

MORFOLOGIA DE LOS SIFONOFOROS:
FUNCIONAL Y ABSTRACTA

ANGELES ALVARIÑO

RESUMEN

Se estudian las formas que adoptan estos organismos, incluyendo además el grupo de Chondróforos. La estructura y forma de las varias partes que integran el cuerpo de estos animales se describen y discuten en cuanto a forma y función. Este análisis comparativo abarca las especies en los grupos taxonómicos mencionados, que habitan distintos estratos oceánicos, desde la misma superficie de las aguas hasta los grandes fondos marinos. Así se detallan especies del neuston, epiplankton (200-0 m de profundidad), mesoplankton (1000-200 m), batiplancton (a más de 1000 m de profundidad), y las especies bentónicas o constituyentes del hipoplankton.

Las formas y estructuras distintas que presentan las especies de Chondróforos y Sifonóforos llegan a ser de varios centenares. Para exponer esta diversificación, se ha efectuado una selección de especies, considerando los diversos habitats, y especies representativas de las divisiones taxonómicas dentro de estos grupos para observar también los procesos evolutivos.

ABSTRACT

The structures and shapes of the various parts of the body of Chondrophorae and Siphonophorae are described and their relationship of form and function discussed. This comparative analysis includes species of the above mentioned groups inhabiting various oceanic strata, extending from the surface film of the ocean to great depths. That is species belonging to the neuston (surface waters), epiplankton (200-0 m deep), mesoplankton (1000-200 m deep), bathyplankton (more than 100 m deep), and benthic or hypoplanktonic species. The diversity of forms and structures presented by species of Chondrophorae and Siphonophorae are several hundreds. However, only few species are considered here to demonstrate these variations and to observe the trends in evolution. The selected species

correspond to the various mentioned habitats and are also representatives of taxonomic divisions within those groups.

La diversidad morfológica de los organismos vivos está principalmente regida por exigencias funcionales. Sin embargo, las formas que presentan los Sifonóforos y Chondróforos, abarcan desde la estructura y características morfológicas estrictamente acopladas para la función hasta formas exquisitas que pudieran considerarse arbitrarias, aunque de suma realización artística. Estas son representaciones de un abstracto tan puro, que hacen pensar en el calibre artístico supremo de la naturaleza, produciendo tal grado de perfección artística de un expresionismo abstracto. En estos casos la forma estará diseñada estrictamente para una función dinámica.

Los Sifonóforos están constituidos en líneas generales por varias partes: pneumatóforos, o boyas flotadoras; nectóforos y gonóforos (campanas o cálices), y bracteas. Estas partes son de mesoglea, sustancia de consistencia gelatinosa, transparente e incolora como el cristal. Además se incluyen los gastroides, sifones, tentáculos, dactilozoides, etc., órganos de consistencia blanda que presentan varias tonalidades de color, abarcando del rosa al coral y rojo hasta púrpura, o blanquecinos y, amarillentos.

La diversidad de formas y contornos que presentan las campanas y bracteas de los Sifonóforos, determinará la característica de los movimientos que realizan al desplazarse en el agua produciendo así una turbulencia peculiar estrictamente específica, es decir, característica para cada especie. Este punto me hace pensar, si el remolino o vibraciones que cada especie origina al desplazarse en el agua, constituye un índice o marca para cada especie, lo cual sería un posible método para reconocerse entre sí, coadyuvando de esta forma a que la fertilización sea así asegurada y más factible. Los Sifonóforos incluyen especies que habitan todos los ambientes oceánicos, desde la misma superficie oceánica, navegando sobre las aguas, hasta especies que se desplazan mediante tentáculos sobre los fondos marinos, y el máximo porcentaje de especies habitan el amplio espacio pelágico, que comprende las regiones del epiplancton, mesoplancton y batiplancton.

Considero que a veces incurrimos en una definición arbitraria al hablar de los Sifonóforos, considerándolos como una colonia, aunque en realidad tal agregado viene a constituir un individuo, en el cual, las distintas partes que lo integran están dedicadas a una función distinta, tal como ocurre con otros animales.

