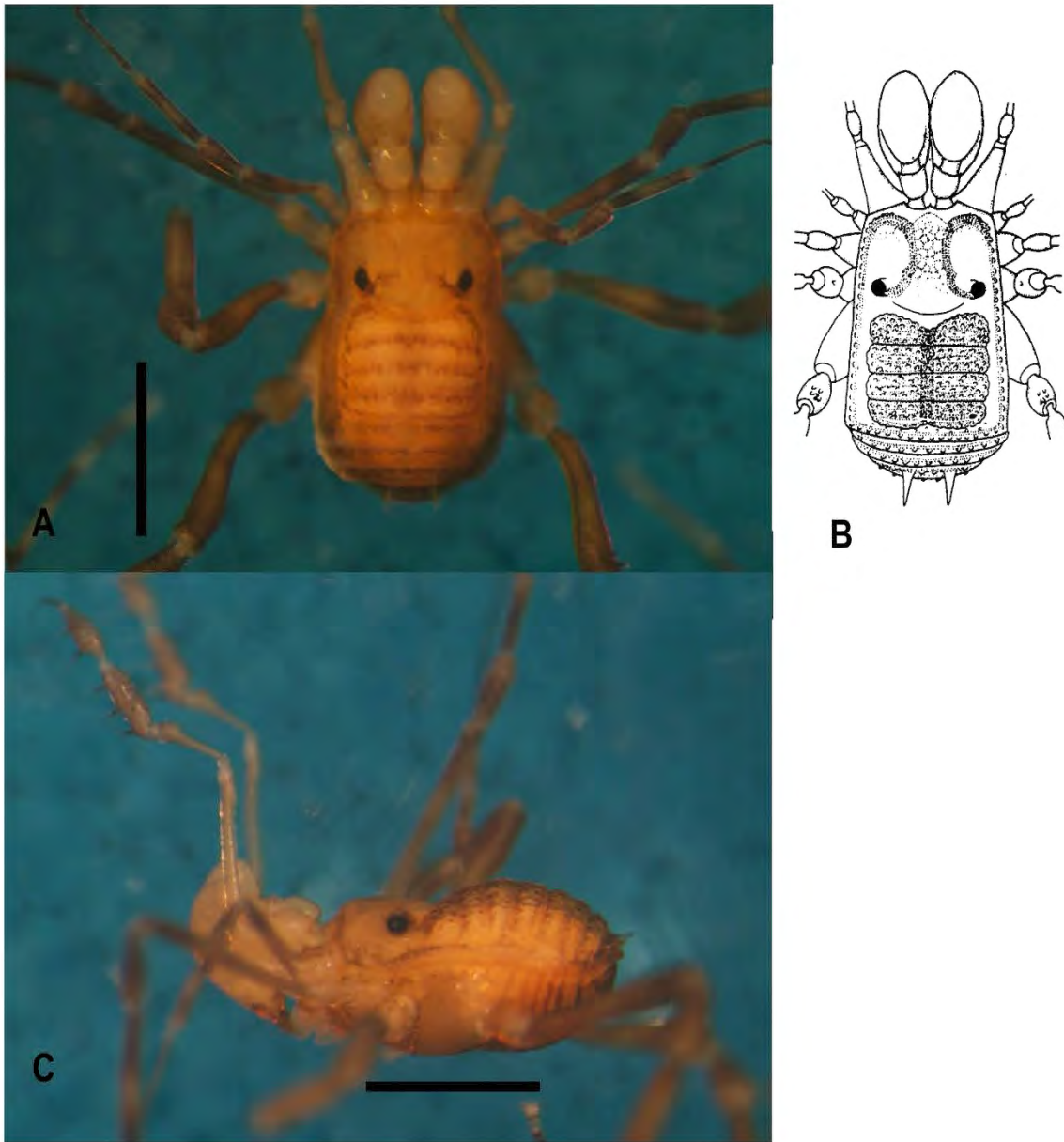


Figura 2.39. *Negreaella rioindiocubanicola*, macho (CZACC 3.4376): A, B. Habitus, vista dorsal; B. macho holotipo (tomado de Avram, 1977); C. Habitus, vista lateral. Escala = 1 mm.

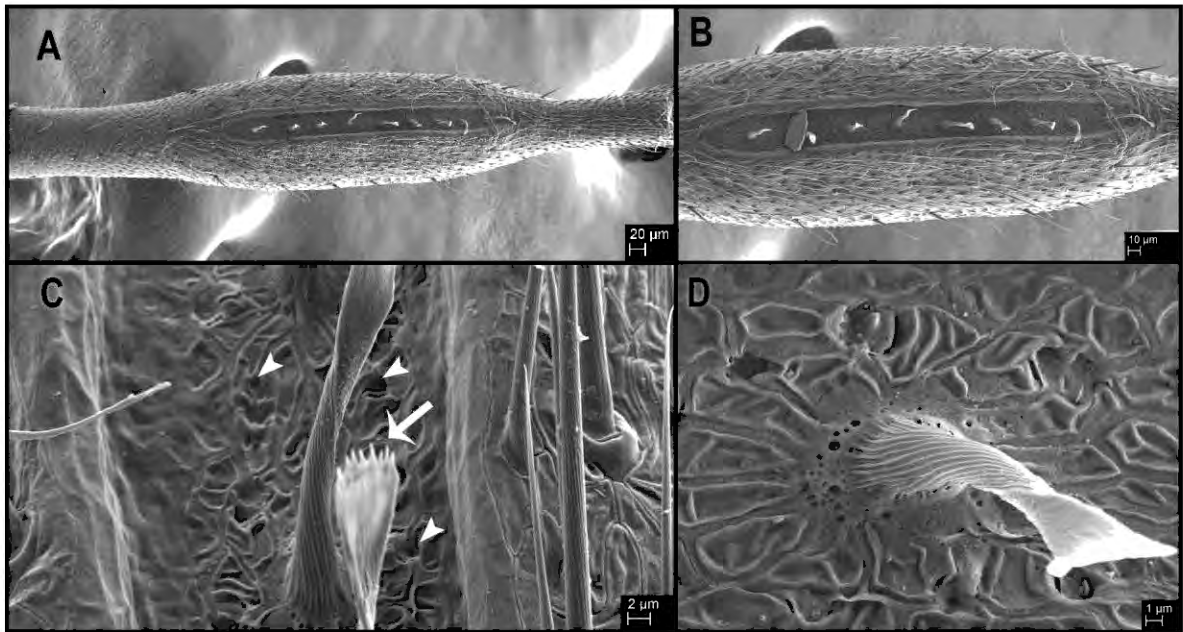


Figura 2.40. Estructura glandular del metatarso III del macho en *Negreaella rioindiocubanicola*. A–D. macho (CZACC 3.4375), microfotografías electrónicas de barrido: A. vista general del metatarso III, zona resaltada mostrando forma del surco (forma de ojal amplio); B. ampliación de la zona resaltada en A, mostrando la profundidad del surco; C. Ampliación del surco ventral, flecha blanca señalando una seda (en forma de espátula, basalmente estriada y torcida), cabezas de flechas blancas mostrando aberturas glandulares (poros), dispuestas irregularmente alrededor de las sedas; D. tegumento del surco ventral.

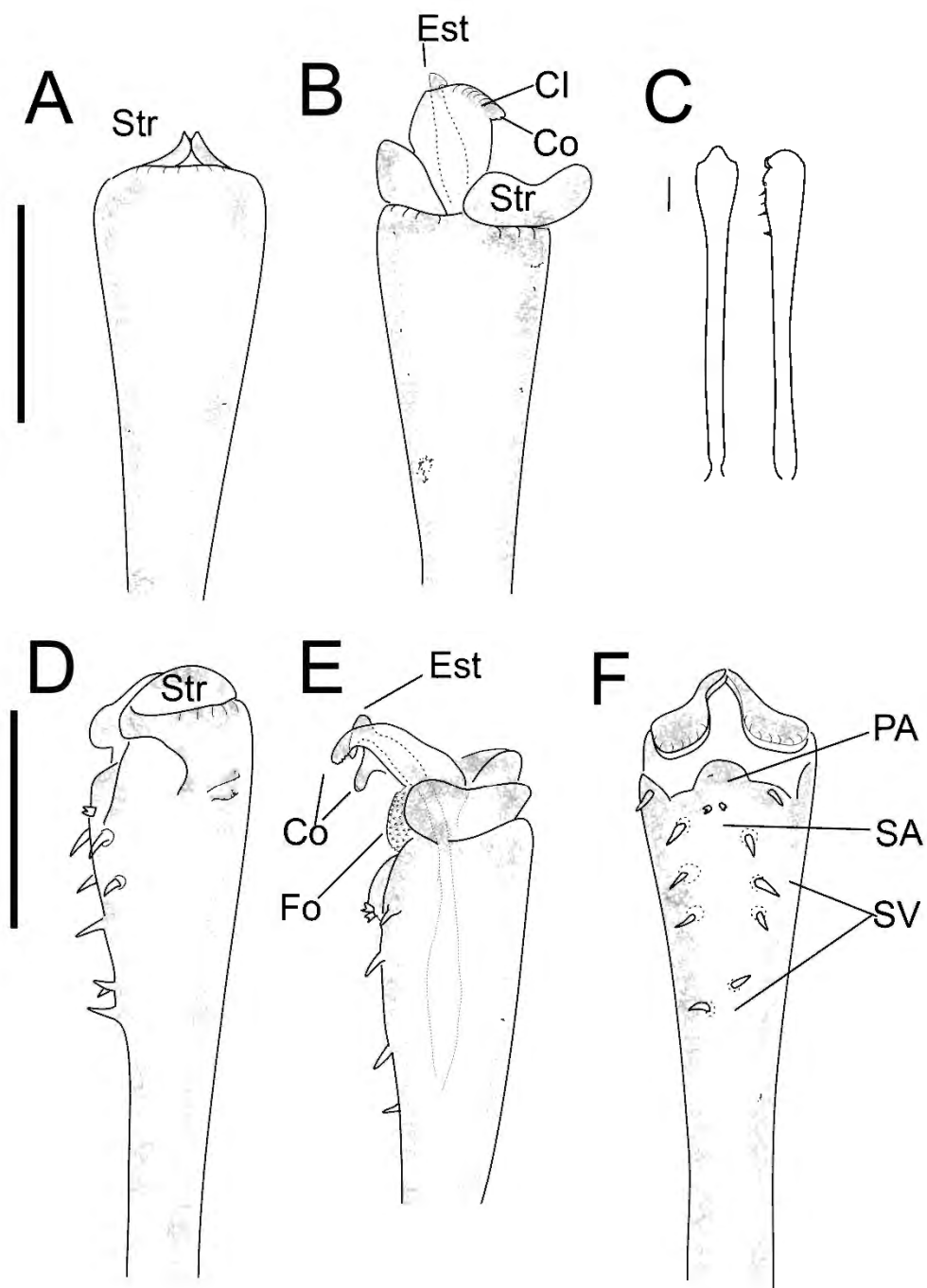


Figura 2.41. *Negreaella rioindiocubanicola*, macho (CZACC 3.4376), parte distal del pene: A. Vista dorsal; B. Vista dorsal, expandida; C. Vistas ventral y lateral total del pene; D. Vista lateral; E. Vista lateral expandida; F. Vista ventral. Escala = 0.1

mm. Abreviaturas: Co= conductor, Est = Estilo, Fo = *Follis*, Str = *stragulum*, SA = sedas apicales, SV = sedas ventrales.

Negreaella iberia sp. nov.

(Figs. 2.42–2.44 D, tablas 2.32–2.33)

Tipos: Cuba: macho holotipo (CZACC 3.4007), Cerca de la cima de la Meseta de Iberia, Monte Iberia, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Baracoa, Guantánamo (20° 27' 25.1" N; 74° 43' 46.5" W), 665 m s.n.m., 20-Mayo-2007, A. Alegre Leg., hojarasca. Paratipos: una hembra (CZACC 3.4007) (los mismos datos del holotipo); un macho, una hembra (CZACC 3.4008); un macho (CZACC 3.4009), Monte Iberia, cerca del antiguo campamento minero, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Baracoa, Guantánamo (20° 28' 54.1" N; 74° 43' 75.9" O), 540 m s.n.m., 13-I-2009, A. Alegre Leg., hojarasca; un macho, una hembra (CZACC 3.4010), un macho (CZACC 3.4011), Camino a las lagunas, Monte Iberia, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Baracoa, Guantánamo (20° 28' 2.1" N; 74° 43' 70.4" W), aproximadamente 600 m s.n.m., 15-I-2009, A. Alegre, hojarasca.

Etimología: El nombre específico es un sustantivo en aposición, que alude al nombre de la localidad tipo.

Diagnosis: *Negreaella iberia* sp. nov. difiere del resto de las especies por su pequeño tamaño y por la apariencia más lisa de las áreas mesotergales, margen

posterior y terguitos libres. Difiere de *N. yumuniensis* y *N. vinai* en la armadura del terguito libre II que presenta un tubérculo medial, en vez de una apófisis medial y el terguito libre III un par de tubérculos pequeños, en vez de un par de apófisis espiniformes mediales. Pata III con hilera de 3–4 tubérculos prolaterales y de 0–1 tubérculos retrolateral y pata IV con hilera de 4–5 tubérculos prolaterales y de 0–1 retrolateral. Fórmula tarsal 6(3): 8–10(4): 6: 6. También es claramente distinguible de *N. noindiocubanicola* y *N. fundorai* por presentar armadura en el terguito libre II. Pene con 10 sedas ventrales.

Descripción del macho holotipo (CZACC 3.4007): medidas del dorso: LC 0.48, AC 0.78, LED 1.12, AED 0.80. Apéndices medidas in tables 3–4.

Dorso (Figs. 2.42 A–D): Escudo dorsal rectangular, en vista lateral escasamente elevado en la región del carapacho y de las áreas mesotergales (Fig. 2.42 C, D). Margen anterior del escudo dorsal con escotaduras quelicerales poco profundas y una hilera de 7–8 pequeños dentículos a cada lado, muy cercanos entre sí, ubicados sobre un reborde Fig. 2.42 A, B). Carapacho con pequeños y escasos gránulos (Fig. 2.42 C, D). Tubérculos oculares cerca del surco I, con una proyección posterior dirigida hacia el área I (Fig. 2.42 C, D). Márgenes laterales del escudo dorsal con una hilera de pequeños y escasos gránulos hacia el borde distal del margen. Cuatro áreas mesotergales bien definidas escasamente granuladas. Área I dividida en dos mitades, izquierda y derecha, por un surco medio estrecho y no profundo, que constriñe medialmente al área. Margen posterior con escasos gránulos, muy bajos. Terguito libre II con un tubérculo

medial pequeño; terguito libre III con un par de tubérculos paramediales pequeños (ligeramente mayores que el tubérculo del terguito libre II) (Fig. 2.42 A, C).

Opérculo anal con escasos gránulos.

Ventre: Coxas cubiertas por escasos y pequeños gránulos con sedas. Coxas I con una fila anterior de pequeños gránulos setíferos. Coxas III–IV con una fila anterior de pequeños gránulos que parecen formar pequeños puentes con la parte posterior de la coxa precedente. Esternitos libres con una hilera de pequeños gránulos casi imperceptibles. Opérculo genital corto y estrecho

Quelíceros: Basiquelicerito con *bullae* robusta (Fig. 2.42 C, D). Mano grandemente desarrollada (hipertelia), con pequeños y escasos gránulos setíferos dispersos, sedas más largas hacia la porción distal de la mano. Dedo fijo distalmente con 6–7 pequeños denticulos sobre una elevación curva, dedo móvil con 7–8 dientes distales sobre una elevación curva y un diente basal, romo. Dedos quelícerales curvos, basalmente con una apertura cuando cierran.

Pedipalpos: Coxa dorsal con 3–4 pequeños tubérculos proximales; ectalmente con una hilera de 4 tubérculos proximales pequeños; mesalmente con 2–3 pequeños tubérculos proximales. Trocánter dorsalmente con pequeños gránulos. Fémur dorsal y ventral solo con unos pequeños gránulos esparcidos. Patela inerme, engrosada distalmente en su tercera porción. Tibia y tarso dorsalmente con escasos y diminutos gránulos, ventralmente armados con fuertes tubérculos setíferos como sigue: tibia ectal IIII ($1=2=3<4$), tibia mesal III ($1>2<3$); tarso ectal

lili (1=3>2=4), tarso mesal lili (1=3>2=4). Tarso de menor tamaño que tibia y que termina en una poderosa uña tarsal que posee la misma longitud del segmento.

Patas: Patas I–II casi lisas y delgadas, solo cubiertas por finos gránulos setíferos. Pata III–IV más robustas. Coxas con pequeños y escasos gránulos. Trocánteres III–IV dorsalmente con pequeños tubérculos, (trocánter III con un tubérculo dorso distal, trocánter IV con 3–4 tubérculos dorsales más evidentes). Fémures III–IV robustos y retrocurvos. Fémur III con una hilera de 4 pequeños tubérculos ventroprolaterales que aumentan ligeramente de tamaño hacia el extremo distal del fémur y 1 tubérculo retrolateral; fémur IV con una hilera de 5 pequeños tubérculos ventroprolaterales que aumentan de tamaño ligeramente hacia el extremo distal del fémur y 2 tubérculos ventroretrolaterales más atenuados. Metatarso III con un engrosamiento en la región del calcáneo en forma de huso. El engrosamiento está ubicado hacia el centro de la longitud del metatarso, extendiéndose lateralmente desde parte de la segunda porción hasta parte de la cuarta porción del metatarso (Fig. 2.4 K). Superficie ventral de la región engrosada con surco profundo y ancho en forma de ojal, que exhibe 7 sedas que tienen un extremo apical trunco (forma de espátula), dispuestas longitudinalmente en una hilera. Patela IV con dos pequeñas prolongaciones distales, una prolateral algo mayor y una retroprolateral menor. Uñas tarsales lisas, dobles y perpendiculares al eje de las patas. Distitrsos III y IV con escópula bilobulada. Fórmula tarsal: 6(3): 9 (4): 6: 6.

