



Jaime G. Mayoral & Pablo Barranco

Depto. Biología Aplicada. Cite II-B.  
Universidad de Almería. 04120 Almería (España)

### Resumen

Se expone una visión general de un grupo de Arachnida escaso y poco conocido, para lo que se ha recopilado la información dispersa en diferentes trabajos, tanto descriptivos como faunísticos y ecológicos. Los palpígrados están distribuidos por todo el mundo, si bien se han descrito mayoritariamente de Europa y África, estando totalmente ausentes en la región Austral. Actualmente, el Orden Microthelyphonida cuenta con 78 especies encuadradas en dos familias y seis géneros; además de dos géneros fósiles con una única especie cada uno (Condé, 1996).

Se inicia este artículo con el origen de los palpígrados y sus relaciones filogenéticas, para posteriormente enumerar los principales caracteres morfológicos, abordar la clasificación taxonómica del grupo y su biología, junto con las adaptaciones que presenta al medio subterráneo.

**Palabras clave:** Microthelyphonida, Palpigradi.

## 1. Introducción

### 1.1. Origen del grupo y relaciones filogenéticas

Los arácnidos que actualmente se conocen como palpígrados fueron descritos por los zoólogos italianos Grassi y Calandruccio (1885), a partir de cierto material recolectado cerca de Catania (Sicilia). Estudiaron su morfología y anatomía interna, y los compararon con los Uropygi, Schizomida, Amblypygi, Solifugae y Opilionida, concluyendo que constituían un nuevo orden al que denominaron Microthelyphonida. Thorell (1888) sustituyó el nombre por el de Palpigradi, considerándolo más adecuado a sus características morfológicas. Petrunkevitch (1955) clasificó los palpígrados en la Subclase Cauligastra (incluyendo Uropygi, Amblypygi, Araneida, Solifugae y Ricinulei), en la cual constituían el Superorden Latisterna. Savory entre los años 1935 y 1977 publicó varios resúmenes y observaciones sobre filogenia. En éstos apuntó la posibilidad de que los palpígrados hubieran sufrido una evolución diferente y separada de la de los otros quelicerados. Fue Van der Hammen en 1977 quien, después del estudio de los aparatos bucales y apéndices, introdujo la nueva Subclase Epimerata ubicándola dentro de la Clase Chelicerata, quedando relacionados con los Actinotrichida en la misma Subclase. Actualmente ambos superórdenes se encuentran incluidos dentro de la Subclase Micrura (Giribet *et al.*, 2002).

No obstante, la posición sistemática de los palpígrados todavía no está muy clara. Savory (1971) consideraba que los palpígrados eran arácnidos extremadamente primitivos y dibujó un hipotético arácnido ancestral basándose en esta hipótesis. Otros autores los situaron en la base de la división de los arácnidos apulmonados (Weygoldt & Paulus, 1979 y Dunlop, 1999). Aparte de las mencionadas hipótesis han surgido muchas otras; dos son las más probables aunque en la actualidad se están debatiendo: por un

lado se les emparenta con los ácaros actinotríquidos (Van der Hammen, 1982) y por otro como posible taxón hermano de los tetrapulmonados (Schultz, 1990 y Wheeler & Hayashi, 1998).

Según los estudios de Firstman (1973) sobre el sistema arterial y endoesternal, los palpígrados se consideran como los más primitivos de todos los quelicerados existentes. Weygoldt & Paulus (1979) y Weygoldt (1980) estudiaron la filogenia de los quelicerados y consideraron la presencia de un flagelo junto con tres segmentos en el quelicero como caracteres primitivos. Igualmente establecieron los siguientes caracteres como derivados: reducción de tamaño, subdivisión del prosoma, ausencia de ojos, de hendiduras liriformes y de órganos respiratorios, y su presencia en fisuras intersticiales del suelo.

En la actualidad se considera a los palpígrados como los arácnidos más primitivos vivos y los primeros colonizadores del suelo continental a partir de un medio marino, lo cual ha sido avalado por el descubrimiento de palpígrados intersticiales como *Leptokoenenia* Condé, 1965 en la arena de las playas del Mar Rojo, Madagascar y Congo. Todos ellos son diminutos, ciegos, blancuzcos y con un largo flagelo plurisegmentado característico de este grupo.

Los palpígrados se distribuyen actualmente entre dos linajes claramente separados, que se corresponden con las familias: Prokoeneniidae, provista de tres pares de vesículas coxales en los esternitos IV-VI del opistosoma, con dos géneros (*Prokoenenia* Börner, 1901 y *Triadokoenenia* Condé, 1991) y 7 especies; y la familia Eukoeneniidae con cuatro géneros (*Eukoenenia* Börner, 1901, *Allokoenenia* Silvestri, 1913, *Koeneniodes* Silvestri, 1913 y *Leptokoenenia* Condé, 1965) y 71 especies. Además existen dos ejemplares fósiles de Palpigradi.

