

DESARROLLO POSTEMBRIONARIO DE *HETERONEBO BERMUDEZI MORENOI* (ARMAS 1973), ESCORPIÓN ENDÉMICO DE CUBA (SCORPIONES: SCORPIONIDAE: DIPLOCENTRINAE)

Rolando Teruel & Isis Piorno

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Museo de Historia Natural "Tomás Romay". José A. Saco # 601, esquina a Barnada; Santiago de Cuba 90100. Cuba.

Resumen: Utilizando el método mixto, se determinó que el desarrollo postembrionario en *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973) consta de ocho a nueve estadios en los machos (larva, seis a siete ninfas y adulto) y de ocho a diez en las hembras (los adultos de este sexo pueden proceder de la sexta, séptima u octava ninfa). A partir de tres machos que alcanzaron la adultez en cautividad se calculó el coeficiente de crecimiento real para tres estructuras somáticas (prosoma, segmento metasomal V y pinza del pedipalpo), encontrándose que difiere del valor teórico de 1,26 en todos los casos. Se detectó alometría en los machos adultos respecto a las hembras adultas y los juveniles de ambos sexos, lo que indica la existencia de dimorfismo sexual secundario.

Palabras clave: Escorpiones, Scorpionidae, Diplocentrinae, *Heteronebo*, desarrollo postembrionario, Cuba.

Postembryonic development in *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973), a Cuban endemic scorpion (Scorpiones: Scorpionidae: Diplocentrinae)

Abstract: Using the mixed method, it was herein determined that the postembryonic development in *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973) is composed by eight to nine instars in males (larva, six to seven nymphs and adult) and eight to ten instars in females (adults of this sex may emerge from the sixth, seventh or eighth nymph). From three males which molted to maturity in captivity, the growing rate was calculated for four somatic structures (prosoma, metasomal segment V and pedipalp chela), and in every case it was found to differ from the theoretical value of 1.26. Allometry was also detected in adult males when compared both to adult females and juveniles of both sexes, which is indicative of sexual secondary dimorphism.

Key words: Scorpiones, Scorpionidae, Diplocentrinae, *Heteronebo*, postembryonic development, Cuba.

Introducción

El desarrollo postembrionario de los escorpiones es un aspecto interesante pero aún muy poco conocido, pues apenas se ha estudiado en una treintena de las casi 2 000 especies que han sido descritas; un amplio compendio de la literatura publicada al respecto puede hallarse en Francke & Sissom (1984). En el caso de los taxones cubanos, los únicos estudios publicados son los de Armas & Hernández (1981) y Armas (1982, 1986) sobre cuatro especies de Buthidae y una de Scorpionidae; aunque también se ha estudiado el desarrollo postembrionario completo de idéntico número de especies adicionales de ambas familias, esta información aún no ha sido publicada y será objeto de una contribución futura (R. Teruel, datos inéditos).

Recientemente, en una localidad costera de la Ciénaga de Zapata (Playa La Gallina, provincia Matanzas) el primer autor tuvo oportunidad de coleccionar más de 85 individuos de *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973), cuyo estudio permitió conocer el desarrollo postembrionario completo en este escorpión endémico de Cuba centro-occidental. Estos resultados son dados a conocer en el presente artículo, que representa el primero de su tipo realizado sobre un miembro del controversial género *Heteronebo* Pocock 1899.

Material y métodos

Los individuos fueron trasladados vivos al laboratorio y mantenidos según el método descrito en Teruel (2000). Las mediciones fueron tomadas en un microscopio estereoscópico MBS-10 equipado con un micrómetro ocular de escala lineal calibrado a 20x. Las imágenes digitales fueron procesadas

ligeramente con Adobe Photoshop® 8.0 para optimizar el contraste y el brillo. Nomenclatura y mediciones según Stahnke (1970).

El método mixto utilizado en este estudio es el de Francke (1976), con la fórmula matemática general de Francke & Sissom (1984): $n = (\log A - \log Y) / \log P$, donde (A) es la dimensión de una estructura somática cualquiera en un individuo adulto, (Y) es la dimensión de la misma estructura en un juvenil de estadio conocido, (P) es el coeficiente de crecimiento de dicha estructura y (n) es el número estimado de mudas desde (Y) hasta (A), que en el presente estudio equivale al número estimado de estadios ninfales porque el estadio juvenil seleccionado fue la ninfa I. Siguiendo a Francke & Sissom (1984), en el presente estudio como dimensión se tomó la longitud y como estructuras se seleccionaron el prosoma, segmento metasomal V y pinza del pedipalpo. El coeficiente de crecimiento (\bar{P}) de cada una de estas tres estructuras corresponde al promedio de los coeficientes individuales (P) de tres machos juveniles que realizaron su última muda en cautividad y alcanzaron la adultez. Por las mismas razones de compatibilidad argumentadas por Francke & Sissom (1984), cada valor decimal obtenido se redondeó hasta la centésima más próxima excepto para el número de mudas, que lo fue al entero más próximo (ajuste obligatorio debido a que no existe un número fraccionario de mudas).