Pene (Fig. 2.43 A–G): con un *truncus* grueso, engrosado en la tercera porción distal (Fig. 2.43 C). *Stragulum* completamente hendido que forma dos piezas que articulan con el *truncus* como una navaja y que se sitúan apicalmente a manera de “tapa”, cubriendo la cápsula interna (sin evertir) y abriendo completamente cuando evertir (Fig. 2.43 A, B, D). Cápsula interna compuesta por un estilo lateroapicalmente aplanado y apicalmente con una proyección ventral aguzada, flanqueado por fuertes conductores que están fusionados en toda su extensión a través de una membrana y se disponen como una lámina que rodea al *estilo*. Los conductores en cada extremo apical presentan una proyección libre ventral, algo aguzada y con bordes provistos de pequeños lóbulos (Figs. 2.43 E). *Truncus* ventralmente con un proceso apical compuesto por tres montículos y 10 sedas cortas y acuminadas (Figs. 2.43 F, G). En cada montículo lateral se inserta una seda apical y en el montículo medial otros dos pares de sedas apicales, siendo las más apicales de menor tamaño. Ventralmente en el *truncus* se insertan otros dos pares de sedas de igual tamaño que las subapicales, dispuestas sin guardar una simetría (Figs. 2.43 G).

Coloración (en etanol): Carapacho pardo-amarillo con las porciones laterales reticuladas en marrón. Margen anterior del prosoma con una marca marrón claro que delinea por debajo a las escotaduras quelícerales. Márgenes laterales con marcas irregulares marronas, más reticuladas a nivel del carapacho. Áreas mesotergales I–III pardas-amarillas con bordes anteriores y laterales marrones y área IV completamente marrón. Margen posterior y terguitos libres con bordes

marrones. Mano del quelícero amarilla con reticulaciones en pardo y dedos amarillos-rojizos. Pedipalpos amarillos-blancuzcos, tibias, tarsos y uña tarsal marrón. Patas marronas, con marcas marronas más oscuras y extremos distales de cada artejo amarillo, dando un aspecto de bandas. Vientre pardo-amarillo. Esternitos libres pardos-amarillos.

Hembra (CZACC 3.4007): Similar al macho, pero más grácil. Quelíceros delicados, con mano no engrosada (no hipertelia), sin abertura entre los dedos quelícerales. Patas: metatarso III sin calcaneus engrosado o estructura glandular como en los machos. Patas III–IV más delgadas que las de los machos, fémur III–IV sin hileras de tubérculos ventroprolaterales y ventroretroprolaterales, solo diminutos gránulos en su lugar. Patrón de coloración similar al de los machos. Opérculo genital ancho con respecto al del macho. Fórmula tarsal: 6(3): 9(4): 6: 6. Medidas del cuerpo y de los apéndices en tablas 2.30–2.31.

Variabilidad: Machos (n=4); hembras (n=3). Medidas en tablas X–Y. Quelíceros robustos (hipertelia) en 3 machos (incluyendo el holotipo) y 2 machos con quelíceros no robustos, similares a los de las hembras. Dedos de los quelíceros con alguna variabilidad en la apertura basal entre ambos, puede estar ausente, como en hembras y en los machos no hipertélicos y presente en machos hipertélicos. En los pedipalpos se presenta variación en el número de tubérculos setíferos de la tibia, donde algunos ejemplares poseen 3 tubérculos setíferos ectales de gran tamaño y distalmente uno pequeño (Illi) y en otros no aparece el tubérculo setífero distal pequeño. En la patela IV se pueden presentar dos

proyecciones distales, siendo la prolateral de mayor tamaño, como en los machos hipertélicos y solo una proyección prolateral como en machos no hipertélicos, y sin proyección como en las hembras. El fémur III presenta variabilidad en el número de tubérculos prolaterales; en machos hipertélicos se pueden presentar 3–4 tubérculos prolaterales, en machos no hipertélicos se presentan 3 tubérculos más pequeños y en las hembras gránulos casi imperceptibles. El fémur IV también presenta variabilidad en el número de tubérculos prolaterales; en machos hipertélicos se pueden presentar 4–5 tubérculos prolaterales, en machos no hipertélicos se presentan 4 tubérculos más pequeños y en las hembras 5–6 gránulos casi imperceptibles. El número de sedas en el engrosamiento del metatarso III puede variar desde 5–7, 9, los machos no hipertélicos presentaron el menor número de sedas. La fórmula tarsal varía en el número de segmentos en patas II: 6(3): 8–10(4): 6: 6.

Distribución: conocida solo de Monte Iberia, Baracoa, Guantánamo, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sector Baracoa (Fig. 2.44 D).

Historia natural: Los ejemplares fueron recolectados en la hojarasca del bosque de pluvisilva submontana.

Tabla. 2.32. Medidas (en mm) del escudo dorsal y los pedipalpos de *Negreaella iberia* sp. nov.

Macho (Holotipo)	Hembra CZACC	Macho CZACC	Macho CZACC	Macho CZACC	Macho CZACC	Hembra CZACC	Hembra CZACC
---------------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

CZACC 3.4007	3.4007	3.4008	3.4009	3.4010	3.4011	3.4010	3.4008
<i>Escudo dorsal</i>							
LED	1.12	1.14	1.06	0.98	1.06	1.14	1.10
AED	0.80	0.84	0.80	0.70	0.72	0.84	0.80
LC	0.48	0.44	0.46	0.40	0.46	0.48	0.42
AC	0.78	0.74	0.72	0.66	0.70	0.80	0.70
<i>Pedipalpo</i>							
Tr	0.20	0.24	0.18	0.18	0.20	0.20	0.18
Fe	0.80	0.76	0.78	0.70	0.68	0.80	0.76
Pa	0.46	0.44	0.44	0.42	0.48	0.44	0.44
Ti	0.36	0.40	0.36	0.32	0.36	0.34	0.32
Ta	0.32	0.34	0.32	0.30	0.34	0.34	0.34
Total	2.14	2.18	2.08	1.92	2.06	2.12	2.04

Tabla 2.33. Medidas (en mm) de las patas de *Negreaella iberia* sp. nov.

		Macho Holotipo CZACC 3.4007	Hembra CZACC 3.4007	Macho CZACC 3.4008	Macho CZACC 3.4009	Macho CZACC 3.4010	Macho CZACC 3.4011	Hembra CZACC 3.4010	Hembra CZACC 3.4008
I	Tr	0.18	0.18	0.18	0.16	0.16	0.20	0.16	0.16
	Fe	0.58	0.54	0.58	0.50	0.52	0.58	0.54	0.50
	Pa	0.26	0.24	0.26	0.22	0.24	0.28	0.24	0.26
	Ti	0.46	0.40	0.40	0.38	0.38	0.44	0.42	0.38

	Mt	0.62	0.56	0.58	0.52	0.52	0.54	0.58	0.54
	Ta	0.62	0.62	0.62	0.64	0.62	0.62	0.62	0.62
Total		2.72	2.54	2.62	2.42	2.44	2.66	2.56	2.46
II	Tr	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.20
	Fe	1.04	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98
	Pa	0.44	0.36	0.40	0.36	0.40	0.40	0.40	0.38
	Ti	0.86	0.86	0.86	0.80	0.82	0.82	0.84	0.80
	Mt	1.00	0.90	0.98	0.90	0.94	0.94	0.94	1.32
	Ta	1.08	1.06	1.08	1.06	1.06	1.06	1.04	1.04
Total		4.62	4.38	4.58	4.32	4.42	4.42	4.44	4.72
III	Tr	0.20	0.20	0.18	0.18	0.18	0.16	0.18	0.18
	Fe	0.72	0.74	0.76	0.70	0.68	0.70	0.70	0.64
	Pa	0.28	0.30	0.30	0.34	0.30	0.34	0.32	0.30
	Ti	0.52	0.50	0.50	0.46	0.48	0.50	0.50	0.46
	Mt	0.84	0.84	0.84	0.78	0.82	0.84	0.80	0.74
	Ta	0.50	0.50	0.46	0.44	0.46	-	0.48	0.46
Total		3.06	3.08	3.04	2.90	2.92		2.98	2.78
IV	Tr	0.22	0.20	0.22	0.20	0.24	0.20	0.20	0.20
	Fe	0.90	0.92	0.90	0.90	0.94	0.94	0.94	0.90
	Pa	0.36	0.30	0.32	0.30	0.32	0.34	0.34	0.30
	Ti	0.70	0.70	0.64	0.60	0.66	0.70	0.64	0.68
	Mt	1.10	1.08	1.10	1.00	1.08	1.08	1.10	1.06
	Ta	0.52	0.52	0.50	0.50	0.54	0.56	0.54	0.54
Total		3.80	3.72	3.68	3.50	3.78	3.82	3.76	3.68

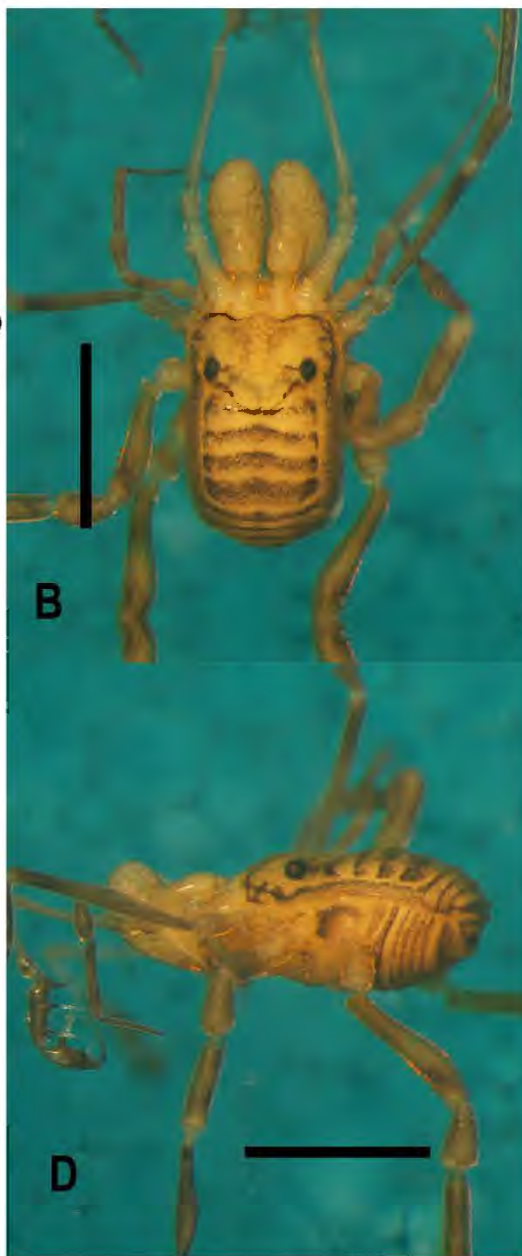
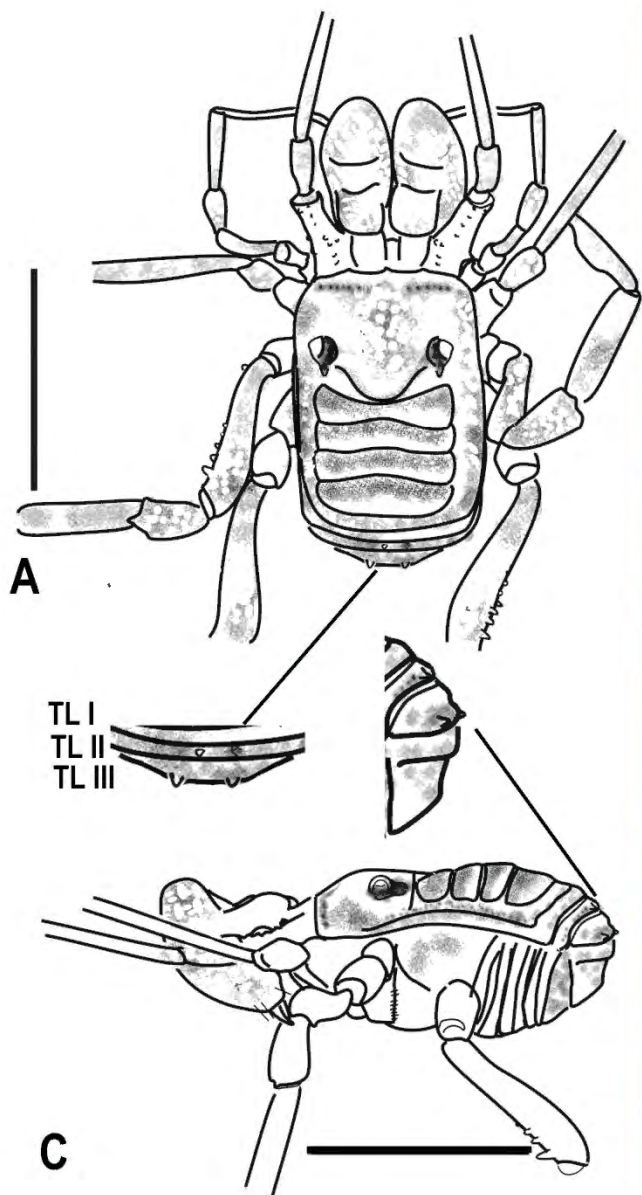


Figura 2.42. *Negreaella iberia* sp. nov. macho holotipo (CZACC 3.4007): A, B. Habitus, vista dorsal; C, D. Habitus, vista lateral. Escala = 1 mm. Abreviaturas TL I, TL II, TL III = terguitos libres I-III.

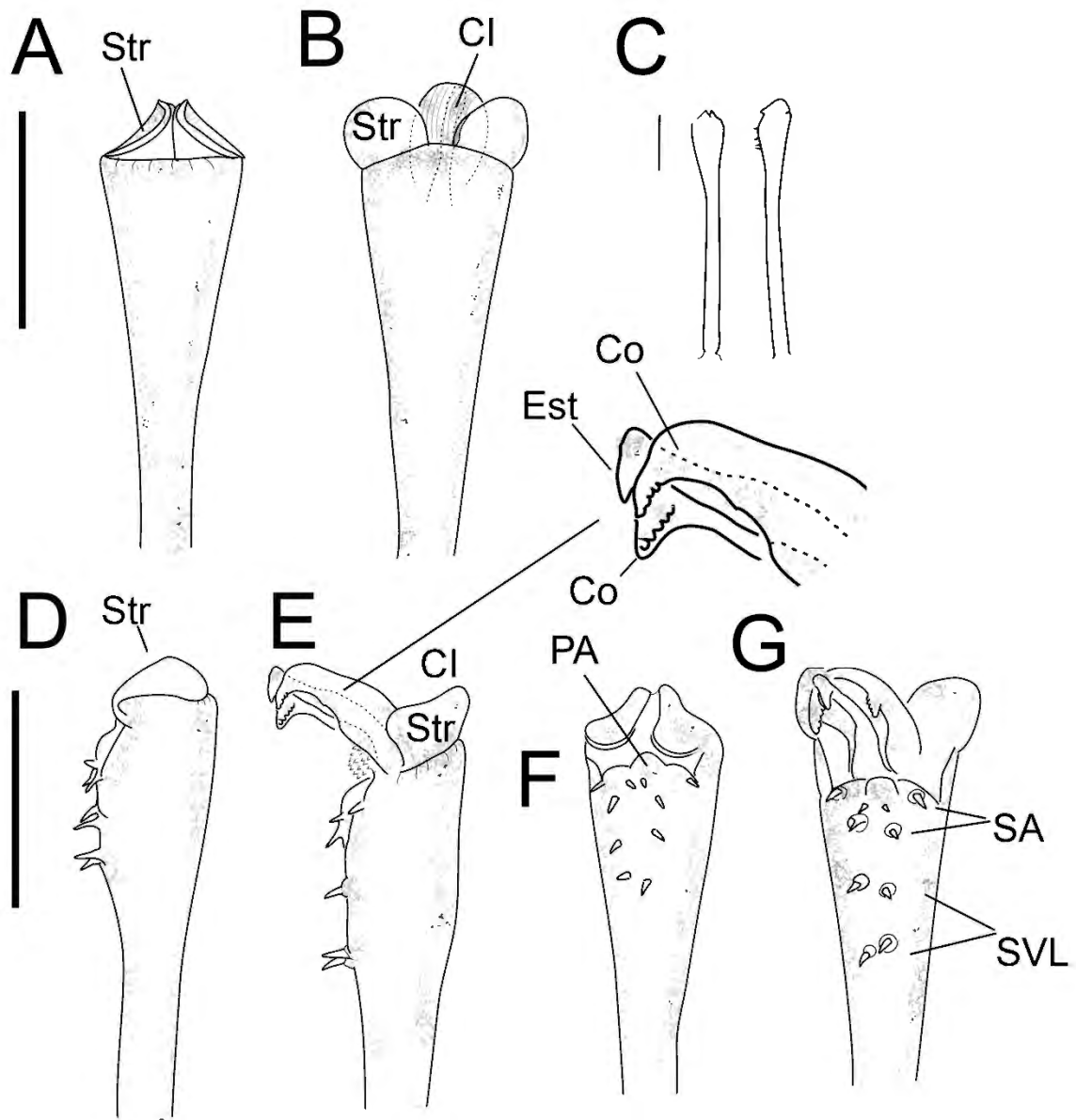


Figura 2.43. *Negreaella ibeña* **sp. nov.**, macho holotipo (CZACC 3.4007), parte distal del pene: A. Vista dorsal; B. Vista dorsal, expandida; C. Vistas ventral y lateral total del pene; D. Vista lateral; E. Vista lateral expandida; F. Vista ventral; G. Vista ventral, expandida. Escala = 0.1 mm. Abreviaturas: Co = conductor, Est = Estilo, Fo = Follis, Str = stragulum, SA = sedas apicales, SV = sedas ventrales.

