

EL ESPERMATOFORO DE *BOTHRIURUS BONARIENSIS* (C. L. KOCH) (SCORPIONES, BOTHRIURIDAE) : MORFOLOGIA Y FUNCIONAMIENTO *

The spermatophore of *Bothriurus bonariensis* (C.L. Koch)
(Scorpiones, Bothriuridae): morphology and functioning

ALFREDO V. PERETTI **

RESUMEN

Se estudió la morfología y funcionamiento del espermátforo de *Bothriurus bonariensis* (C.L. Koch), analizándose 16 hemiespermatóforos, 10 espermátforos en estado de pre-inseminación y 7 de post-inseminación.

Se añaden las similitudes estructurales con el resto de los espermátforos de la familia. Se determina que la presión de la hembra sobre la lámina durante su asentamiento en el espermátforo rige el mecanismo de funcionamiento. Esto determina la eversión capsular y la consiguiente expulsión del semen dentro de las vías genitales femeninas.

INTRODUCCION

El estudio en forma integrada del espermátforo de escorpiones merece por un lado un trabajo exhaustivo en la faz morfológica, analizando sus

* Trabajo realizado en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires, Argentina. Presentado en parte en el II Congreso Argentino de Entomología, Córdoba, 1991.

** Cátedra Diversidad Animal I. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Avda. Vélez Sarsfield 299 (5000), Córdoba, Argentina.

ABSTRACT

The morphology and functioning of the spermatophore of *Bothriurus bonariensis* (C.L. Koch) are studied, analyzing 16 hemispermatothores, 10 pre-insemination and 7 post-insemination spermatophores.

The structural similarities with the remainder spermatophores of the family are added. It is determined that pressure on the lamina by the female during her seating over spermatophore rules the mechanism of functioning. This determines the capsular ejection and the following expulsion of sperm into the feminine genital tract.

KEYWORDS: Scorpiones. Bothriuridae. *Bothriurus bonariensis*. Spermatophore. Argentina.

condiciones pre y post-inseminación, a la vez de observar también a las dos mitades o hemiespermatóforos que lo conforman. Esto implica contar con un gran número de ejemplares, sin dejar de observar apareamientos. Por otro lado, si se desea determinar el modo de funcionamiento, habrá que recurrir no sólo a lo que aporta lo observado en un apareamiento sino también diseñar y realizar experiencias que no siempre son factibles de llevar a cabo si no se cuenta con un apreciable número de especímenes. Esta problemática ha llevado a que tales estudios integrados no sean abundantes en

las diferentes familias del orden. Han sido desarrollados con eficacia en ciertas familias, como Scorpionidae (Alexander, 1957) y Chactidae (Angermann, 1955, 1957). En tanto, Buthidae ha merecido muchos estudios (Shulov y Amitai, 1958; Alexander, 1959; Auber, 1963), pero que por las características de su espermátforo aún no ha podido dilucidarse claramente su mecanismo de funcionamiento.

En la República Argentina son pocos los trabajos en la familia Bothriuridae, limitándose casi siempre al análisis de hemiespermatóforos como un complemento sistemático (Roig Alsina, 1973; Maury, 1980; Acosta, 1988), siendo escasos los que han abordado la descripción del espermátforo y de su posible funcionamiento (Maury, 1968 y 1975; Acosta, 1989).

En el presente trabajo se estudian las características morfológicas y funcionales del espermátforo de *Bothriurus bonariensis*, especie típica de la región pampeana de Argentina, Uruguay y sur de Brasil, con el propósito de que lo realizado sirva de base para que en un futuro cercano se amplíe este aspecto a otras especies de la familia.

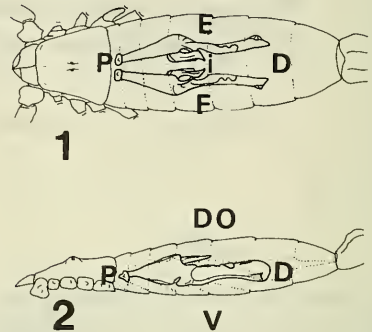
MATERIALES Y METODOS

Morfología de hemiespermatóforos

Se estudiaron 16 hemiespermatóforos, 10 espermátforos pre-inseminación y 7 post-inseminación. Para el primer caso se practicó disecciones en los machos, y extrayéndolos de los respectivos órganos paraxiales en donde están alojados. A los espermátforos se los retiró ya sea antes o después de la transferencia espermática, según el estado que se desea observar, conservándolos en alcohol 80° hasta tanto se los analizara.