Se ha explicado que los colores del mundo vivo se basan en procesos químicos enmascarados o modificados por las exigencias de la vida, la necesidad de capturar alimentos o para encontrar pareja, pasar desapercibidos y huir eficazmente, evitando así caer presa de otros animales. Similarmente pudiera decirse de las formas que adoptan algunos animales. Las formas variadas que aparecen en los Sifonóforos son de tal multiplicidad que sobrepasan la limitación y restricción biológica de tipo conservativo que gobierna al resto del mundo animado. ¿Qué posible significado tienen estas formas extravagantes en la lucha por la existencia? Los colores y dibujos que presentan los animales permiten que se reconozcan entre sí los de la misma especie, o lograr no ser reconocidos o percibidos por otros animales. Sin embargo,

en animales que carecen de oído, vista, olfato, las sensaciones táctiles serán las que faciliten la mutua identificación. Este reconocimiento estará basado en los movimientos, ondulaciones y turbulencias de tamaño micrométrico que esos organismos producen en el agua. Las pequeñísimas pulsaciones que producen estos animales en sus desplazamientos y natación son bien registrados, ya que los movimientos que tienen lugar en el agua producen cambios más peculiares, apreciables y característicos en el aire.

Los nectóforos y bracteas que cobijan las otras partes del animal, son incoloros, transparentes o de un pálido azul-verdoso, color de mar, mientras que los gonóforos son rosados o rojizos, y los tentáculos amarillentos. Así consiguen avanzar sin ser vistos por la víctima y lanzar sus dardos venenosos y urticantes atacando a la presa hasta inmovilizarla para devorarla. En esta disposición del color tenemos un artificio de protección para la supervivencia del animal. Si alguna de estas partes cae víctima de un predator, serán las visibles, es decir, las coloreadas, órganos que no son primordialmente vitales, ya que posee varios y pueden ser regenerados. Así, las campanas propulsoras, los nectóforos que sirven para la natación y son soporte y protección de sifones, gónadas, gastrozoides, tentáculos, tentillas, etc., y las bracteas que también ofrecen protección a varios órganos de estos animales, son invisibles. Estos son factores de suma importancia. Se puede capitalizar que en los Sifonóforos, la forma es específica, pero el color no lo es.

Los ejemplos representativos de las formas que adoptan los Sifonóforos llegarían a varios centenares, no solamente hay que considerar una forma para cada especie, sino que una de las partes que constituyen el individuo presenta una forma distinta y particular para la especie. Así tenemos que en general, la forma libre paragástrica presenta en las familias de Diphyidae y Abylidae (que incluyen el mayor número de especies) dos nectóforos distintos, y la forma reproductora libre (eudoxia) presenta bracteas y gonóforos distintos para cada especie y éstos son diferentes para las gónadas masculinas y femeninas.

Por lo tanto, he seleccionado un número determinado de especies representativas para conseguir una presentación relativamente aceptable y discutir este interesante problema.

Las especies seleccionadas son:

- 1) Zona del pleuston y neuston. Los Chondrophorae, *Valella* sp. y *Porpita pacifica*, y el Cystonectae, *Epibulia ritteriana*.
- 2) Zona del bentos o hipoplancton: *Dromalia alexandri* (familia Rhodaliidae)
- 3) Zona pelágica (epi, meso y batipelágica) incluye las siguientes especies:
 - a) Physonectae: *Nectalia loligo*, *Agalma okeni*
 - b) Hippopodiidae: *Vogtia spinosa*
 - c) Diphyidae: *Chelophyes contorta*, *Diphyes bojani*
 - d) Abylinae: *Abyla schmidtii*, *Abylopsis eschscholtzi*.

No incluyo en esta presentación a *Physalia physalis*, organismo conocido de todos, al que hacen referencia en muchos libros y que aparece en el neuston de todos los océanos. Sin embargo, me detengo con mayor atención en especies muy abundantes en el mar, pero que probablemente son desconocidas para los no espe-

cialistas, ya que nunca o pocas veces son mencionadas en libros y publicaciones generales.

Los Sifonóforos se encuentran en la cúspide del sistema trófico oceánico, son activos predadores en otros animales, alimentándose vorazmente de alevines, larvas de peces y otros animales. De ahí la importancia en acrecentar los estudios sobre la distribución y abundancia de estos activos predadores, que extienden su distribución desde la superficie de las aguas hasta los fondos marinos.

VELELLA sp. es un organismo de color de océano, como suave cristal azulado, en forma de balandro en miniatura, que mide hasta 100x50mm, con una cresta o vela triangular (vela latina) colocada en diagonal, puntiaguda en los individuos jóvenes y redondeada o achatada en los ejemplares grandes. La vela sirve para navegar al viento y desplazar al animal sobre la superficie del mar, como si se tratase de un buque a vela. Debajo del casco, con quilla casi plana, cuelgan los tentáculos que se estiran y encogen, sirviendo de orza y ayuda a la navegación de esta creación marinera de la naturaleza, aprovechando así el viento o la brisa a su mayor conveniencia. Los tentáculos funcionan además como palangres o líneas, dispuestos a la pesca y captura del alimento, que está constituido principalmente por peces, larvas de peces y otros animales marinos y sus huevos (Bieri, 1961). Fig. 1.