2.4.4. Clave dicotómica para la identificación de las especies cubanas de Biantidae

- 1.- Patela del pedipalpo con tubérculo setífero mesodistal.....2
 - Patela del pedipalpo sin tubérculo setífero mesodistal.....*Negreaella*.....10
- 2.- Áreas mesotergales y terguitos libres armados de fuertes apófisis espiniformes.....3
 - Áreas mesotergales y terguitos libres solo con tubérculos...*Manahunca*.....15
- 3.- Área III y IV con par de fuertes apófisis espiniformes de igual tamaño*Caribbeanes*.....4
 - Área III con par de tubérculos y IV con fuertes apófisis espiniformes.....6
- 4.- Apófisis espiniformes del Área III y IV aguzadas.....5
 - Apófisis espiniformes del Área III y IV romas.....*C. evectus* **sp. nov.**
- 5.- Terguito libre III con par de fuertes apófisis espiniformes.....*C. cubanus*

- Terguito libre III con par de tubérculos mediales.....	<i>C. iberia</i> sp. nov.
6.- Fémur II–IV con proyección dorsodistal.....	7
- Fémur II–IV sin proyección distal.....	8
7.- Metatarso III de los machos corto y robusto, con engrosamiento que alcanza dos o más porciones distales (de las cuatro porciones en que se puede dividir el segmento).....	10
- Metatarso III de los machos largo y delgado, con engrosamiento muy breve.....	<i>Galibrotus carlotanus</i>
8.- Apófisis espiniformes del terguito libre III fuertes, próximas y divergentes.....	9
- Apófisis espiniformes del terguito libre III reducidas.....	<i>G. matiasis</i>
9.- Tubérculos mediales del área III diminutos.....	<i>Decuella cubaorientalis</i>
- Tubérculos mediales del área III aguzados y elevados.....	<i>Galibrotus riedeli</i>
10.- Terguito libre II con una pequeña apófisis espiniforme medial o un tubérculo medial y terguito libre III con par de apófisis espiniformes o par de tubérculos mediales.....	11
- Terguito libre II sin apófisis espiniforme o tubérculo medial y terguito libre III con par de apófisis espiniformes mediales.....	14

- 11.- Tubérculo ocular con proyección posterior.....12
- Tubérculo ocular sin proyección posterior.....*Negreaella palenquensis*
12. - Tubérculo ocular con proyección anterior.....*Negreaella vinai*
- Tubérculo ocular sin proyección anterior.....13
- 13.- Tamaño del cuerpo diminuto (LED 0.98–1.14 mm), armadura de los terguitos libres y de los fémures III y IV (tubérculos prolaterales distales) reducida de tamaño.....*Negreaella iberia sp. nov.*
- Tamaño del cuerpo (LED 1.21–1.32 mm), armadura de los terguitos libres y de los fémures III y IV (tubérculos prolaterales distales) marcados*Negreaella yumuniensis*
- 14.- cuerpo robusto (AED (machos) 0.96–1.11 mm); pedipalpos y patas con segmentos robustos.....*Negreaella rioindiocubanicola*
- cuerpo grácil (AED (machos) 0.87 mm), pedipalpos y patas con segmentos delicados.....*Negreaella fundorai*
- 15.- Tubérculos de las áreas mesotergales y terguitos libres bien demarcados.....16
- Tubérculos de las áreas mesotergales y terguitos libres muy reducidos de tamaño..... *Manahunca turquino*
- 16.- Tubérculos de las áreas mesotergales y terguitos libres redondeados.....17

- Tubérculos de las áreas mesotergales y terguitos libres afilados.....*Manahunca matazon sp. nov.*

17.- Terguito libre II con un tubérculo medial..... *Manahunca bielawskii*

- Terguito libre II con 4 tubérculos, un par medial y otro paramedial*Manahunca cuevajibarae*

Comentario: Las especies de *Caribbiantes sp. nov.* 1, *C. sp. nov.* 2, *C. sp. nov.* 3, no fueron incluidas en la clave hasta conseguir machos adultos que permitan estudiar caracteres taxonómicos importantes para una correcta descripción de las mismas.

2.4.5. Historia natural de las especies cubanas de Biantidae

A partir del presente estudio se conoce que los biántidos caribbiantinos ocupan diferentes microhabitats, como bajo piedras, bajo corteza de árboles, tanto vivos como podridos y la hojarasca. Se han recolectado especies en el interior de cuevas, en la zona de penumbra y en la de total oscuridad (p. e. *Manahunca cuevajibarae*, *Decuella cubaorientalis*, *Caribbiantes cubanus* y *Caribbiantes evectus sp. nov.*), así como en ecosistemas que predomina el carso de forma general. Los biántidos cubanos se han encontrado en bosques de pluvisilva, bosques de vegetación secundaria, bosques de pinos originales o plantados, plantaciones de café, bosques de pomarrosa (*Syzygium jambos*), bosques siempreverde. Todos ecosistemas donde existe una alta humedad relativa, excepto en los bosques con vegetación tipo mogote y los cuabales sobre

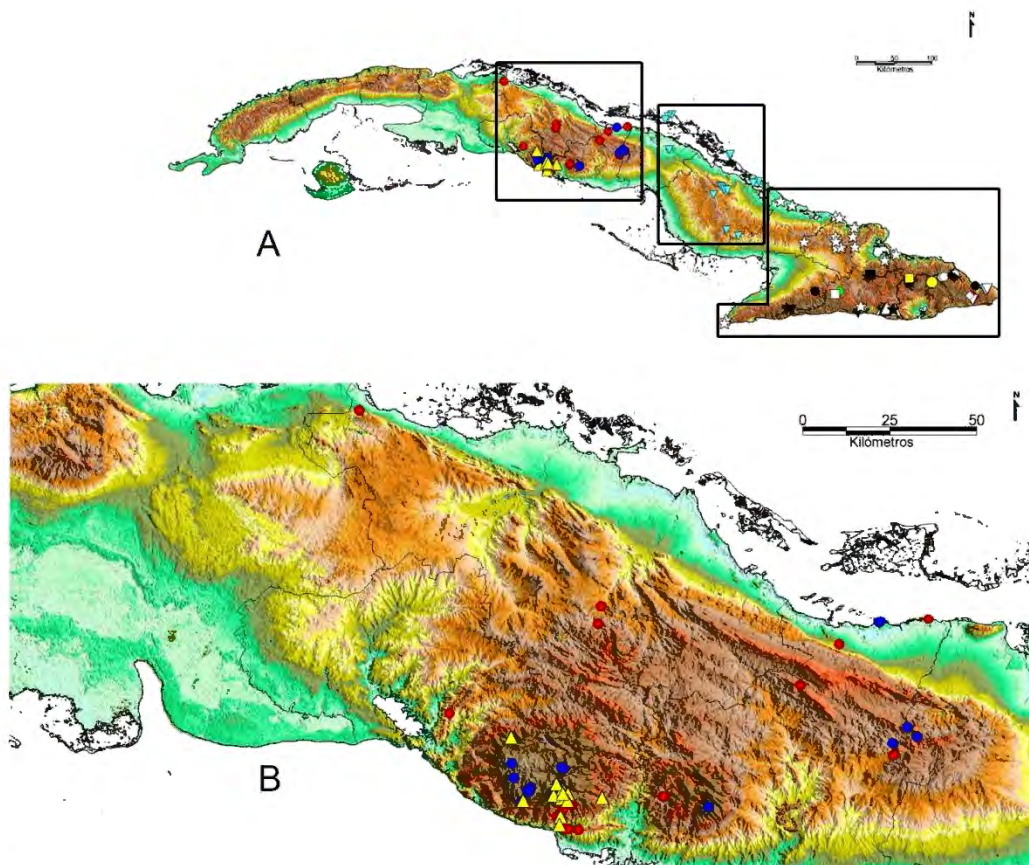
serpentina (matorrales xeromorfos), donde existe un ambiente más árido. Estos opiliones han sido recolectados desde la altura del nivel del mar hasta los 1300 m s.n.m

2.4.6. Distribución geográfica de las especies cubanas de Biantidae

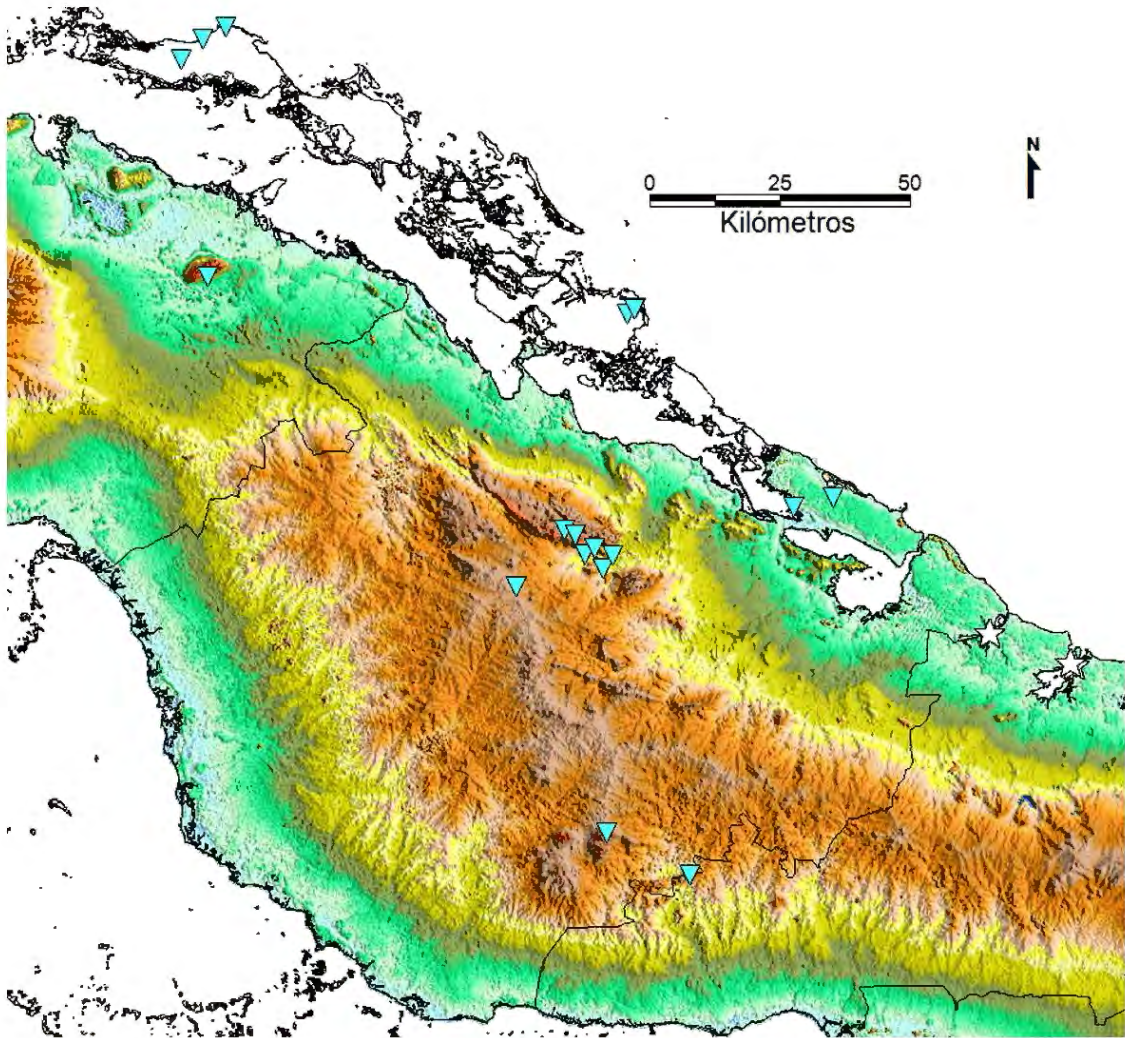
A partir de los resultados del presente estudio la subfamilia Caribbiantinae (**status revalidado**) se restringe al área geográfica de las Antillas, convirtiéndose en un grupo endémico de las islas que la componen. La mayoría de las especies de este grupo de biántidos se encuentran en el archipiélago cubano, que actualmente posee 20 spp. reconocidas, otras cuatro especies se distribuyen en La Española (2 spp.), Puerto Rico (1 sp.) e Islas Vírgenes (1 sp.), lo que suma un total de 24 taxones para esta subfamilia. La familia Biantidae en Cuba muestra una distribución asociada a los sistemas montañosos del centro-oriente de Cuba (Fig. 2.44 A-D), siendo todas las especies, endémicas del archipiélago cubano (Fig. 2.44 A). La mayoría exhiben una distribución

localizada, solo presentan una distribución algo más amplia las especies *Caribbiantes cubanus*, *Caribbiantes evector* **sp. nov.** y *Galibrotus carlotanus* (Fig. 2.44 B).

Figura 2.44. Mapa de distribución geográfica de los taxones cubanos de Biantidae. A. Principales áreas de distribución; B. Ampliación del recuadro superior izquierdo de la figura A: *Caribbiantes cubanus* (círculos rojos), *Caribbiantes evector* **sp.**



nov. (círculos azules); *Galibrotus carlotanus* (triángulos amarillos).



C

Figura 2.44 (cont.). Mapa de distribución geográfica de los taxones cubanos de Biantidae. C. Ampliación del recuadro central de la figura 2.44 A. *Caribbiantes* sp. n. 1 (triángulos invertidos azules).

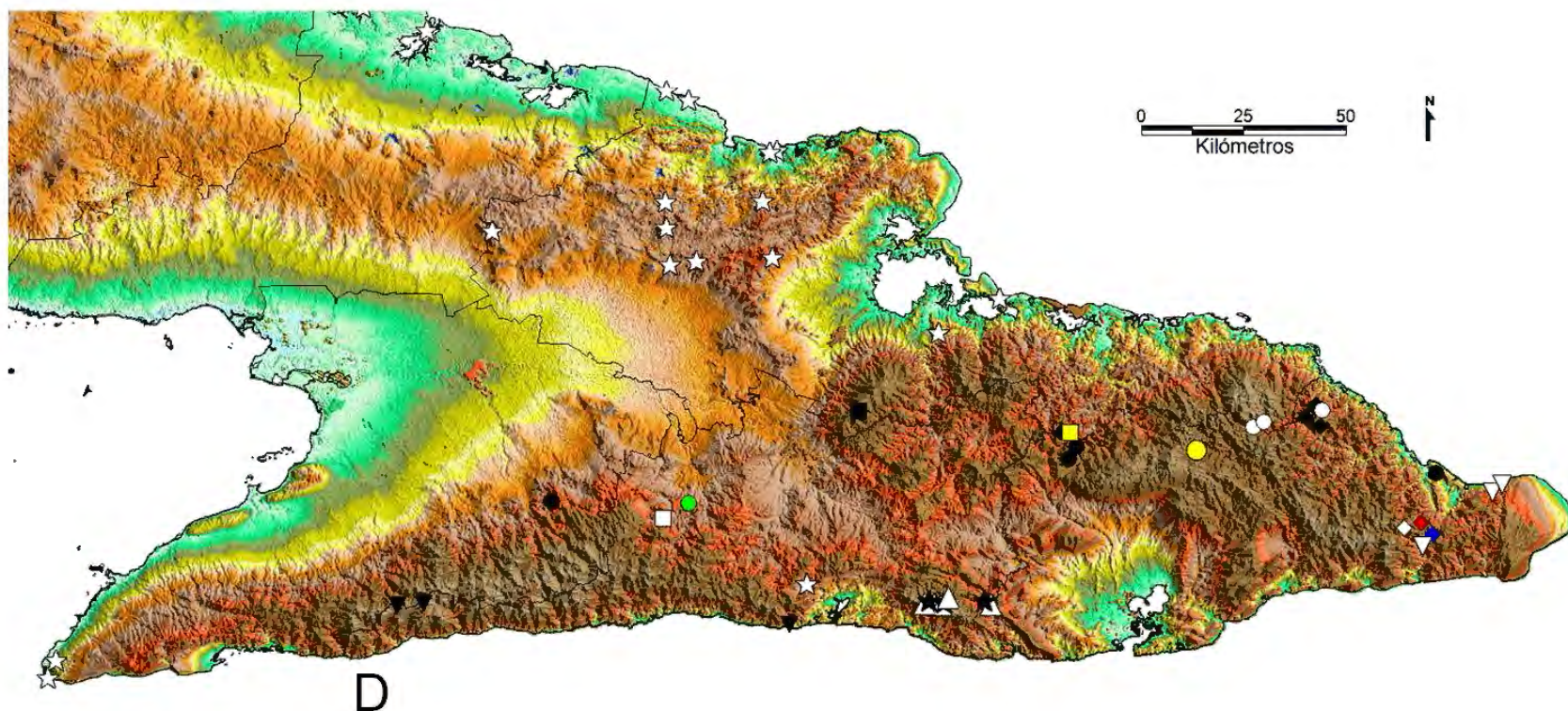


Figura 2.44 (cont.). Mapa de distribución geográfica de los taxones cubanos de Biantidae. D. Ampliación del recuadro inferior derecho de la figura A. *Caribbiantes iberia* sp. nov. (círculo blanco); *C. sp. nov. 2* (estrella blanca); *C. sp. nov. 3* (triángulo invertido blanco); *Decuella cubaorientalis* (círculo negro); *Galibrotus matiasis* (cuadrado blanco); *Galibrotus riedeli* (cuadrado negro); *Manahunca bielawskii* (triángulo blanco); *M. cuevajibarae* (círculo verde); *M. matazon* sp. nov. (cuadrado amarillo); *M. turquino* sp. nov. (triángulo invertido negro); *Negreaella fundorai* (rombo blanco); *N. yumuriensis* (rombo azul) *N. vinai* (rombo rojo); *N. palenquensis* (círculo amarillo); *N. rioindiocubanicola* (estrella negra).