Para la denominación de las diferentes partes -en especial la región capsular-, tomando algunos lineamientos de San Martín y Gambardella (1967, 1974) y Francke (1979), se utiliza una nueva nomenclatura, más acorde con la estructura de los hemiespermatóforos y espermátforos de esta familia, ya que hasta ahora siempre se había seguido una terminología surgida de estudios en

otras, como Buthidae y Scorpionidae (Vachon, 1940 y 1952) que la mayoría de las veces resultaba imprecisa, homologando regiones diferentes bajo un mismo término. Con el fin de eliminar confusiones para designar el sentido distal-proximal, dorso-ventral e interno-externo, he decidido tomar en cuenta la posición que tienen los hemiespermatóforos en el cuerpo del macho (Figs. 1 y 2).



FIGS. 1-2. Regiones de los hemiespermatóforos de *Bothriurus bonariensis* de acuerdo a la posición que ocupan en el cuerpo del macho. Fig. 1. Macho y hemiespermatóforos en vista dorsal; Fig. 2. Macho en vista lateral, observándose la cara externa del hemiespermatóforo izquierdo. Siglas: D) extremo distal; DO) cara dorsal; E) cara externa; F) cara interna; P) extremo proximal; V) cara ventral.

Modo de funcionamiento:

Para esclarecer el funcionamiento del espermátforo se ha tenido en cuenta lo aportado por el análisis de su morfología y la de los hemiespermatóforos, así como también el estudio de espermátforos utilizados parcialmente, provenientes de transferencias espermáticas inconclusas. Complementariamente, se realizaron experiencias -descriptas en resultados- en las que se ejercía presión sobre determinadas regiones de espermátforos pre-inseminación, lo que provocaba la eversión capsular y/o expulsión del espermatal como ocurre durante el proceso de transferencia espermática.

RESULTADOS

Morfología de hemiespermátóforos y espermátóforos

Hemiespermátóforo. (Figs. 3-8). Color marrón rojizo, bien quitinizado, de superficie algo brillante. Lámina (LA) más larga que el tronco (TR), poco curvada. Extremo distal de la lámina con una cresta (CR) que presenta una pared transversal media (PT) (Fig. 5). Lámina con región filosa dorsal sólo en su porción distal, existiendo hacia la porción proximal un fino reborde lateral (RL). Repliegue ventral (RV) corto pero marcado y repliegue dorsal (RD) desarrollado a modo de plataforma, representando entre el 45 al 55% del largo de la lámina. Este repliegue se ensancha en su porción media, presentando entre ésta y la porción distal su borde externo denticulado (Figs. 3 y 5), con el primer y a veces también el segundo diente más desarrollados, siendo marcadamente ondulados.

Cápsula (CA) con lóbulo capsular (LC) desarrollado (Figs. 6-8), quedando el resto de la hoja capsular interna (B) reducida a su porción más proximal. Este lóbulo es alargado y de bordes gruesos, más ancho en vista dorso-ventral que en vista lateral, con extremo distal agudo y curvado hacia la cara interna. A lo largo de su cara ventral presenta una pared (PL) (Fig. 7) que se extiende desde la región subdistal hasta el extremo proximal.

Esto determina un canal (CL) abierto hacia la cara interna, de mayor profundidad en la región media del lóbulo, siendo allí la pared más alta. Concavidad capsular (CC) (Fig. 8) no muy amplia pero bien marcada. Internamente la cápsula está orientada hacia el extremo proximal. Tronco (TR) más delgado hacia la región proximal, con flexión troncal (FT) (Figs. 4 y 8) bien marcada y cerca de la sutura tronco-lamínar (STL). Convexidad troncal (CT) pequeña pero notoria. Pedicelo (PE) largo y plano, poco desarrollado, unido al tronco por una flexión pedal (FP) (Fig. 4).

Espermátóforo pre-inseminación. (Figs. 9 y 10). De color rojizo más intenso, en especial en el tronco (TR). En la lámina (LA) se aprecia claramente la corta región filosa dorsal y la gran plata-

forma formada por los repliegues dorsales (RD).

Los lóbulos capsulares (LC) asoman por la abertura capsular (AC) en más de un 50% de su extensión. Con respecto a su posición en el hemiespermátóforo, la superficie dorsal (Fig. 6) ha rotado hacia la cara interna, quedando entonces el extremo distal curvado dirigido hacia ventral (Fig. 9) y la superficie con la pared y el canal ahora en la cara externa. Depositado el espermátóforo, los dos lóbulos capsulares (LC) están parcialmente unidos por una delicada sustancia adhesiva, que al perder rápidamente consistencia, quedan sólo unidos cerca de la abertura capsular (AC). Forma de copa del tronco (TR) adelgazada hacia la región proximal y algo ensanchada en la región distal debido a la desarrollada flexión troncal (FT). Sustancia cementante (SC) blanca y abundante, de aspecto lechoso y viscoso al ser depositada y caliza al solidificarse.

