

## COMPORTAMIENTO DE APAREAMIENTO DE *ZABIUS FUSCUS* (THORELL) (BUTHIDAE, SCORPIONES)\*

### Mating behavior of *Zabius fuscus* (Thorell) (Buthidae, Scorpiones)

ALFREDO V. PERETTI\*\*

#### RESUMEN

Se estudió el comportamiento de apareamiento de *Zabius fuscus* (Thorell) y a partir del análisis de 10 apareamientos, se identificaron 25 unidades de comportamiento, organizadas en tres fases: inicial, central y final. La fase central se dividió en dos módulos: el I (compuesto a su vez por tres bloques: A, B y C) y el II.

Se postuló que la fase inicial cumple la función de reconocimiento mutuo de la pareja; la central, de excitación del macho y de la hembra, búsqueda de un lugar apropiado para el depósito del espermátforo, y del logro de la transferencia espermática; en la fase final, el macho se liberaría del flagelo del espermátforo, además de producirse el alejamiento de la pareja. Se distinguieron tres etapas principales de acuerdo a las funciones mencionadas y según la relación de las conductas con respecto al proceso de transferencia espermática: 1º) Comportamiento de pre-transferencia espermática o de cortejo, integrado por la fase inicial (cortejo pre-toma de pinzas) y el módulo I de la fase central (cortejo post-toma de pinzas);

2º) Comportamiento de transferencia espermática, constituido por el módulo II de la fase central, y 3º) Comportamiento post-transferencia espermática, conformado por la fase final. Conjuntamente a este análisis, se efectuó una descripción de la morfología del espermátforo y del posible mecanismo de transferencia espermática.

#### ABSTRACT

The mating behavior of *Zabius fuscus* (Thorell) is studied. By means of the analysis of 10 matings, 25 behavior units are recognized, which can be arranged in three phases: initial, central and final. The second one is divided in two modules: I (with three blocks: A, B and C), and II.

It is postulated that initial phase has the function of excitation of specimens, looking for a suitable place to deposit the spermatophore, and sperm transfer; at the final phase, the male can release of flagellum of spermatophore, and takes place the withdrawal of specimens. According to postulated function and relationship of the behaviors with the sperm transfer, three main stages are distinguished: 1º) Pre-sperm transfer behavior (courtship), which includes the initial phase ("pre-pedipalp holding" courtship), and the module I of central phase ("post-pedipalp holding" courtship); 2º) Sperm transfer behavior, composed of module II of the central phase, and 3º) Post-sperm transfer, that equals to final phase. A description of morphology of spermatophore and probable sperm transfer mechanism are added.

\* Trabajo realizado parcialmente en la Cátedra de Zoología I, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Casilla de Correos 122, 5000 Córdoba, Argentina.

\*\* Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Avda. Angel Gallardo 470 - C.C. 220 - Sucursal 5 - 1405 Buenos Aires, Argentina.

KEYWORDS: Scorpiones. Buthidae. *Zabius fuscus*. Argentina. Mating behavior. Sperm transfer.

## INTRODUCCION

El estudio de la biología reproductiva en escorpiones, así como en otros grupos de arácnidos, tiene dos motivos fundamentales de interés. Desde un punto de vista adaptativo, la clase Arachnida (como el resto de los animales terrestres) debió afrontar el problema que significa la transferencia espermática en el medio aéreo, de características ambientales distintas al acuático, de donde proceden sus antepasados (Alexander y Ewer, 1957). La transferencia se posibilitó por dos vías diferentes en los distintos grupos, una directa (cópula) y otra indirecta (por espermátóforos, etc.), esta última es la que presentan los escorpiones y la mayoría de los arácnidos (Weygoldt, 1974). Sin embargo, no existe una uniformidad en los mecanismos de transferencia indirecta de cada orden, y aún es apreciable la diversidad dentro de éstos (Eberhard, 1985), lo que aumenta el interés del estudio de la biología reproductiva desde una óptica comparativa. Un segundo motivo se relaciona con la condición de animales predadores que presenta la mayoría de los arácnidos, donde el canibalismo suele estar muy desarrollado. Las conductas reproductivas, debidamente sincronizadas, estarían estructuradas de modo tal que se pueda disminuir las tendencias agresivas por un lado, y por otro, lograr una excitación sexual suficiente para que el acto reproductivo se lleve a cabo (Tinbergen, 1954; Bastock, 1967).

En cuanto al comportamiento de apareamiento en escorpiones, en los últimos años se han realizado algunos intentos para establecer bases conceptuales y metodológicas en este tipo de estudios. Por ejemplo, Polis y Farley (1979) realizaron un análisis con un enfoque ecológico, aportando nuevas formas de observar el comportamiento; en tanto, otros autores (Armas, 1980; Roig Alsina, 1987) efectuaron un análisis desde una perspectiva etológica, pero sin profundizar en los fundamentos teóricos. En la República Argentina, los estudios realizados son escasos y se limitan a los trabajos de Maury (1968), Abalos y Hominal (1974), sobre *Urophonius iheringi* Pocock y *Bothriurus flavidus* Kraepelin respectivamente.

*Zabius fuscus* (Thorell) es un típico escorpión

del ambiente serrano de la provincia de Córdoba, siendo común hallarlo debajo de las piedras, en particular en microhábitats sombreados y húmedos. Hasta el momento, los trabajos sobre su comportamiento de apareamiento se limitan a las observaciones efectuadas por Canseco (1976) y Acosta (1989). El objetivo principal de este trabajo fue realizar un análisis sistematizado del comportamiento de apareamiento de *Z. fuscus*, con el fin de lograr un reconocimiento estructural y funcional de los componentes comportamentales. También se prestó especial atención a las correlaciones existentes entre lo anterior y el proceso de transferencia espermática.

## MATERIALES Y METODOS

### Material de estudio:

Se utilizaron 20 ejemplares adultos (10 ♂ y 10 ♀) de *Zabius fuscus*, que fueron capturados entre febrero de 1987 y abril de 1990 en las localidades de Cuesta Blanca, San Roque y Ongamira, pertenecientes al sistema de las Sierras Pampeanas de la provincia de Córdoba, en la República Argentina. En el laboratorio se alojó a los especímenes en terrarios individuales de 10,5 x 10,5 x 5,5 cm y de 13,5 x 7,5 x 4 cm, conteniendo tierra como substrato y provistos de un recipiente con agua. La alimentación consistió en una dieta variada de insectos (Dermaptera, Orthoptera) y arañas (Filistatidae, Lycosidae, Salticidae, Sicariidae, Argiopidae y Pholcidae) capturados en la zona de recolección o bien en la ciudad de Córdoba.

### Observación y registro de datos:

Las observaciones del comportamiento de apareamiento se efectuaron en un terrario de 50 x 50 x 10 cm, teniendo como substrato tierra y piedras de diferentes tamaños (desde 5 mm hasta 60 mm de diámetro aproximadamente); las piedras se ubicaron en mayor cantidad en una mitad del terrario para recrear un terreno algo heterogéneo, tal como se observa en la

naturaleza. Por encima del terrario se colocó una rejilla cuadrada de plástico (2 cm de lado cada cuadro) para así contar con coordenadas útiles durante el registro de las observaciones.

Los 10 apareamientos observados se registraron en los meses de enero y febrero de 1988, entre noviembre de 1988 y febrero de 1989, y en los meses de enero y diciembre de 1990. Durante las observaciones, la temperatura ambiente osciló entre 25,5° y 30°C mientras que la iluminación provino de una lámpara incandescente (25 W) ubicada a 50 cm del terrario. Lo observado fue simultáneamente relatado y grabado en cassettes y complementariamente se efectuó la filmación de trozos representativos de dos apareamientos.

### **Selección de parejas y procesamiento de datos:**

La selección del macho y de la hembra se basó en el resultado arrojado por la "prueba de predisposición al apareamiento". Esta consistió en colocar a una pareja, elegida al azar, dentro de un terrario (15 x 11 x 7) con tierra como substrato. En cada ocasión se observó si se presentaba alguna conducta que implicara una predisposición a efectuar el cortejo. La conducta más clara fue la toma de las pinzas de la hembra por parte del macho; también se manifestaron otras conductas como el tanteo o vibración —unidades que se describen más adelante—. La prueba nunca duró más de cinco minutos y cuando dio un resultado positivo, la observación se realizó a no menos de tres días de efectuada dicha prueba, a fin de uniformar el grado de excitación u otro factor generado por la prueba. La actividad de apareamiento se dividió en unidades de comportamiento, siguiendo para ello un criterio operacional: se separó y describieron los elementos repetitivos ni demasiado grandes como para presentar mucha variabilidad, ni demasiado pequeños que dificulten su caracterización (Costa, 1984). Después del nombre de cada unidad figura entre paréntesis la sigla que la identifica y quién la ejecuta. Luego se correlaciona la descripción con los datos bibliográficos actualmente existentes sobre este tema. Las unidades fueron agrupadas en diferentes fases, módulos y bloques, de acuerdo

con las interrelaciones que mostraron en la secuencia cronológica. Se tomaron como inicio del comportamiento de apareamiento aquellas unidades realizadas cuando el macho y la hembra se hallaron a una interdistancia de 30 cm aproximadamente, siguiendo a Polis y Farley (1979). Estos autores constataron que a la interdistancia  $\sigma$ - $\varphi$  ya mencionada, se presentaba la primera conducta atribuible a un comportamiento sexual. En el presente trabajo no se ha registrado ninguna conducta sexual por encima de dicha interdistancia, de allí que este criterio ha demostrado su utilidad —por lo menos en las condiciones de estudio— para que sean registradas específicamente aquellas conductas propias del comportamiento sexual.

## **RESULTADOS**

### **Unidades de comportamiento**

A continuación se describe un total de 25 unidades de comportamiento, que se han identificado en las 10 observaciones analizadas.

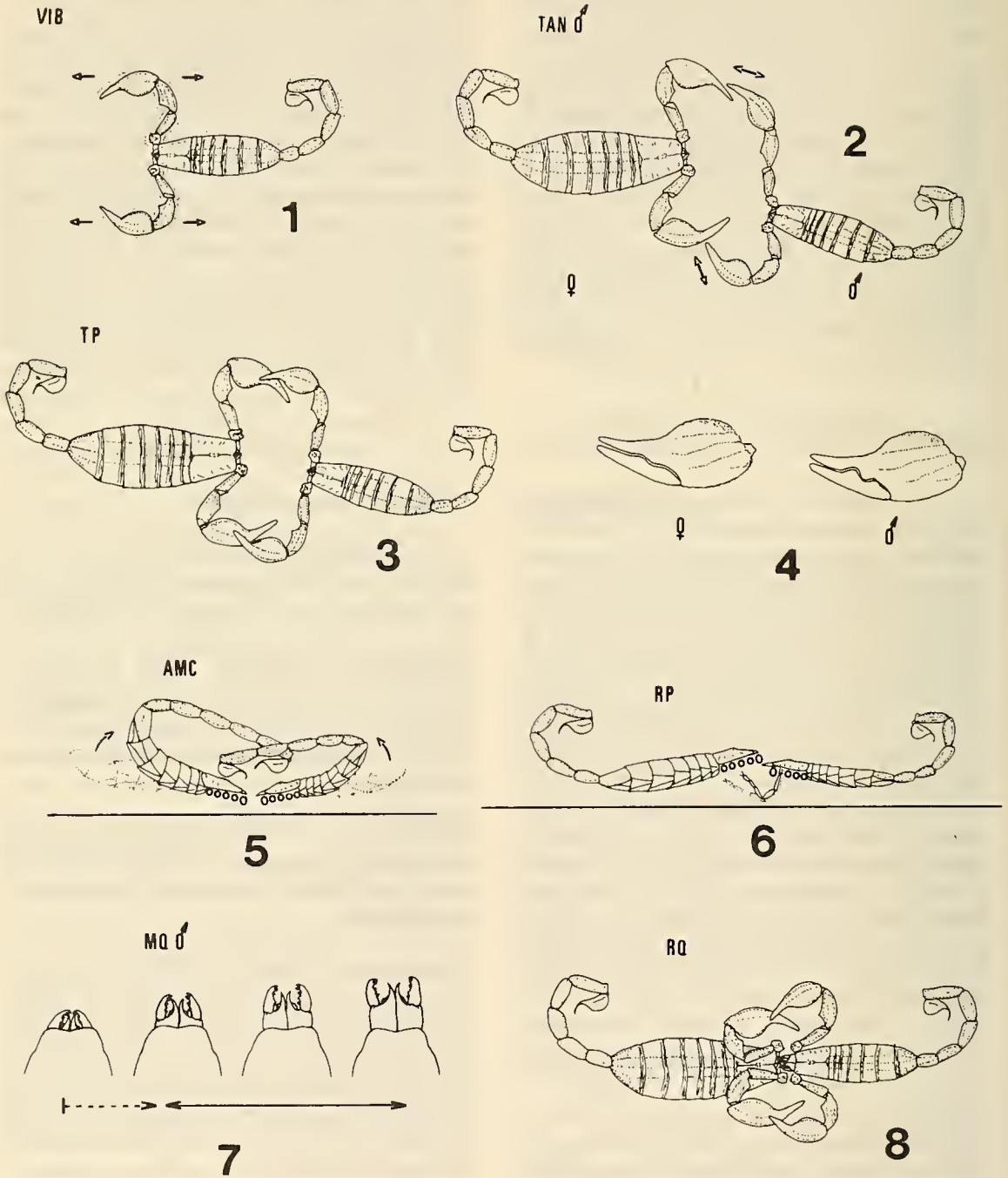
**Desplazamiento individual (DPI), ( $\sigma$ ) o ( $\varphi$ ):** Movimientos locomotores, principalmente de avance, lentos o rápidos. Durante su ejecución se realizan frecuentemente otras unidades de forma simultánea.