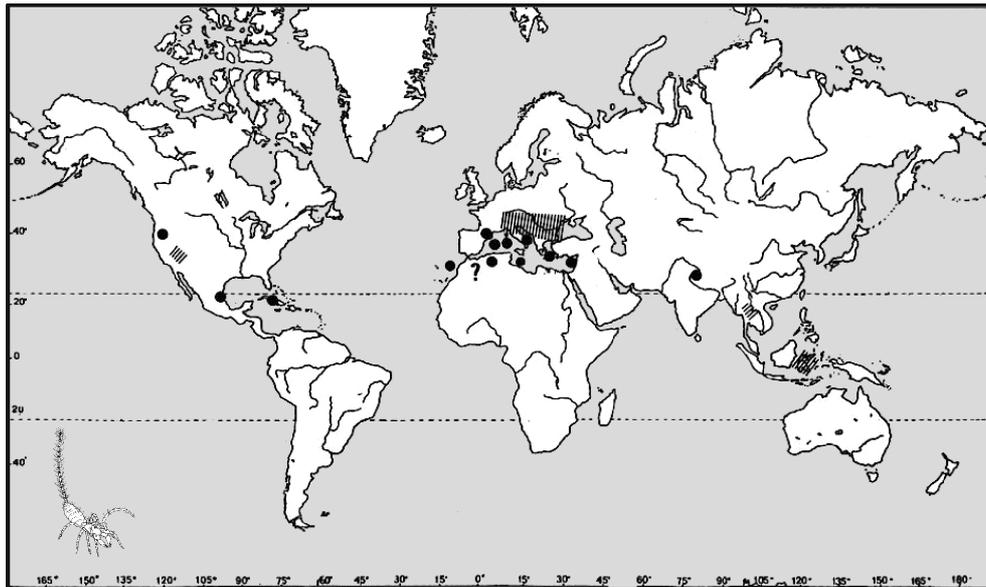


Fig. 1. Distribución mundial de especies cavernícolas (Condé, 1998).

Uno de ellos, datado en el Jurásico de Alemania, de 14 mm de longitud, es decir, seis veces más grande que cualquiera de las especies que se encuentran hoy en la fauna del suelo, y que se ha descrito como un género independiente *Sternarthron* Haase, 1890, que fue encuadrado dentro de la nueva familia Sternarthronidae, con una única especie llamada *Sternarthron zitteli* Haase, 1890, que posee los esternitos prosómicos II y III libres. La cual aún está pendiente de confirmación en el orden Palpigradi (Condé, 1984a), y no ha sido recogida en la recopilación de Condé (1996). Un segundo fósil hallado en Arizona, probablemente del Plioceno, fue asignado al nuevo género *Paleokoenenia* Rowland & Sissom, 1980 dentro de la familia Eukoeneiidae Petrunkevitch, 1955 todavía por confirmar, se denominó como *Paleokoenenia mordaz* Rowland & Sissom, 1980 (Condé, 1996).

## 1.2. Situación actual: número de especies y distribución mundial

Los límites del área de distribución mundial del grupo son los 48° N y 40° S. La mayoría de las especies septentrionales están confinadas a las grutas, salvo alguna excepción no perteneciente a la línea evolutiva de las formas endógenas superficiales. Se distribuyen por todo el mundo, si bien se han descrito mayoritariamente de Europa y África, estando totalmente ausentes en toda la región Austral.

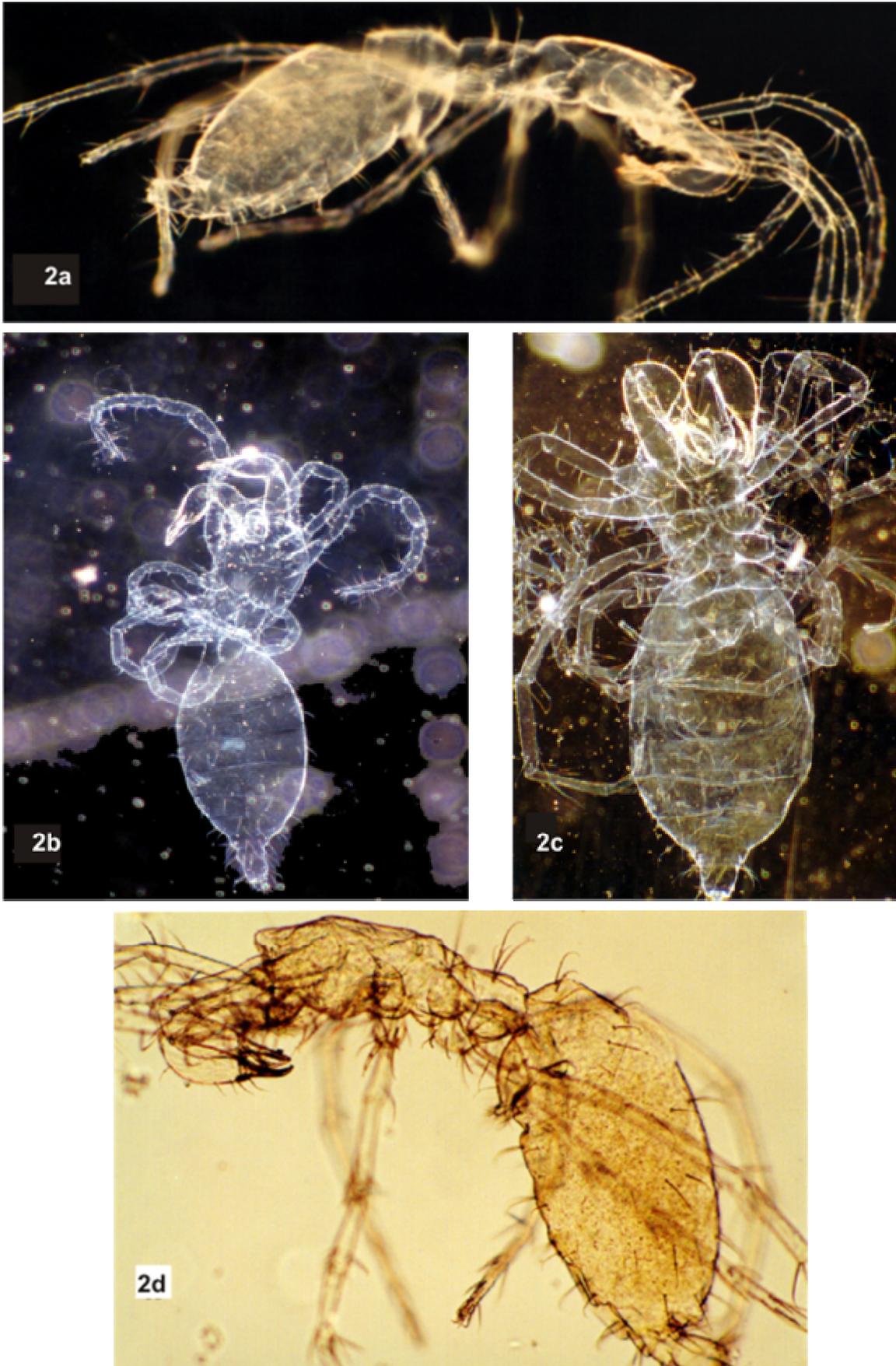
Dos tercios de las especies conocidas de palpígrados en todo el mundo, se han encontrado en el medio subterráneo (Fig. 1). El total de especies actuales asciende a 78, donde el género *Eukoenenia* con 60 especies, es con diferencia el más diversificado. De ellas, 27 han sido encontradas en cuevas, con adaptaciones a este tipo de hábitat. Concretamente se han localizado 22 especies en Europa, 4 en la región oriental y 1 en Cuba (Condé, 1996). Otra especie excepcionalmente ha colonizado el medio subterráneo superficial (MSS) (Condé, 1998). De las 22 especies conocidas de Europa, tan solo tres están presentes en el área