PORPITA PACIFICA tiene forma de disco que llega a alcanzar hasta unos 50 mm de diámetro, resultando ser como balsas flotantes de hermoso color rosado, amarillo hasta marfileño, con los bordes de varios tonos de azul hasta llegar al violeta. Estas balsas discoidales son llevadas por las corrientes y el viento. En la parte inferior del disco lleva los tentáculos, dedicados a la pesca, los gastrozoides, gonóforos, sífonos, etc. Fig. 2.

Porpita y *Veleva* están equipadas para la navegación que realizan. Su morfología es funcional, en cuanto a desplazamiento y para procurarse el alimento que encuentran en abundancia a varios centímetros por debajo de la línea que separa atmósfera y océano.

EPIBULIA RITTERIANA consta de dos partes, el pneumatóforo o flotador, grande, ovalado de color coral, con un poro apical y esfínter rodeado de una corona circular de color púrpura, y el sífosoma (zona proliferadora en la base del flotador) que lleva los palpos, sífonos, gastrozoides, gonodendra y tentáculos. Las partes del sífosoma son de variadas tonalidades, que van del rojo al rosado y amarillento. Estos animales flotan en la superficie de las aguas y se sumergen gracias a la acción de pneumatóforo, nadando mediante la contracción coordinada de los palpos. También púrpura son los extremos de los gastrozoides y sífonos. Los racimos de gonodendra son de tonalidades rosa y coral. *E. ritteriana* adopta una posición vertical en el agua y se desplaza suavemente flotando en la superficie del océano (Alvarino 1972) encogiéndose y extendiendo sus tentáculos hacia aguas más profundas, actuando así como palangres con los que captura pececillos y otros animalitos. Ejemplares obtenidos en una pesca de plancton desde 25-0 m, tenían los tentáculos y tentillas amarillentos, y el pneumatóforo lleno de gas, probablemente CO (Pickwell, 1966, 1967). He observado en los gastrozoides unas estructuras como fotoforos, posiblemente procedentes de los Mytophidos que habían estado devo-

rando. Se alimentan vorazmente de animales del epiplancton, principalmente clupeidos, engraulidos y otras larvas de peces. Fig. 3.

DROMALIA ALEXANDRI es un Sifonóforo epibentónico. Así que, como hemos indicado, *E. ritteriana* habita los estratos más superficiales de la región del epiplancton (neuston), *D. alexandri* se encuentra en la zona del hipoplancton. Estos Sifonóforos pertenecen a dos categorías ecológicas muy distintas, uno es flotante y el otro epibentónico. Se trata aquí de dos especies cuya existencia y conocimiento están basados en poquitos ejemplares, conseguidos en un siglo de investigaciones planctónicas. Las colecciones de plancton con redes para neuston y redes epibentónicas son muy escasas, resultando así que éstas y muchas otras especies que se consideran raras y a veces aun negada su existencia, han de tener una distribución eceánica más amplia que la que se conoce por los datos de su distribución obtenidos hasta la fecha.

Dromalia alexandri tiene un pneumatóforo duro, nectosoma y sífosoma en forma de bulbo de consistencia cartilaginosa. En conjunto, el animal es de varias tonalidades que van del rosa hasta el rojo. El pneumatóforo es grande, rojo, achatado pero con doce crestas radiales, que llevan de 1 a 4 denticulos o serraciones. Entre el pneumatóforo y el nectosoma está el auróforo que se abre al exterior, y mediante el estigma y esfínter regula el gas CO en el pneumatóforo. El nectosoma lleva unos nectosomas como globos que rodean al pneumatóforo en corona, y mediante las pulsaciones de estas carpanas el animal se desplaza. El sífosoma, gran globo oval, incluye los sífonos, gastrozoides y gonodendra, tentáculos y tentilla. Estos animales fueron descritos por Bigelow en 1911, y observados por buceadores en descensos efectuados frente a San Diego, (California) a profundidad entre 99 y 180 m., quienes lograron algunos ejemplares para mis estudios. Estos Sifonóforos presentaban brillantes colores, en una gama que pasaba del rosa al rojo-coral, y se desplazaban sobre el fondo mediante los tentáculos, manteniéndose a flote a la distancia deseada del fondo con ayuda del pneumatóforo, nadando suavemente con la propulsión de los nectosomas, ascendiendo y descendiendo gracias a la acción del pneumatóforo y auróforo. Su desplazamiento sobre el fondo lo efectúan con la ayuda de los tentáculos, que actúan como amarras o vientos de una tienda de campaña, fijando con firmeza su posición y manteniéndose así en la zona del hipoplancton. Los ejemplares obtenidos oscilan entre 30 mm x 18 mm hasta 60 mm x 40 mm. Fig. 4.