**Detenimiento individual (DTI), ( $\sigma$ ) o ( $\varphi$ ):** Ausencia de movimientos locomotores, pudiendo existir inmovilidad o la realización simultánea de otras unidades.

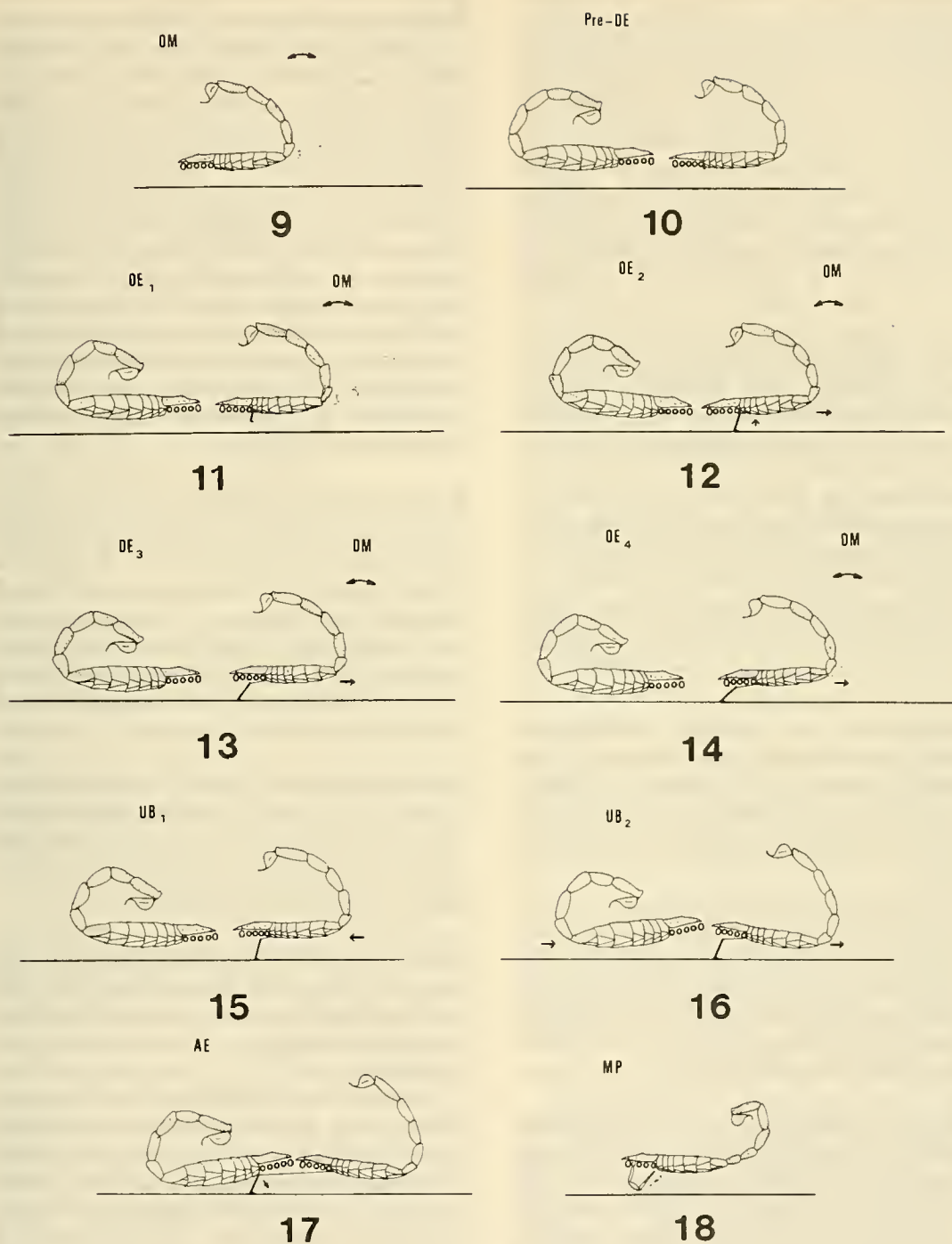
**Desplazamiento conjunto (DPC), ( $\sigma + \varphi$ ):** Movimientos locomotores conjuntos del macho y de la hembra, que se hallan tomados de las pinzas. Generalmente implica movimientos de retroceso del macho, con el consiguiente avance de la hembra. La locomoción puede tener una dirección en línea recta, o bien describiendo círculos, semicírculos, etc.

**Detenimiento conjunto (DTC), ( $\sigma + \varphi$ ):** Ausencia de locomoción conjunta, sin involucrar necesariamente la inmovilidad total de la pareja.

El DPC y los momentáneos DTC



FIGS. 1-8. Unidades de comportamiento de *Zabius fuscus*. Fig. 1. Vibración (VIB); Fig. 2. Tanteo del macho (TAN o); Fig. 3. Toma de pinzas (TP); Fig. 4. Morfología general de las pinzas del macho y de la hembra; Fig. 5. Arqueo conjunto de metasomas (AMC); Fig. 6. Roce con patas (RP); Fig. 7. Movimientos de queliceros del macho (MQ o); Fig. 8. Roce con queliceros.



FIGS. 9-18. Unidades de comportamiento de *Zabius fuscus*. Fig. 9. Oscilación del metasoma (OM); Fig. 10. Etapa previa al depósito del espermátforo (Pre-DE); Figs. 11 a 14. Depósito del espermátforo (DE); Figs. 15-16. Ubicación de la hembra (UB); Fig. 17. Acción sobre el espermátforo (AE); Fig. 18. Movimiento del primer par de patas (MP).

equivaldrían, en general, al denominado "promenade a deux" —paseo de a dos— descrito por Fabres (1907) en *Buthus occitanus* Amoreux (Buthidae). Las mencionadas unidades, en especial por los movimientos locomotores de retroceso del macho, son similares a las observadas en otros Buthidae, como *Tityus trinitatis* (Pocock) (Alexander, 1959), *Centruroides gracilis* (Latreille) y *Rhopalurus garridoi* Armas (Armas, 1980), entre otros. En este trabajo no se han considerado como una unidad de comportamiento diferente al DPC, a los movimientos locomotores en círculos o laterales observados; movimientos similares a éstos también han sido registrados en otras especies, como por ejemplo en *Urophonius iheringi* Pocock (Bothriuridae) (Maury, 1968).

**Movimientos de peines (sin sigla), (♂):** Los movimientos de peines se observan en especial en el macho durante las unidades DTC y DPC —en particular durante esta última— pero no pudieron ser registrados detalladamente, debido a la dificultad de su visualización. De todos modos, se ha constatado que durante estos movimientos, los peines del macho van tocando continuamente el substrato, orientándose vertical y oblicuamente con respecto a la cara ventral del ejemplar. Cabe señalar que los peines de la hembra permanecen en general siempre relajados, en contacto o próximos al vientre de ella, sin casi existir roces entre éstos y el substrato.

Esta conducta tiene semejanzas con las observadas en otras especies de Buthidae, tales como *Tityus bahiensis* (Perty) (Bücherl, 1956), *Parabuthus planicauda* (Pocock), *Tityus trinitatis* (Pocock) (Alexander, 1959) y *Centruroides vittatus* (Say) (Mac Alister, 1965).

**Vibración (VIB), (♂):** (Fig. 1). Movimientos rápidos de los pedipalpos, con las pinzas algo abiertas, hacia adelante y atrás (entre 2 a 3 mm de amplitud), junto con leves movimientos hacia arriba y abajo (1 mm). En algunas ocasiones pueden también observarse tenues movimientos del cuerpo —en especial del metasoma— en iguales direcciones a las mencionadas.

Esta unidad tiene semejanzas con el "juddering" mencionado para Buthidae por

Bücherl (1956) y Matthiessen (1960, 1968) en *Tityus bahiensis* (Perty) y *Tityus serrulatus* Lutz y Mello, y para Scorpionidae por Alexander (1957) y Garnier y Stockmann (1972) en *Opisthophthalmus latimanus* Koch y *Pandinus imperator* Kock respectivamente. Cabe señalar que mientras el "juddering" involucra en la mayoría de los casos movimientos de similar intensidad de los pedipalpos y del resto del cuerpo, la unidad VIB implica principalmente movimientos notables de los pedipalpos, siendo más tenues los del resto del cuerpo. Por tal motivo, se considera que la utilización de tal terminología, al igual que otras citadas, no es aconsejable, ya que pueden traer aparejadas confusiones por englobar en ellas conductas similares, pero diferentes.

**Tanteo del macho (TAN ♂), (♂):** (Fig. 2). Toques numerosos y breves efectuados por las pinzas del macho, separados entre sí por breves interrupciones, al cuerpo de la hembra, en especial a sus pinzas.

Una conducta similar a ésta a sido observada por Roig Alsina (1987) en la especie *Teuthraustes atramentarius* Simon (Chactidae), recibiendo el nombre de "acariciar".

**Tanteo de la hembra (TAN ♀), (♀):** Similar a lo ejecutado por el macho, aunque indistintamente sobre cualquier parte del cuerpo de su pareja. Su duración es mucho más breve que la anterior, y siendo además una unidad rara.

**Toque de la hembra (TO), (♀):** La hembra toca una sola vez con sus pinzas alguna región del cuerpo del macho. Es de muy corta duración (1 seg aproximadamente) y es una unidad poco frecuente.

Polis y Farley (1979) en estudios sobre *Paruroctonus mesaensis* Sthanke (Vaejovidae) —que incluyen observaciones en campo— mencionan la existencia de una unidad semejante a la aquí descrita, pero que a diferencia de ésta, presenta una alta frecuencia de aparición, constituyendo una unidad característica, además de poseer la aparente función de señal de aviso y reconocimiento.