Íbero-balear, una de ellas con dos subespecies (Condé, 1951): *Eukoenenia hispanica* (Peyerimhoff, 1908) de la Cueva del Molino á Vio de Huesca, *Eukoenenia draco zariquieyi* (Condé, 1951) de las Cuevas del Salitre de Barcelona, *Eukoenenia draco draco* (Peyerimhoff, 1906) de la Cueva del Drac de la isla de Mallorca (Bellés, 1987) y *Eukoenenia mirabilis* (Grassi & Calandruccio, 1885) forma *lusitana* Remy, 1951 in Condé, 1981 de Oporto, del que se conocen varios ejemplares pero todos ellos hembras, estando bajo esta denominación provisional de *forma* hasta que se encuentren más ejemplares para su estudio (Condé, 1991 y 1996). Es de destacar que *E. draco draco* de Mallorca, tiene su pariente más cercano en una gruta de Cuba *Eukoenenia orghidani* Condé & Juberthie, 1981. Esto se ha explicado aludiendo a relaciones continentales ancestrales, lo que es bien conocido para otros habitantes de las cuevas como son por ejemplo los dipluros campoideos (Condé 1974a y 1986).

La presencia y extensión en toda la zona mediterránea, de formas endógenas pertenecientes a un mismo complejo dentro de la familia Eukoeneiidae, podría ser debida simplemente a las numerosas interacciones humanas entre los distintos continentes (Condé, 1986). Por el contrario *Eukoenenia hanseni* (Silvestri, 1913) fue descrita de Méjico y ha sido citada en Nepal en biotopos no degradados, lo que excluye la posibilidad de una introducción accidental, y constituye la distribución más amplia conocida para un palpígrado (Condé, 1979a).

El género *Koeneniodes* se encuentra en segundo lugar con un total de 8 especies, una en África occidental y siete en la región oriental desde el Sur de la China al archipiélago Malgache.

Los géneros *Allokoenenia* y *Leptokoenenia* no poseen nada más que una especie segura cada uno (*A. afra* Silvestri, 1913 que fue hallado en la Guinea francesa y *L. scurra* Monniot, 1966 recolectado en el Congo) aunque *Leptokoenenia* cuenta con otra especie de la que se conoce una hembra adulta casi irreconocible en la preparación procedente de Madagascar, junto



**Fig. 2.** Habitus de Palpigradi: **a y d**, hembras; **b**, macho; **c**, inmaduro tipo A.  
(Fotos: P. Barranco y J. G. Mayoral).

a un juvenil A del Mar Rojo *Leptokoenenia gerlachi* Condé, 1965. Para *Allokoenenia* ha sido recolectado un individuo en estadio juvenil A y otro C en Madagascar (Condé, 1996); pero a pesar de contar con tan pocos individuos y además inmaduros, la inusual longitud del último segmento y el posible órgano glandular en la zona ventral parece no dejar dudas, ya que esto es único en el orden, lo que los emparenta con este género al que se les asigna (Condé, 1992b).

En la actualidad se considera que el grupo tiene un origen intertropical. En Europa las dos especies endogreas superficiales (complejo de *Eukoenenia mirabilis*) son limítrofes a la zona del olivar francés. El refugio en las grutas, es lo que ha permitido la supervivencia de especies en condiciones climáticas más rigurosas (Condé, 1996).

## 2. Morfología, Biología y Ecología

### 2.1. Caracteres y morfología general

Los palpígrados son unos artrópodos pequeños de 1-2,8 mm (el más grande encontrado hasta el momento en todo el mundo es *E. draco draco* de la cueva del Drac en Mallorca (Condé, 1984a)). Son alargados, plurisegmentados, blanquecinos, quelicerados, con cuatro pares de patas, un par de palpos que dan nombre al grupo y un telson (Figs. 2 y 3).