Los especímenes se encuentran preservados en etanol 80% en la colección personal del primer autor, excepto algunos ejemplares de referencia que fueron depositados en el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad y la colección personal de František Kovařík (Praga, República Checa).

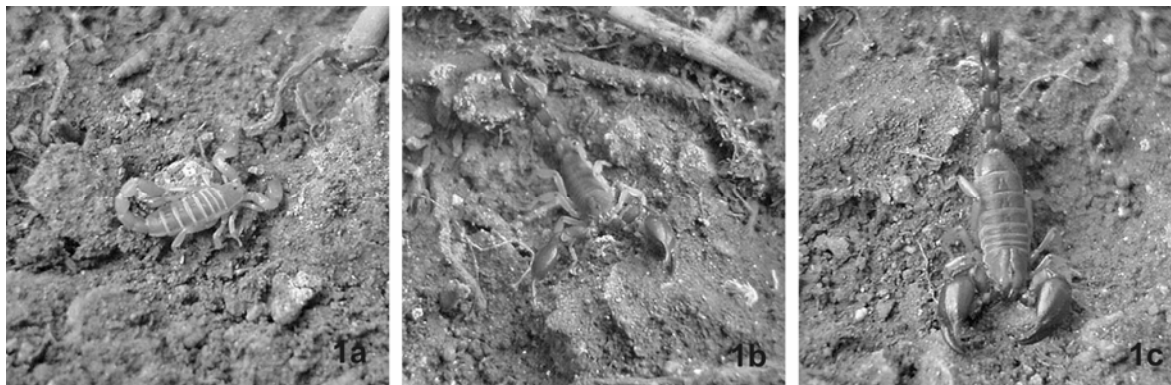


Fig. 1. Individuos de *Heteronebo bermudezi morenoi* en su hábitat natural: a) juvenil; b) macho adulto; c) hembra adulta.

Resultados y discusión

El escorpión diplocentrino *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973) constituye un endemismo de Cuba centro-occidental, cuya distribución se extiende a lo largo de unos 150 km de la costa sur de las provincias de Matanzas, Cienfuegos y Sancti Spíritus (Armas, 1984, 1988); ha sido registrado también para Cayo Largo del Sur en el Municipio Especial Isla de la Juventud (Armas, 1984), pero esta cita requiere de confirmación pues pudiera deberse a una introducción casual (L. F. de Armas, comunicación personal).

Se examinaron en total 88 especímenes, de los cuales 46 son adultos (12♂♂, 34♀♀) y 42 juveniles (25♂♂, 17♀♀). Contrariamente a lo que sucede en otras especies de escorpiones, en las cuales es preciso diseccionar e inspeccionar el sistema reproductivo para establecer con absoluta seguridad la adultez de un individuo, en *H. b. morenoi* la morfología externa de los adultos y juveniles es tan diferente que su reconocimiento es sumamente fácil: las ninfas de todos los estadios son siempre de color beige claro y exhiben el exoesqueleto débilmente esclerotizado (fig. 1a), mientras que en los adultos de ambos sexos el color es pardo rojizo y el exoesqueleto está muy fuertemente esclerotizado (fig. 1b-c).

El coeficiente de crecimiento describe el aumento progresivo de tamaño de cualquier estructura somática entre ecdisis sucesivas y ha sido llamado indistintamente "índice de crecimiento" (Armas, 1982, 1986), "factor de crecimiento" (Sissom & Francke, 1983) y "factor de progresión" (Francke & Sissom, 1984). Aunque en estudios meramente teóricos sobre el desarrollo postembrionario de escorpiones es práctica común asignarle el valor de 1,26 establecido por Przibram & Megusár (1912), en el método mixto se utilizan coeficientes de crecimiento reales obtenidos a partir de individuos que han realizado ecdisis en cautividad, lo que proporciona resultados mucho más realistas y confiables (Francke & Sissom, 1984). En el presente estudio fue posible aplicar este método, pues tres de los 12 machos adultos fueron capturados en su último estadio ninfal y realizaron su última ecdisis en el laboratorio; esto permitió calcular los coeficientes de crecimiento reales del prosoma, segmento metasomal V y pinza del pedipalpo, así como su promedio para cada estructura (tabla I). El único de ellos que se aproxima al valor teórico de 1,26 es el de la pinza (1,25), pues los del prosoma y el segmento metasomal V se apartan muy notablemente en ambas direcciones (1,19 y 1,40, respectivamente). Revisando el número de estadios estimado