Espermátóforo post-inseminación. (Figs. 11-13). Presencia de un foramen (FO) apical, pequeño, que suele tener forma de triángulo invertido. Debajo de éste nacen los lóbulos capsulares (LC), desplegados a lateral y orientados hacia la región ventro-proximal, quedando los respectivos canales (CL) hacia dorsal (Fig. 13). Los lóbulos están unidos entre sí en su porción próxima al foramen. Tronco (TR) un poco más ancho en vista dorso-ventral que en vista lateral, debido al mayor cierre de la flexión troncal (FT) a causa de la orientación de la lámina (LA), reduciéndose a su vez la superficie expuesta de la convexidad troncal. La forma del tronco es casi idéntica al estado anterior, sin colapsarse nunca, por la consistencia y turgencia del mismo y del resto del espermátóforo. A causa de esto la lámina luego de la transferencia espermática recupera rápidamente la posición en el mismo eje del tronco, quedando entre las caras ventrales de ambos un ángulo de 160 a 180°. Debido a la flexión pedal (FP), el espermátóforo que había quedado inclinado hacia dorsal luego de la transferencia espermática, puede quedar así -aunque menos recostado-, perpendicular al substrato o algo hacia ventral.

Mecanismo de funcionamiento

Producido el depósito del espermátforo por el macho, se efectúa el acercamiento de la hembra -con su apertura genital al descubierto- hacia el espermátforo (Fig. 14). Durante éste, siguen como en el cortejo tomadas las pinzas de la hembra por las del macho, a la vez que éste aprehende con sus queléceros la región peribucal de aquélla. Progresivamente la aproximación es más lenta, hasta producirse el calzado de la superficie dorsal de la lámina entre sus coxas y la leve penetración de los lóbulos capsulares en la apertura genital de la hembra (Fig. 15).

Efectuado esto, el macho suelta las pinzas de su pareja y toma con las suyas el 2º par de patas, cerca de la articulación fémur-tibia, comenzando a desarrollarse plenamente la unidad de comportamiento **Acción sobre el espermátforo (AE)** (Fig. 16); en la cual el macho, apoyando el extremo del metasoma en el substrato (una piedra, por ejemplo) como punto de apoyo, empuja a la hembra hacia atrás y abajo provocando así la torción del espermátforo, a medida que también van penetrando parte del tronco y de la lámina por la apertura genital de aquélla. Resultante de esto en el interior de las vías genitales femeninas se producirá la eversión capsular y la expulsión del esperma. Luego de ocurrida esta unidad y al dejar de estar penetrada la hembra por el espermátforo (Fig. 17), éste aparece con su cápsula evertida, resaltando los lóbulos capsulares, con una dirección ventro-proximal. Finalmente la pareja, sin soltarse, se aleja lentamente del espermátforo ya utilizado.

Partiendo de lo observado durante AE y lo aportado por el análisis de los hemiespermátforos y espermátforos pre y post-inseminación surge la presunción que el proceso de eversión capsular se produce al efectuarse la presión de la hembra dirigida por el macho sobre la lámina, flexionándose el espermátforo a través de la flexión troncal, que determina una presión interna en el contenido espermático que se halla en la región superior del tronco, promoviendo que salga por la apertura capsular toda la estructura invaginada y luego el semen por el foramen ahora presente. Para verificar esta presunción se procedió a efectuar un sencillo experimento en el que se ejerció presión

sobre la lámina en un espermátforo preinseminación recién depositado, para ver si este factor bastaba para provocar la eversión capsular y la expulsión del semen (Figs. 18-25). Se comprobó que la presión sobre la lámina debe estar dirigida hacia proximal y ventral para que promueva la eversión de la cápsula, es decir una fuerza bidireccional, con un mayor componente horizontal (Fig. 18). No basta con una sola de las dos direcciones.