2.5. Discusión

2.5.1. Utilidad de los caracteres morfológicos estudiados en la sistemática de los biántidos cubanos

El estudio de las especies de Caribbiantinae (**status revalidado**) reveló la existencia de un dimorfismo de los machos. *Caribbiantes cubanus*, *C. iberia* **sp. nov.**, *C. evectus* **sp. nov.**, *Decuella cubaorientalis*, *Galibrotus carlotanus*, *Manahunca bielawskij*, *M. matazon* **sp. nov.**, *M. turquino* **sp. nov.**, *Negreaella noindiocubanicola*, *N. yumuniensis*, *N. iberia* **sp. nov.** muestran este dimorfismo sobre todo en la robustez de los quelíceros. El polimorfismo de los machos es frecuentemente observado en los opiliones (p. e., Fernández *et al.*, 2014), una característica que parece estar relacionada con diferentes estrategias de reproducción y la existencia de combates macho-macho (Willemart *et al.* 2006, 2009; Buzzato y Machado 2014; Painting *et al.* 2015). Algunos machos de estas especies exhiben fuertes quelíceros, mientras otros exhiben quelíceros poco robustos, como los de las hembras. En las especies de caribiantinos, este tipo de dimorfismo en los quelíceros de los machos está pobremente estudiado, lo cual fue mencionado previamente por Pérez-González (2000) para una especie no descrita de *Caribbiantes*, y aparentemente se trata de un fenómeno común entre las especies de esta subfamilia (A. Alegre, obs. pers.). El debido reconocimiento de dos tipos de machos en una población es crucial para evitar identificaciones taxonómicas erróneas de estas especies.

Además de emplear caracteres bien establecidos en la descripción de las especies de Caribbiantinae (p. e. morfología del pene), se exploró el potencial

taxonómico de la región engrosada del metatarso III de los machos a través de 5 géneros de Caribbiantinae revelando una diversidad morfológica previamente desconocida. Las porciones engrosadas de las patas en los opiliones es una clara indicación de glándulas sexualmente dimórficas, un fenómeno reportado en más de un tercio de las aproximadamente 30 familias de Laniatores (Willemart *et al.*, 2010; Proud y Felgenhauer, 2011, 2013; Giribet y Sharma, 2015). La morfología general del metatarso III en los géneros de Caribbiantinae: *Manahunca*, *Caribbiantes*, *Negreaella*, *Decuella* y *Galibrotus* es marcadamente similar a las glándulas en el metatarso III de las especies de Samoidae y Stygnommatidae (Willemart *et al.*, 2010). Una estrecha relación filogenética entre estas familias ha sido revelada en estudios filogenéticos moleculares recientes (p. e., Sharma & Giribet, 2011; Giribet & Sharma 2015; Fernández *et al.* 2017), pero el metatarso III engrosado no se encuentra en todos los miembros de este clado. Además, el metatarso III engrosado está también presente en algunas especies de la familia Zalmoxidae, sin embargo este engrosamiento no está asociado al calcáneo y por lo tanto no es considerado homólogo a las estructuras glandulares del metatarso III de Samoidae (Pérez-González *et al.*, 2016). Un metatarso engrosado también aparece en algunos zalmóxidos, *Z. derzelas* Sharma *et al.*, 2012 y *Z. gebeleizis* Sharma *et al.*, 2012 (pata III), y *Z. zibelthiurdos* Sharma *et al.*, 2012 (pata IV), lo que también sugiere la presencia de glándulas en estas patas (Sharma *et al.*, 2012). Sin embargo, la homología entre estas glándulas metatarsales entre estas cuatro familias (Samoidae, Stygnommatidae, Zalmoxidae y Biantidae) necesita un estudio riguroso. El potencial taxonómico de las glándulas metatarsales como

caracteres diagnósticos en géneros y especies de Caribbiantinae es prometedor. En el presente trabajo se investigaron 13 especies de caribiantíneos con glándulas sexualmente dimórficas, las cuales están restringidas a la región engrosada del calcaneus del metatarso III, presentando un surco ventral con un área que presenta poros y sedas torcidas. Algunas variaciones parecen ser características de los géneros y/o especies. Por ejemplo, una región engrosada localizada en la longitud media del metatarso es característica de las especies de *Negreaella* mientras que los otros géneros presentan regiones engrosadas del metatarso III más distales. La variación interespecífica también comprende la morfología de las sedas (lanceoladas o truncas), número de hileras longitudinales (1, 2 o 3) y número de sedas (5–37). Sería interesante investigar en un futuro esta variabilidad entre otras especies del grupo y aumentar el tamaño de las muestras para acceder a mayor información sobre la variabilidad intraespecífica.

La variación en la forma y la presencia de algunas estructuras glandulares ha permanecido como caracteres informativos en la taxonomía en opiliones, p. e. glándulas opistosomales esternales sexualmente dimórficas en Cyphophthalmi (Giribet *et al.*, 2012), glándulas repugnatorias (Hara y Gnaspini 2003; Gnaspini y Rodrigues 2011) y las glándulas tarsoméricas proximales en Laniatores (Gainett *et al.* 2014). En el contexto del estudio sobre la monofilia de Stenostygninae = Caribbiantinae (**status revalidado**) y las relaciones filogenéticas entre los géneros, la variación del metatarso III ofreció un set de caracteres útiles. La inclusión de la información sobre la morfología de estas glándulas en las futuras descripciones de los caribbiantinos no solo contribuye a su uso en la sistemática,

sino también estimulará futuros estudios acerca de la función y visión más amplia sobre la homología de estas glándulas a través de los grupos que poseen.

El dimorfismo sexual en estas glándulas posiblemente indica una función sexual (Andersson, 1994), y recientes evidencias conductuales sugieren que estas glándulas sexualmente dimórficas en dos especies de laniatores son probablemente utilizados para marcar el sustrato (Fernandes & Willemart, 2014; Murayama y Willemart, 2015). Coincidentemente, la superficie ventral del engrosamiento glandular de los caribbiantinos posee poros (ocasionalmente con secreción) y sedas con forma de pincel, las cuales pudieran ser utilizadas para “pintar” el sustrato con las secreciones que provienen de los poros. Desafortunadamente, las observaciones conductuales son escasas y nada se sabe acerca de cómo estas glándulas son usadas en Caribbiantinae. Por lo tanto, se recomiendan los estudios de historia natural en los caribbiantinos para poder esclarecer la función de estas glándulas.

En cuanto a la morfología de la genitalia masculina de las especies pertenecientes a la subfamilia Caribbiantinae, se puede afirmar que es una herramienta útil e imprescindible para la taxonomía. Los diferentes caracteres presentes en el pene de los caribbiantinos sirven para diferenciarlos del resto de los representantes de las diferentes subfamilias de Biantidae, para delimitar géneros y definir especies. La mayor utilidad en este sentido la encontramos en la forma general del pene, forma y presentación del *stragulum*, número, disposición y forma de las sedas ventrales de la *pars distalis*, así como en las características de la cápsula interna, es decir forma y disposición de los conductores y del estilo. De

forma general las estructuras presentes en el pene de los caribbiantinos encuentran sus homólogos en los patrones definidos para otras familias de Opiliones. Este patrón los ubica dentro de la superfamilia Samooidea, junto con Samoidae y Stygnommatidae.

2.5.2. Comentarios sobre los resultados del análisis filogenético a partir de los datos morfológicos.

En ambos análisis se obtuvieron topologías similares, lo que sugiere que la hipótesis filogenética obtenida podría ser robusta (Peña, 2011). Ninguno de los dos métodos recuperaron el concepto de la subfamilia Stenostygninae *sensu* Pinto-da-Rocha (1995), que incluye las especies de las Antillas y el taxón *Stenostygnus pusio* del Norte de América del Sur. La subfamilia Stenostygninae se muestra polifilética si incluye a los taxones antillanos. En cambio, los resultados por ambos análisis concordaron con el concepto Caribbiantinae propuesto anteriormente por Šilhavý (1973a), que agrupa a todas las especies de las Antillas pertenecientes a la familia Biantidae, recuperándose como un grupo monofilético con un soporte fuerte en ambos casos (PP=0.95, BS=87). Desde el punto de vista morfológico este resultado es congruente, pues el grupo se distingue por presentar forma del habitus dorsal semirectangular, machos dimorficos con hipertelia queliceral, ojos posteriores a la línea media y cerca del surco I, pedipalpos largos y delgados, dorsalmente inermes y ventralmente con fuertes tubérculos setíferos en tibia y tarso, este último con 2–5 tubérculos setíferos ectales y de 3–5 mesales, patas III y IV más robustas, con escópula, distitarsos I con 3 o 4 segmentos y distitarsos II con 4 segmentos, metatarso III dimórfico en los machos y en forma de

huso, pene con *pars basalis* tubular y *pars distalis* engrosada y convexa, con un proceso apical ventral y con un *follis* modificado dorsoapicalmente en *stragulum* y ventralmente con proyecciones espinosas. La posición de *Stenostygnus pusio* (Stenostygninae) junto a los biantineos presentó un soporte nodal débil en ambos análisis (PP=0.50, BS=58). Esto podría deberse a la influencia de los datos ausentes dada la imposibilidad de examinar la morfología del metatarso III (dimórfico en los biántidos antillanos) y de la genitalia masculina de la especie. En el presente estudio solo se tuvo acceso a un ejemplar hembra procedente de Napo, Pompeya, Ecuador, depositado en el MCZ (MCZ-38323), la cual no aportó información para el análisis filogenético morfológico. Los datos fueron obtenidos de Pinto-da-Rocha (1995), pero la información fue limitada pues los machos examinados no presentaban la pata III y la descripción de la genitalia fue breve. La relación de *S. pusio* con los biantineos, aunque no posee un soporte fuerte, es consistente con la morfología de ambos grupos y podría reflejar una relación más cercana, al menos con los biantineos africanos, que con los caribiantineos antillanos. *Stenostygnus pusio* no posee caracteres sexuales secundarios marcados, el *follis* está modificado en dos titiladores y la *pars distalis* ventral es fuertemente cóncava y dividida apicalmente, al igual que los biantineos.

La obtención de un clado monofilético correspondiente al género *Negreaella* separado del resto de los Caribbiantinae antillanos por el análisis de IB, es consistente morfológicamente, pues estas especies presentan una morfología externa y genital masculina que se aparta del resto de los géneros de las Antillas: diminuto tamaño, tubérculo ocular armado con tubérculo anterior y/o posterior, el

tubérculo posterior dirigido hacia una proyección anterior del área I, áreas mesotergales inermes, pedipalpos con patela engrosada en 1/3 distal e inerte, trocánter de la pata IV ventrodistalmente armado de un fuerte tubérculo, fémur IV retrocurvo, engrosado distalmente y con hilera de tubérculos prolaterales, pene robusto con *pars basalis* tubular y *pars distalis* engrosada con extremo apical triangular, sedas pequeñas y cónicas dispuestas irregularmente, donde 6 sedas son apicales, *follis* modificado en *stragulum* a modo de dos placas completamente divididas y dispuestas apicalmente sobre el *truncus*, cápsula interna compuesta por dos conductores fusionados a modo de lámina que rodea al estilo, con dos proyecciones ventroapicales libres que poseen bordes digitiformes y estilo apicalmente en forma de cayado.

Las relaciones internas de Caribiantinae no quedaron esclarecidas con este set de caracteres morfológicos. De manera general, la morfología externa y de los genitales masculinos dentro de los biántidos se muestra muy homogénea y algunas estructuras pueden haber evolucionado convergentemente, fenómeno que no es raro dentro de varios grupos de opiliones como por ejemplo en Phalangodidae, Triaenonychidae, y Samoidae (Hedin y Thomas, 2010; Derkarabetian *et al.*, 2010; Sharma y Giribet, 2011).

La obtención de un grupo, aunque con bajo soporte, que contiene a todas las especies de biántidos (caribbiantineos típicos) procedentes de Cuba mediante el análisis de IB tiene coherencia morfológica y biogeográfica. Aunque todos los géneros de este grupo se recuperaron monofiléticos, estos presentan una

morfología externa y de la genitalia masculina muy similar siendo difícil alcanzar un buen soporte para algunas relaciones tales como las de los géneros *Galibrotus* y *Decuella*. En este sentido, también pudo influir en el bajo soporte nodal que solo se tuvo acceso a un único representante de cada uno de estos dos géneros para los análisis. En el caso de *Galibrotus*, *G. riedeli* no fue incluido en el análisis por la ausencia de información debido al mal estado del tipo y la inexistencia de la genitalia masculina. Por otra parte, *G. matiasis* no ha sido recolectada nuevamente y su tipo se encuentra inaccesible en el ISER. En el caso de *Decuella* es un género monotípico.

Los géneros bien soportados de este grupo, *Manahunca* y *Heterolacurbs*, presentan una morfología externa y genital masculina que los distingue del resto de los caribiantinos. *Manahunca* presenta áreas mesotergales y terguitos libres solo con tubérculos y pene con *pars basalis* tubular y *pars distalis* engrosada que se ensancha abruptamente en la dirección apical, proceso apical ventral en forma de gancho, conductores con extremos apicales libres laminares y aguzados y estilo lanceolado que se aguza abruptamente hacia el extremo apical. *Heterolacurbs* presenta una fuerte apófisis espiniforme medial en el terguito libre III, pedipalpos con fuertes tubérculos setíferos en tibia (cinco ectales y cuatro mesales) y tarso (cinco ectales y cinco mesales). Pene con cápsula interna compuesta por un estilo anchamente lanceolado que se aguza abruptamente hacia el extremo apical, que presenta margen apicoventral aserrado y par de conductores fuertes, ampliamente dilatados y lobulados en sus extremos apicales libres. Alegre-Barroso y Armas (2012) señalaron que la cápsula interna y la forma

general del pene en las especies de *Heterolacurbs* se asemejan a la morfología que exhiben las especies de *Manahunca*. Sin embargo, a pesar de las estrechas semejanzas morfológicas, que muestran estos géneros su relación filogenética tiene bajo soporte. Esto resalta la necesidad de futuras evaluaciones para la delimitación de los géneros empleando estudios moleculares.

La relación de grupos hermanos obtenidas entre las especies de *Caribbiantes* (*C. cubanus* y *C. evectus* **sp. nov.**), son consistentes con la morfología y la biogeografía. Estas especies de *Caribbiantes* morfológicamente son muy similares y su distribución es simpátrica en algunas localidades en el centro de la isla de Cuba, sin embargo, ambas especies podrían haber surgido a partir de una especiación alopátrica y la distribución que observamos en la actualidad pudiera ser el resultado de una dispersión posterior, particularmente de *Caribbiantes cubanus* que posee una plasticidad ecológica mayor por encontrarse en todos los microhabitats y ocupar un área de distribución mayor. La relación de especies hermanas de *Manahunca* (*M. bielawskii* y *M. turquino* **sp. nov.**) aunque no obtuvo un fuerte soporte en ninguno de los dos análisis filogenéticos tiene consistencia biogeográficamente pues estas especies se distribuyen en elevaciones diferentes de la Sierra Maestra (Sierra del Turquino y Sierra de la Gran Piedra), pero que guardan estrecha relación. Para estas regiones se han registrado la presencia de especies compartidas o estrechamente relacionadas en varios grupos de la biota cubana incluyendo plantas, otros arácnidos, mariposas, anfibios y reptiles (Maceira *et al.*, 2006; Caluff *et al.*, 2008; Nuñez *et al.*, 2012).