por Auber (1959) para el escorpión pirenaico *Belisarius xambeui* Simon 1879 con los datos morfométricos publicados por dicha autora, Francke & Sissom (1984: 11) calcularon un coeficiente de crecimiento de 1,19 y al compararlo con el rango de 1,25-1,30 observado por ellos en otras especies, lo consideraron como demasiado bajo; sin embargo, en el presente estudio se obtuvo exactamente este mismo valor para el prosoma, por lo que el estimado ofrecido por Auber (1959) pudiera haber sido correcto.

Lógicamente, si se aplica la fórmula predictiva del número de estadios ninfales a cada uno de estos tres coeficientes de crecimiento se obtienen diferentes resultados, pero el mayor problema radica en que se obtiene más de un estimado para el mismo individuo (tabla II); tal hipótesis es obviamente falsa, pues durante cada ecdisis todas las estructuras del exoesqueleto son mudadas simultáneamente y por consiguiente, acumulan la misma cantidad de estadios. Esta inconcordancia se debe a la existencia de alometría y ya fue señalada por Francke & Sissom (1984), quienes para corregirla optaron por trabajar con un único coeficiente de crecimiento correspondiente al promedio global de los coeficientes de crecimiento individuales de cada estructura. Este proceder tiene el inconveniente de que involucra un valor artificial cuyo resultado puede no representar el número real de estadios del individuo estudiado, por lo que en el presente estudio se decidió no aplicar tal artificio matemático sino utilizar un coeficiente de crecimiento real, en este caso el del prosoma. La preferencia de éste sobre los otros dos disponibles se debe a que según observaciones morfométricas realizadas en esta especie por el primer autor (RT), precisamente el prosoma exhibe las menores diferencias morfométricas entre los adultos y entre éstos y los juveniles, por lo que es más confiable para extrapolar su utilidad a la muestra completa; en el caso de las otras dos estructuras, el dimorfismo sexual secundario y la variación eval son muy evidentes: los machos adultos poseen la pinza más corta y el segmento metasomal V más largo que las hembras adultas y los juveniles de ambos sexos.

Tras este análisis se procedió a calcular el número estimado de estadios ninfales a partir de las ninfas I y los adultos de ambos sexos; obteniéndose como resultado una predicción de la ocurrencia de seis a siete ninfas en los machos y seis a ocho en las hembras (tabla III). Una vez realizado este cálculo, es más fácil identificar los grupos de valores correspondientes a cada estadio de desarrollo en los

Tabla I. Longitud en milímetros de tres estructuras de tres machos de *Heteronebo bermudezi morenoi*, con sus respectivos coeficientes de crecimiento individuales (P) y promedio (\bar{P}).

Estructura	♂ ¹			♂ ²			♂ ³			♂♂ \bar{P}
	exuvia	adulto	P	exuvia	adulto	P	exuvia	adulto	P	
Prosoma	3,75	4,40	1,17	3,90	4,65	1,19	4,00	4,85	1,21	1,19
Metasoma V	3,25	4,50	1,38	3,40	4,75	1,40	3,55	5,05	1,42	1,40
Pinza	5,65	7,00	1,24	6,15	7,70	1,25	6,40	8,15	1,27	1,25

Tabla II. Número estimado de estadios ninfales (n) para tres estructuras de un macho adulto de *Heteronebo bermudezi morenoi* (♂³ en la tabla I); fórmula y abreviaturas en "Material y métodos".

Longitudes	ninfa I		adulto ♂				N
	Y	log Y	A	log A	P	log P	
Prosoma	1,50	0,18	4,85	0,69	1,21	0,08	6
Metasoma V	1,10	0,04	5,05	0,70	1,42	0,15	4
Pinza	2,10	0,32	8,15	0,91	1,27	0,10	6

Fig. 2. Correlación entre los logaritmos de base 10 de las longitudes respectivas del prosoma (eje X) y la pinza del pedipalpo (eje Y) en la muestra examinada de *Heteronebo bermudezi morenoi*, separadas por sexo.

