

## ESTRIDULACION EN *TIMOGENES ELEGANS* (MELLO-LEITÃO) (SCORPIONES, BOTHRIURIDAE)

### Stridulation in *Timogenes elegans* (Mello-Leitão) (Scorpiones, Bothriuridae)

LUIS EDUARDO ACOSTA\* Y EMILIO A. MAURY\*\*

#### RESUMEN

Se comunica por primera vez la estridulación en un escorpión Bothriuridae, *Timogenes elegans* (Mello-Leitão). El aparato estridulador consiste en conjuntos de gránulos, situados en los pretergitos abdominales III a VI, los que son raspados por el borde caudal del tergito precedente cuando el animal curva el cuerpo en actitud defensiva. Se incluye un sonograma de la estridulación de esta especie, así como un resumen de lo publicado sobre el tema en el orden Scorpiones. Se discute la posible función del sonido en *T. elegans*.

#### ABSTRACT

The stridulation in a Bothriurid scorpion, *Timogenes elegans* (Mello-Leitão), is first reported. The stridulatory apparatus consists of groups of granules, placed on the mesosomal pretergites III to VI, which are rubbed by the caudal edge of the previous tergite, while the animal curves the body as a defensive behaviour. The sonogram of the stridulation sounds produced by this species, as well as a brief account of what is known on the subject in the order Scorpiones, are added. The possible role of sound in *T. elegans* is discussed.

KEYWORDS: Scorpiones, Bothriuridae, *Timogenes*, Argentina, stridulation, defensive behaviour.

#### INTRODUCCION

La capacidad de producir sonidos, con fines de comunicación intra e interespecífica, está ampliamente difundida en el reino animal. Entre los artrópodos, la mayoría de tales sonidos son

generados por frotamiento de partes especializadas del exoesqueleto, lo que recibe el nombre de estridulación. De acuerdo con Dumortier (1964a), los aparatos estriduladores se componen siempre de dos partes: una "pars stridens", consistente en una superficie generalmente provista de tubérculos, espinas, denticulos, etc., y un "plectrum", de morfología variable, cuyo desplazamiento sobre la primera provoca la emisión del sonido. La distinción entre ambas partes, sin embargo, no siempre es clara.

En lo que respecta al orden Scorpiones, la estridulación fue inicialmente reportada por Pocock (1896a) en tres géneros de la familia Scorpionidae: *Opisthophthalmus*, *Heterometrus*

---

\* Cátedra de Zoología I. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, C.C. 122, 5000-Córdoba, Argentina.

\*\* Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Av. Angel Gallardo 470, 1405 - Buenos Aires, Argentina.

[= *Palamnaeus*] y *Pandinus* [= *Scorpio* sensu Pocock, 1896a]. Posteriores contribuciones del mismo autor (Pocock, 1902, 1904) y otros investigadores, principalmente Alexander (1958, 1960), evidenciaron la ocurrencia del fenómeno en otros escorpiones, así como su mecanismo y posible significado biológico.

Los órganos estriduladores son diversos dentro del orden (Tabla I). De acuerdo con la ubicación de las estructuras productoras de sonido, pueden ser reconocidos básicamente cinco tipos:

**Tipo 1.-** Presente en *Pandinus*, *Heterometrus* y *Scorpio* (Scorpionidae), y en *Oiclus* (Diplocentridae); este tipo es el más ampliamente distribuido. El aparato estridulador se ubica en superficies adyacentes de las coxas de pedipalpos y el primer par de patas ("pedipalp-walking leg type", Dumortier, 1964a).

**Tipo 2.-** El sonido es producido entre un grupo de cerdas de los quelíceros y un área de cutícula estriada en la cara interna del prosoma; presente sólo en *Opisthophthalmus* (Scorpionidae) ("chelicera-cephalothorax type", Dumortier, 1964a).

**Tipo 3.-** Descrito en el género *Parabuthus* (Buthidae). La estridulación se produce al raspar el extremo del aguijón contra la cara dorsal de los segmentos caudales I-II y el último tergito preabdominal ("tail-sting type", Dumortier, 1964a).