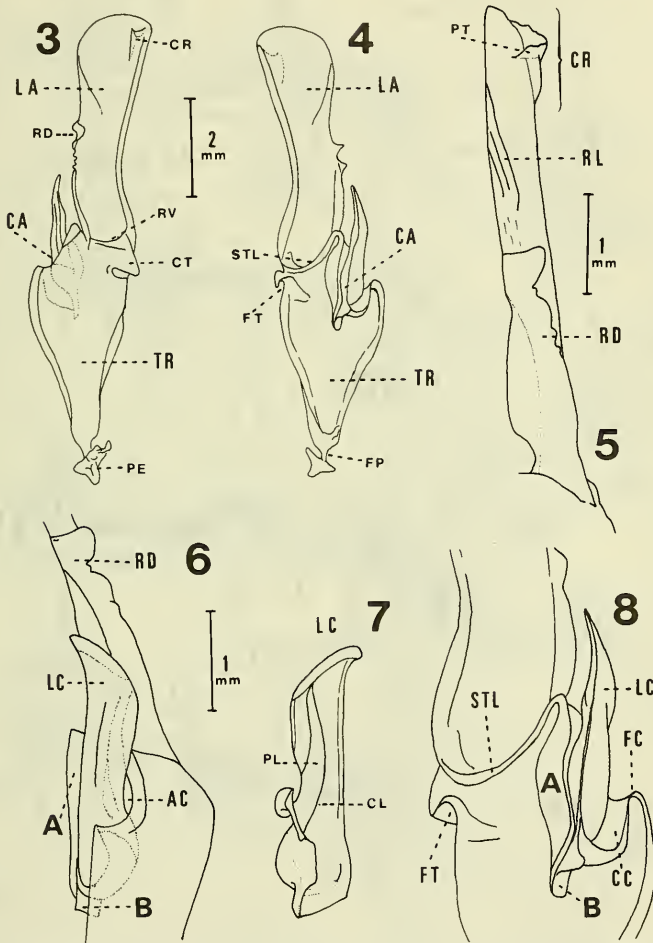
En primer término, apenas se va flexionando el espermátforo, comienzan a evertirse los lóbulos capsulares, produciéndose la torción a nivel de la flexión troncal (Fig. 19). A medida que el tronco se aproxima a la vertical (Fig. 20), los lóbulos se van orientando hacia proximal, con la hoja capsular externa parcialmente evertida por encima. Finalmente, una vez evertida toda la cápsula, queda formado el "cono capsular" (Fig. 21), con el foramen en su extremo apical y presentando los lóbulos capsulares una orientación ventro-proximal. Cabe señalar que aún no se ha superado la perpendicular con el substrato, estando el espermátforo todavía con cierta inclinación hacia ventral.

Producida la eversión capsular, empieza a salir por el foramen el semen (Fig. 22), viscoso y de color blanco-amarillento. Este, por su carácter espeso, va quedando agrupado en una creciente bola espermática (Fig. 23), hasta que la presión sobre la lámina no produce más expulsión (Fig. 24). Es decir, la salida del esperma ha concluido antes de llegar a la máxima torción a nivel de la flexión troncal y pedal, quedando el espermátforo flexionado casi horizontal hacia adelante. Cabe destacar que tal como se observa en un apareamiento, al finalizar con la presión ejercida sobre la lámina, el tronco recupera instantáneamente su turgencia, sin quedar colapsado, siendo visible su interior ahora vacío completamente. El espermátforo recupera una inclinación algo próxima a la vertical, además de reorientarse la lámina cerca de un mismo eje con el tronco (Fig. 25).

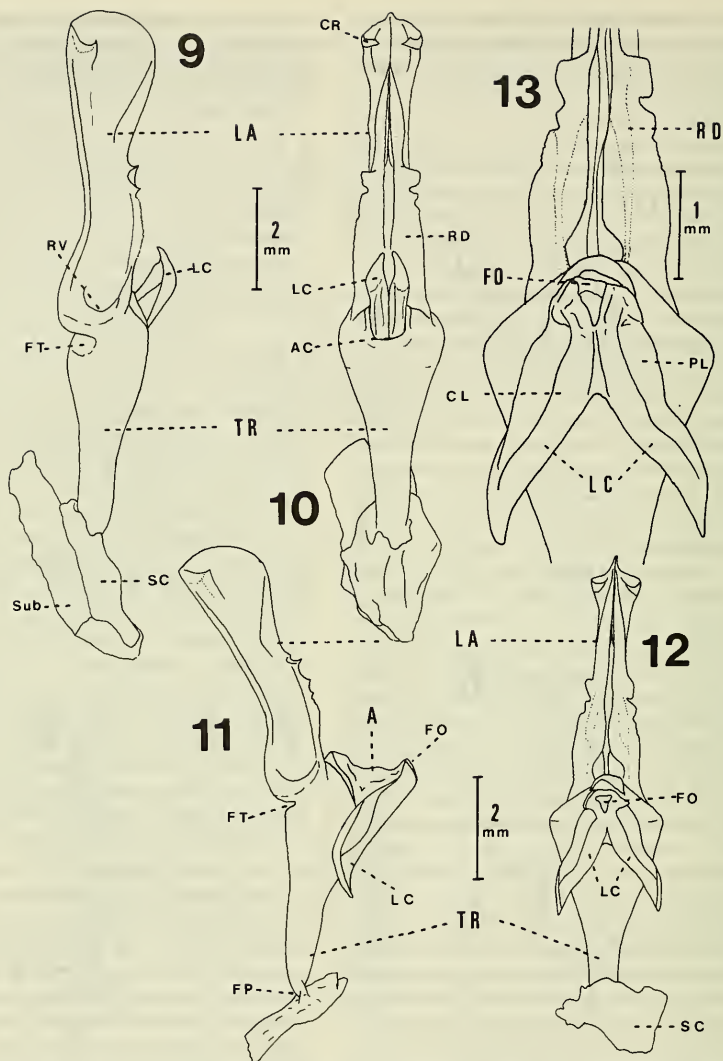
Cabe señalar que al estudiar espermátforos que han sido utilizados parcialmente, se puede observar distintos grados de eversión capsular, de acuerdo hasta donde prosperó la unidad de comportamiento AE. Algunos sólo presentan sus lóbulos capsulares más o menos evertidos e inclinados, en otros se suma parte del resto capsular en