AGALMA OKENI y *NECTALIA LOLIGO* están constituidos por un pneumatóforo (boya o flotador), el nectosoma con los nectosomas que presentan una forma particular para cada especie. El número de nectosomas es muy reducido en *Nectalia*, mientras que las especies de *Agalma* llevan muchos, dispuestos en filas apretadas y alternadas. El sífosoma se extiende inmediatamente debajo del último nectosoma, y lleva las bracteas, sífonos, gastrozoides, gonodendra o aparato reproductor, palpos y tentáculos. Las bracteas son largas en *Nectalia*, y gruesas en *Agalma*, de forma triangular algo palmeada con el borde externo contorneado por 4 facetas cóncavas separadas por tres aristas. Las bracteas superiores de *Nectalia* son más grandes que las que aparecen debajo. Figs. 5 y 6. Estos Physonectae na-

dan velozmente con las enérgicas pulsaciones de los nectóforos, atravesando las zonas de la región pelágica oceánica, y pescando activamente con sus tentáculos y dardos hurticantes.

Los Sifonóforos Calicóforos se desplazan asimismo mediante la propulsión producida por la contracción de las campanas o nectóforos. Esta propulsión es activa y su desplazamiento abarca cualquier dirección en el océano, y maniobran cambiando de profundidad fácilmente aunque carecen de pneumatóforo.

VOGTIA SPINOSA consiste en una serie de campanas incoloras, transparentes o de un suave azul-verdoso, enlazadas unas en otras formando como un montón de platos o vasijas de vidrio artísticamente contorneadas en formas originales y caprichosas, acompañadas además de los gastrozoides y gonozoides, masculinos y femeninos, que aparecen juntos en cada "colonia". Estos órganos son de color amarillento hasta rojizo. Todas las especies que integran la familia Hippopodiidae presentan una estructura general similar, pero los nectóforos adoptan una diversidad de formas extravagantes para cada especie. Como ejemplos de este género se presentan *V. spinosa* y *V. kurnae*, Figs. 7-A, 7-B, Fig. 8 (Alvariño, 1967).

Los Diphyidae presentan dos campanas o nectóforos articulados de forma que hay uno superior y otro inferior. En el hidroecio de la campana anterior se cobija el sífoma, filamento con los gastrozoides, sífones, gonóforos y dactilozoides esta es la fase paragástrica que llevan los gonóforos, que al madurar y quedar libres constituyen la fase eudoxia, que consta de una bractea y los gonóforos con las gónodas. Los sexos están separados.

'*CHELOPHYES CONTORTA* es una especie morfológicamente muy parecida a su pariente próximo *Cb. appendiculata*, de la que se diferencia en varios caracteres, particularmente el somatocisto, que partiendo del hidroecium tuerce bruscamente hacia la derecha, de modo que su extremo aparece al lado derecho de la región del nectosaco. La cara ventral es asimétrica, está también torcida, correspondiendo con la torsión del somatocisto. Así el lado izquierdo es más ancho que el derecho. Es indudable que ambas especies se diferenciarán no solamente en su morfología sino también en su desplazamiento en el mar. Fig. 9.

DIPHYES BOJANI presenta la forma general de los diphyidos. El nectóforo anterior con el ápice en punta, la base truncada y con cinco aristas. El nectosaco llega casi hasta el ápice. El hidroecio es puntiagudo en la parte superior. El somatocisto es fusiforme. El nectóforo posterior es parecido a los demás de esta familia, con dos alas laterales que cubren la región del hidroecio. Fig. 10. En la fase libre eudoxia, la bractea es como un escudo dispuesto en un plano paralelo al eje longitudinal de la gran campana propulsora que es asexual. El gonóforo es pequeño y se aloja debajo de la bractea y en la cavidad formada por las alas ventrales de la campana natatoria. Fig. 11.

ABYLA SCHMIDTI presenta el nectóforo anterior poligonal, prismático, con facetas cuadradas, rectangulares y pentagonales. Este nectóforo es más pequeño que el nectóforo posterior, una característica general de los Abylinae. El nectóforo posterior es pentagonal, largo, comprimido lateralmente, aristas prolongadas en láminas o alas de bordes festonados, aserrados y con formaciones a modo de peine-

tas. Las bracteas son prismáticas como los nectóforos superiores, y los gonóforos grandes y robustos. Figs. 12-A, 12-B.