**Tipo 4.-** En el género *Rhopalurus* (Buthidae). El aparato estridulador se compone de los dientes pectíneos y dos áreas granulosas en el primer esternito abdominal ("pectine-sternite type", Dumortier, 1964a).

**Tipo 5.-** El aparato estridulador se ubica en los pretergitos abdominales III a VI. Hallado en *Timogenes* (Bothriuridae).

En el presente artículo se describe la estridulación y su mecanismo en *Timogenes elegans* (Mello-Leitão), lo que representa el primer caso conocido dentro de la familia Bothriuridae. La estructura productora de sonido presente en *Timogenes* tiene un interés adicional, pues constituye un tipo morfológico y funcional que había sido descrito precedentemente en escorpiones.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con ejemplares vivos, de *Timogenes elegans*, provenientes de Joaquín V. González, provincia de Salta, Argentina, y ejemplares conservados de diferentes localidades, pertenecientes a las colecciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires (MACN) y la Cátedra de Zoología I, Universidad Nacional de Córdoba. El registro de la estridulación se realizó en el Laboratorio de Sonidos Naturales (MACN), con un grabador UHER 4000 Monitor AV y micrófono SE-ENHEISER AV 88. El sonograma se realizó a partir de una regrabación a velocidad normal.

## RESULTADOS

### Observaciones preliminares:

*Timogenes elegans* es un conspicuo integrante de la escorpiofauna del centro-norte de la Argentina (Maury, 1982). Se trata de una especie fácilmente detectable con luz U.V. en los meses de verano, particularmente por su gran tamaño (hasta 100 mm de longitud total en los machos, 120 mm en las hembras).

En observaciones de campo, pudo advertirse que los ejemplares emiten un corto chirrido al ser tomados con las pinzas por el metasoma. En tal circunstancia, el animal curva vigorosamente su cuerpo hacia dorsal, en un intento de alcanzar al "agresor" con sus pedipalpos y quelíceros. Frecuentemente, y con el claro propósito de zafarse, el escorpión suele enderezar y volver a curvar alternativamente el cuerpo. En todos los casos, el sonido se produce en coincidencia con cada movimiento de curvatura. El mismo sonido se puede detectar en laboratorio, cuando un ejemplar de *T. elegans* es molestado con un objeto delante del prosoma, o bien se encuentra frontalmente con otro miembro de su especie, en ambas situaciones, el animal adopta una postura defensiva de amenaza o "display" ("defensive strike", según Palka y Babu, 1967), en la cual eleva el metasoma, arqueando levemente el mesosoma, a la vez que extiende y abre sus pedipalpos (fig. 1). El sonido emitido por esta especie es un breve chirrido, como el de una tenue descarga eléctrica, similar a la producida por la estática de la pantalla del televisor al acercársele la mano.

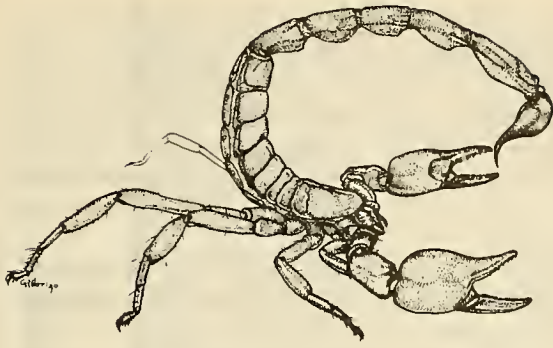


FIG. 1.- Macho de *Timogenes elegans* (Andalgalá, provincia de Catamarca, Argentina) en postura defensiva.

Con el fin de localizar el aparato estridulador, se realizó un minucioso examen sobre ejemplares conservados, revisando particularmente queliceros, patas y otras zonas donde han sido halladas tales estructuras en otros escorpiones. El aparato productor del sonido fue finalmente hallado en el mesosoma, según se describe a continuación.