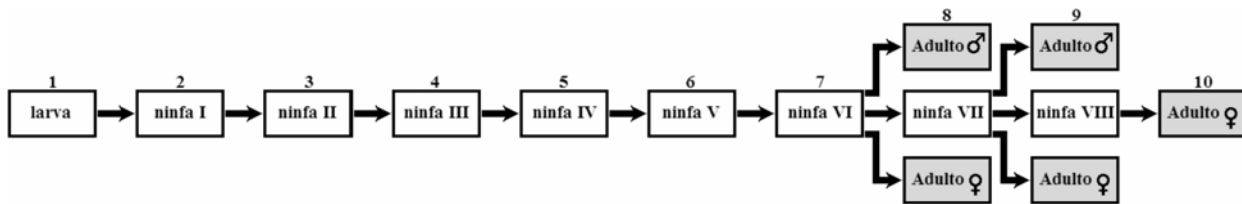
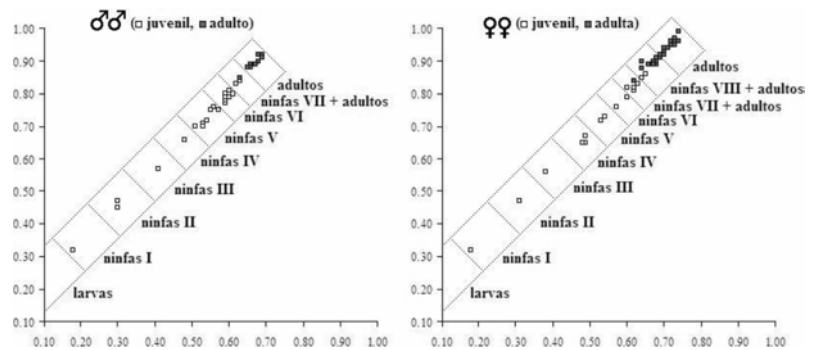


Fig. 3. Diagrama del desarrollo postembrionario completo de *Heteronebo bermudezi morenoi*.

Tabla III. Número estimado de estadios ninfales (n) en los adultos de *Heteronebo bermudezi morenoi*, calculado a partir de la longitud del prosoma (A); fórmula y abreviaturas en "Material y métodos".

	♂	♂	♀	♀	♀
A	4,25	4,95	4,15	4,85	5,55
log A	0,63	0,69	0,62	0,69	0,74
n	6	7	6	7	8
Y = 1,50		log Y = 0,18		$\bar{P} = 1,19$	
				log $\bar{P} = 0,07$	

gráficos de dispersión para cada sexo (fig. 2), elaborados a partir de los logaritmos de base 10 de las longitudes respectivas del prosoma (eje X) y la pinza del pedipalpo (eje Y). La primera variable se seleccionó por las mismas razones argumentadas para la estimación del número de estadios ninfales (véase el párrafo anterior), mientras que la segunda se escogió porque su coeficiente de crecimiento real es el más próximo al valor teórico de 1,26 y esto facilita su comparación con otros estudios previamente publicados donde se ha utilizado éste. Los dos gráficos muestran claramente que en cada sexo el recorrido de valores de cada estadio se va reduciendo gradualmente de amplitud mientras incluye

sólo ninfas, pero aumenta sostenidamente a medida que se incorporan los adultos. Esto parece indicar que tanto el coeficiente de crecimiento entre ninfas consecutivas como la dispersión de los valores individuales dentro de cada una de ellas se comportan de manera opuesta en los juveniles y los adultos, pero por el momento no es posible deducir las causas de este comportamiento. Al comparar estos resultados con otros estudios publicados (Francke, 1976, 1981; Sissom & Francke, 1983; Francke & Sissom, 1984; Armas, 1986), no se encuentran menciones similares en el texto ni los gráficos correspondientes muestran alguna tendencia que pudiera identificarse con la aquí reportada, por lo que tal vez se trate de una característica particular de *H. b. morenoi*.

