

ESTUDIOS CARCINOLOGICOS. XX

VALOR DIAGNOSTICO DEL TERCER MAXILIPEDO Y DE SUS CERDAS EN ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO **PENAEUS** DE LAS COSTAS DE MEXICO

Por ENRIQUE RIOJA,
del Instituto de Biología.

Desde hace algún tiempo venimos reuniendo datos acerca de la morfología de las especies del género **Penaeus** o camarones de las costas de México. Estos estudios nos han llevado a efectuar observaciones bastante minuciosas sobre diversos apéndices de estos crustáceos y la morfología, constitución y distribución de las cerdas que en ellos se implantan. Algunos de los resultados a que hemos llegado pueden tener, quizá, un cierto valor taxonómico, por lo que nos animamos a publicarlos. En las descripciones que conocemos no hemos visto mencionados muchos de estos caracteres, que en la mayor parte de los casos no han merecido la atención de los autores. En estas notas estudiamos el tercer maxilípodo; en sucesivos trabajos iremos consignando estudios análogos acerca de otros apéndices.

Las especies en las que hemos trabajado son las siguientes:

Penaeus californiensis Holmes; Topolobampo, Guaymas.

Penaeus stylirostris Stimpson; Topolobampo, Agiabampo, Guaymas.

Penaeus vannamei Boone; Topolobampo, Agiabampo, Guaymas.

Penaeus setiferus (Linn.); Ciudad del Carmen.

De los artejos del tercer maxilípodo son el propodito y el dactilopodito, especialmente este último, los que suministran mayor número de caracteres taxonómicos específicos diferenciales, tanto por su forma, como por la disposición y aspecto de sus cerdas.

Cada una de las especies citadas presentan peculiaridades bien marcadas que las diferencian netamente entre sí, por rasgos que corresponden a estos tres grupos de caracteres: 1o. forma de las cerdas; 2o. forma del dactilopodito, y 3o. aspecto del órgano setífero que se encuentra en la parte distal del propodito y en la proximal del dactilopodito, en el borde interno, mesial, o sagital de estos apéndices. En este trabajo abordaremos por separado cada uno de estos extremos.

Forma de las cerdas

En las especies estudiadas existen cerdas de diversos tipos que, con mayor o menor constancia, existen en todas ellas, por lo que no tienen valor taxonómico. Al lado de éstas se encuentran otras que aparecen con características peculiares específicas, y a las que, por consiguiente, es posible concederles un cierto valor sistemático en la diagnosis de estos crustáceos, en una medida que sólo será determinada por el alcance que tengan futuras observaciones e investigaciones; por ello nos limitamos ahora a consignar los hechos observados en cada una de las especies.

a) **Las cerdas en *Pencaus vannamei* Boone.** El propodito y el dactilopodito del tercer maxilípedo de esta especie están provistos de unas cerdas de tipo singular, muy distintas de las que existen en los mismos artejos de este apéndice en las otras especies estudiadas.

Estas cerdas se presentan dispuestas en dos series: una paralela al borde externo del propodito y el dactilopodito, y otra paralela al borde interno de ambos artejos; ambas están muy próximas a estos bordes. Son de gran longitud, al extremo que alcanzan de dos a tres milímetros; las del propodito son más largas que las del dactilopodito; su apariencia general es plumosa; en ellas se pueden distinguir tres zonas: 1o. una basal, proximal o articular; 2º una mediana y 3º otra terminal, apical o distal (figs. 1 y 2).

La parte basal o articular vista lateralmente está ensanchada en uno de sus lados, que llamaremos dorsal, el cual ofrece un saliente o talón; éste es una eminencia convexa, por debajo de la cual existe una cavidad articular que se continúa por una prolongación de la cubierta quitinosa de la cerda, la cual termina en una especie de cabeza articular; la parte opuesta ofrece una curvatura, convexa