**Aparato estridulador:** En el orden Scorpiones, cada tergito del mesosoma presenta una zona anterior, ligeramente sobreelevada, que ocupa todo su ancho: el pretergito (Stahnke, 1970). Por lo general, éste se halla cubierto total o parcialmente por el borde posterior del tergito precedente -según el grado de distensión del abdomen-, con el cual se conecta a través de una fina membrana. En *Timogenes*, el límite posterior del pretergito (Pr, fig. 2) experimenta en la línea media una leve prolongación hacia caudal. En los pretergitos III a VI se disponen, a ese nivel, un conjunto de gránulos (Gr, fig. 2); éstos son pequeños y poco numerosos en el pretergito III, y más desarrollados y en general dispuestos en dos cortas hileras divergentes (que forman aproximadamente una letra V) en los restantes. Los pretergitos I, II y VII, aun cuando poseen la prolongación posterior, no tienen gránulos.

Cuando el animal curva su cuerpo, como parte de las conductas defensivas ya descriptas, cada grupo de gránulos (la "pars stridens" de Dumortier, 1964a) es raspado por el borde caudal del tergito inmediatamente anterior (el "plectrum", op. cit.), produciendo el sonido en su conjunto. En el sitio donde un tergito cubre parcialmente al si-



FIG. 2.- Detalle del prosoma y tergitos abdominales III a V de *Timogenes elegans* (ejemplar macho de Joaquín V. González, provincia de Salta; MACN). Pr: pretergito, Gr: gránulos.

guiente se forma una pequeña cámara, que posiblemente funcione como caja de resonancia. Aparentemente, el borde del tergito no posee ninguna estructura particularmente especializada. El sonido puede ser reproducido "artificialmente" con ayuda de dos tergitos, que hayan sido separados de un ejemplar conservado y liberados de toda estructura membranosa, al desplazar convenientemente el borde de uno sobre el pretergito del otro.

Un experimento sencillo, realizado sobre un animal vivo, permitió comprobar que ninguna otra estructura está involucrada en la producción del sonido. Sobre cada conjunto de gránulos se colocó un pequeño trozo de cinta adhesiva (del tipo "mágica"), cuidando que el tergito anterior la