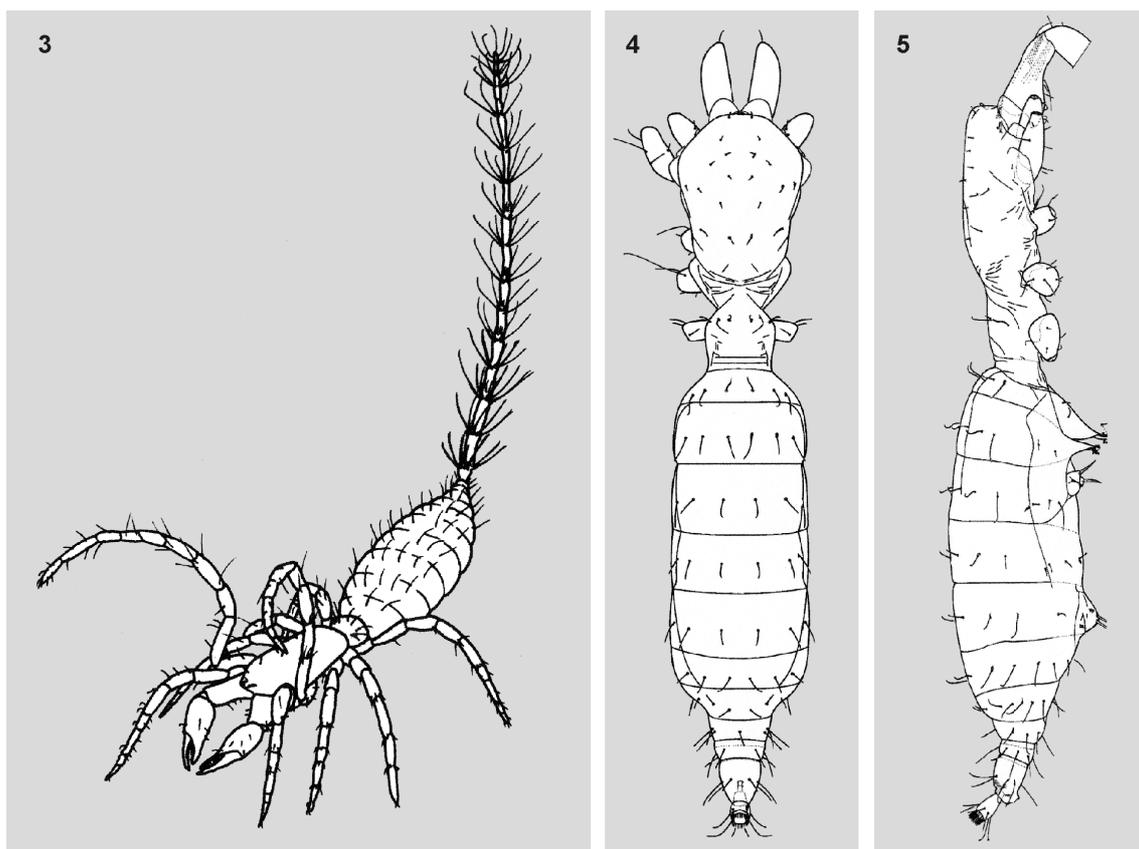
La forma general del cuerpo es poco variable, la cual se puede dividir en dos partes: prosoma y opistosoma. El dorso del prosoma se divide en tres zonas: propeltidio, conocido como bucle prosómico; mesopeltidio (normalmente no distinguible); y metapeltidio, conocido como segmento libre del prosoma, y separados por cutícula flexible, no siendo distinguibles los bordes de estos escleritos. El propeltidio es el más grande y porta diez pares de setas, y en el metapeltidio aparecen tres pares (Fig. 4). Este número de setas es constante en todas las especies de palpígrados que han sido descritas de forma fiable (género *Eukoenenia*, *Prokoenenia* y *Leptokoenenia*) (Van der Hammen, 1982). En el prosoma se encuentran insertados los cuatro pares de patas, los palpos y los quelíceros. El primer par de apéndices son los quelíceros, que son delgados y quelados y están compuestos por 3 artejos: trocánter, cuerpo del quelíceros (la porción terminal que constituye el dedo fijo) y el apotele (el dedo móvil). La reducción de artejos se considera como un carácter primitivo o relicto. Ambos dedos del quelíceros presentan nueve delgados dientes dispuestos oblicuamente a la base de éste, como en *E. thais* Conde, 1988 (Condé, 1984b, 1988 y 1992a), aunque este carácter puede ser variable. *E. deleta* Condé, 1992 posee siete dientes y *K. spiniger* Condé, 1984 posee ocho. El quelíceros se mueve con un ángulo de operatividad cercano al perpendicular respecto al plano axial del cuerpo. El segundo par de apéndices son los palpos, los cuales caracterizan al grupo. Estos se componen de nueve artejos: trocánter, fémur, genua, tibia, basitarso 1-2, tarso 1-3 y el apotele distal. En realidad, el animal usa este par de artejos para caminar, destinando la función sensorial al primer par de patas que es más largo que los demás. El incremento de la longitud del palpo y la pata I se produce gracias a la división a nivel del basitarso y al alargamiento del último artejo del tarso. En la parte terminal de la pata poseen unas setas largas que utilizan a modo de antenas. Las patas II y III

poseen únicamente siete artejos y el apotele tiene forma de uña. El último par de patas se inserta a nivel del metapeltidio y posee ocho artejos ya que el tarso se ha dividido en dos.

Los palpígrados carecen de ojos. Poseen unos órganos frontales que tienen la apariencia, más o menos, de unas setas engrosadas y divididas, cuya forma es diferente según la especie y el género, estando escondidos en especímenes vivos bajo el rostro. En *Leptokoenenia* este órgano es par y presenta un engrosamiento terminal con unas pequeñas papilas (Condé, 1992b). Otras estructuras asociadas son los órganos laterales que se presentan como setas muy engrosadas y que se encuentran en la parte anterolateral del prosoma. Estos son muy variables en número pudiendo presentarse desde aislados en cada lado, hasta doce o trece como en el caso de *E. thais* (Condé, 1988). No se sabe con certeza la función de estas dos estructuras. Se plantean dos hipótesis para su posible origen, que podrían ser válidas simultáneamente. El órgano frontal se asemeja y recuerda por su posición, al naso de los actinotríquidos, por lo que podría tratarse de una reminiscencia de éste. Por otro lado, el órgano lateral podría, consecuentemente, representar la seta supracoxal del quelíceros (Van der Hammen, 1982).

El opistosoma es alargado, con bordes subparalelos, compuesto por once segmentos y acabado en un flagelo o telson. Se distinguen dos zonas: una anterior o mesosoma, grande y ancha; otra posterior o metasoma correspondiente con los segmentos IX a XI y constituyentes del pigidio, más pequeña y estrecha (Fig. 5). En esta última, que comprende los tres últimos segmentos antes del telson, son móviles unos con respecto a los otros y ligeramente telescópicos, lo que, junto con los músculos en estos segmentos, posibilita la elevación y descenso del telson. El número de setas dorsales y laterodorsales de los segmentos I a VIII opistosómicos aparece en número constante en todas las especies de palpígrados que han sido descritos. Son tres pares de setas dorsales y tres laterodorsales. El número es más variable en el metasoma, pudiendo aparecer una seta desapareada probablemente como resultado de la fusión de dos (Van der Hammen, 1982).