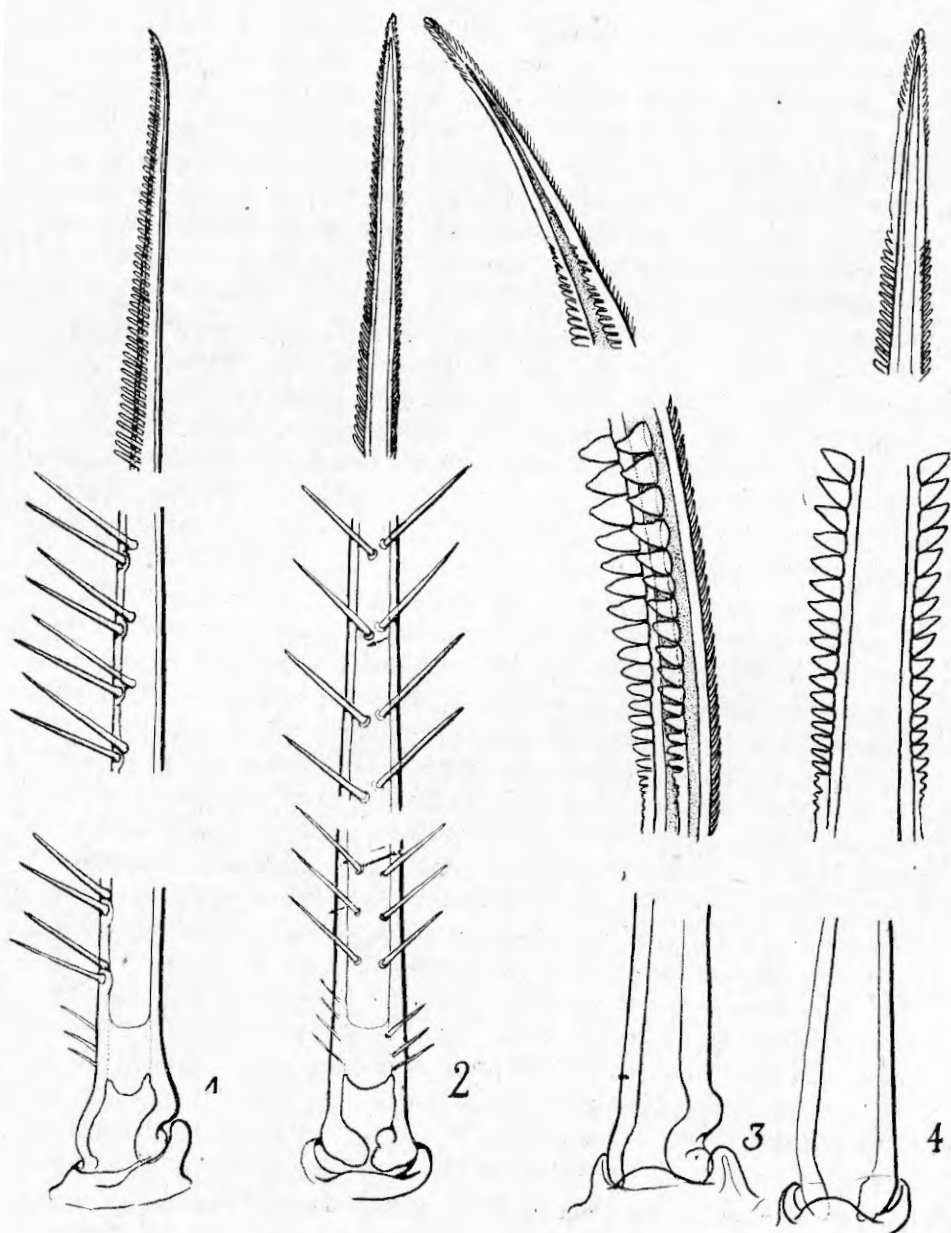


Fig. 1. Cerdá marginal del propodito de *Penaeus vannamei* vista de lado, $\times 300$.—
 Fig. 2. Cerdá marginal del propodito de *Penaeus vannamei*, vista de frente, $\times 300$.—
 Fig. 3. Cerdá marginal del dactilopodito de *Penaeus stylirostris*, vista de lado, $\times 300$.—
 Fig. 4. Cerdá marginal del dactilopodito de *Penaeus stylirostris*, vista de frente, $\times 300$.

hacia afuera (fig. 1). El anillo articular, que descansa en el tegumento del artejo, en el que la cerda está implantada, tiene forma anular con un reborde saliente; este anillo lleva enfrente de la cavidad articular de la cerda, por debajo del talón, una protuberancia quitinosa o apófisis articular del anillo. La parte basal de la cerda vista de frente presenta dos ensanchamientos terminales: el derecho más grueso y con un saliente casi esférico redondeado (fig. 2). En esta parte basal es frecuente observar cómo la luz del tubo, determinado por la cerda, está obturada por una sustancia de una naturaleza que no hemos podido determinar; este carácter no es constante (figs. 1 y 2). Al nivel de esta porción se encuentran tres o cuatro pequeñas espinitas, no dispuestas de un modo pareado (fig. 1). En la parte media, la más larga y desarrollada de la cerda, existen de 25 a 40 pares de espinas, más largas que el diámetro de la cerda. Vista la cerda de frente se ve que las espinas del mismo lado no nacen exactamente a igual nivel, sino que una de ellas está implantada un poco más alta que la otra (figs. 1 y 2).