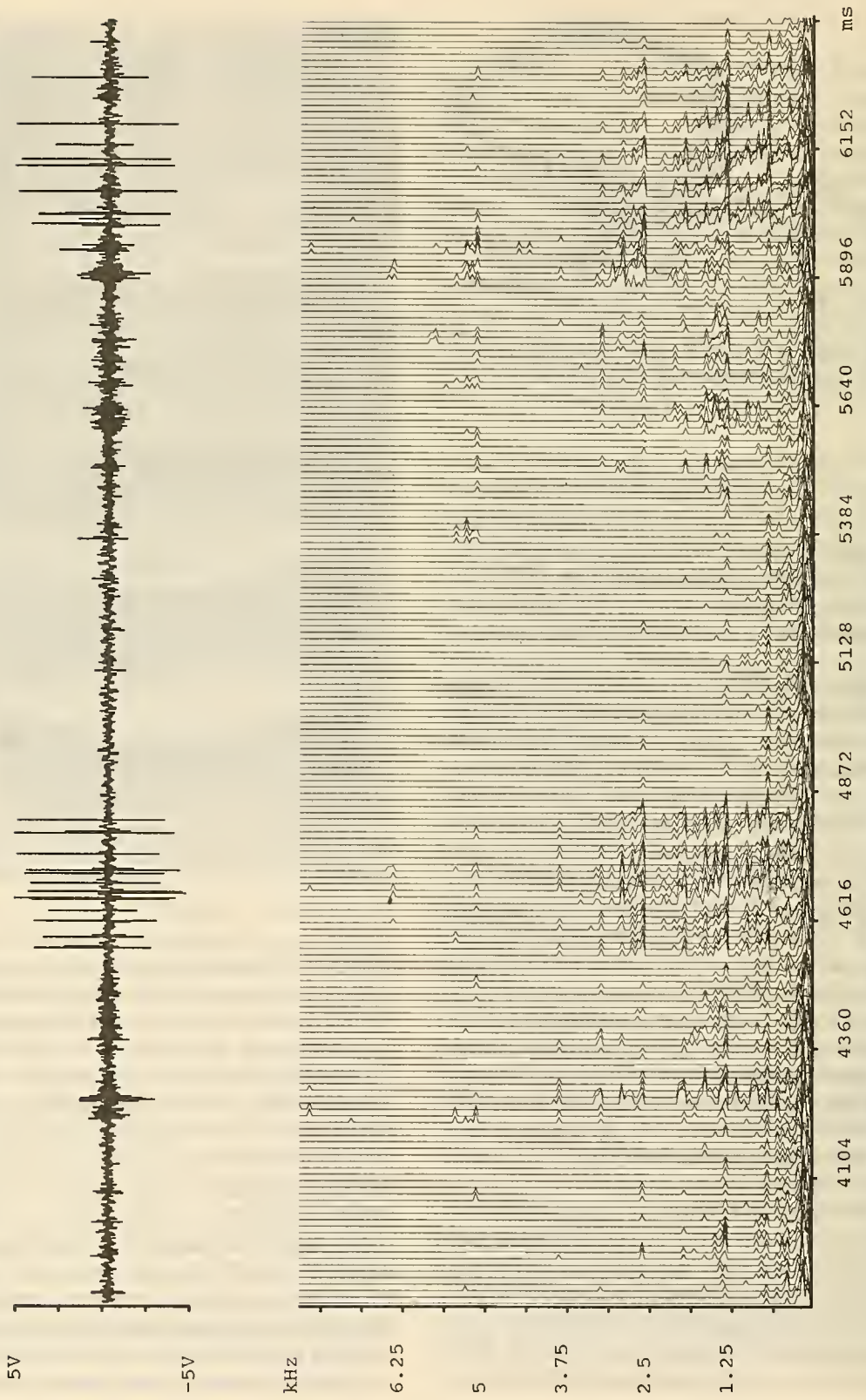


Fig. 3.- Sonograma de la estridulación de un ejemplar macho de *Timogones elegans* (Joaquín V. González, provincia de Salta).

cubriese con su borde. En esas condiciones, el animal tomado por su metasoma reaccionaba de la manera descrita, pero sin producción de sonido: se había anulado la "pars stridens". Una vez retirados los trozos de cinta, y aplicado el correspondiente estímulo, la estridulación era otra vez claramente audible.

**Sonograma:** La estridulación de *T. elegans* fue registrada en grabación, a partir de la cual se obtuvo el sonograma de fig. 3. En el gráfico superior se aprecian dos sectores con un conjunto de barras verticales, cada una de éstas correspondiente al roce de un gránulo con el "plectrum"; el resto del gráfico corresponde a "ruidos parásitos" de la grabación. En el gráfico inferior se observa que las frecuencias dominantes se sitúan en los 1.25 kHz, con un armónico notorio en 2.5 kHz. Una comparación de los sonogramas de distintas especies de *Timogenes* quizás podría revelar la existencia de patrones específicos.

## DISCUSION

De acuerdo con la clasificación de Dumortier (1964b) -que agrupa los sonidos de artrópodos según las conductas con las cuales están asociados y la situación que condiciona su aparición-, la estridulación en escorpiones encuadra en los llamados "sonidos de protesta" (protest sounds). Dumortier diferencia este tipo de sonido de los "disturbance songs" en que aquéllos son producidos ante un peligro causado por individuos de otra especie, en tanto estos últimos son provocados por la proximidad de un congénere. Como hemos visto, *T. elegans* estridula tanto frente al acoso del experimentador como ante un miembro de su especie; el sonido no parece ser específico en este último caso, sino producido indiscriminadamente ante una situación de peligro. En los "disturbance songs" está implícita una comunicación intraespecífica, lo que no correspondería a la situación en escorpiones; hasta el presente, toda evidencia indica que estos arácnidos no reaccionan ante la estridulación de sus congéneres (Alexander, 1958; Constantinou y Cloudsley-Thompson, 1984; obs. pers.). El sonido habría surgido primariamente como advertencia interespecífica; Alexander (1958) considera la

estridulación en escorpiones relacionada siempre a conductas defensivas de amenaza.