Los caracteres relacionados con el área genital no han servido para distinguir entre géneros, debido a que son muy homogéneos. Como excepción, se puede destacar los tres pares de fúsulas de *Triadokoenenia millitorum* (Remy, 1950) que es el único que posee caracteres diferenciales suficientes para la creación de una categoría supra-específica. El primer documento que recoge una cita de la región genital de un palpígrado macho es de 1900 realizada por W. M. Wheeler (Condé, 1990). Los lóbulos genitales han sido homólogos a los apéndices opistosómicos de los insectos, por lo que la fusión en el plano sagital es más avanzada. Los lóbulos anteriores, pertenecientes en origen al segmento II, son simples en las hembras, mientras que en los machos aparece un desdoblamiento de éstos. Los lóbulos posteriores, provenientes del segmento III, son únicos y homólogos en ambos sexos. Por tanto, una determinación específica fundada únicamente en el área genital es excepcional. Pero si se estudian otros caracteres conjuntamente como el basitarso IV (número de setas, ausencia/presencia de éstas, inserción), órgano lateral y setas mesosternales, se puede realizar una clasificación filogenética y biogeográfica de los palpígrados. Entre las especies de tres de los cuatro géneros en los que se ha descrito su basitarso IV, las que poseen siete faneras son las más frecuentes (Condé, 1990). Sin



**Fig. 3.** Habitus. (Redibujado de Mme Lavoyer-Kaufmann, en Condé, 1996). **Fig.4.** Visión dorsal, hembra *E. mirabilis*. (Modificada de Van der Hammen, 1982). **Fig.5.** Visión lateral, hembra *E. mirabilis*. (Modificada de Van der Hammen, 1982).

embargo un conocimiento del área genital masculina de los palpígrados es a veces muy útil para aclarar la taxonomía y filogenia del grupo (Condé, 1990 y 1993).

El flagelo es móvil, su número de artejos varía de 14 a 15. Cada uno de estos porta de seis a ocho setas y algunos segmentos poseen una corona de espinas; el terminal tiene ocho setas (Van der Hammen, 1982). Casi siempre se pierde ya que es muy frágil y se suele desprender tanto en capturas directas a mano como las realizadas por medio de trampas de caída. Cuando el animal es expuesto fuera del medio intersticial, es elevado casi hasta ángulo recto y se cree que tiene función sensorial (Broza *et al.*, 1993). Su presencia, como ya se ha indicado, se considera un carácter primitivo.

## 2.2. Biología

El régimen alimenticio es desconocido, pero según Van der Hammen (1977) podría existir una ingestión de alimentos sólidos y digestión interna. Por contra, Millot (1942) considera que los alimentos son licuados antes de ser tragados. Se han visto algunos palpígrados en cautividad con pequeñas presas en los quelíceros, concretamente colémbolos (Condé, 1996). El régimen alimentario se presupone que es carnívoro basado en pequeños colémbolos, ácaros, larvas o restos de insectos, pero no se conoce. De hecho, se han realizado análisis del tubo digestivo y no se ha podido reconocer elemento alguno (Condé, 1998).

El pequeño tamaño de estos artrópodos le proporciona una superficie tegumentaria suficientemente

grande para permitir el intercambio gaseoso por simple difusión, a condición de que la cutícula esté húmeda. Por lo que se supone que la respiración es cutánea, ya que no poseen órganos de lira. Están desprovistos de órganos respiratorios, a menos que las vesículas externas evaginables del opistosoma denominadas como sacos pulmonares, descubiertos en el grupo de *Prokoenenia*, desempeñen la función de respiración activa (Condé, 1998). La mayoría de las especies han sido descritas sin órganos respiratorios específicos y los sacos opistosómicos ventrales de *Prokoenenia* y *Triadokoenenia* tienen función dudosa (Broza *et al.*, 1993).

En los palpígrados, los machos son más raros que las hembras (Condé, 1993), salvo alguna excepción, y todavía se desconocen los machos de 37 de las 78 especies actualmente conocidas. Hay fundadas presunciones de partenogénesis en ciertas poblaciones del mundo. La relación entre machos y hembras de *E. mirabilis* es de 0,39 (9 machos frente a 23 hembras) en Grecia y de 0,23 (42 machos y 52 hembras) en África Mediterránea (Condé, 1996). En Banyuls-sur-Mer, localidad francesa donde se encuentra la especie, un solo macho ha sido observado entre muchos cientos de hembras y ningún macho se ha recolectado aún en las islas atlánticas, mientras que las hembras hacen un total de cincuenta (dos en la Isla de Madeira y 48 en las Islas Canarias) (Condé, 1996; Remy, 1952). Se puede destacar el caso de *E. mirabilis* forma *lusitana* de la que todavía no se conoce el macho, cuya distribución actual es en la Isla de Madeira, Oporto (Portugal), Islas Canarias, Isla de Iraklia (Grecia) y Argelia.

Los machos elaboran los espermatóforos pero no se sabe el modo de transmisión de éstos (Condé, 1998). Las hembras producen un pequeño número de huevos cada vez, dos o tres en *E. mirabilis* de aproximadamente 100 x 200  $\mu\text{m}$ , y uno o dos en la especie cavernícola *E. austriaca* (Hansen, 1901) de 130 x 250  $\mu\text{m}$  (Condé, 1998; Broza *et al.*, 1993).