El presente estimado para los adultos de ocho a nueve estadios en los machos y ocho a diez en las hembras (fig. 3) es uno de los más elevados dentro del orden Escorpiones, pero coincide exactamente con el obtenido según el método directo por Armas (1982) para *Didymocentrus trinitarius* (Franganillo 1930), otro diplocentrino de similar tamaño que *H. b. morenoi* y que vive en la misma área geográfica. A partir de dos camadas de *D. trinitarius* nacidas en cauti-

vidad, dicho autor logró obtener dos machos adultos a partir de ninfas VII y una hembra adulta a partir de una ninfa VIII, lo que equivale a nueve estadios en el primer sexo y diez en el segundo; Armas (1982) obtuvo un coeficiente de crecimiento promedio para el prosoma masculino de 1,17, muy similar al valor obtenido en el presente estudio para *H. b. morenoi*. Dicho autor enfatizó como algo singular que *D. trinitarius* alcanzase la adultez tras diferente número de estadios ninfales en dependencia del sexo, sin embargo, los resultados del presente estudio sugieren que la muestra examinada por Armas (1982) es insuficiente para demostrar categóricamente tal diferencia y que posiblemente de modo similar a lo que sucede en *H. b. morenoi*, la cantidad de estadios es similar ambos sexos, pero las hembras pueden presentar una ninfa adicional en el caso de los individuos de talla inusualmente grande.

Agradecimiento

Los autores agradecen sinceramente a Luis F. de Armas (Instituto de Ecología y Sistemática, Ciudad de La Habana, Cuba) y Oscar F. Francke (Universidad Nacional Autónoma de México, México) por la literatura amablemente enviada y el fructífero intercambio de opiniones sostenido.

Referencias Bibliográficas

- ARMAS, L. F. DE 1973. Tipos de las colecciones escorpiológicas P. Franganillo y Universidad de la Habana (Arachnida: Scorpionida). *Poeyana*, **101**: 8 pp.
- ARMAS, L. F. DE 1982. Desarrollo postembrionario de *Didymocentrus trinitarius* (Franganillo) (Scorpiones: Diplocentridae). *Misc. Zool.*, **16**: 3-4.
- ARMAS, L. F. DE 1984. Escorpiones del archipiélago cubano. VIII. Adiciones y enmiendas (Scorpiones, Buthidae, Diplocentridae). *Poeyana*, **275**: 37 pp.
- ARMAS, L. F. DE 1986. Biología y morfometría de *Rhopalurus garridoi* Armas (Scorpiones: Buthidae). *Poeyana*, **333**: 27 pp.
- ARMAS, L. F. DE 1988. *Sinopsis de los escorpiones antillanos*. Edit. Científico-Técnica, La Habana, 102 pp.
- ARMAS, L. F. DE & N. HERNÁNDEZ 1981. Gestación y desarrollo postembrionario en algunos *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) de Cuba. *Poeyana*, **217**: 10 pp.
- AUBER, M. 1959. Observations sur le biotope et la biologie du scorpion aveugle: *Belisarius xambeui* Simon. *Vie et Milieu*, ser. C, **10**: 160-167.
- FRANCKE, O. F. 1976. Observations on the life history of *Uroctonus mordax* Thorell (Scorpionida, Vaejoividae). *Bull. Br. arachnol. Soc.*, **3**(9): 254-260.
- FRANCKE, O. F. 1977. Scorpions of the genus *Diplocentrus* Peters from Oaxaca, Mexico. *J. Arachnol.*, **4**: 145-200.
- FRANCKE, O. F. 1981. Birth behavior and life history of *Diplocentrus spitzeri* Stahnke (Scorpiones: Diplocentridae). *Southw. Natur.*, **25**(4): 517-523.
- FRANCKE, O. F. & W. D. SISSOM 1984. Comparative review of the methods used to determine the number of molts to maturity in scorpions (Arachnida), with analysis of the post-birth development of *Vaejovis coahuilae* Williams (Vaejoividae). *J. Arachnol.*, **12**: 1-20.
- PRZIBRAM, H. & F. MEGUSÁR 1912. Wachstumsmessungen an *Sphodromantis bioculata* Burm. 1. Lange und masse. *Arch. Ent. Mech. Org.*, **34**: 680-741.
- SISSOM, W. D. & O. F. FRANCKE 1983. Post-birth development of *Vaejovis bilineatus* Pocock (Scorpiones: Vaejoividae). *J. Arachnol.*, **11**: 69-75.
- STAHNKE, H. L. 1970. Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomol. News*, **81**: 297-316.
- TERUEL, R. 2000. Complementos a la descripción de *Heteronebo nibujon* Armas, 1984 (Scorpiones: Diplocentridae). *Boln. S.E.A.*, **27**: 17-21.
- VACHON, M. 1974. Études des caractères utilisés pour classer les familles et les genres des scorpions (Arachnides). 1. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 3^e sér., **140** (Zool., 104): 857-958.

MONOGRAFÍAS S.E.A.

Sociedad Entomológica Aragonesa

Volumen en preparación (2006)

Catálogo de los Cerambycidae de la Península Ibérica, islas Baleares e islas atlánticas

César González, Eduard Vives & Antonio Zuzarte