**Toma de pinzas (TP), (♂ + ♀):** (Fig. 3). El macho

toma con sus pinzas a las de la hembra permaneciendo así, salvo breves interrupciones, durante casi todo el comportamiento de apareamiento. La prolongada presencia de esta unidad determina que durante su transcurso se ejecuten la mayor parte de las restantes. Esta unidad puede iniciarse por prensión de una sola pinza de la hembra por parte del macho (T1) o por prensión de las dos pinzas (T2). El final de la unidad se dará por liberación de una pinza de la hembra (L1) o por liberación de las dos pinzas simultáneamente (L2). De acuerdo a lo expuesto, esta unidad estaría conformada por dos subunidades, según si se desarrolla con una o con las dos pinzas de la hembra tomadas, siendo común que estas subunidades se alternen una con otra en los momentos iniciales del comportamiento de apareamiento.

La conducta de prensión o toma de pinzas se presenta en todas las especies de escorpiones estudiadas (Polis y Farley, 1979), con la salvedad de que en algunas de ellas esta prensión es momentánea, siendo reemplazada por la toma de los quelíceros de la hembra por los del macho, como sucede en *Opisthophthalmus latimanus* Koch (Alexander, 1957) y en *Didymocentrus trinitarius* (Franganillo) (Armas, 1980). En otros casos, tal como ocurre en *Teuthraustes atramentarius* Simon (Roig Alsina, 1987), el macho, durante una parte del "paseo", guía a la hembra rodeando por fuera las pinzas de ésta con las suyas.

Cabe señalar, que en *Z. fuscus* la morfología de las pinzas de los pedipalpos del macho (Fig. 4), estaría en relación con la ejecución de la unidad TP. En el dedo móvil de las pinzas se halla presente una escotadura y un lóbulo basilar, al que le corresponde una escotadura o excavación en el dedo fijo (Abalos, 1953). Esta característica también existe en la hembra (Fig. 4), aunque de forma menos marcada. Lo mencionado constituye un carácter sexual secundario "tardío", en función a su aparición luego de la última muda (Vachon, 1941), y es típico de numerosos géneros de Buthidae, Chactidae, Vaejovidae y Scorpionidae (Maury, 1975). En *Z. fuscus*, también se observa una diferencia en las manos de las pinzas, que son grandes y de aspecto globuloso (Abalos, 1953), siendo las del macho generalmente más redondeadas que las de

la hembra. Maury (1975), ha constatado que en la familia Bothriuridae los machos suelen poseer en la cara interna de sus manos, detrás de los dedos, una pequeña apófisis o una depresión, cumpliendo la función de proporcionar una sujeción más efectiva de las pinzas de la hembra durante el cortejo. Este autor señala que posiblemente en otras familias, las escotaduras y lóbulos del borde interno de los dedos, tal como se observa en *Z. fuscus*, cumpliría una función similar.

**Arqueo del metasoma del macho (AMI ♂), (♂):** El metasoma se orienta hacia adelante, con sus segmentos levemente flexionados, formando un ángulo agudo. En muchas ocasiones puede quedar casi en posición horizontal, con el telson por delante de los quelíceros. Los arqueos pueden incluir toques con la vesícula del telson al cuerpo de la hembra, en especial al dorso del prosoma, a los pedipalpos y al primer par de patas; de igual modo suelen presentarse leves roces con el aguijón a la zona ventral de las regiones mencionadas.

**Arqueo del metasoma de la hembra (AMI ♀), (♀):** Similar al ejecutado por el macho, pero presenta un menor grado de orientación hacia la región anterior y nunca se observan toques con la vesícula o con el aguijón del telson, al macho.

**Arqueo conjunto de metasomas (AMC), (♂ + ♀):** (Fig. 5). Es una conjunción de las unidades antes descritas, pero aquí la hembra también puede llegar a tocar al macho, ya sea con la vesícula o con el aguijón de su telson. Es característico de esta unidad el roce continuo de los correspondientes metasomas curvados del macho y de la hembra.

Los tres tipos de "arqueo" constituyen unidades emparentadas estructuralmente. La unidad AMC tiene cierta similitud con el clásico "abre droit" mencionado por Fabre (1907) y Auber (1963) en *Buthus occitanus* Amoreux y por Serfaty y Vachon (1950) en *Buthotus alticola* (Pocock), miembros de la familia Buthidae; pero estos autores señalan que durante esta conducta, los rozamientos se efectúan con los metasomas en posición casi vertical, en tanto que en *Z. fuscus* los metasomas tienden a orientarse

oblicuamente, a veces de forma casi horizontal. Esto último también sucede en *Pandinus imperator* Koch (Garnier y Stockmann, 1971 y 1972). Cabe resaltar, que en *Z. fuscus* los toques y roces con el aguijón del telson nunca implican que exista una penetración al tegumento del individuo, como sí ocurre en Bothriuridae, Chactidae y Scorpionidae, donde a esta acción se le da el nombre de "pungere" o "pique sexuelle" (Garnier y Stockmann, 1971 y 1972).

**Roce con patas (RP), ( $\sigma + \varphi$ ):** (Fig. 6). Movimientos de alta frecuencia y baja amplitud hacia la horizontal —adelante y atrás— y un poco a la vertical —arriba y abajo— del primer par de patas del macho. Estas pueden cruzarse o tocarse por la región tarsal. Secuencialmente comienza con un movimiento de las patas como tocando al substrato, prosiguiendo, luego de un acercamiento, sobre la región ventral-anterior del prosoma de la hembra; ésta suele erguirse algo sobre sus patas, elevando más esta zona. En ocasiones el movimiento no se efectúa por debajo de la hembra, desarrollándose a unos milímetros delante de sus quelíceros.

Esta unidad es similar al "ticking activity" citado por Mc Alister (1965) en *Centruroides vittatus* Say y por Armas (1980) en *C. guanensis cubensis* Moreno y *C. gracilis* (Latreille); también ha sido observada en *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich y Ehrenberg) (Schulov y Amitai, 1958) y en Chactidae (Angermann, 1955, 1957; Francke, 1979), aunque variando la región de la hembra tocada por el macho.

**Movimientos de quelíceros del macho (MQ  $\sigma$ ), ( $\sigma$ ):** (Fig. 7). Acción de protracción y retracción de los quelíceros. La retracción nunca es total, quedando los quelíceros evertidos en mayor o menor grado. Puede incluir movilidad del dedo móvil de cada quelíceros. Son movimientos de variable frecuencia, por lo general muy tenues y que persisten durante casi todo el comportamiento de apareamiento. Su intensidad es máxima inmediatamente antes y durante la realización de la unidad RQ, que se describe más adelante.

**Movimientos de quelíceros de la hembra (MQ**

$\varphi$ ), ( $\varphi$ ): Movimientos similares a los del macho, pero mucho más tenues y de corta duración. Constituye una unidad poco frecuente.

**Roce con quelíceros (RQ), ( $\sigma + \varphi$ ):** (Fig. 8). El macho, ejecutando las mismas acciones de la unidad MQ o, toca la región anterior de la hembra, en especial las bases de los pedipalpos (trocanteres y coxas), borde dorso-anterior del prosoma y región bucal. Mientras el macho efectúa los roces, si bien la hembra presenta sus quelíceros en reposo, acompaña las acciones flexionando sus pedipalpos hacia atrás sobre su región dorsal, permitiendo así el contacto con el macho.

En otros Buthidae (Fabre, 1907; Bücherl, 1956; Mc Alister, 1965; etc.) se han observado conductas muy similares a la aquí descrita, recibiendo el nombre de "kissing" (Southcott, 1955; Alexander, 1959).

**Preñión con quelíceros (PQ), ( $\sigma + \varphi$ ):** El macho toma con sus quelíceros el trocánter de un pedipalpo de la hembra. Esta unidad se presentó en una sola ocasión.

**Toma de región peribucal (TB), ( $\sigma + \varphi$ ):** El macho toma con sus pinzas el borde dorsal anterior del prosoma de la hembra que cubre su región bucal. Esta unidad es de corta duración y sólo se observó en una oportunidad.

Estas dos unidades constituyen variantes accidentales de las unidades RQ y TP respectivamente. La unidad PQ se presenta, cuando al estar ejecutando RQ, se produce la liberación de las pinzas, y el macho, para evitar que la hembra se escape, la toma del trocánter de uno de sus pedipalpos con sus quelíceros. En tanto, la unidad TB implica un intento fallido del macho de lograr realizar TP.

**Frote de pinza (FO), ( $\varphi$ ):** La hembra roza con una pata de su primer par, de forma reiterada (cuatro a seis veces) y rápida, una pinza del macho, por la cara ventral del dedo fijo. Esta unidad se realiza durante un DPC.

**Oscilación del metasoma (OM), ( $\sigma$ ):** (Fig. 9). Movimientos del metasoma del macho, principalmente hacia adelante y atrás, siendo

mucho más tenues los efectuados hacia los laterales. El metasoma en su trayecto hacia adelante se curva levemente, mientras que se extiende al dirigirse hacia atrás. La frecuencia de esta unidad, así como el número y amplitud de los movimientos del metasoma que en ella se realizan, aumentan hacia el final del comportamiento de apareamiento, pudiendo aquí incluir tenues movimientos hacia arriba y abajo del mesosoma.

Esta unidad debe diferenciarse de los movimientos del metasoma que en algunas oportunidades realiza el macho, al utilizarlo como un "pie auxiliar", para poder sortear algunos obstáculos que se presentan durante un DPC (en especial cuando el macho va retrocediendo).

En *Opisthophthalmus latimanus* Koch (Alexander, 1959), *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich y Ehrenberg) (Shulov, 1958; Shulov y Amitai, 1954) y *Nebo hierochonticus* Simon (Shulov y Amitai, 1958) también se han observado movimientos de flexión del metasoma, pero estos sólo se presentan durante el depósito del espermátóforo o la transferencia espermática (Garnier y Stockmann, 1972). La unidad OM difiere a su vez del "metasoma oscilare" o "mouvements préalable du metasome" (Garnier y Stockmann, 1972) presentes en tres especies del género *Euscorpium* Thorell (Angermann, 1955, 1957), *Pandinus imperator* Koch (Garnier y Stockmann, 1971, 1972) y en *Teuthraustes atramentarius* Simon (Roig Alsina, 1987), dado que las oscilaciones que describen los autores, consisten principalmente en movimientos laterales de "contorneo" del metasoma (Roig Alsina, 1987), mientras que en *Z. fuscus*, los movimientos se efectúan casi exclusivamente hacia adelante y atrás.

**Depósito del espermátóforo (DE), (♂):** (Figs. 10-14). Consiste en la liberación del espermátóforo de las vías genitales masculinas, quedando adherido al substrato. El macho comienza con la expulsión del espermátóforo estando su apertura genital casi en contacto con el substrato o algo por encima del mismo (Fig. 11), fijándose al terreno por medio de una sustancia adhesiva que posee en su base o pedicelo (Fig. 12).

Mientras se efectúa la liberación, el macho va

progresivamente extendiendo las patas y elevando su cuerpo (Fig. 12). Esta acción es acompañada por un corto retroceso, en particular en los momentos finales de la unidad (Figs. 13 y 14) cuando sale el flagelo, que mantendrá unido el espermátóforo a las vías genitales masculinas una vez depositado. En algunas ocasiones, aproximadamente unos 6-7 minutos antes de DE, se observa al pedicelo del espermátóforo asomar parcialmente de la apertura genital del macho (Fig. 10). Esto constituye una etapa "Pre-DE", quedando listo el espermátóforo para luego ser depositado.

En esta unidad se verifica una similitud con otros Buthidae, tales como *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich y Erhenberg) (Shulov y Amitai, 1958) y *Orthochirus innensis negebensis* (Simon) (Shulov y Amitai, 1960), ya que al comienzo de la liberación del espermátóforo la apertura genital no entra en contacto con el substrato. Esto sí ocurre, por ejemplo, en *Buthus occitanus* Amoreux (Auber, 1963). Por otra parte, la elevación y leve retroceso del macho efectuado durante la unidad DE, se ha observado de forma semejante en *Centruroides vittatus* Say (Mc Alister, 1965).