La parte terminal de la cerda es de longitud variable con respecto a la total de la cerda. En las cerdas de mayor longitud es donde esta parte está menos desarrollada; en ellas puede alcanzar de una cuarta a una tercera parte de la longitud total; en general, sin embargo, es mucho más pequeña. En las cerdas de menor longitud esta parte es proporcionalmente más extensa, en algunas de ellas llega hasta sobrepasar la mitad de la cerda. En esta parte se observan dos series de espinas, una a un lado y otra a otro, dispuestas como las púas de un peine, disposición que puede observarse examinando la cerda de frente. Estas espinas disminuyen de longitud a medida que se aproximan a la extremidad; esta porción terminal se encorva ligeramente hacia la parte ventral de la cerda (figs. 1 y 2). En el extremo del dactilopodito se pueden señalar algunas cerdas de este tipo, de pequeño tamaño, en las que la porción media casi ha desaparecido o desaparece completamente, y entonces la parte articular se continúa con la distal, por lo que las únicas estructuras que adornan la cerda presentan la disposición de espinas pectinadas que existe en la parte distal de las cerdas largas.

b) **Cerdas de *Penaeus setiferus* y *Penaeus stylirostris*.** La gran semejanza que en estas dos especies tienen las cerdas del propodito y el dactilopodito, en su forma y en su distribución, hace que las estudiemos reunidas.

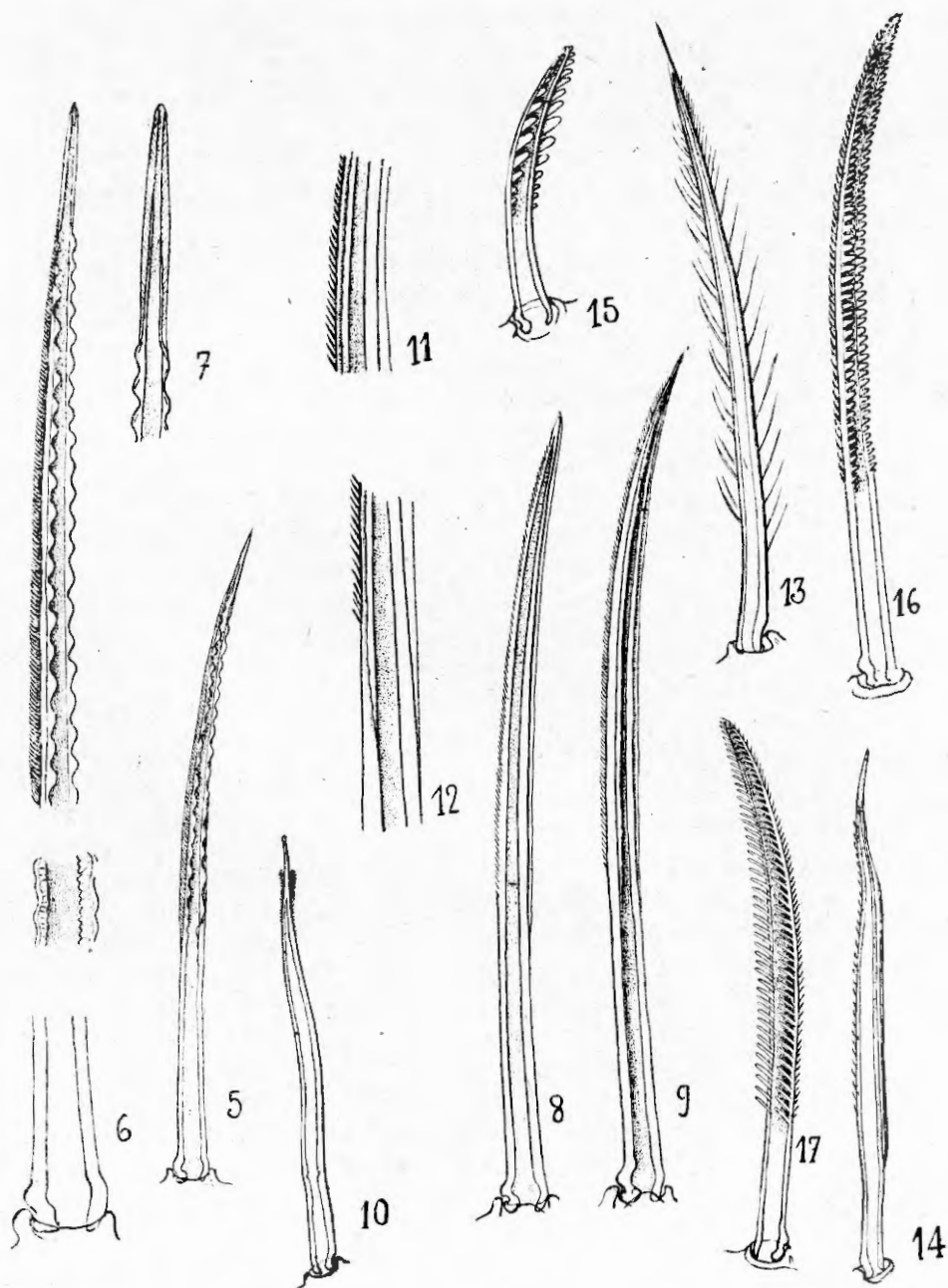
En la parte externa del propodito de ambas especies se encuentran de tres a cuatro series de largas cerdas, la longitud de las cuales aumenta hacia el borde del artejo. Con pequeños aumentos aparecen lisas, pero examinadas con atención se señalan en ellas las siguientes estructuras. A todo lo largo de la línea media que recorre la parte convexa, existe una serie de pequeñas espinitas que aparecen más o menos próximas unas a otras; esta serie de espinitas, que pudiera llamarse dorsal, no se encuentra a lo largo de toda la cerda, sino únicamente en su mitad distal o a veces en una longitud aproximadamente igual a tres quintas partes de la total, pero nunca en sus tres cuartas partes. La parte cóncava o ventral de la cerda presenta una superficie plana o ligeramente cóncava, la cual está marginada por dos tenues membranas, una a cada lado, de borde rectilíneo, o algunas veces, aunque raras, ligera e irregularmente onduladas.