Para los "sonidos de protesta" ha sido sugerida (Pumphrey, 1955, citado por Dumortier, 1964b) una función similar a la coloración aposemática, donde el sonido sería asociado por el potencial predador con una experiencia desagradable de su encuentro (p. ej., la acción del veneno). Dumortier duda sobre el valor de esta hipótesis, pues "sólo artrópodos equipados con medios eficaces de defensa pueden condicionar de esta manera al predador", y "sólo animales con un cerebro suficientemente desarrollado podrían ser así condicionados; y ellos representan sólo una parte de los predadores usuales". Esta opinión parece una generalización excesiva, pues la posibilidad de una "estridulación aposemática" no debe ser totalmente descartada, al menos en escorpiones. Por de pronto, se cumple aquí la primera de las condiciones mencionadas; tratándose de animales tan grandes y agresivos, es verosímil suponer a la picadura de *T. elegans* como una experiencia sumamente desagradable para muchos mamíferos pequeños y medianos. Nada sabemos, sin embargo, en cuánto puede condicionar esto a los potenciales predadores. Los únicos experimentos realizados en ese sentido son los de Alexander (1958) con *Opisthophthalmus latimanus*, pero sus resultados no son muy claros. Un conocido ejemplo de sonido con función aposemática, comparable a lo observado en escorpiones, se da en las serpientes de cascabel.

Dumortier (1964b) cree que los "sonidos de protesta", más que con función defensiva, pueden considerarse una "actividad de desplazamiento", originada por el gran disturbio causado, y que los movimientos estriduladores servirían como "escape" a la tensión del animal en peligro; por ello, este autor prefiere denominar tales sonidos como "llanto reflejo". Esta interpretación podría ser adecuada en los casos, presentes en algunos insectos, en que *la misma estructura* que produce los "sonidos de protesta" es usada al menos en otro sentido (como p. ej. comunicación intraespecífica). Pero hasta donde sabemos, los escorpiones sólo estridulan ante una situación de peligro, y no hay evidencia de otras funciones del sonido producido. Sería muy cuestionable suponer que los aparatos de sonido pudieran desarrollarse sólo a los fines de una actividad de

desplazamiento, sin una función manifiesta, defensiva o de otro tipo.

Los tipos de aparatos estriduladores que hemos indicado como 1, 3 y 5 se relacionan de modo muy evidente con conductas ritualizadas de amenaza ("display") y posturas defensivas del animal. Tales conductas consisten en movimientos de los pedipalpos (*Pandinus* y *Heterometrus*; Alexander, 1960), y/o en la curvatura del metasoma hacia adelante (*Parabuthus*). En *Timogenes*, cuya conducta defensiva incluye ambos tipos de movimientos, el sonido se deriva primordialmente de la acción del metasoma, ya que esto provoca el arqueo del mesosoma, y el rozamiento de los gránulos con el borde de los tergitos. En el caso de los tipos 2 y 4, la emisión de sonido parece ha-

berse originado sin una conexión directa con tales conductas. Alexander (1958) piensa que la estridulación en *Rhopalurus* se relaciona con una ritualización de movimientos con intención de huida, en tanto no quedaría claro si los movimientos de queliceros en *Opisthophthalmus* pueden interpretarse como originadas en una actitud de amenaza o una actividad de desplazamiento; en este último caso, sin embargo, no se excluye la misión primariamente defensiva del sonido.

Si bien sólo hemos comprobado la producción de sonido en machos y hembras adultos de *T. elegans*, la misma estructura se halla presente en los juveniles, así como en las otras cinco especies del género (Tabla I), lo que autoriza a supo-

TABLA I.- Resumen del conocimiento actual sobre estridulación en el orden Escorpiones.