Finalmente, la posición de Lacurbsinae como taxón hermano del grupo que incluye a un representante de la familia Stygnommatidae (*Stygnomma teapensis*) y el resto de los biántidos, no coincide con los resultados de Sharma y Giribet (2011), basados en un estudio filogenético de los Laniatores usando 10 marcadores moleculares. Estos autores obtuvieron un grupo monofilético fuertemente soportado por ambos análisis MV e IB que agrupa a los Lacurbsinae junto con los Biantinae, lo que definieron como Biantidae. Sin embargo, aunque los lacurbsinos presentan características como ojos separados, situados sobre tubérculos oculares independientes y pedipalpos delgados con tubérculos setíferos concentrados principalmente en tibia y tarso como los biántidos (Fig. 2.45 A, B), presentan otras como pata IV robusta, tibia IV de los machos engrosada distalmente y armada de hileras de apófisis espiniformes y una genitalia masculina que se aparta del patrón genital de Biantidae (Fig. 2.45 D-E). Por ello, varios autores previos dudaron sobre la inclusión de Lacurbsinae en Biantidae como Martens (1978) y Shear (1982). El estudio mencionado de Sharma y Giribet (2011), no incluyó linajes de los biántidos antillanos y una reconstrucción filogenética molecular que incluya a miembros de todas las subfamilias de Biantidae aún está por realizarse. En cuanto a la especie *Stygnomma teapense* en el estudio de Sharma y Giribet (2011) quedó dentro de otro grupo filogenéticamente muy relacionado a Biantidae. Este grupo consiste en los Samoidae *sensu stricto* anidados dentro de una Stygnommatidae parafilética. En este caso el estudio sí incluyó varios representantes de la familia Stygnommatidae

y los resultados parecen ser robustos en cuanto a la posición de *Stygnomma teapense* dentro de este grupo (BS=100, PP=1).

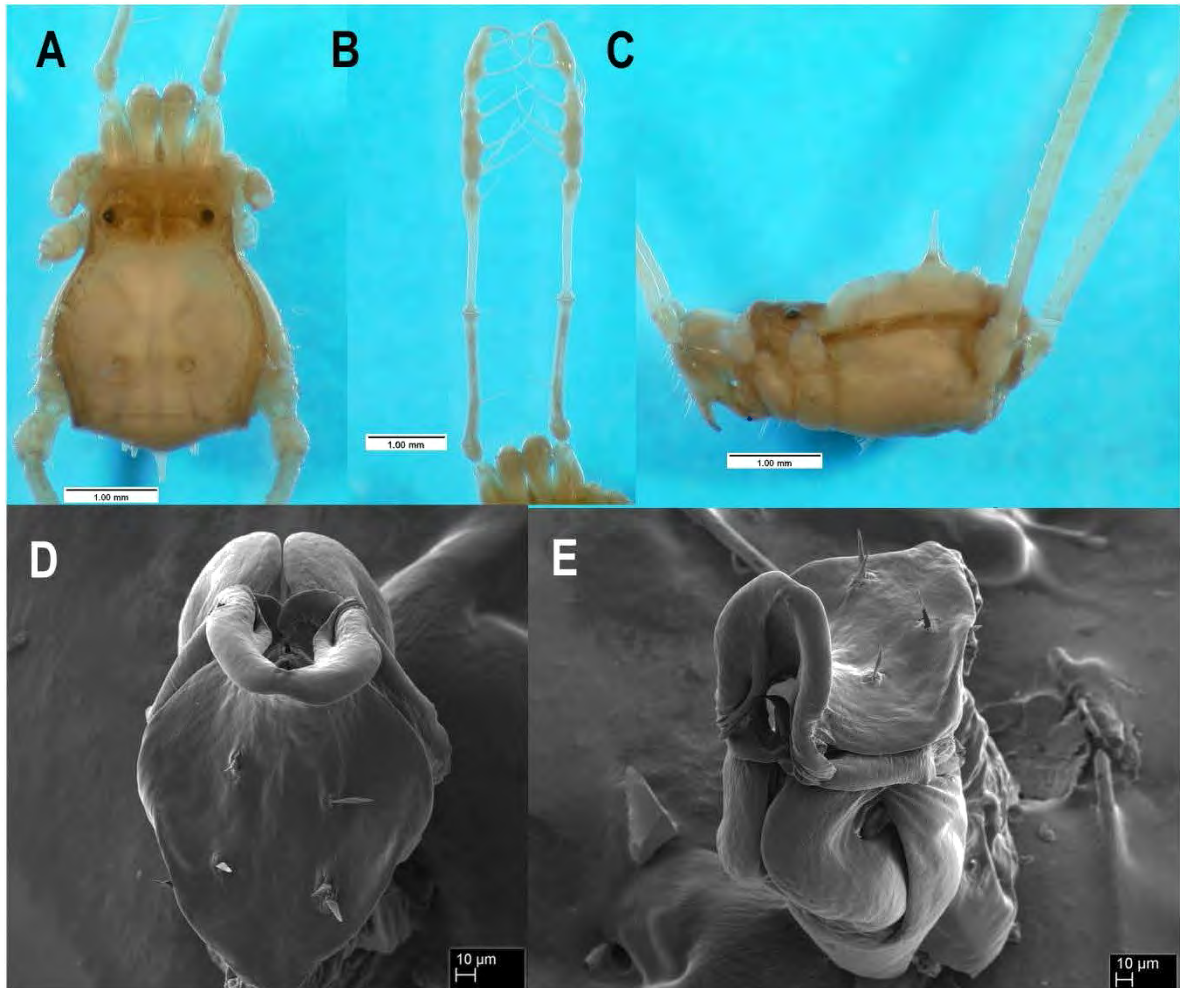


Figura 2.45. *Lacurbs* sp., macho MCZ 44248, Camerún, África Central, A. Habitus, vista dorsal; B. Pedipalpos, vista dorsal; C. Habitus, vista lateral; D-E parte distal del pene; D. Vista ventral, E. Vista dorsolateral.

2.5.3. Sobre el estado de la taxonomía de la familia Biantidae en Cuba

Con 13 especies descritas anteriormente, la ausencia crítica de material tipo y registros no catalogados, la subfamilia Stenostygninae = Caribbiantinae (**status**

revalidado) en Cuba se encontraba en necesidad urgente de revisión. Luego del estudio taxonómico y filogenético Caribbiantinae ahora comprende 24 especies válidas, definidas por la morfología externa y del pene (20 spp. cubanas y 4 spp. de otras islas como La Española, Puerto Rico e Islas Vírgenes). La nueva sinonimia *Manahunca bielawskii* = *M. silhavyi* aquí propuesta; la designación de un neotipo para *M. bielawskii*, la especie tipo de este género; la descripción de cinco nuevas especies, dos de *Manahunca*, dos de *Caribbiantes* (género tipo de Caribbiantinae) y una nueva especie de *Negreaella*, la redescrición de *Caribbiantes cubanus*, la especie tipo de la subfamilia, así como las diagnosis enemendadas de todos los géneros cubanos y las de la mayoría de las especies, llevan a la subfamilia a los estándares modernos de la taxonomía en Laniatores.

2.5.4. Consideraciones sobre la historia natural de las especies cubanas en el contexto de la familia Biantidae.

Los biántidos a nivel mundial exhiben una distribución vertical marcada, prevaleciendo las especies que se encuentran por encima de los 200 m s.n.m., por ejemplo las especies del Himalaya, Nepal, de África del Sur y de África Central (Martens, 1978; Kauri 1961; Kauri 1985), lo que coincide con los biántidos caribbiantinos de Cuba, que muestran una distribución asociada a los principales sistemas montañosos del centro-oriente del país. La mayoría de estas especies exhiben una distribución restringida, al igual que las especies cubanas, lo que se corresponde con sus altos requerimientos ecológicos (elevada humedad, bajas temperaturas), poca vagilidad y su dependencia estrecha a los ecosistemas que

habitan. En muchos casos se desconocen los datos de recolecta pues las especies descritas proceden de material de colecciones. Sin embargo, se conoce que los *Biantes* de Nepal viven estrictamente en el suelo, en las capas más profundas o las más altas (dígase la hojarasca), pero raramente debajo de piedras profundamente enterradas, así como algunas pocas especies debajo de troncos en descomposición (Martens, 1978). Estos biántidos nepaleses están restringidos a bosques con humedad constante durante casi todo el año, preferentemente la zona sombreada del bosque (Martens, 1978). De igual forma los biántidos del género *Metabiantes* de África Central se encontraron entre los 750 y los 2800 m s.n.m. y la especie *Zairebiantes microphthalmus*, el único representante de la subfamilia Zairebiantinae de África Central se encontró entre 650 y los 1250 m. s.n.m., fundamentalmente todos recolectados en el humus de diferentes tipos de bosques como el de galería o de bambú (Kauri, 1985). Sin embargo, la mayoría de las especies de biántidos cubanos ocupan principalmente el microhabitat bajo piedra, unas pocas se encuentran únicamente bajo corteza de árboles podridos como *Caribbiantes iberia* **sp. nov.** y *Manahunca matazon* **sp. nov.**, algunas son exclusivas de la hojarasca como los *Negreaella* y otras pueden ocupar todos los microhabitats bajo piedras, hojarasca y bajo corteza, como *Caribbiantes cubanus*, *Galibrotus cartotanus* y *Caribbiantes evectus* **sp. nov.**, mostrando una mayor plasticidad ecológica, y coincidentemente son las especies que exhiben las distribuciones más amplias en Cuba. Existen pocos conocimientos sobre la existencia de especies troglobias o troglófilas dentro de la familia Biantidae, las únicas especies troglobias referidas en la literatura son *Biantes aelleni* Šilhavý de

Ceylon (Šilhavý, 1973b), *Fagebiantes bicornis* Fage, del Norte de Madagascar, *Biantes milloti* Fage del Oeste de Madagascar (Lawrence, 1959) y las especies cubanas *Manahunca cuevajibarae* y *Decuella cubaorientalis* (Avram, 1977), pero ninguna de ellas exhibe marcadas características troglomorfológicas. Particularmente, la especie *Decuella cubaorientalis*, considerada por varios autores (Rambla y Juberthie, 1994; Armas y Alayón, 1984; Pérez-González y Yager, 2001), como especie troglobia, se confirmó en este estudio que es una especie que también se encuentra en hábitats epigios por lo que aquí la consideramos como troglófila. Sobre *Manahunca cuevajibarae* no hemos recolectado material de la localidad tipo, ni de otras localidades por lo tanto se desconoce si se restringe únicamente a estos ecosistemas. No se descarta la posibilidad de que exista en algún sistema cavernario del mundo alguna otra especie troglobia de Biantidae, pues en el medio hipogeo pueden encontrar condiciones de humedad y alimento que favorecen su permanencia en este ecosistema, muy similares a las proporcionadas por el microhábitat bajo piedras (restricción de luz solar y alta humedad) (Alegre pers.obs).

2.5.5. Distribución geográfica de las especies cubanas de Biantidae y consideraciones biogeográficas.

Los opiliones cubanos cuentan con 72 especies descritas y de estas, 67 son endémicos de distribución restringida (Cokendolpher y Camilo-Rivera, 1989; Kury, 2003; Kury y Alonso-Zarazaga, 2011; Armas *et al.*, 2017 y presente estudio). Los caribbiantinos de Cuba son buenos ejemplos de este microendemismo. A partir de este estudio se conoce que las 20 especies de caribbiantinos cubanos son

endémicas de este archipiélago de las Antillas y muestran distribuciones restringidas (Kury, 2003; presente estudio). Las especies de caribbiantinos están actualmente limitadas a su distribución geográfica de la parte centro-oriental de Cuba. Por otra parte, esta región biodiversa no ha sido completamente muestreada, y por lo tanto nuestro actual conocimiento subestima la diversidad real de esta subfamilia.

La distribución centro-oriental que exhibe la familia Biantidae en Cuba y su asociación con los principales centros montañosos de esta región, puede estar dada por la historia geológica de las Antillas, que como en el caso de Cuba, las primeras zonas que emergieron, corresponden con los sistemas montañosos, que luego quedaron aisladas por sucesivos periodos de inundaciones (Iturralde-Vinent, 2003) (Fig. 2.46). Esto unido a la baja capacidad de dispersión de los opiliones y sus limitaciones fisiológicas como la rápida pérdida de agua o desecación contribuyen a una distribución microlocalizada. Los sistemas montañosos les ofrecen a estos animales condiciones climáticas especiales tales como bajas temperaturas, áreas boscosas y una humedad elevada, lo que explica su distribución altitudinal generalmente por encima de los 200 m s.n.m. Este patrón de distribución limitado a zonas montañosas y mostrando preferencia altitudinal se ha observado en otros grupos de la fauna cubana. Por ejemplo, se conoce que en los anfibios, existe un gran grupo de especies con distribución limitada a los picos más altos de la Sierra del Turquino (macizos del Turquino y La Bayamesa y en la Altiplanicie del Toldo y Monte Iberia (Fong, 2010)

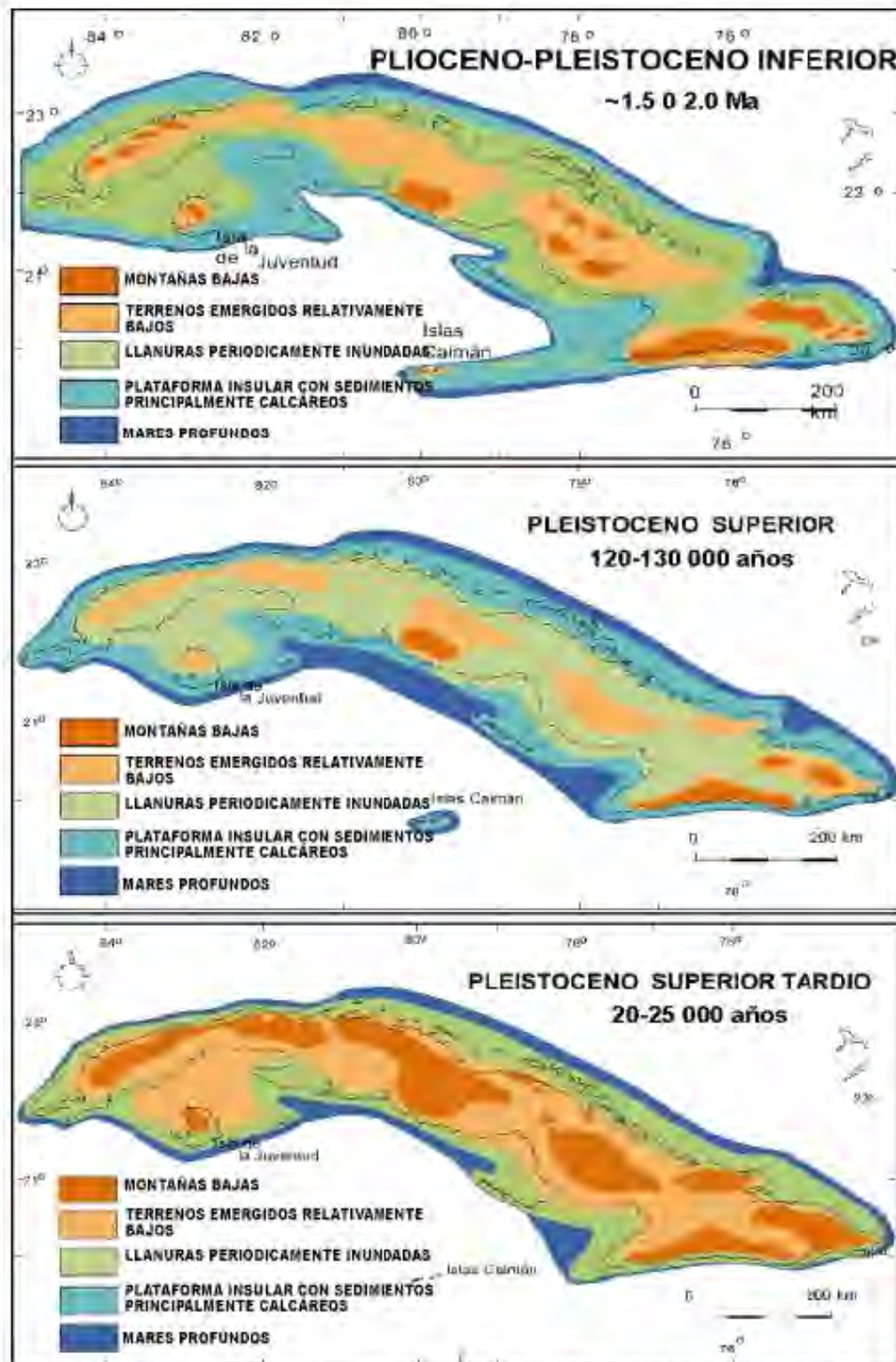


Figura 2.46. Mapas paleogeográficos del Pleistoceno tardío 20-25000 años- Pleistoceno Superior 120-125000 años de Cuba, que representan diferentes escenarios a consecuencia de cada etapa glacial e interglacial ocurrida (tomado de Iturralde-Vinnent, 2003).