En el dactilopodito de ambas especies este tipo de cerdas aparece en el borde externo; su número es menor que en el propodito, ya que aquí sólo se pueden contar, además de la serie externa, dos más, pero muy espaciadas y con frecuencia incompletas; estas series sólo aparecen de un modo constante en la parte basal del artejo, y después, en la mayoría de los casos, desaparecen sin llegar al ápice; en algunos ejemplares, sin embargo, llegan hasta el final. En estas dos series la desaparición se produce primero en las cerdas de la interna. Su disposición presenta, no obstante la descripción que hacemos, variaciones individuales muy amplias. La que se ha dado responde al caso más frecuente.

En el borde interno del propodito y en el dactilopodito existen este mismo tipo de cerdas, dispuestas en tres o cuatro series en el primero de estos artejos, y de dos a tres en el dactilopodito. Entre ellas surgen otras, muy típicas en ambas especies, y en número suficiente para que se acuse la diferencia con las otras estudiadas del mismo género (figs. 3 y 4).

Las cerdas típicas de estas especies aparecen encorvadas hacia la línea media del maxilípodo, especialmente hacia la porción distal o terminal de la cerda, en la que esta curvatura es más acusada (fig. 3); esta curvatura está más acentuada en las cerdas de unos ejemplares que en las de otros, existiendo muchas variaciones individuales. Entre las dos especies estudiadas, es más evidente el encorvamiento en **Penaeus stylirostris** que en **Penaeus setiferus**.

Fig. 5. Cerda del margen interno del propodito del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 100$.—Fig. 6. Cerda del margen interno del propodito del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 300$.—Fig. 7. Extremo de una cerda del margen interno del propodito del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 100$.—Fig. 10. Cerda del borde externo del dactilopodito y próxima al ápice, del artejo de *Penaeus vannamei*, $\times 100$.—Figs. 11 y 12. Detalle de la parte media de las cerdas marginales del lado interno del propodito de *Penaeus californiensis*, hembra, $\times 400$.—Fig. 13. Cerda del borde externo del propodito del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 200$.—Fig. 14. Cerda del borde externo del propodito del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 200$.—Fig. 15. Cerda corta del órgano setífero del dactilopodito de *Penaeus californiensis*, $\times 300$.—Fig. 16. Cerda larga del órgano setífero del propodito de *Penaeus stylirostris*, $\times 300$.—Fig. 17. Cerda larga del órgano setífero del propodito de *Penaeus californiensis*, macho, $\times 300$.