ABYLOPSIS ESCHSCHOLTZI aparece con el nectóforo anterior hexaédrico, albergando nectosaco y somatocisto, y de la estructura hexaédrica parte una prolongación con el hidroecio, que aloja la cúspide del nectóforo posterior. Figs. 13, 14-A, 14-B.

Los ejemplos que he seleccionado para servir de muestra en esta presentación, nos dan una idea de la diversidad morfológica adoptada por estos animales. Según he indicado, en muchos casos la única explicación en el desarrollo de ciertas formas sería su adaptación a una función dinámica muy especializada, desplazándose así en el océano de una manera peculiar, la cual resulta ser particular y característica para cada especie. Con esta exposición, trato de indicar, por una parte la íntima relación que existe entre la morfología de estos animales y la función y hábitat primordiales en su existencia, y además sugerir y estimular ideas encaminadas a trazar planes de investigación para desarrollar el estudio de estas formas dinámicas y sus movimientos y desplazamientos en el mar.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARIÑO, A. 1967. A new Siphonophore *Vogtia kurnae* n. sp. Pacific Science, 21(2): 236-240. & Contributions Cripps Institution of Oceanography, 37(2109): 186-190.
- 1971 Siphonophores of the Pacific with a review of the world distribution. Bull. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 16: 1-152.
- 1972 A second record of a rare Siphonophore *Epibulla ritteriana* Haeckel 1888. Fishery Bull. 70(2): 507-509.
- BIGELOW, H.B. 1911 The Siphonophore. Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard College, n. 38(2): 173-401.
- PICKWELL, G.V. 1966 Physiological of Siphonophores from deep scattering layers. Size of gas filled floats and rate of gas production. Res. and Development Report, U.S. Navy Electronics Laboratory, San Diego, California, 1369:1-50.
- 1967 Gas and bubble production by Siphonophores. Marine Environmental Division, Naval Undersea Warfare Center, 8:1-98.
- SEARS, M. 1953 Notes on Siphonophores. 2. A revision of the Abylinae. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, 109(1): 1-119.

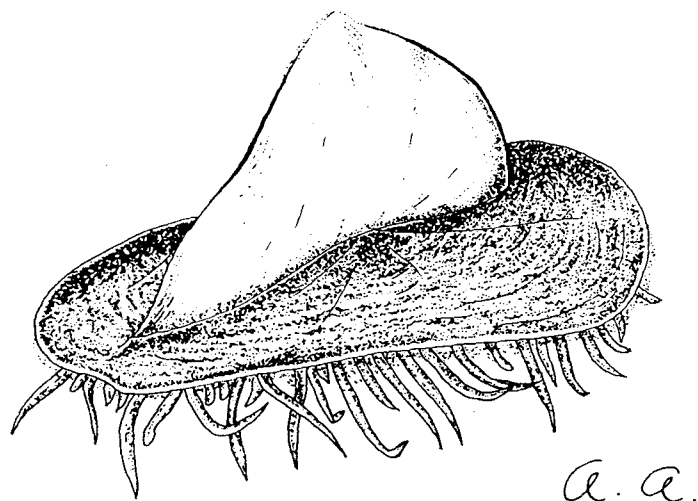


Figura 1. *Veella veella* Linné 1758.

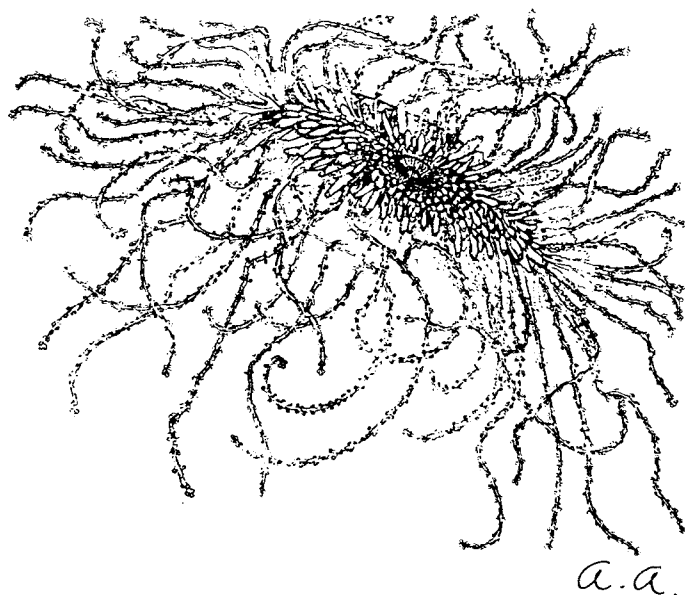


Figura 2. *Porpita pacifica* Lesson 1826.