**Ubicación de la hembra (UB), (♂ + ♀):** (Figs. 15-16). El macho se adelanta levemente (Fig. 15) —había quedado más retrasado por el desplazamiento realizado durante DE— y queda próximo a la hembra. Después efectúa un corto retroceso (Fig. 16), con el consiguiente desplazamiento de su pareja, produciéndose el acercamiento de la hembra al espermátóforo, quedando su zona genital encima de éste. Todo lo descrito transcurre con las patas del macho y de la hembra muy poco flexionadas, lo que evita que se dañe el espermátóforo.

La conducta de acercamiento de la hembra al espermátóforo se presenta en todos los escorpiones (Garnier y Stockmann, 1972). La unidad UB es semejante al resto de los Buthidae, aunque no se observó que el macho jale varias veces a la hembra, hacia adelante y atrás durante la ubicación de ésta, como ocurre en *Tityus bahiensis* (Perty) (Bücherl, 1956) y en *Centruroides armadai* Armas (Armas, 1980).

**Acción sobre el espermátóforo (AE), (♂ + ♀):**

(Fig. 17). Consiste en el contacto de la apertura genital de la hembra con la región de lóbulos del espermatóforo, implicando un breve asentamiento (1-2 seg) de ella sobre éste.

Cabe señalar que si bien pueden llegar a observarse tenues movimientos de la hembra, no son como los existentes en algunas especies de Buthidae, en donde ya sean éstos hacia la vertical o más hacia la horizontal (Garnier y Stockmann, 1972), son comparativamente más notables.

**Movimientos del primer par de patas (MP), ( $\sigma$ ):** (Fig. 18). El macho realiza movimientos de su primer par de patas sobre la región ventral de su cuerpo. Estos son tanto verticales como horizontales. Los movimientos que existen en esta unidad son algo semejantes a los que se presentan en la unidad RP, pero mucho más desordenados, además de que nunca se toca a la hembra.

Mc Alister (1965) y Armas (1980) han observado una conducta parecida a MP en *Centruroides vittatus* Say y en *C. guanensis cubensis* Moreno, respectivamente. Aparentemente esta conducta es exclusiva de Buthidae.

### Organización de las unidades de comportamiento

A partir de la sucesión en el tiempo de las distintas unidades de comportamiento y de las interrelaciones existentes entre ellas, se ha dividido al comportamiento de apareamiento en tres fases: inicial, central y final. Estas se presentan en este orden cronológico y en ellas se organizan secuencialmente todas las unidades (Figs. 19-20). Según las características de cada fase, pueden o no tener divisiones, tales como módulos, estando a veces compuestos por distintos bloques.

#### Fase inicial

La duración de esta fase es variable, oscilando entre 32 seg. a 1,5 minutos. La finalización es simultánea en el macho y la hembra, indicada por el comienzo de la unidad

TP, ya sea T1 o T2. En algunos casos no se realiza TP, ejecutándose sólo esta fase sin continuar el comportamiento.

En el macho, la fase inicial puede comenzar indistintamente con la unidad DPI o DTI. Conjuntamente suelen ejecutarse otras unidades como el TAN  $\sigma$  y VIB, ya sea solos o combinados (Figs. 19, 21 y 24). Generalmente a partir de ellas, durante un DTI, se inicia la unidad TP. En esta fase el macho empieza a realizar la unidad MQ  $\sigma$ , que seguirá hasta el final de la fase central (Fig. 20).

En la hembra, de igual modo que en el macho, tanto DPI como DTI pueden ser las primeras. Generalmente sólo estas se efectúan, apareciendo con baja frecuencia la unidad TO (Fig. 25). Al iniciarse TP la hembra sólo está efectuando DTI (Figs. 19 y 21).

#### Fase central

Conformada por dos módulos, el I y el II (Fig. 20). El primero dividido en tres bloques (Fig. 19): el A, realizado con una sola pinza tomada y el B, con las dos. El bloque C se presenta al interrumpirse momentáneamente la unidad TP.

**Módulo I:** Es el primero en efectuarse, siendo la realización de la unidad TP la que marca su inicio. Abarca aproximadamente el 95% del comportamiento de apareamiento (Fig. 20). Se realiza en su mayor parte por casi todo el terrario, mientras que hacia su culminación la ejecución está circunscripta a la región con más cantidad de piedras. El módulo II se efectuará sobre una de ellas.

Se inicia indistintamente con el bloque A o B, ya que T1 y T2 son igualmente frecuentes (Figs. 24-25). La frecuencia del bloque A es mayor al inicio, siendo luego sustituido por el B (Figs. 21-22). El bloque C aparece también más al comienzo, para después casi no volverse a presentar, de allí que sea más ligado al A que al B (Fig. 19).

#### Bloque A

Su duración oscila entre pocos segundos a no más de 3 minutos (Fig. 21). Para su inicio se

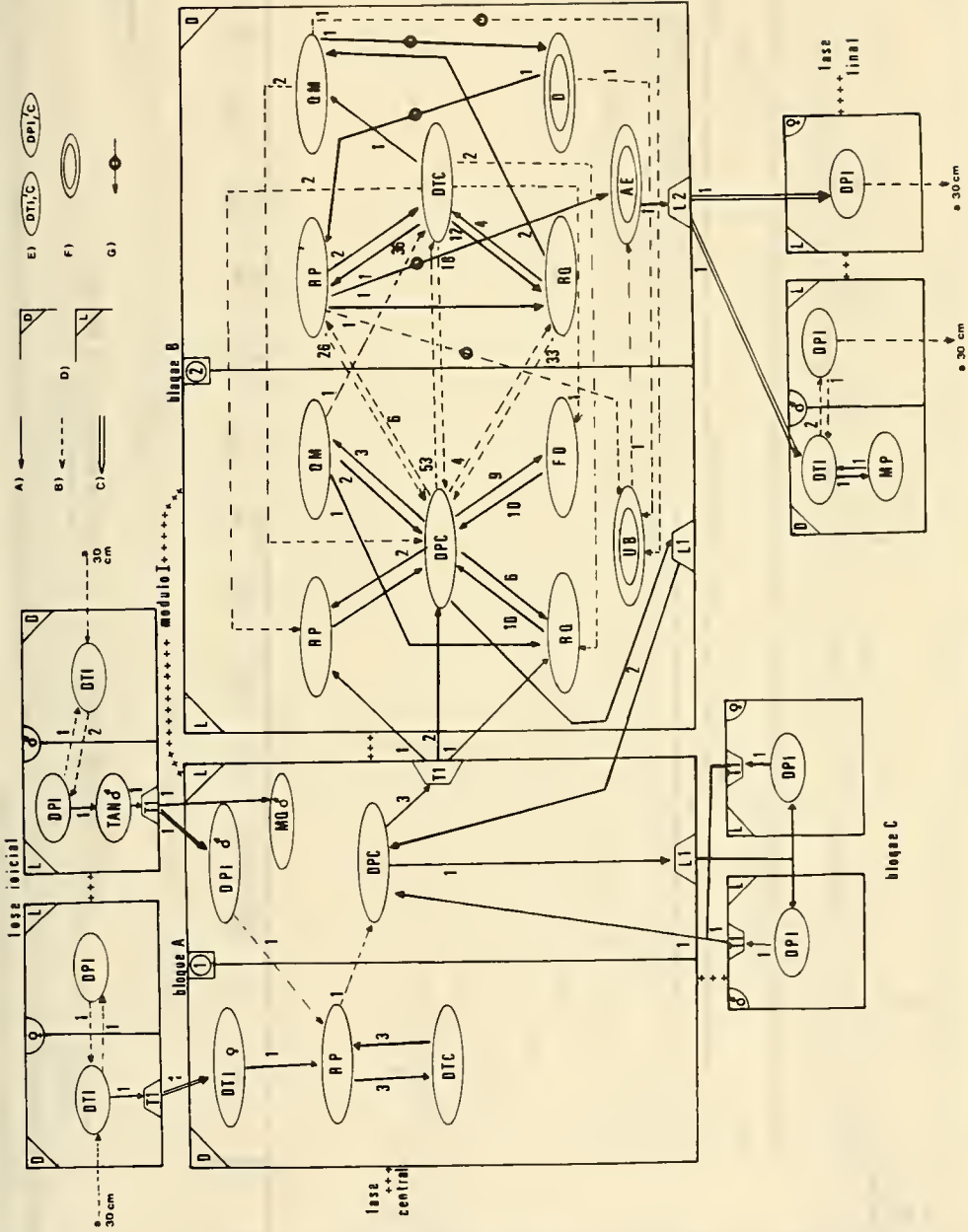


FIG. 19. Diagrama de flujo del comportamiento de apareamiento de una pareja de *Zabius fuscus*. A) Sucesión entre dos unidades que se realizan en desplazamiento o detenimiento; B) Sucesión entre una unidad efectuada en desplazamiento y otra en detenimiento; C) Inicio y final de la fase central; D) unidades realizadas en detenimiento y desplazamiento respectivamente; E) unidades efectuadas solas; F) Unidades específicas del módulo II; G) El módulo II incluye sucesiones con RP y OM. Cada sucesión es acompañada por un número que indica su frecuencia.

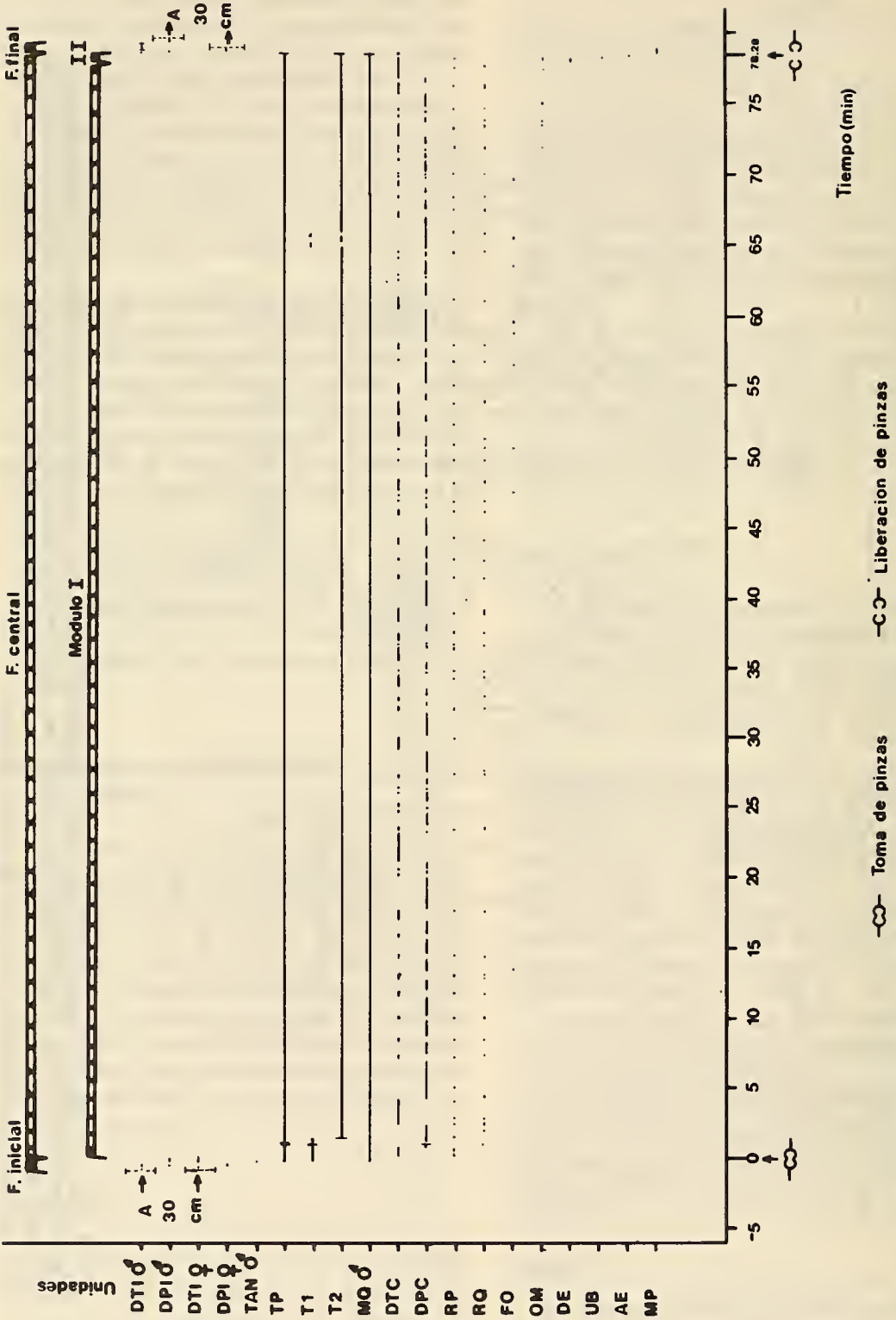


Fig. 20. Diagrama cronológico general de un comportamiento de apareamiento de *Zebius fuscus* (el mismo de la Fig. 19). Se presenta la duración de las unidades de comportamiento organizadas en la fase inicial, central y final.