La parte articular o proximal de la cerda presenta un talón y una cavidad articular, que ofrecen una disposición muy análoga a la descrita en **Penaeus vannamei** (fig. 3). El anillo articular tiene su apófisis correspondiente, que se relaciona con la cavidad articular señalada (fig. 3).

A partir de un poco antes de su mitad distal aparecen dos membranas, una a cada lado, limitando la parte ventral, que se resuelven, por fragmentación, en dos series de laminillas independientes, dispuestas pareadamente, que recuerdan las expansiones de las cerdas pennadas del órgano setífero (figs. 3 y 4).

Cada una de estas expansiones tiene una forma subtriangular, y está fija sobre la cerda por su lado más pequeño; el vértice opuesto aparece más o menos acusado; estas expansiones aparecen pequeñas, crecen rápidamente de tamaño, y después vuelven otra vez a desaparecer hacia el extremo de la cerda (figs. 3 y 4); pasan así a ser finos procesos dentiformes que, poco a poco, se hacen menos acusados y son continuados por la membrana de cada lado que reaparece cerca del ápice de la cerda; éste tiene un aspecto pennado a causa de presentar a un lado y a otro espinitas no perfectamente individualizadas (figs. 3 y 4). La línea dorsal mediana o lado cóncavo de la cerda está provista de una serie de finas espinitas, que la recorren en su mitad distal o en una extensión un poco mayor (fig. 3).

c) **Cerdas de Penaeus californiensis.** En esta especie la forma y distribución de las cerdas, en los dos últimos artejos del tercer maxilípedo, están en relación con el dimorfismo sexual que se acusa en ella. En los individuos de ambos sexos existen cerdas de forma común a ambos, además de algunas otras que son exclusivas al sexo masculino.

En el borde externo del propodito existe en ambos sexos una faja armada de cerdas en la que se cuentan de tres a cuatro series, la longitud de las cuales aumenta a medida que están implantadas más hacia el borde del artejo. Las más internas son de tipo plumoso con dos series de filamentos o bárbulas situadas en el lado ventral o cóncavo de la cerda, y una sola en el dorsal o convexo; esta última se extiende más hacia la base que las dispuestas pareadamente del lado opuesto (fig. 13).

Las cerdas marginales o más cercanas al borde son las más largas, y corresponden al tipo laminar descrito en las dos espe-

cies anteriores (figs. 8, 9 y 14). Las láminas de la parte ventral o cóncava son enteras (figs. 11 y 12) o algunas veces ligeramente onduladas. En el lado convexo o dorsal existe en estas cerdas una serie de espinitas pequeñas, como las descritas en distintos tipos de cerdas de **Penaeus vannamei** y **Penaeus stylirostris** (figs. 8, 9, 11 y 12). En la hembra este tipo de cerdas se encuentra también en el lado interno de este artejo, pero en los machos existe un tipo de cerdas especial que llamaremos masculinas, pues aunque no son exclusivas de este sexo, predominan en él de un modo evidente. En estas cerdas, que son muy características, las dos membranas laterales, en lugar de ser rectas como las que se encuentran en las cerdas del lado externo, son onduladas o regularmente festoneadas, por lo que dan a la cerda un aspecto muy singular y típico (figs. 5 y 6). Su presencia o cuando menos su predominio en el borde interno del artejo o su ausencia o escasez evidente, permiten distinguir rápida y fácilmente los individuos de uno u otro sexo. Las cerdas de este tipo son muy numerosas en los machos; en las hembras faltan completamente en algunos individuos; en otros, sin embargo, se observa por excepción la existencia de algunas de ellas mezcladas con las demás, a lo sumo de tres a seis en todo el artejo. En las cerdas de este tipo que se presentan en las hembras, es frecuente notar que no ofrecen los festones de las láminas con la regularidad que se observa en las cerdas de los machos.

En el dactilopodito de la hembra existen cerdas de tipo liso a uno y otro lado o borde del artejo, aunque son más numerosas y largas las correspondientes al lado interno. En el macho existe este tipo de cerdas, aunque son más cortas; las del lado externo pueden faltar totalmente o quedar en forma extraordinaria reducidas en número y longitud.

Morfología general de las cerdas

De las observaciones efectuadas que se traducen en las descripciones que preceden, se deduce que las cerdas responden a un tipo morfológico general; éste sin embargo es distinto del de las cerdas que forman la parte más constante del órgano setífero del propodito y dactilopodito.

La cerda se puede considerar formada por un largo tubo cilíndrico, quitinoso, de paredes delgadas, encorvado generalmente, y que se adelgaza de un modo gradual hacia su ápice (Figs. 1 a 4).