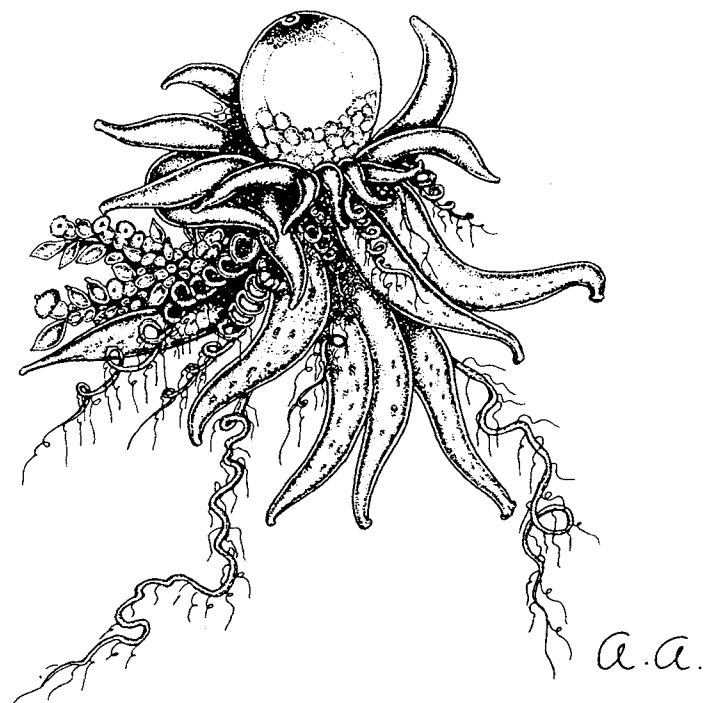


Figura 3. *Epibulia ritteriana* Haeckel 1888.

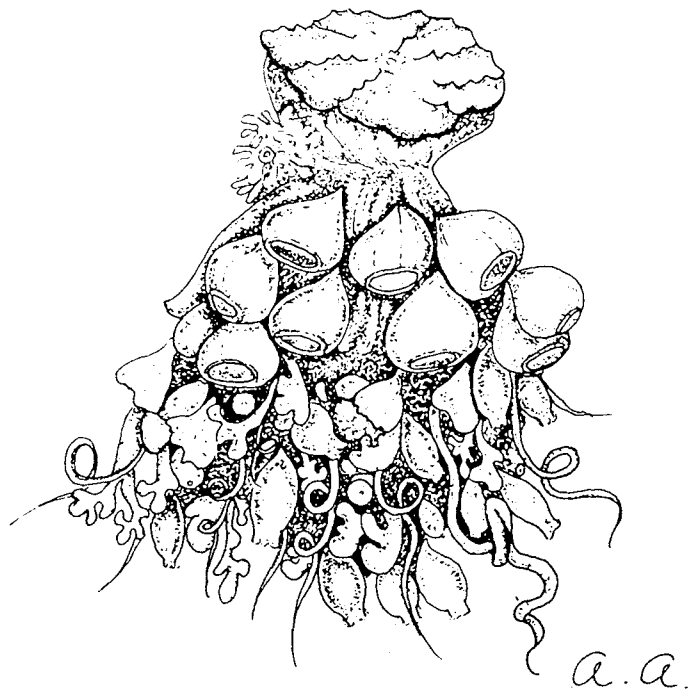


Figura 4. *Dromalia alexandri* Bigelow 1911.