La distribución centrooriental que exhibe la fauna de caribbiantinos en las Antillas puede ser explicada mediante la hipótesis de GAARlandia. Esta hipótesis plantea que al descender el nivel del mar y emerger algunos territorios, se estableció un puente terrestre hace 35-33 millones de años entre el Norte de Suramérica y las Antillas, alcanzando hasta Cuba centrooriental y que permaneció durante 2 o 3 millones de años (Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999; Iturralde-Vinent, 2006) (Figura 2.47). Esta conexión permitió el intercambio biótico desde el norte de Suramérica a través de las islas emergidas y explica el origen de varios elementos terrestres de la biota antillana, incluyendo mamíferos como perezosos megalocníquidos (MacPhee y Iturralde-Vinent, 2000; White y MacPhee, 2001; Dávalos, 2004), roedores histicognatos (Woods *et al.*, 2001; MacPhee *et al.*, 2003; Dávalos, 2004), murciélagos (Dávalos, 2004) y primates (Horovitz y MacPhee, 1999; Dávalos, 2004). Algunas ranas (Crawford y Smith, 2005; Moen y Wiens, 2009), plantas (Fritsch, 2003; van Ee *et al.*, 2008) y arañas (Binford *et al.*, 2008) pudieron haberse dispersado también a través de GAARlandia. Un estudio reciente, focalizado en evaluar la hipótesis de GAARlandia a través de especies de arañas del género *Selenops* (Selenopidae), también demostró una estrecha congruencia entre la edad del supuesto puente terrestre y los estimados de tiempos de divergencia entre los linajes suramericanos y caribeños (Crews y Gillespie, 2010).

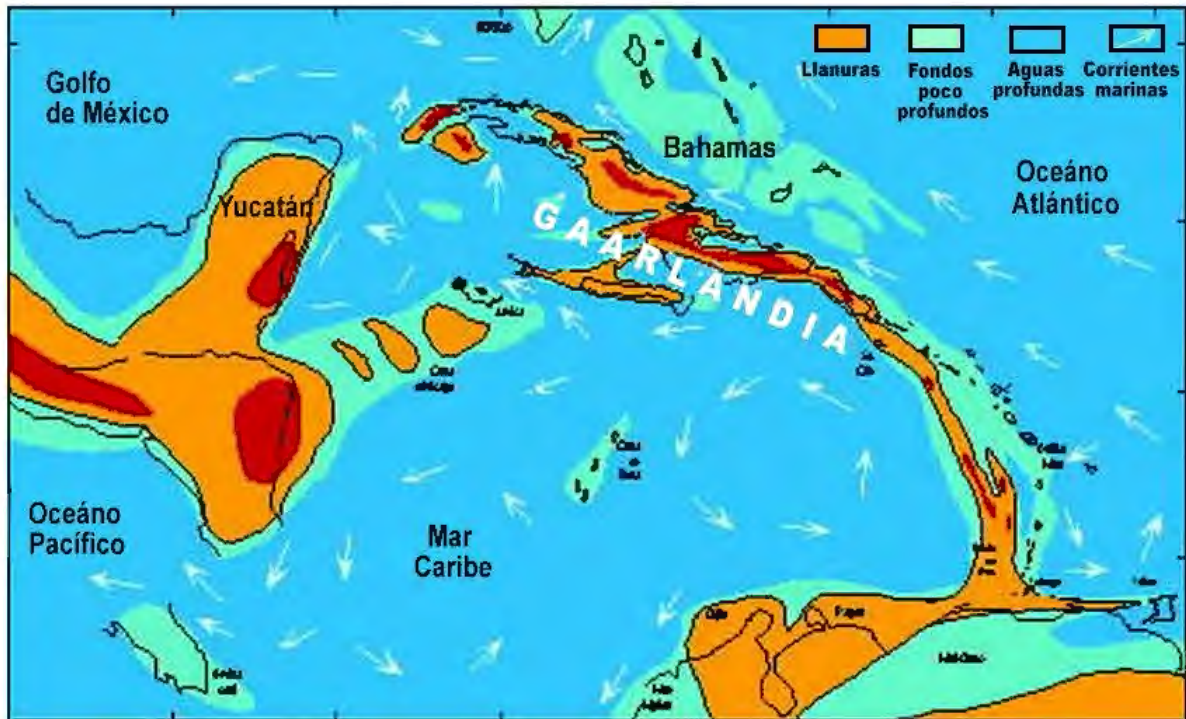


Figura 2. 47. Mapa paleogeográfico del Caribe en el tránsito del Eoceno-Oligoceno (35-33 millones de años) que muestra la hipótesis del supuesto puente terrestre GAARLANDIA, (tomado de Iturralde-Vinnent, 2004).

Las especies de *Heterolacurbs* de Islas Vírgenes y Puerto Rico presentan una estrecha relación filogenética constituyendo una unidad geográfica, la especie *Bidoma indivisa* de Grand Riviere, Haití, aunque con muy bajo soporte en el análisis con IB se posicionó como el grupo más basal del resto de los caribbiantinos, excepto los *Negreaella*. Esta relación es concordante con la morfología, pues *Bidoma indivisa* presenta caracteres únicos y al parecer menos derivados como área I no dividida, una morfología del pene que consiste en un *truncus* ventralmente con un proceso apical alto y trunco “como una lengüeta”, con

cuatro sedas apicoventrales y cuatro pares lateroventrales foliares-acuminadas (Fig. 2.48).

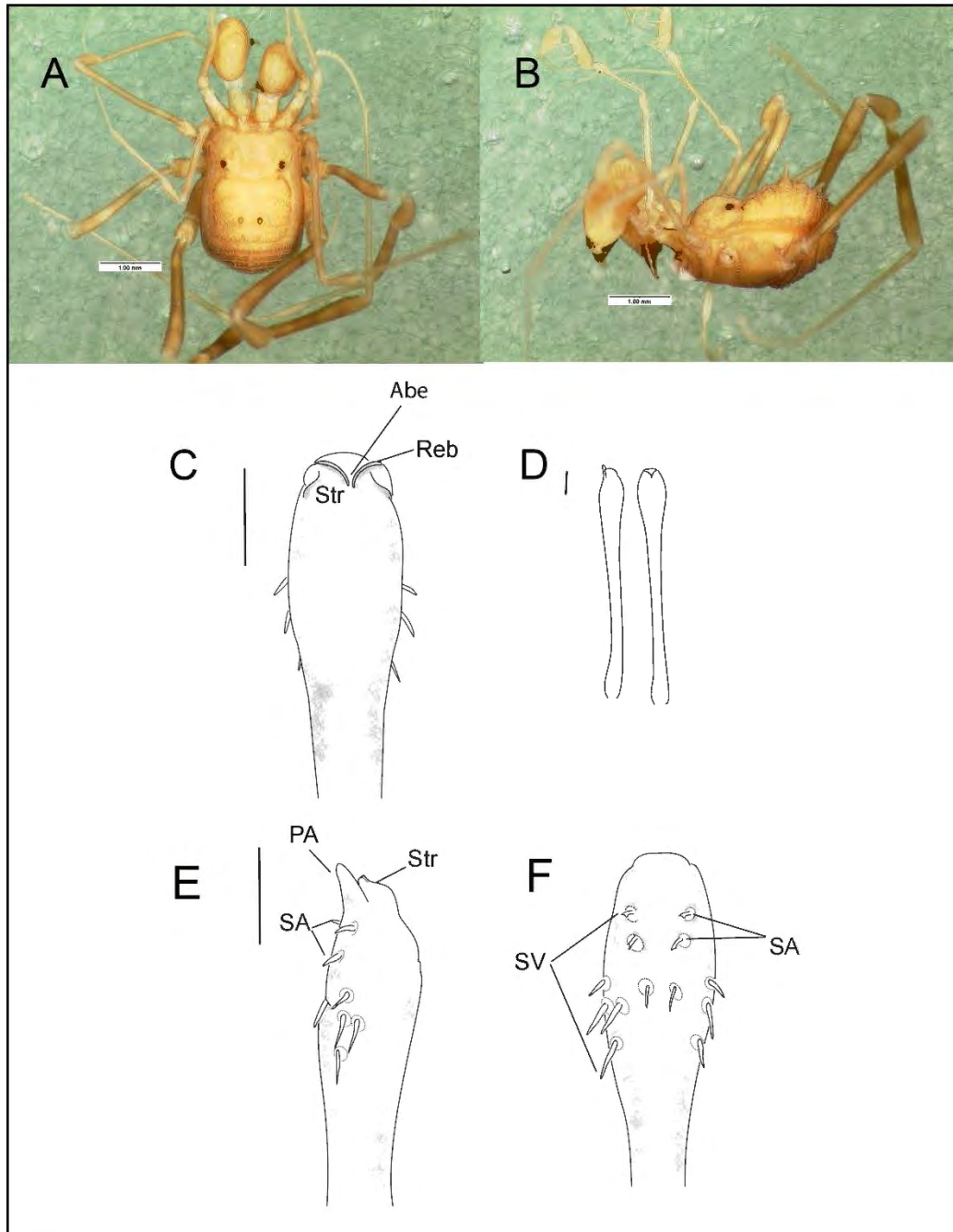


Figura 2.48. *Bidoma indivisa*, macho holotipo MCZ 14741, Haití, Gran Riviere, La Española (Antillas Mayores). A. Habitus, vista dorsal; B. Habitus, vista lateral; C.

Vista dorsal, parte distal del pene; D. vistas lateral y dorsal general del pene; E. Vista ventral, E. Vista lateral, F. Vista ventral.

En nuestro estudio todos los taxones antillanos, a su vez están estrechamente relacionados con el grupo conformado por *Stenostygnus pusio* del Norte de América del Sur y los binatineos. La estrecha relación de grupos hermanos de *S. pusio*, un taxón suramericano, y los biantineos de Myanmar y África del Sur podría ser explicada mediante la hipótesis de Gondwana. Esta hipótesis plantea que hace unos 205 millones de años estaba toda la masa terrestre unificada en un supercontinente que se denominó Pangea, que para finales del Jurásico se había fracturado dando lugar a dos continentes hermanos Laurasia (los continentes del norte) y Gondwana (los continentes del sur). Gondwana agrupaba en una gran masa a la actual América del Sur y el continente de África, cuya unión persistía aún en el Jurásico tardío, hace unos 154 millones de años (Iturralde-Vinent, 2003) (Fig. 2.49). Esta unión explica las semejanzas entre algunos elementos de la fauna de América del Sur y África. En Opiliones la monofilia de clados gondwánicos tropicales está débilmente soportada, aún se necesitan probar muchas hipótesis para la mayoría de los grupos, pero algunos análisis cladísticos en Cyphophthalmi (Suborden de Opiliones) soportan claramente la monofilia de la familia Neogoveidae, con representantes en África y Suramérica (incluyendo Florida, que se originó de un fragmento Gondwánico), Gonyleptoidea podría ser otro candidato para soportar esta hipótesis (Giribet y Kury, 2007). *Stenostygnus pusio* podría ser un ejemplo de esto, este taxón podría proceder de un linaje relacionado con el ancestro común de los biantineos. Los biantineos se distribuyen en India, Nepal, Madagascar, Seychelles, África del Sur y África Central y algunos pocos registros de

Indonesia y todos al parecer están muy estrechamente relacionados. Para evaluar esta hipótesis sería imprescindible incorporar en un nuevo análisis (morfológico y molecular), tanto representantes biantíneos de toda su distribución geográfica como especímenes machos de *Stenostygnus pusio*.

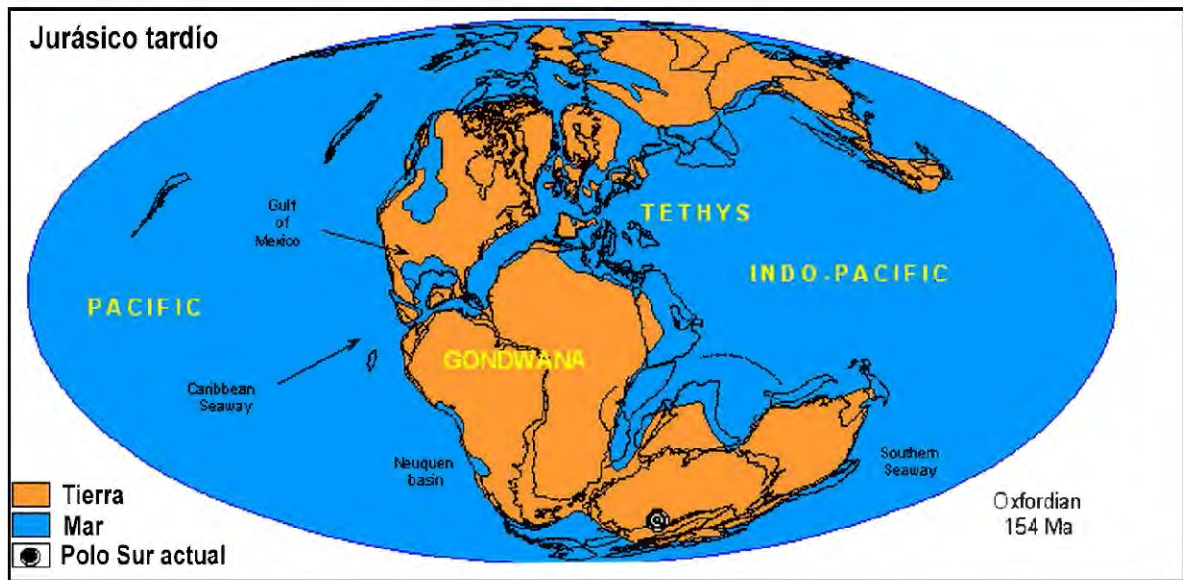


Figura 2.49. Mapa paleogeográfico, reconstrucción de la evolución paleogeográfica del planeta, periodo Jurásico tardío (154 millones de años), (Iturralde-Vinnet, 2003).

2.6. Referencias bibliográficas

- Acosta, L.E., A. Pérez-González y A. L. Tourinho. 2007. Methods and techniques of study. Pp. 494–505. *En*: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 597 p.
- Alegre-Barroso, A. y L.F. Armas. 2012. A new species of *Heterolacurbs* (Opiliones: Biantidae: Stenostygninae) from Puerto Rico. *Journal of Arachnology*, 40: 291–295. <http://dx.doi.org/10.1636/ha11-73.1>
- Andersson, M. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press, Princeton, 599 p.

- 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: Mancina, C. A. y D. Cruz (Eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA, La Habana, 502 p.
- Armas, L.F. de. 2010. Nuevos arácnidos de Puerto Rico (Arachnida: Amblypygi, Araneae, Opiliones, Parasitiformes, Schizomida, Scorpiones). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 47:55–64.
- Armas, Luis F. de y G. Alayón García. 1984. Sinopsis de los arácnidos cavernícolas de Cuba (excepto ácaros). *Poeyana*, La Habana, 276: 1-25.
- Avram, Ș. 1977. Recherches sur les Opiliones de Cuba. III. Genres et espèces nouveaux de Caribbiantinae (Biantidae, Gonyleptomorphi). *Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, Bucuresti, 2: 123-136.
- Binford, G. J., M. S. Callahan, M. R. Bodner, M. R. Rynerson, P. Berea Nuñez, C.E. Ellison y R. P. Duncan. 2008. Phylogenetic relationships of *Loxosceles* and *Sicarius* are consistent with Western Gondwanan vicariance. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49: 538-553.
- Buzatto, B.A. y G. Machado. 2014. Male dimorphism and alternative reproductive tactics in harvestmen (Arachnida: Opiliones). *Behavioural Processes*, 109 (Part A): 2–13. doi:10.1016/j.beproc.2014.06.008
- Caluff, M.G., C. Sánchez y G. Shelton. 2008. Helechos y plantas afines (Pteridophyta) de Cuba. I. Fitogeografía. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 29: 21-49.
- Cokendolpher, J. C., y S. R. Jones. 1991. Karyotype and notes on the male reproductive system and natural history of the harvestman *Vonones sayi* (Simon) (Opiliones, Cosmetidae). *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 93: 86–91.
- Cokendolpher, J. C. y G. R. Camilo-Rivera. 1989. Annotated bibliography to the harvestmen of the West Indies (Arachnida: Opiliones). *Occ. Papers Flor. State Collect.*, 5: 1-20.
- Corel Corporation (2010). Corel Draw versión 15.0.0.486

- Crawford, A. J. y E. N. Smith. 2005. Cenozoic biogeography and evolution in direct-developing frogs of Central America (Leptodactylidae: Eleutherodactylus) as inferred from a phylogenetic analysis of nuclear and mitochondrial genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35: 536-555.
- Crews, S. C. y R. G. Gillespie. 2010. Molecular systematics of *Selenops* spiders (Araneae: Selenopidae) from North and Central America: implications for Caribbean biogeography. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101: 288-322.
- Dávalos, L. M. 2004. Phylogeny and biogeography of Caribbean mammals. *Biological Journal of Linnean Society*, 81: 373-394.
- Derkarabetian, S., D. B. Steinmann y M. Hedin. 2010. Repeated and time-correlated morphological convergence in cave-dwelling harvestmen (Opiliones, Laniatores) from montane western North America. *PLoS ONE*, 5. e10388. doi:10.1371/journal.pone.0010388
- Fage, L. 1946. Complément a la Faune des Arachnides de Madagascar. *Bulletin du Muséum National d'histoire Naturelle*, Paris, 2eme Série, 18(3): 256-267.
- Fernández, N.S. y R. H. Willemart. 2014. Neotropical harvestmen (Arachnida, Opiliones) use sexually dimorphic glands to spread chemicals in the environment. *Comptes Rendus Biologies*, 337: 269–275.
- Fernández, R., S. Vélez y G. Giribet. 2014. Linking genetic diversity and morphological disparity: biodiversity assessment of a highly unexplored family of harvestmen (Arachnida: Opiliones : Neopilionidae) in New Zealand. *Invertebrate Systematics*, 28: 590–604.
- Fernández, R., P. Sharma, A. L. Tourinho y G. Giribet. 2017. The Opiliones tree of life: shedding light on harvestmen relationships through transcriptomics. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 284, 20162340.
- Fong, A. 2010. Distribución y conservación de los anfibios de los macizos montañosos de la Región Oriental de Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España.
- Forster, R. R. 1954. The New Zealand harvestmen (sub-order Laniatores). *Canterbury Mus. Bull.*, 2: 1–329.