La cerda no es simétrica con respecto a su eje, sino que presenta simetría bilateral o sea que lo es con respecto a un plano, al que llamaremos sagital, que la divide en dos porciones simétricas derecha e izquierda.

Este plano sagital está determinado por la disposición de la parte articular y el externo de la cerda. En la parte articular se señala la posición del plano por el talón, la cavidad articular de la cerda y el borde opuesto; en el anillo articular, la apófisis que se enfrenta a la cavidad articular de la cerda y el extremo del diámetro que pasa por su base, determinan la posición del plano sagital.

Desde el talón articular hasta el extremo de la cerda, ésta describe generalmente un arco cóncavo hacia afuera que llamaremos lado dorsal; su línea media está determinada por su intersección con el plano sagital. Desde el extremo opuesto al talón en el diámetro de la base que pasa por éste, hasta la punta, se extiende el lado cóncavo o ventral cuya línea media está determinada por su intersección con el plano sagital. La parte de la porción articular, vista desde el lado ventral, aparece aproximadamente simétrica o sub-simétrica (figs. 1 a 4).

La superficie ventral de la cerda, a partir de su mitad hacia el ápice, puede ser ligeramente aplanada e incluso a veces algo cóncava. A un lado y otro de la misma, como si la limitaran, existen dos láminas o membranas quitinosas transparentes, que la recorren en una parte de su longitud, desde el lugar en que aparecen hasta su ápice. La línea media dorsal de la cerda está recorrida, en muchos casos, por una fila o serie de espinitas más o menos larga (figs. 3, 5, 6, 11 y 12); esta formación, aunque es muy frecuente, falta, sin embargo, en las cerdas de algunas especies, como en las plumosas de **Penaeus vannamei** (figs. 1 y 2) y en las cerdas cortas del órgano setífero que se describen más adelante (fig. 15)

Las disposiciones descritas más arriba en las cerdas de **Penaeus setiferus** y en **Penaeus stylirostris**, pueden explicarse por modificación del tipo fundamental.

Las pínulas o porciones laterales dispuestas pareadamente, pueden interpretarse como el resultado de la división de las láminas laterales en segmentos o porciones independientes, dispuestos pareadamente a uno y otro lado. Estas láminas aparecen indivisas, sin embargo, al principio y al final de su recorrido.

Los diferentes aspectos que estas cerdas ofrecen en distintos casos, pueden quizás explicarse por la manera en que se ha efectuado la fragmentación de las láminas originarias; así pueden diferir unas de otras por la diversa anchura o tamaño de las partes destacadas y por su mayor o menor proximidad; a ello se debe que unas veces parecen espinas, otras expansiones, láminas o bárbulas (figs. 3, 4, 16 y 17). Esta supuesta unidad genética puede explicar el que se encuentren distintos tipos de cerdas en la misma especie y aun en el mismo artejo, y el que en un grupo de cerdas de una forma predominante se encuentren algunas de aspectos diferentes.

Esta interpretación, sin embargo, no es aplicable a la constitución de las cerdas del maxilípodo del **Penaeus vannamei**, ya que no es posible explicar, por la forma que se ha indicado, las espinas pareadas que en ellas existen.

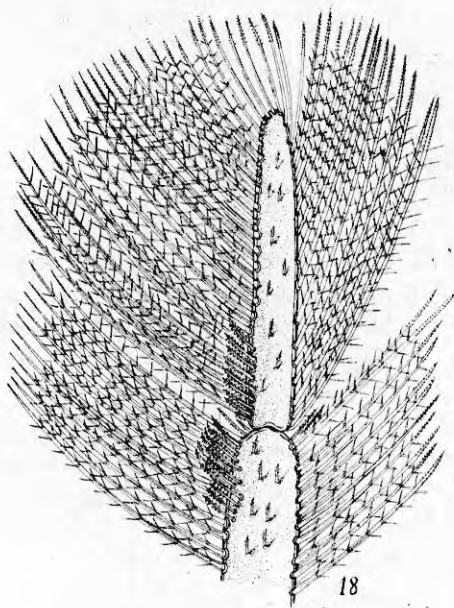


Fig. 18. Dactilopodito del tercer maxilípodo de **Penaeus vannamei**. $\times 50$

Formas del dactilopodito

De las cuatro especies estudiadas de **Penaeus**, el **Penaeus californiensis** tiene la curiosa particularidad de que el dactilopodito del tercer maxilípodo presenta un marcado dimorfismo sexual. Este hecho no es nuevo dentro de los penéidos. Nosotros mismos, en 1939,¹ describimos las diferencias morfológicas que existen en este artejo en el macho y en la hembra de **Aristeus antenatus**.