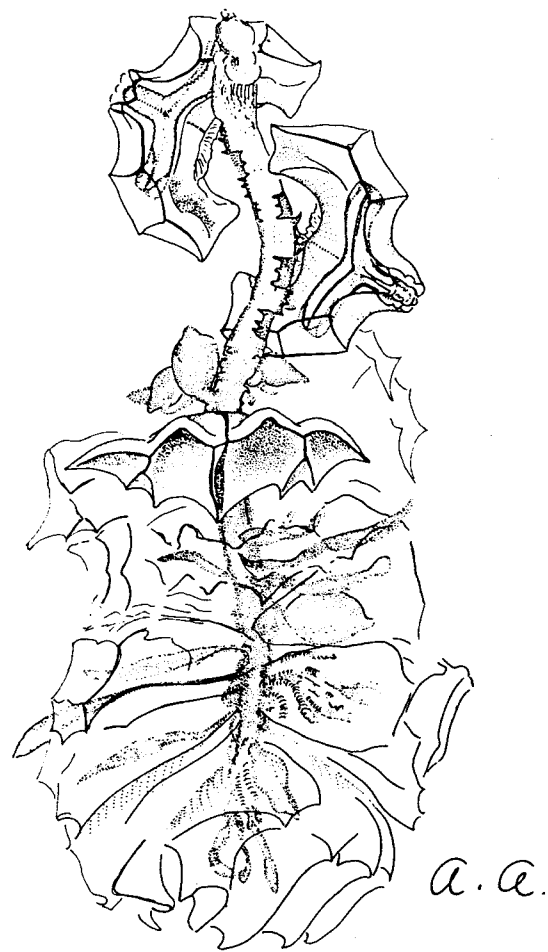


Figura 5. *Agalma okeni* Eschscholtz 1825.

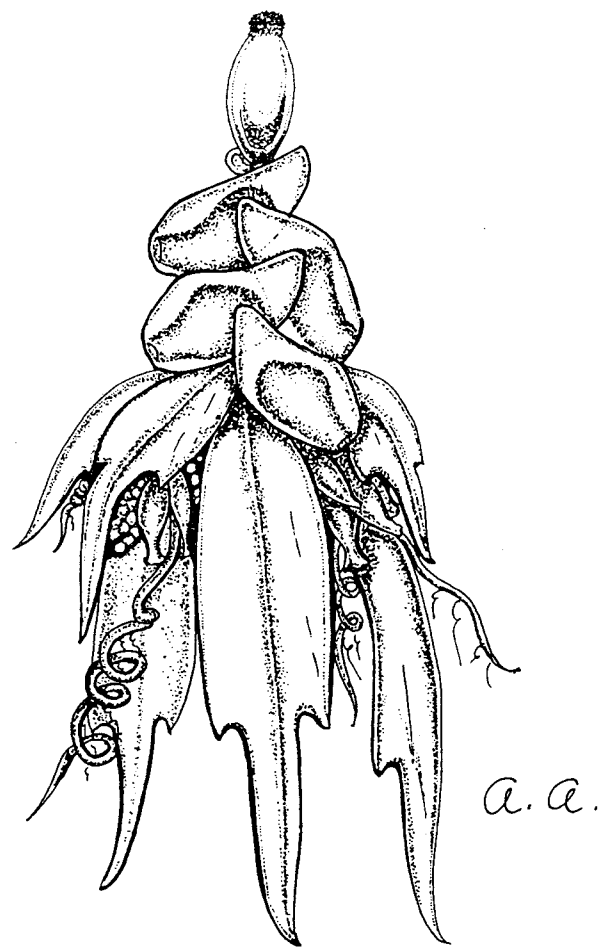


Figura 6. *Nectalia loligo* Haeckel 1888.



Figura 7 A. *Vogtia spinosa* Keferstein y Ehlers 1861.
Ejemplar completo.

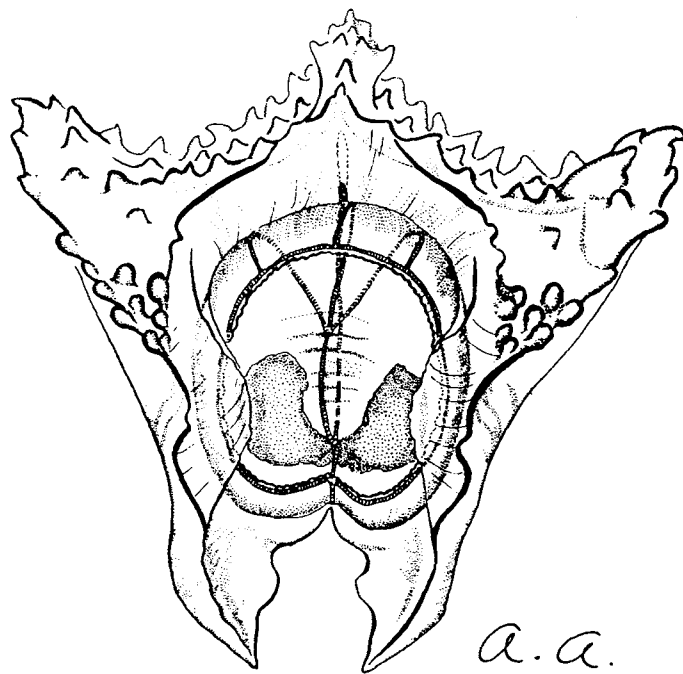


Figura 7 B. *Vogtia spinosa*.
Nectoforo.