mayor o menor medida; igualmente no siempre se expulsa todo el esperma, quedando parte en el interior del "cono capsular" y a veces en el tronco.

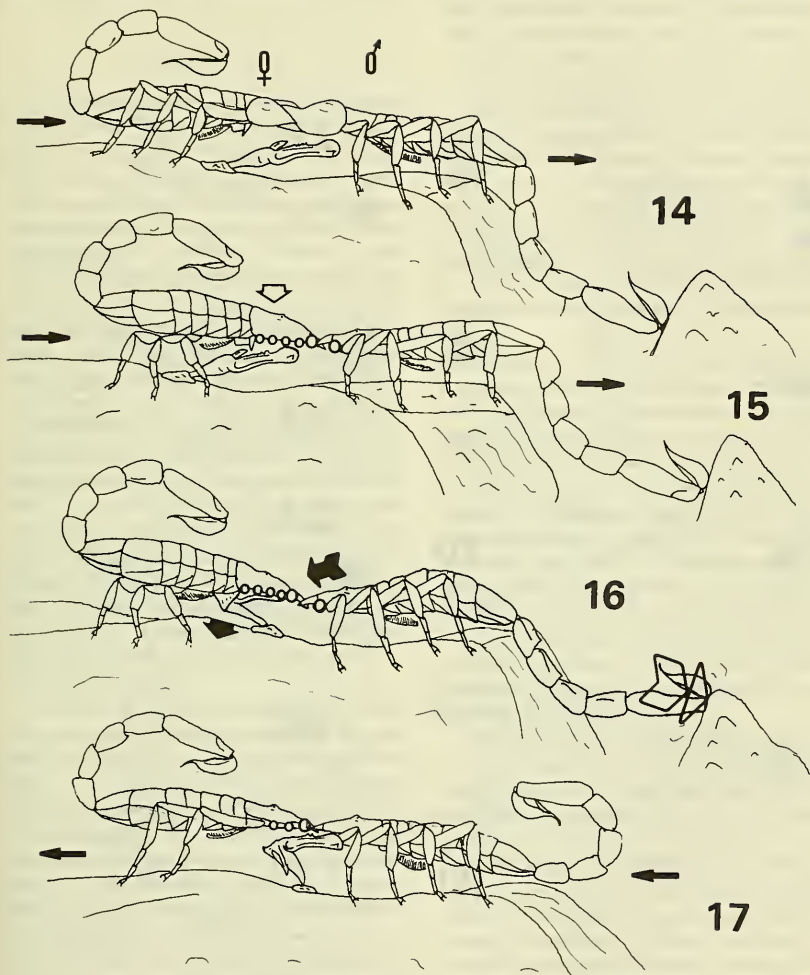
Por tal motivo, si se tiene una cierta cantidad de espermatóforos con distintos grados de uso, es posible reconstruir la secuencia total de eversión