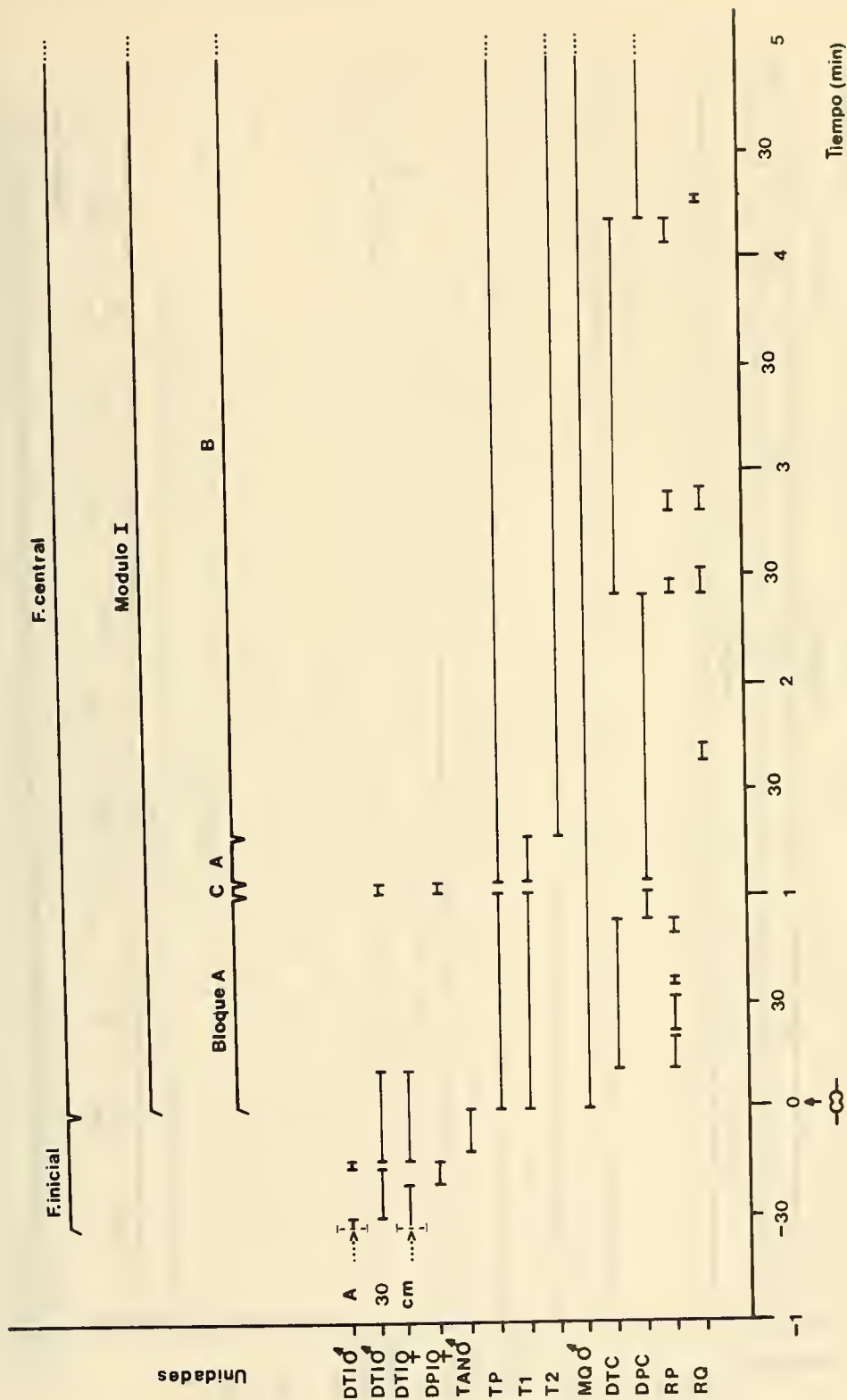


Fig. 21. Diagrama cronológico de la fase inicial y comienzo de la central; en ésta se aprecia la alternancia entre los bloques A, B, y C del módulo I.

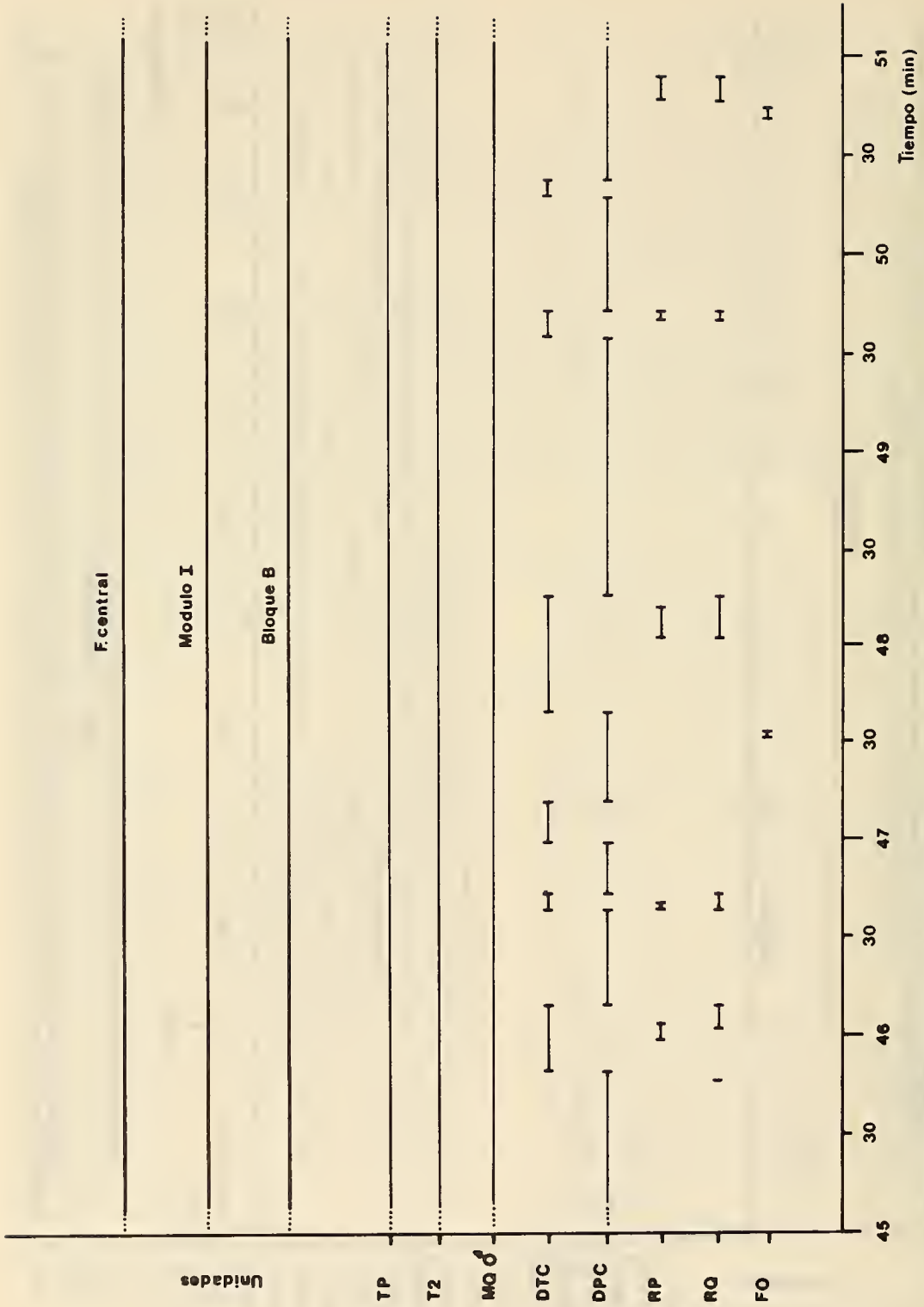


FIG. 22. Diagrama cronológico de una parte del bloque B, perteneciente al módulo I de la fase central. Se observa la estrecha relación temporal existente entre las unidades RP y RQ.

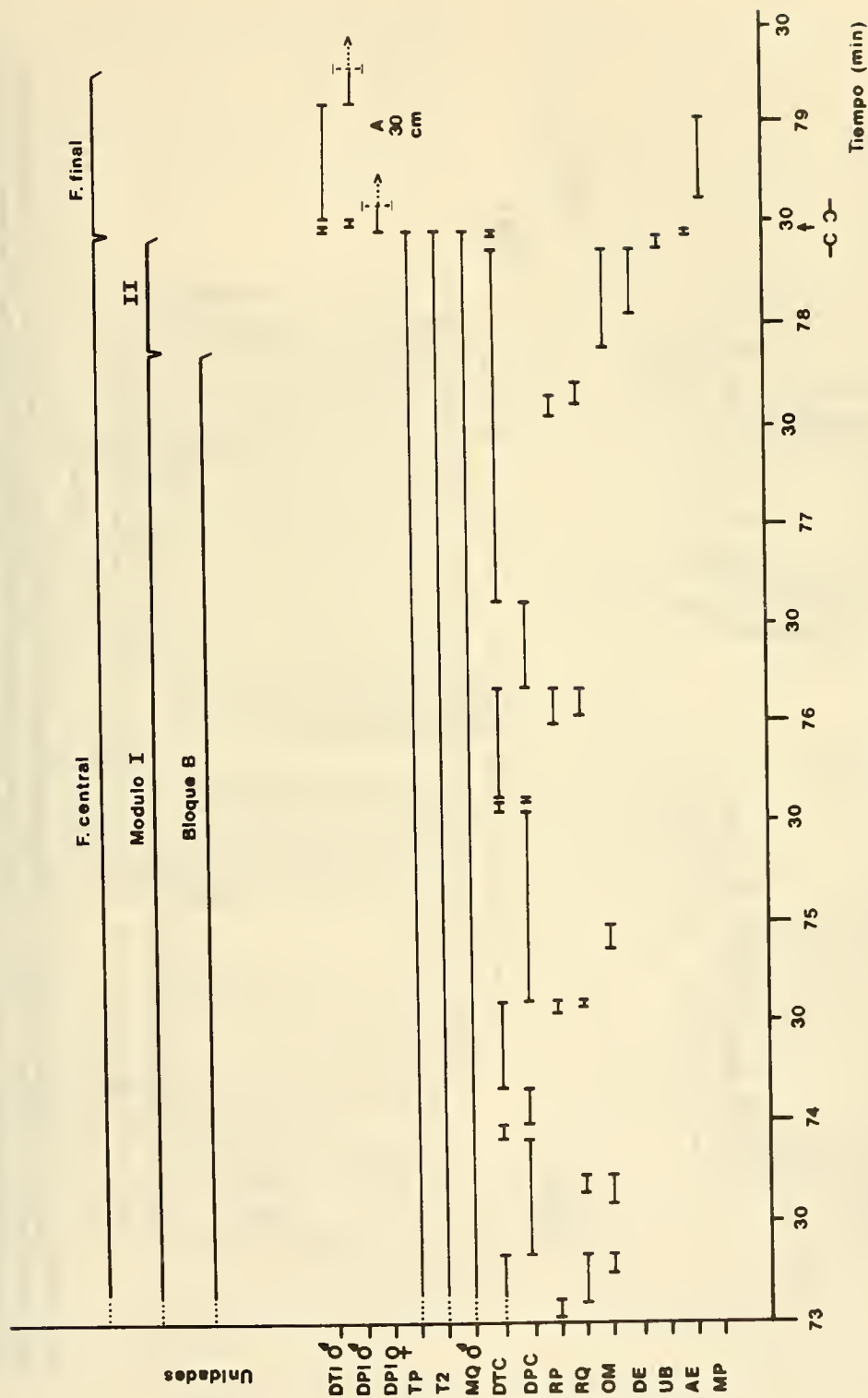
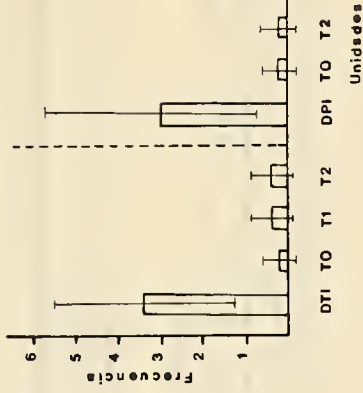