- Fritsch, P. W. 2003. Multiple geographic origins of Antillean *Styrax*. *Systematic Botany*, 28: 421-430.
- Gainett, G., P. P. Sharma, R. Pinto-da-Rocha, G. Giribet y R. H. Willemart. 2014. Walk it off: predictive power of appendicular characters toward inference of higher-level relationships in Laniatores (Arachnida: Opiliones). *Cladistics*, 30: 120–138. doi:10.1111/cla.12029.
- GEOCUBA. Inédito. Línea de costa digital de Cuba, escala 1: 250000. 2001.
- Giribet, G., L. Vogt, A. Pérez-González, P. Sharma y A. Kury. 2010. A multilocus approach to harvestmen phylogeny with emphasis on biogeography and the phylogeny of Laniatores. *Cladistics*, 26 (4): 408-437.
- Giribet, G. y A. B. Kury. 2007. Phylogeny and Biogeography. Pp. 62–87. *En*: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 597 p.
- Giribet, G. y P. P. Sharma. 2015. Evolutionary biology of harvestmen (Arachnida, Opiliones). *Annual Review of Entomology*, 60(1): 157–175. doi:10.1146/annurev-ento-010814-021028.
- Giribet, G., P. P. Sharma, L. R. Benavides, S. L. Boyer, R. M. Clouse, B. L. de Bivort, D. Dimitrov, G. Y. Kawauchi, J. Y. Murienne y P. J. Schwendinger. 2012. Evolutionary and biogeographical history of an ancient and global group of arachnids (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) with a new taxonomic arrangement. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105: 92–130. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01774.x>
- Gnaspini, P. y G. C. S. Rodrigues. 2011. Comparative study of the morphology of the gland opening area among Grassatores harvestmen (Arachnida, Opiliones, Laniatores). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 49: 273–284. doi:10.1111/j.1439-0469.2011.00626.x
- González Sponga, M. A., 1992. *Arácnidos de Venezuela. Opiliones Laniatores II. Familia Cosmetidae*. Acad. Cienc. Físicas, Matemáticas y Naturales. 432 pp. Caracas.

- Hara, M.R. y P. Gnaspini. 2003. Comparative study of the defensive behavior and morphology of the gland opening area among harvestmen (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae) under a phylogenetic perspective. *Arthropod Structure and Development*, 32: 257–275.
- Hedin, M. y S. M. Thomas. 2010. Molecular systematics of eastern North American Phalangodidae (Arachnida: Opiliones: Laniatores), demonstrating convergent morphological evolution in caves. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54: 107-121.
- Hillis, D. M. y J.J. Bull. 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing the confidence in phylogenetic analysis. *Syst. Biol.*, 42:182–192.
- Horovitz, I. y R. D. E. MacPhee. 1999. The Quaternary Cuban platyrrhine *Paralouatta varonai* and the origin of Antillean monkeys. *Journal of Human Evolution*, 36: 33-68.
- International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. *International Code of Zoological Nomenclature*. 4th ed. International Trust for Zoological Nomenclature, London.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2003. The Conflicting Paleontologic Versus Stratigraphic Record of the Formation of the Caribbean Seaway, p. 1–14.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2006. Meso-Cenozoic Caribbean paleogeography: Implications for the historical biogeography of the region. *International Geology Review*, 48:791-827.
- Iturralde-Vinent, M. A. y 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.
- Juberthie, C. 1972. Reproduction et développement d'un opilion Cosmetidae, *Cynorta cubana* (Banks), de Cuba. *Ann. Speleol.*, 27: 773–785.
- Karsch, F. 1880. Arachnologische Blätter (Decas I). IX. Neue Phalangiden des Berliner Museums. *Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften*, 53: 373–409.
- Kauri, H. 1961. Opiliones. *En: South African animal life. Results of the Lund University Expedition in 1950-1951*. Hanström B., P. Brinck y G. Rudebeck (Eds.), Vol. 8. Almqvist & Wiksell, Uppsala, pp. 9-197.

- Kauri, H. 1985. Opiliones from central Africa. *Annales Musée Royal de l'Afrique Centrale [Annalen Koninklijk Museum voor Midden-Afrika]*, Tervuren, Série in 8°, *Sciences zoologiques [Zoologische Wetenschappen]*, 245: 1-168.
- Kury, A.B. 1989. Notes on Mitobatinae III: A remarkable new Brazilian species of *Mitobates* Sundevall, 1833 (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae). *Boletim do Museu Nacional, (N.S. Zoologia)*, 328: 1–12.
- Kury, A. B. 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología* (vol. especial monográfico), 1: 1-337.
- Kury, A. B. 2013. Order Opiliones Sundevall, 1833 *En*: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703: 1–82.
- Kury, A. B. y R. Pinto-da-Rocha. 2002. Opiliones. *En: Amazonian Arachnida and Myriapoda*, J. Adis (Ed.). Pensoft Publishers, Sofia, pp. 345–362.
- Kury, A.B. y A. Pérez-González. 2007. Biantidae Thorell, 1889. Pp. 176–179. *En*: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado, y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 597 p.
- Kury, A. B. y M. A. Alonso-Zarazaga. 2011. Addenda and corrigenda to the “Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones)”. *Zootaxa*, 3034: 47–68.
- Kury, A. B. y A. Pérez-González. 2015. A companion to Part 2 of the World Checklist of Opiliones species (Arachnida): Laniatores – Samooidea, Zalmoxoidea and Grassatores incertae sedis. *Biodiversity Data Journal* 3: e6663. doi: 10.3897/BDJ.3.e6663
- Kury, A. B., D. R. Souza y A. Pérez-González. 2015. World Checklist of Opiliones species (Arachnida). Part 2: Laniatores – Samooidea, Zalmoxoidea and Grassatores incertae sedis. *Biodiversity Data Journal* 3: e6482. DOI: 10.3897/BDJ.3.e6482
- Larget, B y D. L. Simon. 1999. Markov chain Monte Carlo algorithms for the Bayesian analysis of phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, 16:750–759.
- Lawrence, R. F. 1931. The harvest-spiders (Opiliones) of South Africa. *Annals of the South African Museum*, Cape Town, 29(2): 341-508.

- Lawrence, R. F. 1933. The harvest-spiders (Opiliones) of Natal. *Ann. Natal Mus.*, 7: 211–241.
- Lawrence, R. F. 1938. Harvest-spiders of Natal and Zululand. *Annals of the Natal Museum*, Pietermaritzburg, 8(3): 345-371.
- Lawrence, R. F. 1959. Arachnides-Opilions. *Faune de Madagascar, Publications de L' Institut de Recherche Scientifique Tananarive*, 9: 1–121.
- Loman, J. C. Ch. 1898. Beiträge zur Kenntniss der Fauna von Süd-Afrika. Ergebnisse einer Reise von Prof. M. Weber im Jahre 1894. IV. Neue Opilioniden von Süd-Afrika und Madagascar. *Zool. Jahrb.*, 11: 515-530.
- Loman, J. C. Ch. 1900 [1901?]. Ueber die geographische Verbreitung der Opilioniden. *Zoologische Jahrbücher, Jena, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 13: 71-104, pls. X-XI.
- Loman, J. C. Ch. 1902. Neue aussereuropäische Opilioniden. *Zoologische Jahrbücher, Jena, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 16: 163-216, pr. 9.
- Maceira F., D., A. Fong G., y W. S. Alverson, Eds. 2006. Cuba: Pico Mogote. *Rapid Biological Inventories Report 09*. The Field Museum, Chicago.
- MacPhee, R. D. E. y M. A. Iturralde-Vinent. 2000. A short history of Greater Antillean land mammals: Biogeography, paleogeography, radiations and extinctions. *Tropics*, 10: 145-154.
- MacPhee, R. D. E., M. A. Iturralde-Vinent y E. S. Gaffney. 2003. Domo de Zaza, an early Miocene vertebrate locality in South-Central Cuba: with notes on the tectonic evolution of Puerto Rico and the Mona passage. *American Museum of Natural History Novitates*, 3394: 1-42.
- Martens, J. 1976. Genitalmorphologie, System und Phylogenie der Weberknechte (Arachnida: Opiliones). *Entomologica Germanica*, Stuttgart: 3(1/2): 51-68.
- Martens, J. 1978. Opiliones aus dem Nepal-Himalaya. IV. Biantidae (Arachnida). *Senckenbergiana biologica*, (1977), 58(5/6): 347-414.
- Martens, J. 1986. Die Grossgliederung der Opiliones und die Evolution der Ordnung (Arachnida). *En: J.A. Barrientos (Ed.) Actas del X Congreso Internacional de*

- Aracnologia* (Jaca, Spain, September 1986). v. 1, pp. 289-310. Barcelona: Juvenil. x+428 pp.
- Martens, J. 1988. Fissiphallidae, a new family of South American laniatorean harvestmen (Arachnida: Opiliones). *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, Hamburg, 26(2): 114-127.
- Mello-Leitão, C. F. 1933. Notas sobre os opiliões do Brasil descritos na obra póstuma de Sörensen: "Descriptiones Laniatorum". *Boletim do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 9(2): 99-114.
- Mello-Leitão, C. F. 1938. Considerações sobre os Phalangodoidea Soer. Com descrição de novas formas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 10:135-145.
- Mello-Leitão, C. F. 1944. Comentários a respeito da possível filogenia dos opiliões. *Anais Acad. bras. Cienc.*, 16: 197–209.
- Mello-Leitão, C. F. 1949. Famílias, subfamília, espécies e generos novos de Opiliões e notas de sinonímia. *Boletim do Museu Nacional*, Nova Série, Zoologia, Rio de Janeiro, 94: 1-33 pp., 9 figs.
- Moen, D. S. y J. J. Wiens. 2009. Phylogenetic evidence for competitively driven divergence: Body-size evolution in Caribbean treefrogs (Hylidae: Osteopilus). *Evolution*, 63: 195-214.
- Murayama, G.P. y R. H. Willemart. 2015. Mode of use of sexually dimorphic glands in a Neotropical harvestman (Arachnida: Opiliones) with paternal care. *Journal of Natural History*, 49(31–32): 1937–1947. doi:10.1080/00222933.2015.1006283.
- Núñez, R., E. Oliva, P. F. Matos y N. Wahlberg. 2012. Cuban Calisto (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae), a review based on morphological and DNA data. *ZooKeys*, 165: 57–105.
- Painting, C. J., A. F. Probert, D. J. Townsend y G. I. Holwell. 2015. Multiple exaggerated weapon morphs: a novel form of male polymorphism in harvestmen. *Scientific Reports*, 5: 163-168.
- Pavesi, P. 1883. Studi sugli Aracnidi Africani III. Aracnidi del regno di Scioa. Genova: 1883, 8 vol. 103 pp.
- Peña C., 2011. Métodos de inferencia filogenética. *Rev. Peru. Biol.*, 18(2): 265 – 267.

- Pérez-González, A. 2000. Dos casos de sinonimia en Opiliones Laniatores (Arachnida). *Revista Ibérica de Aracnología*, 1: 51–52.
- Pérez-González, A. 2006. Revisão sistemática e análise filogenética de Stygnommatidae (Arachnida, Opiliones). In: PPGZOO (Ed.) Unpublished Ph.D. Thesis. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 99 figs., 308 pp.
- Pérez-González, A. y J. Yager. 2001. The Cuban Troglobites. In: Mapping Subterranean Biodiversity. *Karst Waters Institute Special Publication*, 6: 71-74.
- Pérez-González, A. y A. B. Kury. 2007a. Kimulidae Pérez González, Kury and Alonso-Zarazaga, new name. *En*: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado, y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, pp. 207–209.
- Pérez-González, A. y A. B. Kury. 2007b. Samoidae Sørensen, 1886. Pp. 224–226. *En*: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado, y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, 597 p.
- Pérez-González, A. y A. Alegre-Barroso. 2009. On the enigmatic *Heterolacurbs ovalis* Roewer, 1912 (Opiliones, Laniatores, Biantidae). *Zootaxa*, 2269: 65–67.
- Pérez-González, A., S. Prashant P. y D. N. Proud. 2016. Morphological tricks and blessed genitalia: rectifying the family placement of *Fijicolana tuberculata* (Opiliones: Laniatores: Zalmoxidae). *Zootaxa*, 4061 (3): 253–260.
- Pinto-da-Rocha, R. 1995. Redescription of *Stenostygnus pusio* Simon and synonymy of Caribbiantinae with Stenostygninae (Opiliones: Laniatores, Biantidae). *Journal of Arachnology*, 23: 194–198.
- Pinto-da-Rocha, R. 1999. Opiliones. *En*: Biodiversidade do Estado de Sao Paulo, Brasil: Invertebrados terrestres, vol. 5, Brandão, C. R. F. y E. M. Cancellato (Eds.). FAPESP, São Paulo, pp. 35–44.
- Pocock, R. I. 1902. On some new harvest-spiders of the order Opiliones from the Southern Continents. *Proceedings of the Zoological Society of London*, London, 2 (6): 392-413.

- Proud, D.N. y B. E. Felgenhauer. 2011. Ultrastructure of the sexually dimorphic basitarsal glands of leg I in manaosbiid harvestmen (Opiliones, Laniatores). *Journal of Morphology*, 272(7): 872–882.
- Proud, D.N. y B. E. Felgenhauer. 2013. Ultrastructure of the sexually dimorphic tarsal glands and tegumental glands in gonyleptoid harvestmen (Opiliones, Laniatores). *Journal of Morphology*, 274(11): 1203–1215. doi:10.1002/jmor.20170
- Rambaut A. (2006-2009). Tree Figure Drawing Tool versión v 1.3.1. <http://tree.bio.ed.ac.uk/>
- Rambaut, A., A. J. Drummond y M. A. Suchard. 2013. Tracer v 1.6. Computer program and documentation distributed by the authors. Retrieved from <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/tracer/>
- Rambla, M. 1984. Contributions a l'étude de la faune terrestre des îles granitiques de l'archipel des Sechelles (Mission P.L.G. Benoit - J.J van Mol 1972). Opiliones (Arachnida). *Ann. K. Mus. Midd-Afrika Zool. Wet.*, 242: 1-86, 3 lam.
- Rambla, M. y Ch. Juberthie, 1994. Opiliones. *En: C. Juberthie & V. Decu (Eds.), Encyclopaedia Biospeologica*, I: 215-230.
- Roewer, C. F. 1912. Die familien der Assamiiden und Phalangodiden der Opiliones-Laniatores. (= Assamiden, Dampetriden, Phalangodiden, Epedaniden, Biantiden, Zalmoxiden, Samoiden, Palpipediden anderer Autoren). *Archiv für Naturgeschichte*, Berlin, Abt. A, Original-Arbeiten, 78(3): 1-242.
- Roewer, C. F. 1913. Die Familie der Gonyleptiden der Opiliones-Laniatores. *Arch. Naturg.*, 79A: 1-256.
- Roewer, C. F. 1923. *Die Weberknechte der Erde. Systematische Bearbeitung der bisher bekannten Opiliones*. Gustav Fischer, Jena, 1116 pp., figs 1-1212.
- Roewer, C. F. 1949. Über Phalangodidae II. Weitere Weberknechte XIV. *Senckenbergiana*, 30(4/6): 247-289.
- Ronquist, F., M. Teslenko, P. van der Mark, D.L. Ayres, A. Darling, S. Höhna y J. P. Huelsenbeck. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61 (3): 539–542.

- Schwendinger, P. y J. Martens, 2002. Penis morphology in Oncopodidae (Opiliones, Laniatores) Evolutionary Trends and Relationships. *Journal of Arachnology*, 30: 425–434.
- Sharma, P. y G. Giribet. 2011. The evolutionary and biogeographic history of the armoured harvestmen – Laniatores phylogeny based on ten molecular markers, with the description of two new families of Opiliones (Arachnida). *Invertebrate Systematics*, 25: 106-142. DOI: 10.1071/is11002
- Sharma, P.P., P.A.C. Buenavente, R. M. Clouse, A C. Diesmos y G. Giribet. 2012. Forgotten gods: Zalmoxidae of the Philippines and Borneo. *Zootaxa*, 55: 29–55.
- Shear, W. A. 1982. Opiliones. Pp 104-110. **En:** Parker, S. P. (Ed.) *Synopsis and classification of living organisms*. Vol 2. McGraw Hill Book Co, New York, 1232 p.
- Shultz J. W. y R. Pinto-da-Rocha. 2007. Morphology and Functional Anatomy. Pp. 14-61. **En:** Pinto-da-Rocha, R., G. Machado y G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of the Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge and London, 597 p.
- Šilhavý, V. 1969. Über die Präparation der Genitalien der Weberknechte. *Deutsche entomologische Zeitschrift, NF*, Weinheim, 16(1-3): 141-145.
- Šilhavý, V. 1973a. Two new systematic groups of gonyleptomorphid phalangids from the Antillean-Caribbean Region. Agoristenidae fam. n. and Caribbiantinae subfam. n. *Vestník Československé Společnosti Zoologické*, 37(2): 110–143.
- Šilhavý, V. 1973b. Ein neuer Höhlenweberknecht aus Ceylon (Arach., Opiliones, Biantinae). *Revue Suisse Zool.*, 80: 805-807.
- Silvestro, D. y I. Michalak. 2012. raxmlGUI: a graphical front-end for RAxML. *Organisms Diversity & Evolution*, 12: 335–337. doi: 10.1007/s13127-011-0056-0.
- Simon, E. 1879. Essai d'une classification des Opiliones Mecostethi. Remarques synonymiques et descriptions d'espèces nouvelles. Première partie. *Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 22: 183-241.
- Simon, E. 1885. Matériaux pour servir a la faune arachnologique de l'Asie Méridionale. I. Arachnides recueillis à Wagra-Karoor près Gundacul, district de Bellary, par M. Chaper. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, Paris, 10: 1-26.