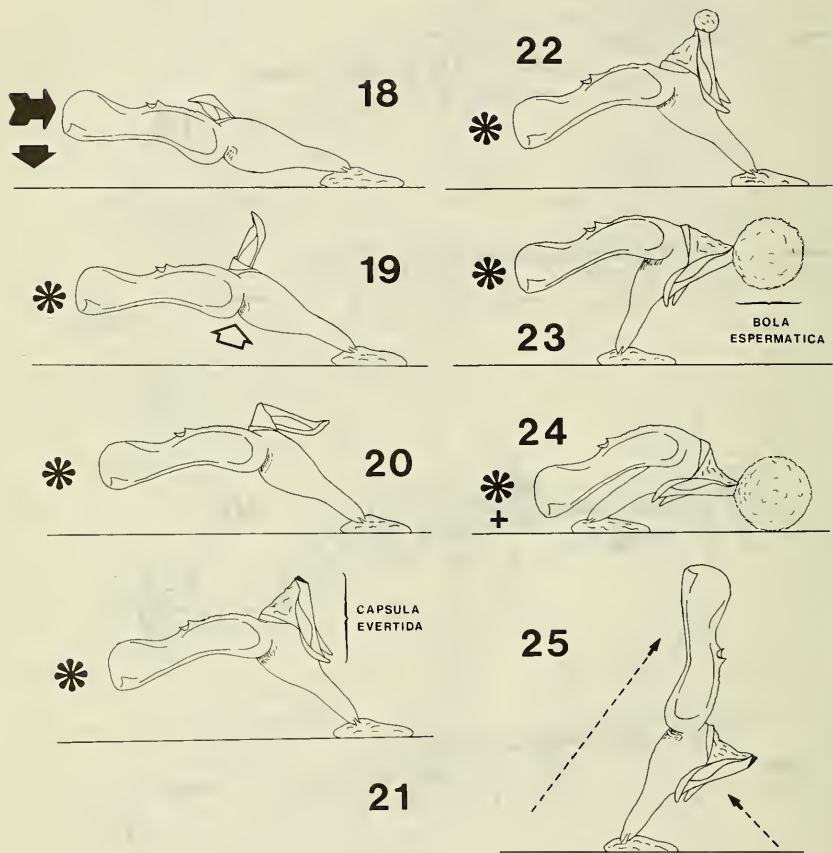
FIGS. 3-8. Hemispermatozoo izquierdo de *Bothriurus bonariensis*. Fig. 3. Cara externa; Fig. 4. Cara interna; Fig. 5. Cara dorsal de lámina; Fig. 6. Cara dorsal de región capsular; Fig. 7. Cara ventral de lóbulo capsular; Fig. 8. Cara interna de región capsular. Siglas: A) hoja capsular externa; AC) abertura capsular; B) hoja capsular interna; CA) cápsula; CC) concavidad capsular; CL) canal del lóbulo capsular; CR) cresta; CT) convexidad troncal; FC) flexión capsular; FP) flexión pedal; FT) flexión troncal; LA) lámina; LC) lóbulo capsular; PE) pedicelo; PL) pared del lóbulo capsular; PT) pared transversal de la cresta; RD) repliegue dorsal; RL) reborde lateral; RV) repliegue ventral; STL) sutura tronco-laminar; TR) tronco.



FIGS. 9-12. Espermátforo de *Bothriurus bonariensis*. Estado pre-inseminación: Fig. 9. Cara externa derecha; Fig. 10. Cara dorsal. Estado post-inseminación: Fig. 11. Cara externa derecha; Fig. 12. Cara dorsal; Fig. 13. Cara dorsal de región capsular. Siglas: A) hoja capsular externa; AC) abertura capsular; CL) canal del lóbulo capsular; CR) cresta; FO) foramen; FP) flexión pedal; FT) flexión troncal; LA) lámina; LC) lóbulo capsular; PE) pedicelo; PL) pared del lóbulo capsular; RD) repliegue dorsal; RV) repliegue ventral; SC) sustancia cementante; Sub) trozo de substrato (corteza de árbol); TR) tronco.



FIGS. 14-17 Secuencia de utilización del espermatóforo de *Bothriurus bonariensis*. Figs. 14 y 15. Acercamiento de la hembra al espermatóforo recién depositado; Fig. 16. Ejecución de la unidad de comportamiento "acción sobre el espermatóforo" (AE); Fig. 17. Alejamiento de la pareja del espermatóforo post-inseminación.



FIGS. 18-25. Experimento de eversión capsular y expulsión del semen las (flechas negras gruesas y los asteriscos indican el lugar donde se aplica la fuerza). Figs 18-21. Eversión de la cápsula; Figs 22-24. Expulsión del esperma; Fig. 25. Reorientación final del espermatóforo ya utilizado.

capsular y de expulsión seminal, como la provocada en los experimentos precedentes.

DISCUSION

La morfología de los hemiespermatóforos y espermatóforos en sus estados pre y post-inseminación de *B. bonariensis* responde a las características básicas de la familia Bothriuridae (Maury, 1980), la que presenta una región capsular de gran complejidad en comparación con el resto de los "lameliformes" (Francke, 1979), como Scorpionidae, Diplocentridae y Chactidae. Dentro de la familia y en particular del género, *B. bonariensis* se destaca por el gran desarrollo del lóbulo capsular y por su lámina grande y poco curvada, provista de un conspicuo repliegue dorsal. Resalta también su coloración y consistencia.