Familia	Mecanismo	Especies	Referencias
SCORPIONIDAE			
<i>Pandinus</i> Thorell	Tipo 1. Un conjunto de cerdas rígidas, dobladas en ángulo recto, en el proceso maxilar del primer par de patas contra un área con pequeños tubérculos en coxa de pedipalpos (posición medial).	<i>P. imperator</i> *	Pocock, 1896a,b [= <i>Scorpio africanus</i> ]; Constantinou & Cloudsley-Thompson, 1984 [S.E.M.]; Alexander, 1960.
		<i>P. exitialis</i>	Pocock, 1896b; Constantinou & Cloudsley-Thompson, 1984 [S.E.M.].
		<i>P. dictator</i>	Pocock, 1896b.
		<i>P. cavimanus</i>	Pocock, 1896b.
		<i>P. bellicosus</i>	Pocock, 1896b.
		<i>P. viatoris</i> <i>P. gregorii</i>	Pocock, 1896b. Pocock, 1896b.
<i>Heterometrus</i> H. & E.	Tipo 1. Un conjunto de cerdas rígidas, dobladas en ángulo recto, en coxa de pedipalpos, contra un área con pequeños tubérculos en coxa del primer par de patas (posición lateral)	<i>H. swammerdami</i> *	Pocock, 1896a,b [= <i>Palamnaeus swammerdami</i> ]; Alexander, 1960.
		<i>H. costumanus</i>	Dumortier, 1964a.
		<i>H. fulvipes</i>	Pocock, 1896b; Constantinou & Cloudsley-Thompson, 1984 [S.E.M.].
		<i>H. scaber</i>	Pocock, 1896b
		<i>H. indus</i>	Pocock, 1896b [= <i>H. megacephalus</i> = <i>H. caesar</i> = <i>H. gravimanus</i> = ? <i>H. indicus</i> ]. (1)
		<i>H. bengalensis</i>	Pocock, 1896b [= <i>H. thorellii</i> ]. (1)

(Continuación Tabla I)

Mecanismo	Especies	Referencias	
	<i>H. phipsoni</i>	Pocock, 1896b.	
	<i>H. spinifer</i>	Pocock, 1896b.	
	<i>H. liophysa</i>	Pocock, 1896b.	
	<i>H. longimanus borneensis</i>	Pocock, 1896b.	
	? <i>H. latimanus</i>	Pocock, 1896b.	
<i>Scorpio</i> Linné	Tipo 1. Tubérculos denticulados en las coxas de pedipalpos y del primer par de patas.	<i>S. maurus</i> (2)	Constantinou & Cloudsley-Thompson, 1984 [S.E.M.].
<i>Opisthophthalmus</i> Koch	Tipo 2. Un conjunto de cerdas dorso-mediales en queliceros (artejo basal y membrana articular con el segundo artejo), contra un área de cutícula estriada en la cara interna del prosoma, a ambos lados de la escotadura mediana.	<i>O. latimanus</i> *	Pocock, 1896a; Alexander, 1958, 1960; Vachon et al., 1958
	<i>O. glabrifrons</i>	Pocock, 1896a	
	<i>O. carinatus</i>	Pocock, 1896a	
	<i>O. nitidiceps</i> *	Pocock, 1896a; Alexander, 1958, 1960.	
	<i>O. pugnax</i>	Pocock, 1896a.	
	<i>O. breviceps</i>	Pocock, 1896a.	
	<i>O. capensis</i>	Pocock, 1896a.	
	<i>O. wahlbergi</i>	Pocock, 1896a.	
	<i>O. pallidimanus</i>	Pocock, 1896a.	
Familia DIPLOCENTRIDAE			
<i>Oiclus</i> Simon	Tipo 1. Pequeños tubérculos denticulados en coxa de pedipalpos contra finas cerdas en coxa del primer par de patas.	<i>O. purvesii</i>	Constantinou & Cloudsley-Thompson, 1984 [S.E.M.].
Familia BUTHIDAE			
<i>Parabuthus</i> Pocock	Tipo 3. El extremo del aguijón raspa un área irregularmente granulosa o estriada transversalmente en la cara dorsal de segmentos caudales I y II y tergito preabdominal VII. (3)	<i>P. flavidus</i> *	Pocock, 1902; Lawrence, 1927
	<i>P. planicauda</i> *	Alexander, 1958.	
	<i>P. granulatus</i> *	Lawrence, 1927.	
	<i>P. brachystylus</i> *	Lawrence, 1927.	
	<i>P. liosoma</i>	Pocock, 1902.	
	<i>P. abyssinicus</i>	Pocock, 1902.	