El desarrollo postembrionario se realiza frecuentemente nada más que en dos estadios móviles antes del adulto: estadio A, desprovisto de lóbulos genitales y en el que no es posible determinar el sexo y estadio B o C para designar respectivamente la hembra y el macho juvenil. Solamente para *Prokoenenia* y *Triadokoenenia* hay un desdoblamiento del primer estadio en  $A_1$  y  $A_2$  sin diferenciación sexual (Condé 1994 y 1998). Otros autores han planteado la hipótesis de que exista una prelarva (elatostase o calyptostase) antes del adulto compuesta por cuatro etapas (Van der Hammen, 1982). La existencia de esta prelarva no se ha demostrado jamás (Condé, 1996).

### 2.3. Ecología y tipos de hábitats

La hipótesis de que los palpígrados tengan un origen en el intersticio marino, según se ha comentado, puede dar una idea del hábitat que ocupan en el medio terrestre, que se limita a fisuras más o menos profundas del suelo donde las condiciones higrométricas y térmicas sean constantes; pudiéndolos encontrar desde la superficie hasta a más de un metro de profundidad. Se ha visto que dentro de las cavidades, dependiendo del estado de humedad, se distribuyen más o menos profundos en el guano y capas del suelo.

Según Van der Hammen (1982) en el suelo parece que tienen preferencias sobre las capas más profundas, aunque se han capturado ejemplares en la superficie pero después de fuertes lluvias. Generalmente se asume que la vida terrestre no fue posible antes del Silúrico por la penetración de las radiaciones dañinas debido al bajo contenido de oxígeno en la atmósfera. La vida en las capas más profundas del suelo podría haber sido posible en estas etapas iniciales de la Tierra, y los palpígrados podrían haber estado entre esos primeros animales terrestres.

Algunos palpígrados intersticiales soportan la inundación de las fisuras del suelo, incluso la mayoría de los palpígrados se mantienen sobre la superficie del agua porque la cutícula no se moja. Esto se ha puesto de manifiesto mediante la captura de especímenes que son extraídos de redes de plancton, después de una pesca en gours o en lagos subterráneos.

Se conocen dos casos de poblamiento del dominio endógeno por una especie cavernícola *E. spelaea* (Peyerimhoff, 1902). Son conocidos en una zona muy termófila de la baja Austria, y en altitud (1.265 m) en Tyrol (Kaisergebirge) septentrional (Condé, 1996); en Eslovenia se ha encontrado también en la entrada de la cueva (Condé, 1984a).

Un estudio concreto sobre la distribución de palpígrados en el suelo se llevó a cabo en la Reserva Forestal Ducke y en la zona del Río Taruma Mirim, ambos de la Amazonia Central entre los años 1982/83 (Adis *et al.*, 1997). Se encontraron 146 y 599 ejemplares respectivamente, encuadrados en una única especie de palpígrado *Eukoenenia janetscheki* Condé, 1993. Nunca fueron capturados sobre troncos de árboles ni en doseles, únicamente en el suelo. En la Reserva de Ducke, bosque de montaña primario, los palpígrados

representaron el 0,2% del total de artrópodos capturados, en el bosque secundario de Taruma Mirim constituyeron el 0,6%. Su abundancia fue comparable a la de los esquizómidos. Broza *et al.* (1993) aportan datos de su abundancia en un bosque de pinos en Israel, en el que los palpígrados representan el 0,07% del total de los microartrópodos.

La mayoría de los especímenes habita en el subsuelo mineral (3,5-7 cm) y un 22-26% ocupa la capa orgánica (0-3,5 cm). En el bosque secundario se capturaron cuatro veces más individuos que en el primario y en ambos casos el porcentaje de adultos está por encima del 50%. La relación entre sexos en el bosque secundario fue de 1:1,8 ( $\sigma/\varphi$ ). La mayor abundancia de palpígrados en la parte mineral del suelo fue correlacionada inversamente a la temperatura. En el bosque primario, se encontró una correlación negativa del número de adultos pero esta vez con la humedad en el subsuelo mineral. En el caso del bosque secundario, no hubo distinción entre el periodo reproductivo a lo largo del año, ya que juveniles y adultos se suceden a lo largo de todo el año, no ocurriendo lo mismo en el primario, lo que indica un modo de vida muy variado. También se pone de manifiesto en este estudio que el hecho de que haya de dos o cuatro veces más individuos femeninos que masculinos, asegura la supervivencia de la especie ya que aumenta la probabilidad de que los espermatóforos sean utilizados por las hembras (Adis *et al.*, 1997 y 1999).

### 3. Adaptaciones del grupo al medio hipogeo y particularidades

Este grupo de arácnidos, que como ya se ha comentado, en muy raras ocasiones se les ha observado caminando sobre el suelo, salvo después de fuertes lluvias y en el interior de las cavidades. Habitualmente se encuentran en sustratos orgánicos como hojarasca, humus o guano; o inorgánicos como en el medio intersticial en la tierra o en la arena de playa. Es por lo tanto difícil establecer o delimitar adaptaciones morfológicas a un medio concreto de vida, no obstante sí se han podido determinar ciertos caracteres que se manifiestan de forma particular o acusada en especies que se consideran especialmente adaptadas al medio intersticial o cavernícola.

Así, las adaptaciones al medio intersticial consisten básicamente en un alargamiento general del cuerpo y acortamiento de las patas II a IV (Condé, 1981).

Por el contrario las adaptaciones al medio cavernícola consisten fundamentalmente en el aumento de tamaño, elongación y adelgazamiento de los apéndices, y aumento de los receptores sensoriales que se realiza mediante el incremento en el número de lóbulos que constituyen el órgano lateral (Condé, 1977, 1987, 1988 y 1992a). También se puede producir una reducción del número de setas del opistosoma y del tamaño de las setas del prosoma (Condé, 1992a y 1998). De los diferentes parámetros que se pueden emplear para establecer el aumento de tamaño de los individuos, el menos fiable es la longitud total del cuerpo ya que fluctúa mucho dependiendo de la conservación y preparación del ejemplar (Condé, 1996). La longitud del basitarso es el parámetro más fiable para cuantificar el aumento de tamaño; lo que relacionado con la longitud de la tibia, proporciona un índice de adaptación al medio cavernícola. Normalmente la tibia es más

larga que el basitarso, pero en especies troglóbias la relación ha de ser próxima o mayor que la unidad (Condé, 1988 y 1998). Esto se conoce para *E. draco zariquieyi* (78/78), *E. orghidani* (108/109), *E. patrizii* (Condé, 1956) (128/126) y *E. hispanica* (Condé, 1988).