FIG. 23. Diagrama cronológico de la culminación de la fase central y del desarrollo de la fase final. Se observa la aparición de OM al final del módulo I, y en el módulo II la estrecha correlación entre las unidades OM, UB y AE.

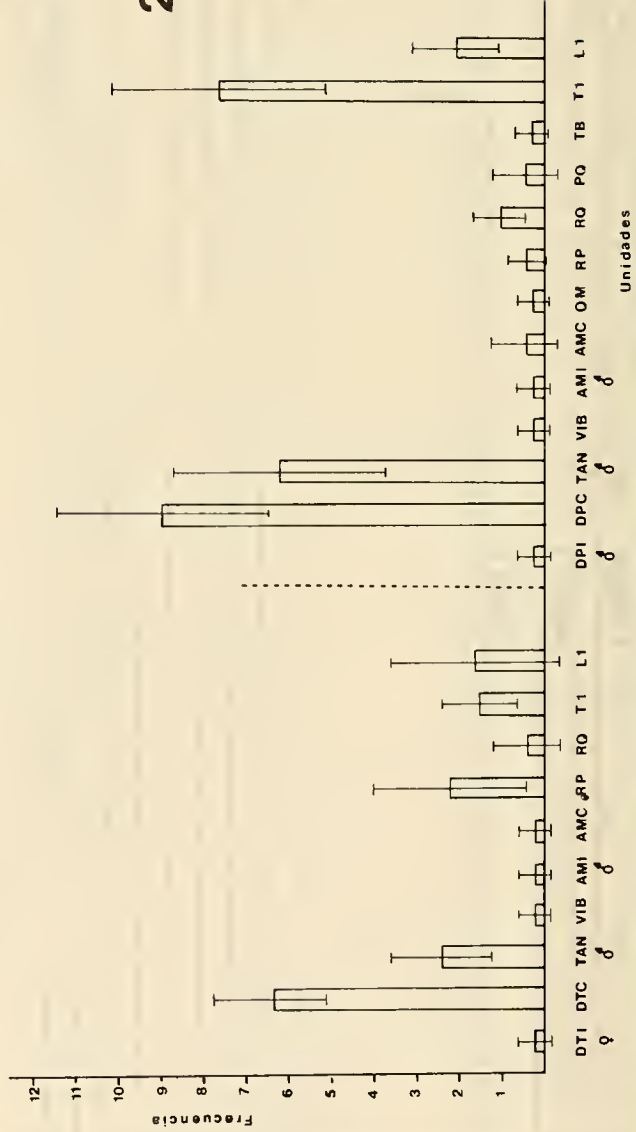
25



24

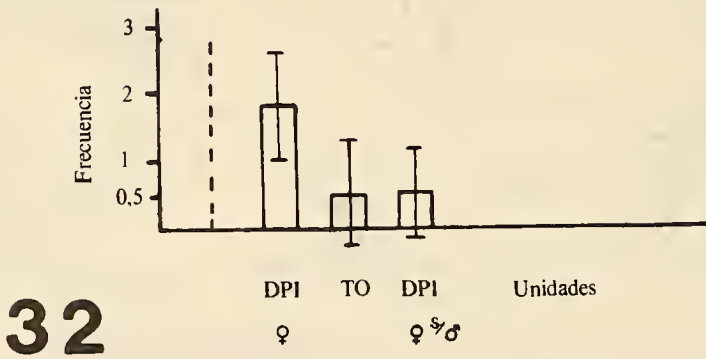
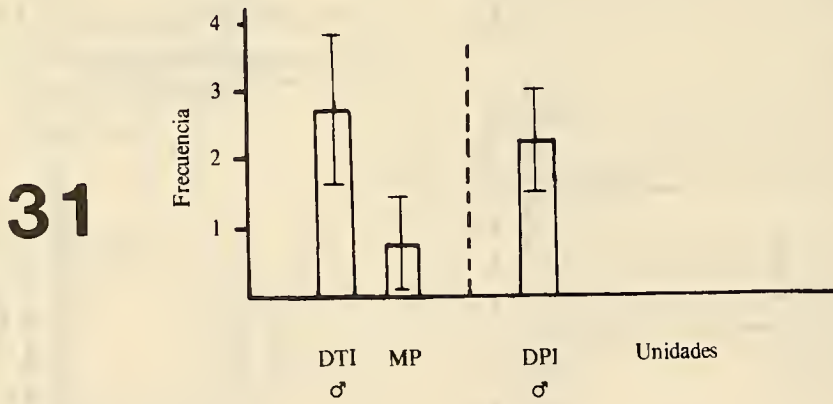
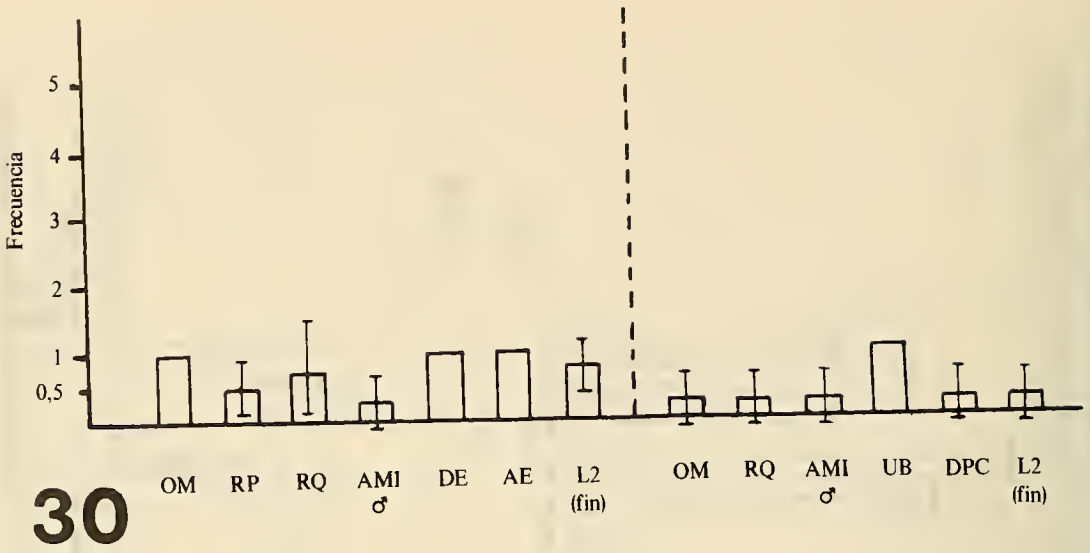


26



Figs. 24-26. Histogramas de frecuencia de aparición de las unidades de comportamiento. Se representa el número promedio de veces que una determinada unidad aparece por comportamiento observado. A la izquierda de la línea de puntos se grafican las efectuadas en detención y a la derecha en desplazamiento. También se grafican los deténimientos y desplazamientos que se ejecutan solos. Fig. 24. Fase inicial en el macho; Fig. 25. Fase inicial en la hembra; Fig. 26. Bloque A del módulo I de la fase central.





FIGS. 30-32. Histogramas de frecuencia de aparición de las unidades de comportamiento (características como en Figs. 24-26). Fig. 30. Módulo II de la fase central; Fig. 31. Fase final en el macho; Fig. 32. Fase final en la hembra.

produce T1 a partir de la fase inicial o del bloque C, o L1 desde el bloque B (Fig. 19). El final con T1 y paso al bloque B o L1 y paso al bloque C. Las unidades DTC y DPC son las predominantes, acompañadas frecuentemente por otras. TAN  $\sigma$ , VIB, AMI  $\sigma$  y AMC, son unidades características de este bloque (Fig. 26).

### Bloque B

En los primeros momentos su duración es semejante a la del bloque A, pero con el tiempo aumenta, llegando a varios minutos —30 o más— (Fig. 20). Su inicio es por T2 desde la fase inicial o del bloque C, y también por T1 desde el bloque A (Fig. 19). Su final, por L2 y paso al bloque C o L1 y paso al bloque A. El pasaje al módulo II se realiza al ejecutarse la unidad OM que precede al DE (Figs. 19 y 23). Este módulo no se realizó en una ocasión, al finalizar bruscamente TP y luego no volver a reanudarse. Al igual que en el bloque A, el DPC y DTC son las predominantes (Fig. 27). Las unidades VIB, AMI  $\sigma$  o AMC suelen tener una frecuencia similar a la del bloque A (Figs. 26 y 27) al presentarse solamente al comienzo del bloque. Sus unidades características son RQ, RP y OM (Fig. 27), muy interrelacionadas en su aparición cronológica (Figs. 19, 22 y 23). La unidad OM es común desde la mitad del módulo I, aumentando su frecuencia y duración al avanzar en el tiempo (Figs. 20 y 23).

### Bloque C

Su duración oscila entre unos pocos segundos hasta 3 minutos aproximadamente (Fig. 21). Comienza con L1 desde el bloque A o con L2 desde el bloque B; es más frecuente el primer caso. Su final, con T1 y paso al bloque A o T2 y paso al bloque B (Fig. 19).

El macho puede iniciarlo con un DTI, DPI o un TAN  $\sigma$ , VIB, ya sea conjuntamente o solos. También se presentan otras unidades que se efectúan conjuntamente con la hembra, a pesar de no estar realizando TP; tal es el caso de AMC, PQ o TB (Figs. 28 y 29).

En la hembra se efectúa casi sólo DTI y DPI, observándose en una ocasión la unidad AMI  $\sigma$ .

Conjuntamente con DPI, se puede realizar TO o TAN  $\sigma$  (Fig. 29).

**Módulo II:** Durante su desarrollo las dos pinzas permanecen tomadas, al igual que en el precedente bloque B. Su duración oscila entre 34 segundos y 1 minuto (Fig. 23). La unidad OM que le da comienzo generalmente finaliza junto con DE a quien precede y acompaña, después se prosigue con la unidad UB y AE (Figs. 19 y 23). La duración de estas unidades es progresivamente decreciente en el orden mencionado. Las unidades RP, RQ y AMI  $\sigma$  suelen presentarse ocasionalmente (Fig. 30). Por lo general RP acompaña a UB; RQ puede presentarse durante DE, UB y AE. La unidad AMI  $\sigma$  se efectúa con UB y AE. El final de este módulo se lleva a cabo por la L2 "final" (Fig. 30), concluyendo el apareamiento (Figs. 19 y 23). Esta L2 se produce simultáneamente al finalizar AE; sólo en una oportunidad tuvo lugar 18 segundos después, durante un DPC (Fig. 30).