- Sørensen, W. 1886. Opiliones. Pp. 53–86. *En: Die Arachniden Australiens nach der Natur beschrieben und abgebildet*, vol. 2(33) (L. Koch & E. von Keyserling, Eds.). Nürnberg.
- Sørensen, W. 1896. Opiliones Laniatores a cl. Dr. Yngve Sjöstedt in Kamerun (Africa Centrali) collectos. *Entomologisk tidskrift*, Stockholm, 17(2&3): 177-202.
- Sørensen, W. 1932. Descriptiones Laniatorum (Arachnidorum Opilionum Subordinis). Opus posthumum recognovit et edidit Kai L. Henriksen. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs skrifter* [= *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark*], København [Copenhagen], Naturvidenskabelig og Mathematisk Afdeling [= Section des sciences Naturelles et mathématiques], ser. 9, 3(4): 197-422.
- Stamatakis, A. 2006. RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics*, 22 (21): 2688–2690. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl446>
- Staręga, W. 1989. Harvestmen (Opiliones) from the Mascarene Islands and resurrection of the family Zalmoxidae. *Annals of the Natal Museum*, 30: 1–8.
- Staręga, W. 1992. An annotated check-list of harvestmen, excluding Phalangiidae, of the Afrotropical Region (Opiliones). *Annals of the Natal Museum*, Pietermaritzburg, 33(2): 271-336.
- Thorell, T. T. T. 1889. Viaggio di Leonardo Fea in Birmania e regione vicine. XXI. Aracnidi Artrogastri Birmani. *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova*, 27: 521–729.
- Thorell, T. T. T. 1890. Aracnidi di Nias e di Sumatra raccolti nel 1886 dal Sig. E. Modigliani. *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova*, ser. 2, 10: 5–106.
- van Ee, B., P.E. Berry, R. Riina y J.E. Gutiérrez Amaro. 2008. Molecular phylogenetics and biogeography of the Caribbean-centered Croton subgenus Moacroton (Euphorbiaceae s.s.). *The Botanical Review*, 74: 132-165.
- White, J. L. y R. D. E. MacPhee. 2001. The sloths of the West Indies: A systematic and phylogenetic review. Pp.201-235. *En: C. A. Woods y F. E. Sergile (Eds.). Biogeography of the West Indies. Patterns and perspectives*. Boca Raton, FL: CRC Press.

- Willemart, R.H., J. P. Farine, A. V. Peretti y P. Gnaspini. 2006. Behavioral roles of the sexually dimorphic structures in the male harvestman, *Phalangium opilio* (Opiliones, Phalangidae). *Canadian Journal of Zoology*, 84: 1763–1774.
- Willemart, R.H., F. Osses, M. C. Chelini, R. Macías-Ordóñez y G. Machado. 2009. Sexually dimorphic legs in a neotropical [sic.] harvestman (Arachnida, Opiliones): ornament or weapon? *Behavioural Processes*, 80: 51–59.
- Willemart, R.H., A. Pérez-González, J. P. Farine y P. Gnaspini. 2010. Sexually dimorphic tegumental gland openings in Laniatores (Arachnida, Opiliones), with new data on 23 species. *Journal of Morphology*, 271, 641–653.
- Woods, C.A., R. P. Borroto y C. W. Kilpatrick. 2001. Insular patterns and radiations of West Indian rodents. Pp. 335-353. En: C. A. Woods y F. E. Sergile (Eds.), *Biogeography of the West Indies. Patterns and perspectives*. Boca Raton, FL: CRC Press.

CAPÍTULO 3



**REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES DE BIANIIDAE
EN LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE CUBA
Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE ENDEMISMO**

3. Representatividad de las especies de Biantidae en los espacios naturales protegidos de Cuba y delimitación de áreas de endemismo

3.1. Introducción

El proceso de selección de un área protegida está sujeto a diversos factores e intereses de las entidades a cargo de ello. Las áreas protegidas deben representar y proteger los valores más significativos de la biodiversidad, así como los valores históricos y culturales de los ecosistemas más representativos de un país, garantizando los servicios ecosistémicos que ofrecen. Sin embargo, en el pasado algunas áreas protegidas fueron diseñadas basándose en otros valores diferentes de los biológicos (Pressey y Tulley, 1994).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP), a través de sus planes, ha ido perfeccionando sus metas de conservación para incorporar la biodiversidad como elemento fundamental (CNAP 2002, 2009). No obstante, la información sobre la distribución de las especies en algunos grupos que constituyen endemismos locales y/o especies amenazadas aún es escasa, y a menudo desactualizada, por lo que se dificulta el trabajo de conservación. La identificación de patrones de endemismo requiere un conocimiento aceptable de las distribuciones de los taxones (Noguera-Urbano, 2017). Para conocer el grado de protección que ofrecen las áreas protegidas es vital realizar un levantamiento de esta información. Esta tarea se puede realizar a través de los “análisis de vacíos” (del inglés “Gap Analysis”, Scott *et al.*, 1993, Kiestler *et al.*, 1996). En este tipo de estudio se superponen los mapas de distribución de especies con los

mapas de áreas protegidas y se identifican coincidencias y vacíos existentes en la protección de las especies. Estos estudios pueden ser complementados con la determinación de áreas de endemismo. El reconocimiento de las áreas de endemismo permite evaluar si las áreas seleccionadas representan los valores más importantes de la biodiversidad, así como identificar nuevos sitios a proteger. Si diversos grupos de seres vivos presentan distribuciones semejantes y restringidas a determinadas zonas geográficas, éstos nos permiten delimitar áreas de endemismo. Los métodos de identificación de áreas de endemismo también nos permite proponer hipótesis biogeográficas que expliquen la integración espacio-temporal de las especies endémicas (Noguera-Urbano, 2017).

Un área de endemismo se puede definir como una zona geográfica limitada por la congruencia espacial de las áreas de distribución geográfica de dos o más especies (Platnick, 1991; Morrone, 1994; Espinosa *et al.*, 2001; Noguera-Urbano, 2016). También pueden ser definidas como áreas delimitadas por barreras, por lo que las especies están restringidas a las mismas (Hausdorf, 2002). Estas áreas reflejan las evidencias de aislamiento, diferenciación e historia común de la biota local (Cracraft, 1985; Humphries y Parenti, 1999; Morrone, 2001; Hausdorf, 2002; Ruggiero y Ezcurra, 2003). Al mismo tiempo, si en estas zonas confluye la mayor diversidad en riqueza de especies, endemismo y amenazas (p. e. Ceballos y Brown, 1995, Brooks *et al.*, 2001, Bonn *et al.*, 2002, Ortega-Huerta y Peterson, 2004), las podemos clasificar como áreas de alto valor o áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad (“Hotspots” en inglés, Myers, 1988; 1990). La identificación de estas áreas garantiza la concentración de los recursos y

esfuerzos en la gestión de la conservación de la biodiversidad. Diversos autores basados en esos conceptos han utilizado la delimitación de áreas de endemismo para la identificación de las áreas prioritarias para la conservación. Como ejemplo se pueden mencionar las Áreas de Aves Endémicas (*Endemic Birds Areas*, EBA), que son zonas en las cuales dos o más especies cohabitan y presentan áreas de distribución menores a 50,000 km² (Stattersfield *et al.* 1998). En los análisis de áreas de endemismo también han sido usados los límites geográficos de aspectos geológicos, topográficos o ecológicos como criterios para apoyar la delimitación de las áreas en casos de falta de claridad en la superposición de las distribuciones de las especies endémicas (Cracraft, 1985; Statterfield *et al.*, 1998). Otro aspecto importante es que donde ocurre la mayor restricción geográfica de especies, además de encontrarse una composición taxonómica única, es de esperar que exista un gran número de otras especies aún desconocidas por la ciencia, lo que le confiere mayor valor a estas zonas.

Los opiliones son un grupo que exhiben en Cuba un alto porcentaje de especies endémicas (92,6 %) y un gran número de ellas presentan una distribución restringida (Armas *et al.*, 2017). El alto nivel de endemismo es debido a características biológicas del grupo, tales como baja vagilidad y alta higrofilia (Da Silva *et al.*, 2015). Por ello, estos arácnidos son buenos modelos para realizar estudios de biogeografía y delimitación de áreas de endemismo. Este es un grupo ecológicamente vulnerable y muchas de sus especies pudieran encontrarse amenazadas en el territorio nacional (A. Alegre, obs. pers.). Por ello, en este capítulo nos proponemos los siguientes objetivos de trabajo:

- Analizar la representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de las especies de la familia Biantidae en Cuba (Análisis de Vacíos) para conocer el grado de protección que presentan
- Determinar áreas de endemismo a partir de la distribución conocida de las especies de la familia Biantidae y analizar su correspondencia con el SNAP para contribuir a la gestión de espacios naturales protegidos y establecer prioridades en la conservación de estas entidades taxonómicas.

3.2. Revisión bibliográfica

3.2.1. Gestión de espacios naturales protegidos en Cuba. Sistema Nacional de Áreas Protegidas

El primer paso hacia la formación de este sistema data desde la creación el 12-IV-1930 de la primera área protegida declarada en el país, el Parque Nacional Pico Cristal. En 1959 se habían creado, nueve parques nacionales, las primeras reservas naturales y monumentos nacionales, y se hizo la primera propuesta de un sistema nacional de áreas protegidas. Sin embargo, estas primeras áreas protegidas no contaban con una categoría de protección, el personal ni la infraestructura adecuada. En 1980 se creó la Empresa para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF) perteneciente al Ministerio de Agricultura (MINAG) para gestionar 30 áreas protegidas. Se construyeron instalaciones y se asignó personal técnico y administrativo a cada área. El Centro Nacional de Áreas Protegidas

(CNAP) se creó en 1995. Este constituyó el centro rector del planeamiento y la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Luego, a través de varios instrumentos legales, herramientas metodológicas, estrategias y programas, se crearon las bases para diseñar los planes estratégicos de cinco años, que constituyen el documento rector de la coordinación y el manejo de las áreas protegidas. El sistema nacional de áreas protegidas sigue las directrices de la UICN para las categorías de manejo de áreas protegidas de 1994 (con algunas modificaciones específicas para Cuba (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Número de áreas protegidas identificadas del SNAP, categorías de manejo, nivel de significación y categoría de la UICN equivalente. (APSN) Áreas protegidas de significación nacional, (APSL) Áreas protegidas de significación local.

Categoría de Manejo	Categoría UICN	Nivel de Significación	
		APSN	APSL
Reserva Natural (RN)	I	4	0
Parque Nacional (PN)	II	14	0
Reserva Ecológica (RE)	II	19	13
Elemento Natural Destacado (END)	III	10	23
Reserva Florística Manejada (RFM)	IV	7	344
Refugio de Fauna (RF)	IV	11	34
Paisaje Natural Protegido (PNP)	V	2	22
Áreas Protegida de Recursos Manejados (APRM)	VI	10	8
Total de áreas= 211		77	134

El Decreto Ley 201/99 del SNAP, aprobado en 1999, estableció el régimen legal para proporcionar la rectoría, control, administración, categorías de manejo, propuestas y declaración de áreas protegidas, así como el régimen de protección, entre otros elementos (CNAP, 2009). El plan 2003–2008 constituyó la primera etapa de desarrollo del sistema. Luego le siguió el plan 2009–2013, que representó una maduración del SNAP y por último el plan vigente 2014–2020, donde se ha perfeccionado el sistema y se trabaja por alcanzar varias metas propuestas en los planes anteriores. La identificación, entre el 2004 y el 2006, de Áreas de Importancia para las Aves (IBAs, por sus siglas en inglés), fue de gran significación para el país pues se propusieron 28 sitios para Cuba (BirdLife Internacional, 2008), que posibilitaron la identificación de 56 áreas protegidas con diferentes niveles de aprobación y categorías de manejo.

En la actualidad existen 211 áreas protegidas identificadas (Fig. 3.1), de ellas 120 se encuentran administradas (103 aprobadas por Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros (CECM) y 18 en proceso de aprobación) y 91 se encuentran sin administración. La mayoría de las áreas son administradas por el CITMA, pero algunas son administradas de manera conjunta con Empresas Forestales Integrales y la ENPFF. La superficie que abarcan las 211 áreas protegidas identificadas representa el 20,20 % del territorio nacional, incluyendo la plataforma insular marina hasta la profundidad de 200 m, quedando bajo cobertura del Sistema Nacional el 17,16 % de la parte terrestre y el 24,96 % de la plataforma marina (CNAP, 2013)

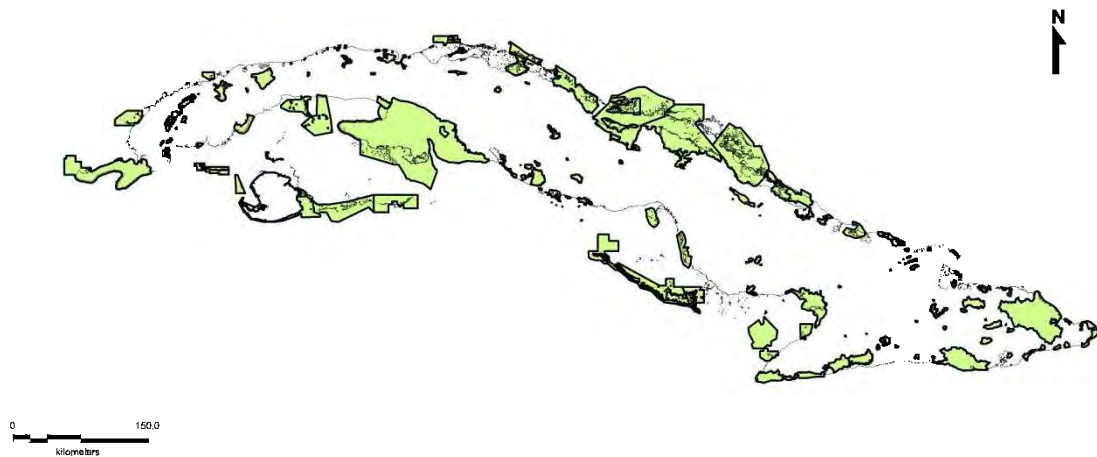


Figura 3.1. Mapa de Cuba que muestra las áreas protegidas vigentes.

Según el número de áreas protegidas y su nivel de significación por categoría de manejo, las categorías con mayor número de áreas son la Reserva Florística Manejada, Refugio de Fauna y Elemento Natural Destacado (CNAP, 2013) (Tabla 3.1).

Las áreas protegidas terrestres del país, incluyen paisajes y ecosistemas relevantes, elementos significativos del relieve, el suelo, la hidrografía, valores geomorfológicos, así como las principales formaciones vegetales y un alto porcentaje de especies de la flora y la fauna con interés para la conservación. Una gran parte de los principales núcleos montañosos del país se encuentran protegidos, donde se conserva una gran diversidad de especies de la flora y la fauna, con alto valor por su endemismo y grado de amenaza (CNAP, 2013). Los principales ecosistemas terrestres de Cuba y que el SNAP abarca en alguna medida, son los de montaña, alturas y llanuras. Además, se distinguen los

humedales interiores y costeros y las cayerías, que incluyen importantes extensiones de manglares. Por otra parte, se encuentran los ecosistemas cárscicos que abarcan más del 65 % del territorio nacional y que albergan gran parte de nuestra biodiversidad. Estos ecosistemas cárscicos incluyen una amplia representación de los humedales, de las llanuras marinocosteras e interiores y de los ecosistemas montañosos, así como el ecosistema subterráneo natural (CNAP, 2009).

3.2.2. Estudios anteriores sobre la representatividad de especies en áreas protegidas del país y/o determinación de áreas de endemismo para la conservación

Cuba es el país antillano con mayor biodiversidad y alto porcentaje de sus especies, subespecies, poblaciones y comunidades bióticas que se hallan en áreas naturales protegidas (González-Alonso *et al.*, 2012). No obstante, una de las debilidades del SNAP es que en la delimitación espacial de las áreas no se ha seguido una metodología que permita identificar las zonas claves para la conservación de un mayor número de taxones (González-Alonso *et al.*, 2012). Entre los estudios en Cuba que han tenido como objetivos analizar la representatividad de especies en las áreas protegidas del país, y/o la determinación de áreas de endemismo o de importancia para la conservación se pueden citar pocos ejemplos. El programa de Áreas Importantes para Aves de América por sus siglas en inglés (IBAs) reconoció 28 sitios en Cuba. Aguilar (2010) analizó que la mayoría de estos sitios están parcial o totalmente incluidos