Otro aspecto que evidencia la adaptación al medio cavernícola es el carácter neoténico de reducción a cuatro setas, (como en los individuos inmaduros), en lugar de siete en el basitarso IV que presentan algunas especies (Condé 1974b, 1979b, 1984a y 1987). Por último, algunas especies presentan una sustitución de la seta tergal del basitarso IV por un tricobotrio (Condé, 1980, 1987 y 1989). También se ha constatado que se produce una multiplicación del número de faneras glandulares del esternito VI de los machos de juveniles C. Apareciendo por primera vez en el complejo adaptado al medio subterráneo *E. mirabilis-berlesei* (Strinati & Condé, 1995).

En cuanto a la biología, se ha puesto de manifiesto el aumento de tamaño de los huevos y la reducción en cuanto a su número, en una especie cavernícola comparada con una endógea (Condé, 1984a).

#### 4. Consideración final

El medio de vida intersticial de este pequeño grupo de arácnidos, constituye una dificultad fundamental para la captura de ejemplares y el avance en el conocimiento del grupo. Igualmente, su pequeño tamaño, fragilidad y requerimientos ambientales, suponen un inconveniente para su mantenimiento en cautiverio, lo que permitiría aclarar gran parte de las incógnitas que se mantienen sobre la función de algunas de sus estructuras corporales y sobre gran cantidad de los aspectos de

la biología del grupo. Otra dificultad que caracteriza a los palpígrados es su extrema escasez; en algunos casos se conoce un único o muy pocos ejemplares de determinada especie, fundamentalmente en el medio cavernícola. Si bien algunas especies intersticiales son relativamente abundantes. Se ha evidenciado que un incremento en el esfuerzo en los muestreos dirigidos para el hallazgo de una determinada especie, puede suponer un incremento en el número de capturas. Por el contrario, también es cierto que un determinado taxón ha sido buscado con insistencia y no ha podido ser recapturado. Es probable que, incluso en numerosas ocasiones, se ignora dónde buscarlos y cómo localizarlos.

Por otro lado, el estudio taxonómico es también bastante difícil y complejo, ya que hasta la fecha no se ha confeccionado ninguna clave dicotómica para la determinación de las especies a nivel específico. Por ello, abordar la sistemática de los palpígrados requiere la realización de un gran esfuerzo de recopilación bibliográfica de numerosos artículos muy dispersos tanto respecto a las fuentes como en el tiempo. Lo que en ocasiones es complicado, sobre todo en el caso particular de trabajos clásicos publicados en revistas de escasa difusión. Por el contrario, el hecho de que muy pocos autores hayan abordado el estudio de este grupo, y que en el último medio siglo la mayor parte de las contribuciones sobre palpígrados se deban al insigne "palpigradólogo" Dr. Bruno Condé, facilita la labor de comprensión y aproximación a los palpígrados. Precisamente esta circunstancia nos ha permitido aproximarnos, a los autores de este artículo, a este enigmático grupo, basándonos fundamentalmente, en la obra del mencionado autor.

#### Agradecimiento

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento a María Comino Ortega y Francisco Gámez Conde por su permanente colaboración en la búsqueda de bibliografía.