### Fase final

Se inicia al culminar el módulo anterior. Las unidades que aparecen son escasas (Figs. 19 y 23). En el macho, a la L2 "final", le sigue por unos segundos sólo un DTI, luego el macho suele realizar la unidad MP. Posteriormente continúa con la sucesión DPI-DTI, alejándose a más de 30 cm del espermatozoo (Fig. 19). Su duración oscila entre 30 segundos a 1,5 minutos (Fig. 23). Las unidades aquí observadas tienen una moderada frecuencia (Fig. 31).

En la hembra, a la finalización del módulo II le sucede un DPI, en general ininterrumpido hasta alejarse a más de 30 cm (Figs. 19 y 23). Sólo una vez se realizó la sucesión DPI-DTI, incluyendo TO, pasando por encima del macho para luego alejarse definitivamente. La duración varía entre 9 a 25 segundos (Fig. 23). Al igual que en el macho, las unidades tienen baja frecuencia (Fig. 32).

Los contactos entre el macho y la hembra son raros y excepcionales. Debe tenerse en cuenta que mientras el macho ejecuta sus unidades, en especial MP, la hembra ya se ha alejado a más de 30 cm de distancia del lugar. No se observó

ningún tipo de comportamiento agresivo en los accidentales contactos entre los individuos. Asimismo, ni la hembra ni el macho comieron o rompieron el espermátforo depositado.

### El espermátforo de *Z. fuscus* y su posible mecanismo de transferencia espermática.

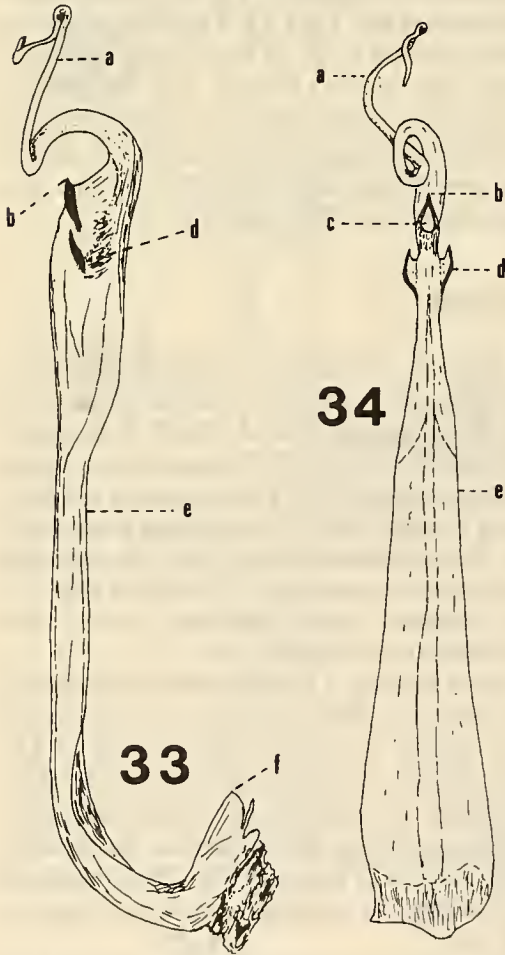
La presente descripción está referida al espermátforo ya utilizado (estado post-inseminación). La denominación de los lóbulos

de éste, basada en Vachon (1952). *Z. fuscus* tiene un espermátforo de tipo flageliforme como el resto de los Buthidae (Francke, 1979). Es semejante a un delgado cilindro (Figs. 33-34) y tiene una longitud de 5 a 6 mm. Constituido por tres partes básicas: base o pedicelo, tronco y flagelo; siendo de color ámbar, oscuro en las zonas más esclerotizadas —lóbulos— y claras en las que lo son menos —flagelo—.

El pedicelo está unido al tronco por una flexión basal. En el extremo superior del espermátforo, el tronco se comprime y se observa la presencia de una serie de lóbulos, ubicados por delante del flagelo. Ellos se visualizan como proyecciones semejantes a uñas o espinas, bastante esclerotizadas. El lóbulo interno, es el más próximo al flagelo y está unido a la parte basal de éste por medio de una delgada membrana, poco esclerotizada. Por delante del anterior lóbulo, se halla una zona esclerotizada, que correspondería a la fusión de los lóbulos medio y externo. Es en dicho lugar donde se ubica el foramen o ducto espermático. Por debajo de esta región, a un costado, se encuentran los lóbulos basales, uno sobre cada lado del espermátforo. Desde dorsal, se los aprecia como una saliente o uña (Fig. 34).

Por las observaciones efectuadas, los lóbulos interno, medio y externo, en especial los dos últimos, se hallarían íntimamente unidos o fusionados, constituyendo lo que Francke (1979) denomina tubo espermático. Por él pasaría el semen, saliendo por el foramen ubicado en su extremo. Los lóbulos basales actuarían como "anclaje" o tope al asentarse la hembra sobre el espermátforo, favoreciendo la expulsión del semen (Alexander, 1959).

En *Z. fuscus*, el espermátforo es expulsado oblicuamente, con el pedicelo dirigido hacia adelante (Fig. 11). Una vez adherido al substrato, su región lobular queda por encima y el flagelo por debajo (Fig. 12), a diferencia de lo que ocurre en *C. sculpuratus* Ewing, donde sucede lo inverso, estando el espermátforo orientado hacia la hembra (Francke, 1979). Posteriormente, el macho efectúa un leve retroceso, provocando una "tracción" del espermátforo (Figs. 13-14) al tirar del flagelo que aún está saliendo, provocando de esta forma una torción a nivel de la flexión basal y



FIGS. 33-34. Morfología de un espermátforo utilizado (estado post-inseminación) de *Zabius fuscus*; a) flagelo; b) lóbulo interno; c) foramen o ducto espermático; d) lóbulo basal; e) tronco; f) pedicelo. Fig. 33. Vista lateral; Fig. 34. Vista dorsal.

quedando el espermátforo casi horizontal (Fig. 14). Luego se efectúa la unidad UB, en la cual se producen dos nuevas flexiones del espermátforo. La primera (Fig. 15) se presenta al acercarse el macho a la hembra, recuperando el espermátforo su posición oblicua original, existente antes del retroceso del macho. Esto se produciría al relajarse el flagelo, permitiendo la flexión del espermátforo. Finalmente, al retroceder el macho en la aproximación de la hembra al espermátforo (Fig. 16), se realiza otra flexión hacia atrás, aunque más leve que las precedentes. Efectivizada UB, se ejecuta AE, en donde se produciría una leve presión en el tronco del espermátforo, provocando el pasaje del esperma a las vías genitales femeninas. Shulow y Amitai (1958) indican la existencia de una posible acción de succión de la vía genital de la hembra, que provocaría el ingreso del semen. Este punto exigirá un trabajo más detallado, dado que si bien los espermátforos flageliformes son poco variables y simples en estructura, su funcionalidad demuestra ser algo difícil de determinar con claridad.

## DISCUSION

Las tres fases componentes del comportamiento de apareamiento estarían organizadas como un patrón en "cadena o cascada" de diferentes tipos de conductas, donde la realización de cada acción prepara y condiciona la aparición de la siguiente (Tinbergen, 1954). De acuerdo a las unidades existentes en cada una de las fases, éstas tendrían una determinada función. La fase inicial con tres importantes funciones, condicionando o no la ejecución de las siguientes fases. La búsqueda de la pareja sería lo primero en efectuarse. El inconveniente radica que en los estudios de laboratorio, como el realizado, es difícil verificar esto debido al espacio reducido en el que se desplazan los animales. Sólo en trabajos de campo, como los de Polis y Farley (1979), se podrá dilucidar este aspecto. Ellos comprobaron que en *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (Vaejovidae), es el macho quien busca activamente a su pareja —macho "vagrant"—, observándose esto en la época reproductiva. La

hembra permanece movilizándose en cercanías de su refugio, y al pasar un macho por allí, ella le indica su presencia mediante un rápido, pero efectivo toque. Las unidades TAN  $\varphi$  y TO, observadas en *Z. fuscus* no serían homólogas a ésta, siendo sólo unidades accidentales.

Otra función de esta fase sería el logro de un reconocimiento mutuo entre el macho y la hembra. La unidad VIB estaría relacionada con este fin, como ya ha sido señalado para el "juddering" (Alexander, 1957, 1959; Polis y Farley, 1979; Armas, 1986). Pero, por ella, sólo el macho sería reconocido por la hembra, no quedando claro la detección de la hembra por el macho, dado que al efectuar esta unidad el macho ya percibió con anterioridad a su pareja. En las condiciones de estudio, el macho la percibiría sólo por algún DPI de ella o al toparse con ésta mientras se va movilizándose. Posiblemente actúen señales sutiles en esta etapa, tal vez odoríferas (Alexander, 1959). Así por ejemplo, un macho de *Pandinus imperator* Koch efectúa el "juddering" al caminar sobre un trozo de corteza de árbol proveniente del hábitculo de una hembra (Krapf, 1986). Esta temática ha sido ampliamente estudiada en muchas arañas, participando señales vibratorias y/o odoríferas, entre otras (Krafft y Leborgne, 1979; Tietjen, 1979a, 1979b; Uetz y Stratton, 1982; Costa, 1986).

Otra función de importancia se relaciona con el logro de un reconocimiento mutuo del grado de predisposición al cortejo. La pareja puede ya haberse detectado y reconocido, pero esto no implica que se continúe con el cortejo, pudiéndose interrumpir las acciones; de allí la necesidad de reconocer este grado de predisposición. La unidad TAN  $\sigma$  se relacionaría con este cometido, obteniendo información por la serie de toques que la constituyen; por ejemplo, en ciertas ocasiones la hembra rehúsa entrar en contacto con el macho. Esta unidad también podría actuar como señal de reconocimiento inicial, complementaria a VIB. Relacionado con el TAN  $\sigma$ , el lograr la toma de pinzas sería el objetivo final de esta fase, muchas veces frustrado por la huida súbita de la hembra o por falta de iniciativa del macho. Esta fase representaría un comportamiento de pre-transferencia espermática o cortejo "pre-toma de

pinzas". En otros Buthidae, la etapa equivalente a esta fase inicial se denomina "contacto" (Mc Alister, 1965; Armas, 1980); los autores mencionan que el encuentro de la pareja es accidental. Tal vez no tuvieron en cuenta lo mencionado sobre la limitante del estudio en el laboratorio.

En cuanto a la fase central, el módulo I constituiría un comportamiento de pre-transferencia espermática o cortejo "post-toma de pinzas", con características diferentes de la precedente. Este módulo tendría varias funciones que deben cumplirse conjuntamente. Las unidades AMI ♂, AMI ♀ y AMC, al igual que lo enunciado para el "abre droit" (Garnier y Stockmann, 1972), representarían conductas ritualizadas desde comportamientos de defensa o agresión, a través de las cuales el macho y/o la hembra lograrían disminuir las tendencias agresivas. Estas acciones son más intensas cuando la hembra rehúsa a ser tomada de sus pinzas o muestra resistencia a seguir con el cortejo —interrumpiéndose muchas veces durante esta unidad—, siendo conductas relacionadas en su intensidad de ejecución, al grado de predisposición al cortejo, sirviendo así también para el reconocimiento de dicha predisposición. Paralelamente de lograr una disminución de la agresión se provocaría un progresivo aumento del grado de excitación sexual de la pareja (Bücherl, 1956; Alexander, 1957, 1959), para luego poder arribar a la transferencia espermática. Las unidades RQ y RP participarían en este cometido, en especial si se tiene en cuenta que la última involucra roces próximos a la región genital de la hembra.