En lo referido al modo de funcionamiento del espermatóforo, se pueden señalar las probables funciones de las distintas partes durante su utilización. La lámina se convierte desde el punto de vista físico en una "palanca" que en su inclinación progresiva hacia proximal y ventral promovería el aumento de presión interna a nivel superior del tronco. El esperma allí alojado, afectado por dicha presión, coayudaría en ejercerla en la cápsula invaginada y, por consiguiente, ésta sería inevitablemente evertida.

La forma de la lámina, comprimida lateralmente, respondería a su acomodamiento entre las coxas de las patas de la hembra, entre las que se coloca. Los repliegues dorsales, desarrollados a modo de gran plataforma, servirían para asegurar a la lámina en el espacio intercoxal y proporcionar mayor superficie de apoyo para la presión sobre aquélla; la cresta haría lo propio en la región distal, sirviendo de tope en un punto donde la presión es mayor.

El repliegue ventral reforzaría la estructura laminar en la zona por la que la lámina ejerce su presión al tronco, a nivel de la flexión troncal. La existencia de esta flexión es en definitiva la que posibilita la reorientación laminar, al poder invaginarse hacia el interior del tronco, permitiendo que se efectúe la presión en el interior del mismo. En tanto, la flexión pedal, al permitir la

progresiva inclinación hacia dorsal del espermatóforo, posibilita que se produzca la mencionada reorientación, dada la inclinación que el espermatóforo pre-inseminación tiene hacia ventral.

En lo concerniente a la cápsula, los lóbulos, con forma de "cuerno", actuarían en primer término a modo de elemento guía en el comienzo de la unidad AE, asegurando que la cápsula calce adecuadamente en la apertura genital de la hembra, asegurándose su eversión dentro de ella. En las otras especies que se estudia actualmente, si bien aportan lo propio, esta "guía de calzado capsular" está reforzado por la forma del margen capsular distal externo, de forma más aguzada y de contorno denticulado, produciendo un resultado equivalente.

Seguidamente la presión en el tronco hace que la consistente concavidad capsular gire hacia afuera, teniendo en su movimiento como pivot al punto de flexión capsular, y arrastrando así a los lóbulos capsulares, que por la forma de dicha concavidad, ahora evaginándose, se orientan paulatinamente hacia proximal. Después sigue la eversión del resto de la hoja capsular interna y la totalidad de la externa, quedando formado el cono capsular que internamente ya tiene esperma listo por salir por su foramen. La formación de este cono capsular con un foramen en su extremo asegura que el semen sea expulsado bien hacia el interior de la vía genital de la hembra, disminuyendo la probabilidad de que éste salga hacia el exterior.

En la situación ya descripta los lóbulos capsulares, ahora dirigidos hacia ventro-proximal, podrían actuar a modo de traba o seguro, al hacer tope con la pared genital, evitando que la cápsula deje de estar dentro de la hembra.

En *B. bonariensis* la pared longitudinal que tienen los lóbulos capsulares podrían actuar a modo de barrera para el esperma que pueda descender, evitando que se dirija al exterior. Es común que luego de efectuada la transferencia espermática se vea bañado de semen al canal determinado por dicha pared, al igual que el resto de la cápsula, que también oficiaría globalmente como un "tapón" para el esperma expulsado.

Se descarta la posibilidad de que los lóbulos capsulares sirvan para conducir el semen por el interior de las vías genitales femeninas; señalado

esto por algunos autores, como Zolessi (1956) en el propio *Bothriurus bonariensis* (C.L.Koch) o Abalos y Hominal (1974) en *Bothriurus flavidus* Kraepelin.

Considero que lo sugirieron al no observar el proceso de transferencia espermática o al hacerlo en apareamientos con una AE efectuada parcialmente, en donde no se produjo una adecuada eversión capsular -con la formación del foramen- dando la impresión que el esperma se transfería a través de los lóbulos capsulares. Es tentador pensar algo similar si uno sólo se restringe a ver los hemiespermatóforos o espermatóforos pre-inseminación, más en especies como *B. bonariensis*, donde el lóbulo está bien desarrollado. Sobre este punto debo decir que ello es imposible, porque los lóbulos ya presentan una orientación ventro-proximal mucho antes de que el esperma comience a ser expulsado por el foramen, en una dirección totalmente opuesta a aquéllos. Este hecho fue advertido por Acosta (1989), quien indica que la región introducida en la hembra y por donde pasa el esperma es el "cono copulatorio" formado por la región de lóbulos evertida, pero sin dejar claro si dicha eversión capsular se produce dentro o fuera de las vías genitales femeninas.