## Bibliografía

- ADIS, J., U. SCHELLER, J. W. DE MORAIS, B. CONDÉ & J. M. G. RODRIGUES 1997. On the abundance and phenology of Palpigradi (Arachnida) from central Amazonian upland forests. *J. Arachnol.*, **25**: 326-332.
- ADIS, J., U. SCHELLER, J. W. DE MORAIS, B. CONDÉ & J. M. G. RODRIGUES 1999. Abundance and phenology of Schizomida (Arachnida) from a primary upland forest in central Amazonia. *J. Arachnol.*, **27**: 205-210.
- BELLÉS, X. 1987. *Fauna Cavernícola i Intersticial de la Península Ibérica i les Illes Balears*. C.S.I.C. Mallorca. 207 págs.
- BROZA, M., D. POLIAKOV, D. & B. CONDÉ 1993. The first record of the order Palpigradida (Arachnida) in Israel and the occurrence of arachnids in soils of Mediterranean pine forest. *Israel J. Zool.*, **39**: 147-151.
- CONDÉ, B. 1951. Une *Koenenia* cavernicole du Montserrat (Catalogne) (Arachnides Palpigrades). *Rev. Franç. Entomol.*, **18**: 42-45.
- CONDÉ, B. 1974a. Palpigrades du Chili. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **11**: 449-455.
- CONDÉ, B. 1974b. Un Palpigrade cavernicole du Liban (*Eukoenua juberthiei* n. sp.). *Ann. Spéléol.*, **29**: 57-62.
- CONDÉ, B. 1977. Nouveaux Palpigrades du Muséum de Genève. *Rev. suisse Zool.*, **84**: 665-674.
- CONDÉ, B. 1979a. Palpigrades d'Europe méridionale et d'Asie tropicale. *Revue suisse Zool.*, **86**: 901-912.
- CONDÉ, B. 1979b. Palpigrades de Grèce, de Guyane et du Kenya. *Revue suisse Zool.*, **86**: 167-179.
- CONDÉ, B. 1980. Palpigrades de Papouasie et des Pyrénées. *Revue suisse Zool.*, **87**: 761-769.
- CONDÉ, B. 1981. Palpigrades des Canaries, de Papouasie et des Philippines. *Revue suisse Zool.*, **88**: 941-951.
- CONDÉ, B. 1984a. Les Palpigrades: quelques aspects morphologiques. *Rev. Arachnol.*, **5**: 133-143.
- CONDÉ, B. 1984b. Palpigrades (Arachnida) d'Europe, des Antilles, du Paraguay et de Thaïlande. *Revue suisse Zool.*, **91**: 369-391.
- CONDÉ, B. 1986. Les Palpigrades du nouveau monde: état des connaissances. *Mém. Soc. r. belge Ent.*, **33**: 67-73.
- CONDÉ, B. 1987. Les Palpigrades des îles de la Méditerranée (Arachnida Palpigradida). *Bull. Soc. Zool. France*, **112**: 215-219.
- CONDÉ, B. 1988. Nouveaux Palpigrades de Triste, de Slovaquie, de Malte, du Paraguay, de Thaïlande et de Bornéo. *Revue suisse Zool.*, **95**: 723-750.
- CONDÉ, B. 1989. Palpigrades (Arachnida) de grottes d'Europe. *Revue suisse Zool.*, **96**: 823-840.
- CONDÉ, B. 1990. L'aire génitale mâle des Palpigrades. *Bulletin de la Société Européenne d'Arachnologie*, hors série, **1**: 64-69.
- CONDÉ, B. 1991. Le Palpigrade *Eukoenua mirabilis* dans les Archipels macaronésiens. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **28**: 119-124.
- CONDÉ, B. 1992a. Palpigrades cavernicoles et endogés de Thaïlande et des Célèbes (1<sup>ère</sup> note). *Revue suisse Zool.*, **99**: 655-672.
- CONDÉ, B. 1992b. Un Palpigrade énigmatique de Thaïlande avec une brève revue des grandes divisions de l'Ordre. *Revue suisse Zool.*, **99**: 741-746.
- CONDÉ, B. 1993. Description du mâle de deux espèces de Palpigrades. *Revue Suisse Zool.*, **100**: 279-287.
- CONDÉ, B. 1994. Palpigrades cavernicoles et endogés de Thaïlande et de Célèbes (2<sup>e</sup> note). *Revue suisse Zool.*, **101**: 233-263.
- CONDÉ, B. 1996. Les palpigrades, 1885-1995: acquisitions et lacunes. *Revue Suisse Zool.*, Vol. hors série: 87-106.
- CONDÉ, B. 1998. Palpigradida. En: *Encyclopaedia Bioespeleologica*. Moulis-Bucarest: 913-920.
- DUNLOP, J. A. 1999. Pasando revista a la evolución de los quelicerados. En: *Evolución y filogenia de Arthropoda*. *Bol. S.E.A.*, **26**: 133-143.
- FIRSTMAN, B. 1973. The relationships of the chelicerate arterial system to the evolution of the endosternite. *J. Arachnol.*, **1**: 1-54.
- GIRIBET, G., G. D. EDGECOMBE, W. C. WHEELER & C. BABBITT 2002. Phylogeny and Systematic Position of Opiliones: A Combined Analysis of Chelicerate Relationships Using Morphological and Molecular Data. *Cladistics*, **18**: 5-70.
- GRASSI, B. & S. CALANDRUCCIO 1885. Intorno ad un nuovo Aracnide Artrogastro (*Koenenia mirabilis*) che crediamo rappresentante d'un nuovo ordine (Microteliphonida). *Naturalista Siciliano*, **4**: 127-133, 162-168.
- MILLOT, J. 1942. Sur l'anatomie et l'histophysiologie de *Koenenia mirabilis* Grassi (Arachnida Palpigradi). *Rev. Franç. Ent.*, **9**: 33-51.
- PETRUNKOVITCH, A. 1955. Arachnida. In: R. C. Moore, *Treatise on invertebrate paleontology, Part P, Arthropoda 2*: 42-162.
- REMY, P. 1952. Palpigrades du Maroc et de l'Algérie occidentale. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, **30**: 159-163.
- SAVORY, T. H. 1935. *The Arachnida*. London. 218 págs.
- SAVORY, T. H. 1964. *Arachnida*. Academic Press, London. 291 págs.
- SAVORY, T. H. 1971. *Evolution in the Arachnida*. Mellow Publishing, Shildon. 42 págs.
- SAVORY, T. H. 1974. On the arachnid order Palpigradi. *J. Arachnol.*, **2**: 43-46.
- SAVORY, T. H. 1977. *Arachnida* (2<sup>nd</sup> edition). Academic Press, London. 360 págs.
- SCHULTZ, J.W. 1990. Evolutionary morphology and phylogeny of Arachnida. *Cladistics*, **6**: 1-38.
- STRINATI, P. & B. CONDÉ 1995. Grottes et Palpigrades de Madère. En: *Mémoires de Biospéologie*, tomo **XXII**: 161-168.
- THORRELL, T. 1888. Pedipalpi e Scorpioni dell'Arcipelago Malese conservati nel Museo Civico di Storia Naturale di Genova. *Ann. Mus. Civ. Stor. Natur. Genova* (2), **6**: 327-428.
- VAN DER HAMMEN, L. 1977. A new classification of Chelicerata. *Zoologische Mededelingen*, **51**: 307-319.
- VAN DER HAMMEN, L. 1982. Comparative studies in chelicerata II. Epimerata (Palpigradi and Actinotrichida). *Zoologische Verhandelingen*, **196**: 4-70.
- WEYGOLD, P. 1980. Towards a cladistic classification of the Chelicerata. *Proc. 8 Int. Arachn. Congr. Wien*, **1980**: 331-334.
- WEYGOLD, P. & H. F. PAULUS 1979. Untersuchungen zur Morphologie, Taxonomie und Phylogenie der Chelicerata I. Morphologische Untersuchungen. *Zeitschr. Zool. Syst. Evolutionsforsch.*, **17**: 85-116.
- WHEELER, W. C. & C. Y. HAYASHI 1998. The phylogeny of the extant chelicerate orders. *Cladistics*, **14**: 173-192.