De las otras tres especies, el **Penaeus vannamei** se distingue de las dos restantes por su dactilopodito más delgado y largo; visto de lado, aparece ligeramente arqueado y adelgazado hacia el extremo. La máxima anchura del artejo está contenida de 5 a 6 veces y media en su longitud total (fig. 18).

En **Penaeus stylirostris** (fig. 19) el dactilopodito es mucho más ancho; su extremo está menos aguzado que en **Penaeus vannamei** y que en **Penaeus setiferus**, al cual se parece mucho por la forma de sus cerdas. La longitud contiene de 3 a 4 veces su anchura. El de **Penaeus setiferus** es semejante pero más alargado, con la mayor anchura hacia su base y gradualmente aguzado hacia su ápice (fig. 20). La máxima anchura está contenida cuando menos cuatro veces en su longitud, y con frecuencia hasta cinco.

En **Penaeus californiensis**, hembra, el aspecto del dactilopodito es subtriangular (fig. 22); por su forma general recuerda mucho a **Penaeus stylirostris**. Su longitud contiene alrededor de cuatro veces su anchura, y está armado de las cerdas que fueron descritas más arriba. El dactilopodito de los machos es de forma muy diferente: es alargado, con su borde interno convexo y el externo recto o ligeramente cóncavo; el ápice es redondeado (fig. 21). Las cerdas en ambos bordes son escasas, pequeñas, y en ocasiones llegan casi a faltar; en algunos ejemplares el órgano setífero está, en los individuos de este sexo, atrofiado o cuando menos muy reducido. El propodito es, en este sexo, ancho, acanalado, con su cara oral con un saliente muy acusado en el ángulo superior interno, ocupado en gran parte por el órgano setífero; este saliente falta completamente en la hembra (figs. 21 y 22).

¹ E. Rioja.—Estudios Carcinológicos II. Caracteres sexuales secundarios de los penéidos; los caracteres sexuales en algunas especies de aristeinae: **Aristeus antenatus** (Risso), **Aristeomorpha foliacea** Risso y **Plexipenaeus edwardsianus** (Johnston). Anales del Instituto de Biología, tomo X, números 3 y 4.

Organo setífero

En el año 1940 describimos, en el tercer maxilípodo de algunos penéidos, un órgano setiforme o setífero que está formado por un grupo de cerdas que se corresponden, y que están implantadas en la parte apical del propodito y en la proximal del dactilopodito.¹

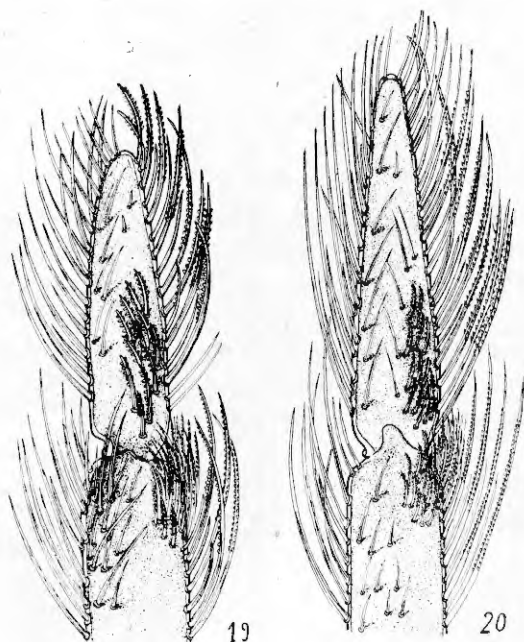


Fig. 19. Dactilopodito del tercer maxilípodo de *Penaeus stylirostris*, $\times 50$.—Fig. 20. Dactilopodito del tercer maxilípodo de *Penaeus setiferus*, $\times 50$

La especie en que este órgano presenta mayor interés, por las variaciones que se observan en los individuos de uno y otro sexo a consecuencia de su dimorfismo sexual, es *Penaeus californiensis*. En los individuos femeninos la parte correspondiente al propodito consta de cerdas de dos clases: unas cortas, pennadas, con pínulas

¹ E. Rioja.—Estudios carcinológicos III. Descripciones de un órgano setiforme en el tercer maxilípodo de algunos penéidos. *Anales del Instituto de Biología*, tomo XI, número 1. 1940.

laterales que ocupan los dos tercios distales de la longitud de la cerda, bastante gruesas (fig. 15); otras mucho más largas, con pínulas muy estrechas y delgadas que parecen espinitas (fig. 17). Estas últimas cerdas presentan, a lo largo de la línea media dorsal correspondiente al lado convexo, una serie de espinitas pequeñas, pero perfectamente visibles, que faltan en las cerdas cortas (fig. 17). En el dactilopodito de la hembra el órgano setífero está formado por dos a tres series oblicuas de cerdas de tipo corto exclusivamente, sin que aparezcan jamás las cerdas largas que en el propodito acompañan a éstas.