(Continuación Tabla 1)

	Mecanismo	Especies	Referencias
		<i>P. hunteri</i>	Pocock, 1902.
		<i>P. granimanus</i>	Pocock, 1902.
		<i>P. heterurus</i>	Pocock, 1902.
		<i>P. planimanus</i>	Pocock, 1902.
		<i>P. neglectus</i>	Pocock, 1902.
		<i>P. villosus</i>	Pocock, 1902.
<i>Rhopalurus</i> Thorell	Tipo 4. Borde dorsal de los dientes pectíneos quitinizados, con estrías cuticulares, contra dos áreas deprimidas y granulosas a ambos lados del primer esternito preabdominal.	<i>R. borellii</i>	Pocock, 1904.
		<i>R. agamemnon</i> *	Lucas y Bücherl, 1971 [= <i>R. iglesiasi dorso-maculatus</i> ] (4)
		<i>R. laticauda</i>	Pocock, 1904.
		<i>R. junceus</i>	Pocock, 1904.
Familia BOTHRIURIDAE			
<i>Timogenes</i> Simon	Tipo 5. Dos hileras de gránulos divergentes hacia anterior (en V), en la línea media de pretergitos III a VI, raspada por el borde del tergito inmediato anterior.	<i>T. elegans</i> *	Este artículo.
		<i>T. dorbignyi</i>	Este artículo.
		<i>T. haplochirus</i>	Este artículo.
		<i>T. sumatranus</i>	Este artículo.
		<i>T. mapuche</i>	Este artículo.

\* La estridulación ha sido comprobada de modo directo y en individuos vivos sólo en las especies indicadas con el asterisco; en las restantes, se sospecha su capacidad estriduladora a partir de estudios morfológicos.

(1) Sinonimias según Couzjin (1981).

(2) Rosin y Shulov (1961) mencionan la capacidad de esta especie de producir sonido a través de un veloz golpeteo de la mitad posterior del mesosoma contra el suelo ("drumming" o tamborileo). En cuánto contribuyen esta conducta y la posible estridulación en el sonido producido es algo que debe estudiarse.

(3) Pocock, 1902, supone un mecanismo similar al de *Parabuthus* en "*Buthus*" *bicolor* y "*Buthus*" *aeneas* (ambos hoy en el género *Androctonus*), lo cual, sin embargo, no ha sido confirmado.

(4) Sinonimia según Lourenço (1982).

ner que también son capaces de estridular. Un examen de machos y hembras de los demás géneros de Bothriuridae, en especial el curioso género *Vachonia* (el más próximo a *Timogenes*) muestra la ausencia de los gránulos del pretergito, aunque éste presenta una leve prolongación hacia atrás. Es llamativo cómo ningún autor había descripto hasta el presente estas hileras de gránulos en *Timogenes*, más aún si se considera que, salvo el tergito VII, la familia se caracteriza por poseer

tergitos lisos, o finamente granulosos. Esta estructura puede ser, por tanto, considerada autapomórfica, y de indudable valor diagnóstico en *Timogenes*. En rigor, cada género de escorpiones capaz de estridular presenta un órgano peculiar, y su evolución puede considerarse totalmente independiente; a lo sumo, los cuatro géneros en los que se presenta el "tipo 1" podrían suponerse variantes de un patrón básico (Alexander, 1960), representando quizás evolución para-



lela. Esto plantea la interesante pregunta sobre cuáles pueden haber sido las presiones selectivas que han favorecido, al menos en cinco ocasiones diferentes, la aparición de órganos estriduladores en el curso de la evolución del orden.