La búsqueda de un lugar adecuado para el depósito del espermátóforo sería otra función (Bücherl, 1956; Alexander, 1957, 1959). Es necesario, por cuanto el depósito se efectúa en una superficie firme, por ejemplo una piedra. Esto queda evidenciado en la progresiva delimitación de los desplazamientos de la región con más piedras. El macho selecciona el terreno, percibiendo especialmente con sus peines (Alexander, 1959) en los DTC-DPC, las características del sustrato.

En el macho, cabe analizar también a la unidad OM. Si se tiene en cuenta que ésta aumenta su frecuencia y duración hacia el final

de este módulo, además de su relación cronológica con DE, posiblemente facilite la movilización del espermátóforo por las vías genitales masculinas y su posterior depósito.

Todo lo mencionado sería en especial válido para los bloques A y B, sumándole al primero la finalidad de lograr la toma de la pinza que aún permanece suelta. El bloque C incluiría funciones algo similares a las de la fase inicial. Mc Alister (1965) y Armas (1980) llaman "paseo" al período equivalente a este módulo en especies del género *Centruroides* (Buthidae).

El módulo II representaría un comportamiento de transferencia espermática, siendo su objetivo el logro del pasaje del semen desde el espermátóforo a las vías genitales de la hembra. Las unidades DE (junto con OM), UB y AE son absolutamente necesarias, mientras que RP, RQ y AMI ♂ son posibles de efectuar, pero no imprescindibles. Probablemente estas últimas actúen como reforzadores, aumentando más el grado de excitación sexual y disminuyendo a su vez las tendencias agresivas. Armas (1980) da el nombre de "culminación" a la etapa similar a este módulo.

La fase final constituiría un comportamiento de post-transferencia espermática, llamado en otras especies "post-apareamiento" (Armas, 1980). El alejamiento definitivo de cada miembro de la pareja es lo más relevante que sucede. Como se mencionó en los resultados, el macho puede efectuar la unidad MP, antes de retirarse. Su ejecución estaría ligada con la presencia del flagelo que aún permanezca unido a la región genital del macho. Mediante esta unidad, el macho lograría desprenderse de aquél, retirándose después sin inconvenientes. La unidad MP estaría así en relación con la existencia de un espermátóforo de tipo flageliforme, exclusivo de Buthidae, por ello sólo se observa en dicha familia.

De acuerdo a las comparaciones efectuadas, el comportamiento de apareamiento de *Zabius fuscus* sería similar al del resto de los Buthidae, aunque existiendo diferencias a nivel de unidades, frecuencia de ellas y correlación entre las mismas. De todos modos, no puede aportarse datos contundentes a nivel comparativo, por la carencia de detalles en la mayoría de los trabajos citados. Se hace necesario profundizar este

aspecto y realizar un análisis comparativo, tal como se ha realizado en arañas (Vlijm y Dijkstra, 1966; Platnick, 1971; De Helversen, 1976), con el fin de poder obtener sólidas conclusiones de valor filogenético y evolutivo.

## 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 Arg. C. Nat., Buenos Aires), a quien agradezco por la lectura del manuscrito y sugerencias al respecto. Por tal motivo también deseo agradecer al Dr. Luis E. Acosta (Cát. de Zoología I, Univ. Nac. Cba., Córdoba), Dr. Fernando G. Costa (Inst. Inv. Biol. C. Estable, Montevideo, Uruguay) y Dr. William G. Eberhard (Dpto. Biol., Univ. Costa Rica, Costa Rica). Mi sincero reconocimiento a la Srta. Gladys I. Plazas por su colaboración en la confección del trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- Abalos, J.W. 1953. El género *Zabius* Thorell, 1894 (Buthidae, Scorpiones). An. Inst. Med. Reg. de Univ. Nac. Tucumán, 3 (3):349-356.
- 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. 1989. La fauna de escorpiones y opiliones (Arachnida) de la provincia Córdoba. Tesis Doctoral, Fac. C. Exactas, Físicas y Nat. Univ. Nac. Córdoba. I-VI, 333 págs.
- 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.
- Alexander, A.J. y Ewer, D.W. 1957. On the origin of mating behavior in spiders. The American Naturalist, XCI (860):311-317.
- Angermann, H. 1955. Indirekte Spermatophorenübertragung bei *Euscorpilus italicus* Hbst. (Scorpiones, Chactidae). Naturwissenschaften, 42:303.
- Angermann, H. 1957. Über Verhalten, Spermatophorenbildung und Sinnes Physiologie von *Euscorpilus italicus* Hbst. un verwanten Arten (Scorpiones, Chactidae). Z. Terpsychol., 14:276-302.
- Armas, L.F. de 1980. Aspectos de la biología de algunos escorpiones cubanos. Poeyana, 211:1-28.
- Armas, L.F. de 1986. Biología y morfometría de *Rhopalurus garridoi* Armas (Scorpionidae: Buthidae). Poeyana, 333:1-27.
- Auber, M. 1963. Reproduction et croissance de *Buthus occitanus* Amx. Ann. Sc. Nat. Zool. Paris, 5:273-286.
- Bastock, M. 1967. Courtship: an Ethological Study. Aldine Publ. Co., Chicago. USA. 234 págs.
- Bücherl, W. 1956. Escorpiones e escorpionismo no Brasil. V. Observacoes sobre o aparelho reprodutor masculino e o acasalamento de *Tityus trivittatus* e *Tityus bahiensis*. Mem. Inst. Butantán, 27:132-155.
- Canseco, G.M. 1976. Ms. Contribución al conocimiento de la Biología de *Zabius fuscus* (Buthidae, Scorpiones). Seminario II. Cát. de Zoología I, Fac. de C. Exactas, Física y Nat. Univ. Nac. Córdoba, 19 págs.
- Costa, F.G. 1984. Etología y Sistemática. Cen. Inv. Prom. Frans. Ecol. Publ. Espec. 2:19-25.
- Costa, F.G. 1986. Estructura del comportamiento del macho de *Lycosa malitiosa* (Araneae, Lycosidae) en presencia de feromona sexual. Rev. Brasil. Biol., 46(2):477-487.
- De Helversen, O.V. 1976. Gedanken zur Evolution der Paarungsstellung bei den Spinnen. Entomol. Germanica, 3 (½):13-28.
- Eberhard, W.G. 1985. Sexual Selection and Animal Genitalia. Harvard University Press. USA. 244 págs.
- Fabre, J.H. 1907. Souvenirs entomologiques. 9e. ser., 9:1-365.
- Francke, O.F. 1979. Spermatophores of some North American scorpions (Arachnida, Scorpiones). J. Arachnol., 7:19-32.
- Garnier G. y R. Stockmann. 1971. Comportment de la reproduction chez le scorpion *Pandinus imperator* Koch. C.R. 5º Cong. Int. d'Arachnol. BRNO.
- Garnier G. y R. Stockmann. 1972. Étude comparative de la parade chez diferentes espèces de scorpions et chez *Pandinus imperator*. Ann. Univ. Abidjan, ser. E. (Ecologie), 5(1):475-497.
- Krafft, B. y R. Leborgne 1979. Perception sensorielle et importance des phénomènes vibratoires chez les araignées. J. Psychol., 3:299-334.
- Krapf, D. 1986. Contact chemoreception of prey in hunting scorpions (Arachnida: Scorpiones). Zool. Anz. 217 ½, S. 119-129.
- Mc Alister, W.H. 1965. The mating behavior of *Centruroides vittatus* Say (Arachnida, Scorpionida). Texas J. Sic., 17(3):307-316.
- Matthiessen, F.A. 1960. Sobre o acasalamento de *Tityus*

- bahiensis* (Perty, 1834) (Buthidae, Scorpiones). Rev. Agric., 35(4):341-346.
- Matthiesen, F.A. 1968. On the sexual behavior of some Brazilian scorpions. Rev. Bras. Pesquisas. Med. Biol., 1(2):93-96.
- Mauy, E.A. 1968. Aportes al conocimiento de los escorpiones en la República Argentina. I. Observaciones biológicas sobre *Urophonius brachycentrus* (Thorell, 1877) (Bothriuridae). Physis, 27(75):407-418.
- Mauy, E.A. 1975. Sobre el dimorfismo sexual de la pinza de los pedipalpos en los escorpiones Bothriuridae. Bull. Mus. Nat. Paris, 3e sér. 215(305):765-771.
- Platnick, N. 1971. The evolution of courtship behavior in spiders. Bull. Brit. Arach. Soc. 2(3):40-47.
- Polis, G.A y R.D. Farley. 1979. Behavior and ecology of mating in cannibalistic scorpion *Paruroctonus mesaensis* Stahnke. J. Arachnol., 7:33-46.
- Roig Alsina, A. 1987. Comportamiento sexual de *Teuthraustes atramentarius* Simon (Scorpionidae, Chactidae). Aracnologia, 8:1-15.
- Serfaty, A. y M. Vachon. 1950. Quelques remarques sur la biologie d'un scorpion de l'Afghanistan *Buthotus alticola* (Pocock). Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 2e sér., 22(2):215-218.
- Shulov, A. 1958. Observations on the mating habits of two scorpions, *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich y Ehrenberg) and *Buthotus judaicus* (ES). Ent. Soc. Proc. 10th Int. Congress Ent., Montreal, 1956, 877-880.
- Shulov, A. y P. Amitai. 1954. On the mating habits of two species of scorpions. Bull. Res. Council of Israel sect. B, 28(1), 41-42.
- Shulov, A. y P. Amitai. 1958. On the mating habits of three scorpions *Leiurus quinquestriatus* (H. y E.), *Buthotus judaicus* E. Sim. and *Nebo hierochonticus* E. Sim. Arch. Inst. Pasteur d'Algérie, 38(1):117-129.
- Shulov, A. y P. Amitai. 1960. Observations sur les scorpions *Ortochirus innesi* L. Sim. 1910 Ssp. *Negebensis* Nov. Arch. Inst. Pasteur d'Algérie, 38:117-129.
- Southcott, R.V. 1955. Some observations on the biology, including mating and other behavior of the Australian scorpion *Urodacus abrupus* Pocock. Trans. R. Soc. S. Australia, 78:145-154.
- Tietjen, W.J. 1979a. Tests for olfactory communication in four species of wolf spiders (Araneae, Lycosidae). J. Arachnol., 6:197-206.
- Tietjen, W.J. 1979b. Is the pheromone of *Lycosa rabida* (Araneae, Lycosidae) deposited on a substratum? J. Arachnol., 6:207-212.
- Tinbergen, N. 1954. The origin and evolution of courtship and threat display. In: Huxley, Hardy, y Ford (Eds.) Evolution as a Process, pp. 233-250.
- Uetz, G.W. y G.E. Stratton. 1982. Acoustic communication and reproductive isolation in spiders: 123-159, In Witt, P.N. y J. S. Rovner (Eds.). Spider communication: Mechanism and Ecological Significance. Princeton Univ. Press, Princeton, 440 págs.
- Vachon, N. 1941. Sur un scorpion présaharien type d'un nouveau genre: *Trichobuthus grubleri* n. sp. Bull. Soc. Zool. Fr., 66:339-350.
- Vachon, M. 1952. Études sur les scorpions. Inst. Pasteur d'Algérie, 482 págs.
- Vlijm, L. y H. Dijkstra. 1966. Comparative research of the courtship behavior in the genus *Pardosa* (Arachnida, Araneae). I. Some remarks about the courtship of *Pardosa amentata*, *P. hortensis*, *P. nigriceps* and *P. lugubris* Senck. Biol., 47(1):51-55.
- Weygoldt, P. 1974. Indirect sperm transfer in arachnids. Verh. Dtsch. Zool. Ges., 67:308-313.