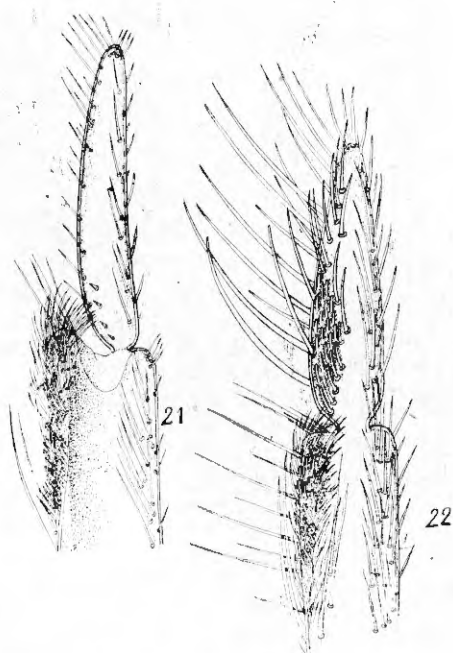


Fig. 21. Dactilopodito del tercer maxilípedo del macho de *Penaeus californiensis*, $\times 50$.

—Fig. 22. Dactilopodito del tercer maxilípedo de la hembra de *Penaeus californiensis*, $\times 50$

En los machos la parte del órgano setífero correspondiente al propodito está muy desarrollada y nutrida; las cerdas cortas son más robustas que en el otro sexo y más numerosas, especialmente en la parte proximal del órgano (fig. 21).

Hacia la parte marginal y distal se encuentran numerosas cerdas de tipo largo, que forman un haz muy denso y encorvado hacia el eje del artejo (fig. 21). Entre estas cerdas largas y las cortas existe una transición gradual en la longitud y en la mayor o menor anchura de las pínulas, pero sin que jamás se puedan confundir unas con otras, a causa de que en las cerdas cortas no existe la serie de espinitas de la línea media del lado convexo o dorsal, que es constante en las cerdas de tipo largo (figs. 15 y 17). En el dactilopodito el órgano setífero ha desaparecido sensiblemente, aunque quizás sean vestigios de él una fila sencilla o doble de cerdas pequeñas, lisas, de punta aguzada, que están cerca de la base del artejo y paralelas al borde interno del mismo, en número de 10 a 12 cuando más y de 4 a 5 cuando su número es menor (fig. 21).

En **Penaeus vannamei** el órgano setífero se encuentra muy simplificado (fig. 18); en el propodito se observa un grupo pequeño de cerdas, del tipo corto como las descritas en la especie anterior, aunque varíen algo de tamaño; las más largas están hacia la parte externa y marginal del órgano. En el dactilopodito este órgano se encuentra reducido a una sola fila de cerdas, en la que se cuentan de 8 a 15. En las cerdas del propodito falta constantemente la serie dorsal de espinitas.

En **Penaeus setiferus** y en **Penaeus stylirostris** el órgano setífero ofrece una disposición muy análoga; la única diferencia que hemos podido señalar, es su mayor desarrollo en **Penaeus stylirostris** y que en esta última especie las cerdas forman un grupo más denso.

En el propodito se encuentran los dos tipos de cerdas, largas y cortas; las cortas a lo largo de todo el órgano, en tanto que las largas sólo existen en la parte distal y marginal de él. Estas cerdas son muy semejantes a las descritas en el macho de **Penaeus californiensis**, pero se diferencian de ellas en que son más encorvadas y más anchas, especialmente cerca de un extremo, y las pínulas laterales son más anchas y están más próximas unas a otras, por lo que tienen mayor semejanza con las cerdas de tipo corto, que en aquella especie (fig. 16); son también algo más cortas y se presentan en un grupo menos numeroso.

En el dactilopodito de estas dos especies este órgano está representado por tres filas más o menos regulares que describen, cada una de ellas, un trayecto ligeramente encorvado, con una curvatura más o menos acusada (figs. 19 y 20).