Lo observado en el presente estudio se condice con lo señalado por Maury (1968) al estudiar el espermatóforo de *Urophonius iheringi* Pocock, lo que permitiría suponer que en la familia Bothriuridae el funcionamiento de los espermatóforos sería básicamente idéntico, más allá de las particularidades en la estructura laminar, capsular, etc., propias de cada especie, que podrían llegar a actuar como un mecanismo de aislamiento interespecífico de tipo morfo-etológico a nivel de la transferencia espermática.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de mi Tesis Doctoral (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba), dirigida por el Dr. Emilio A. Maury (Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires), a quien agradezco sus oportunas indicaciones sobre el manus-

crito. Aprecio de igual manera las sugerencias realizadas por el Dr. Luis Eduardo Acosta (Cátedra Diversidad Animal I, Universidad Nacional de Córdoba). Mi sincero reconocimiento al Sr. camarógrafo Sergio Luis Díaz (LV 80 TV Canal 12, Córdoba) por su gran colaboración en la filmación de los apareamientos y experiencias realizadas.

BIBLIOGRAFIA

- Abalos, J. W. y C. Hominal. 1974. La transferencia espermática en *Bothriurus flavidus* Kraepelin, 1910 (Bothriuridae, Scorpiones). Acta Zool., Lill., 31(5): 47-56.
- Acosta, L.E. 1988. Contribución al conocimiento taxonómico del género *Urophonius* Pocock, 1893 (Scorpiones, Bothriuridae). J. Arachnol., 16: 23-33.
- Acosta, L.E. 1989. La fauna de escorpiones y opiliones (Arachnida) de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral, Fac. C. E. F. y Nat., Univ. Nac. de Córdoba, pp. i-vi, 1-333.
- Alexander, A. J. 1957. The courtship and mating of the Scorpion *Opisthophthalmus latimanus*. Proc. Zool. Soc. London., 128: 529-544.
- Alexander, A. J. 1959. Courtship and mating in the Buthid scorpions. Proc. Zool. Soc. London. 133: 146-169.
- Angermann, H. 1955. Indirekte Spermatophorenübertragung bei *Euscorpium italicus* Hbst. (Scorpiones, Chactidae). Naturwissenschaften, 42: 303.
- Angermann, H. 1957. Über Verhalten, Spermatophorenbildung und Sinnes Physiologie von *Euscorpium italicus* Hbst. und verwandten Arten (Scorpiones, Chactidae). Z. Terpsychol., 14: 276-302.
- Auber, M. 1963. Reproduction et croissance de *Buthus occitanus* Amoreux. Ann. Sc. Nat. Zool., 5: 273-286.
- Francke, O. F. 1979. Spermatophores of some North American scorpions (Arachnida, Scorpiones). J. Arachnol., 7: 19-32.
- Maury, E. A. 1968. Aportes al conocimiento de los escorpiones de la República Argentina. I. Observaciones biológicas sobre *Urophonius brachycentrus* (Thorell 1877) (Bothriuridae). Physis, 27 (75): 407-418.
- Maury, E.A. 1975. La estructura del espermatóforo en el género *Brachistosternus* (Scorpiones, Bothriuridae). Physis, 34 (89): 179-182.
- Maury, E.A. 1980. Usefulness of the hemispermatophore in the systematics of the scorpion family Bothriuridae. Proc. 8th Int. Arachnol. Congr., Wien, 335-339.
- Roig Alsina, A. 1973. Fauna y ecosistema del oeste árido argentino. III. Escorpiofauna de la provincia de Mendoza. Deserta, 4: 195-208.
- San Martín, P.R. y L.A. de Gambardella. 1967. Descrip-

- ción del espermatóforo de *Bothriurus bucherli* San Martín 1963 (Scorpiones, Bothriuridae). Rev. Soc. Ent. Arg., 29 (1-4): 17-20.
- San Martín, P.R. y L.A. de Gamberdella. 1974. Redescrición de *Urophonius iheringi* Pocock 1893 y consideraciones sobre morfología, bioecología y distribución. Bol. Soc. Biol. Concepción. 47: 93-119.
- Shulov, A. y P. Amitai. 1958. On mating habits of three scorpions: *Leirus quinquestriatus* H. et F., *Buthotus judaicus* E. Sim. and *Nebo hierochonticus* E. Sim. Arch. Inst. Pasteur d'Algérie 36: 351-369.
- Vachon, M., 1940. Sur la systématique des scorpions. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., París, 2: 241-260.
- Vachon, M. 1952. Études sur les scorpions. I. Institut Pasteur d'Algérie, Argel 482 pp.
- Zolessi, L.C. de 1956. Observaciones sobre el comportamiento sexual de *Bothriurus bonariensis* (Koch) (Scorpiones, Bothriuridae). Nota preliminar. Bol. Fac. Agron. Montevideo, 35: 1-12.