## AGRADECIMIENTOS

Estamos muy reconocidos al Dr. H. Capurro

(Universidad Nacional de Córdoba) por la donación de parte de los ejemplares vivos de *T. elegans* utilizados en este trabajo; al Sr. R. Straneck (MACN), por la grabación de la estridulación y la obtención del sonograma; y al Ing. A. Roig Alsina por su ayuda en la búsqueda bibliográfica. Agradecemos también al Sr. G. Carrizo (MACN) la ilustración de la fig. 1, basada en una fotografía obtenida por uno de nosotros (EAM).

## BIBLIOGRAFIA

- Alexander, A. J. 1958. On the stridulation of scorpions. Behaviour, 12(4):339-352.
- Alexander, A. J. 1960. A note on the evolution of stridulation within the family Scorpionidae. Proc. Zool. Soc. London, 133 (part 3): 391-399, lám. 1.
- Constantinou, C. y J. L. Cloudsley-Thompson. 1984. Stridulatory structures in scorpions of the families Scorpionidae and Diplocentridae. J. Arid. Environm., 7:359-364.
- Couzijn, H. W. C. 1981. Revision of the genus *Heterometrus* Hemprich & Ehrenberg (Scorpionidae, Arachnidea). Zool. Verhand., 184: I-XIII, 1-196.
- Dumortier, B. 1964a. Morphology of sound emission apparatus in Arthropoda. In: Busnel, R.-G. (ed.), Acoustic behaviour of animals, pp. 277-345, Amsterdam, Elsevier.
- Dumortier, B. 1964b. Ethological and physiological study of sound emissions in Arthropoda. In: Busnel, R.-G. (ed.), Acoustic behaviour of animals, pp. 583-654, Amsterdam, Elsevier.
- Lawrence, R. F. 1927. Contributions to a knowledge of the fauna of S. W. Africa. Ann. S. Afr. Mus., 25:217-312.
- Lourenço, W.R. 1982. Revision du genre *Rhopalurus* Thorell, 1876 (Scorpiones, Buthidae). Rev. Arachnol., 4:107-141.
- Lucas, S. y W. Bücherl. 1971. Aparelhos estriduladores do escorpião, *Rhopalurus iglesiasi dorsomaculatus* (Prado) 1938 e da aranha caranguejeira, *Theraphosa blondi* (Latreille) 1804. Ciência e Cultura, 23(5):635-637.
- Maury, E. A. 1982. El género *Timogenes* Simon, 1880 (Scorpiones, Bothriuridae). Rev. Soc. Ent. Arg., 41(1-4):23-48.
- Palka, J. y K. S. Babu. 1967. Toward the physiological analysis of the defensive responses of Scorpions. Z. vergl. Physiol., 55:286-298.
- Pocock, R.I. 1896a. How and why scorpion hiss? Nat., Science, 9:17-25.
- Pocock, R. I. 1896b. On a new generic distinction between the scorpions of the genera *Scorpio* and *Palamnaeus*. Ann. Mag. Nat. Hist., 6th ser., 18(103): 75-77.
- Pocock, R. I. 1902. On a new stridulating-organ in a scorpion. Proc. Zool. Soc. London, 1:222-224.
- Pocock, R. I. 1904. On a new stridulating-organ in scorpions discovered by W. J. Burchell in Brazil in 1828. Ann. Mag. Nat. Hist., 7th ser., 13(73):56-62, lám. IV.
- Pumphrey, R. J. 1955. Rapports entre la réception des sons et le comportement. Coll. Acoust. Orthop., fasc. hors sér., Ann. Epiphyties, INRA, Paris (no consultado, tomado de Dumortier, 1964b).
- Rosin, R. y A. Shulov. 1961. Sound production in Scorpions. Science, 133 (3468): 1918-1919.
- Stahnke, H. 1970. Scorpion nomenclature and mensuration. Ent. News, 81:297-316.
- Vachon, M., B. Dumortier y R.-G. Busnel. 1958. Enregistrements de stridulations d'un scorpion sud-africain. Bull. Soc. Zool. France, 83(2-3):253-254.