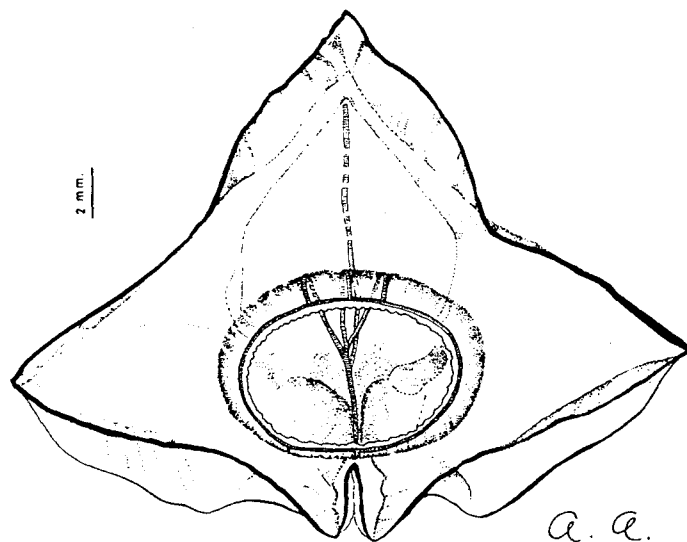


Figura 8. *Vogtia kuruae* Alvariño 1967.
Nectoforo.

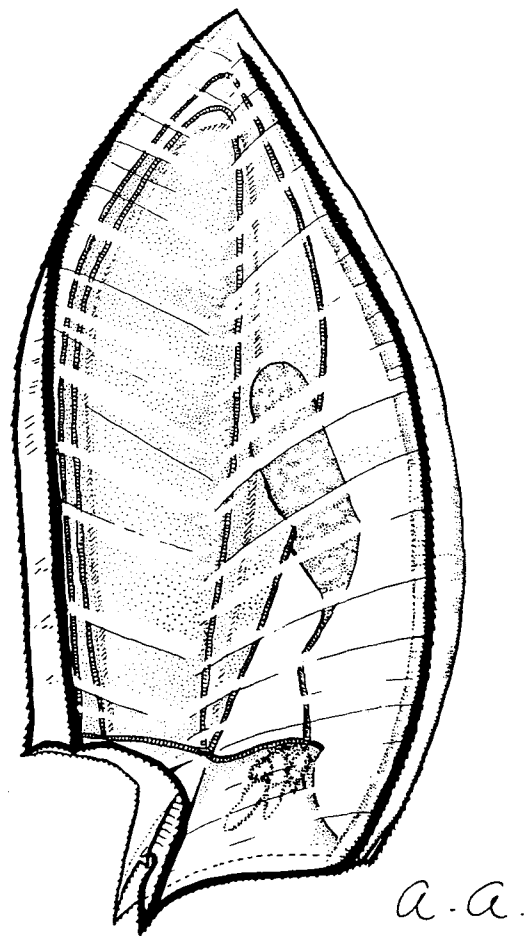


Figura 9. *Chelophyes contorta* (Lens y Riemsdijk) 1908.

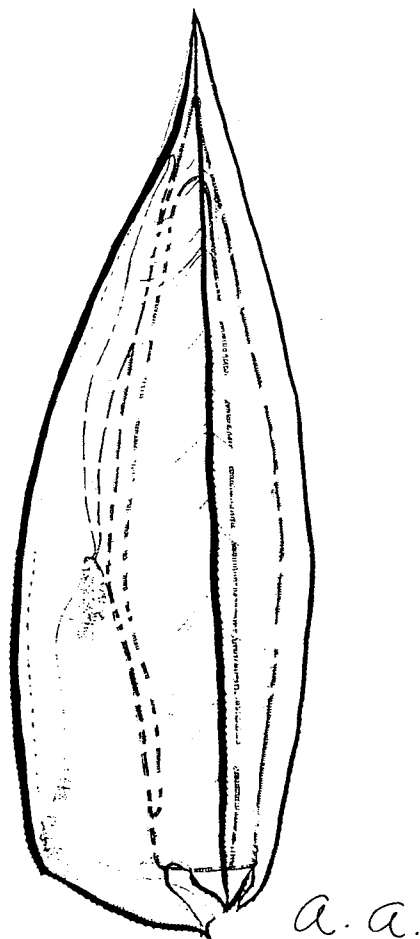


Figura 10. *Diphyes bojani* (Eschscholtz) 1829.
Nectoforo superior.



Figura 11. *Diphyes bojani*.
Eudoxia (bráctea, campana natatoria y gonoforo).

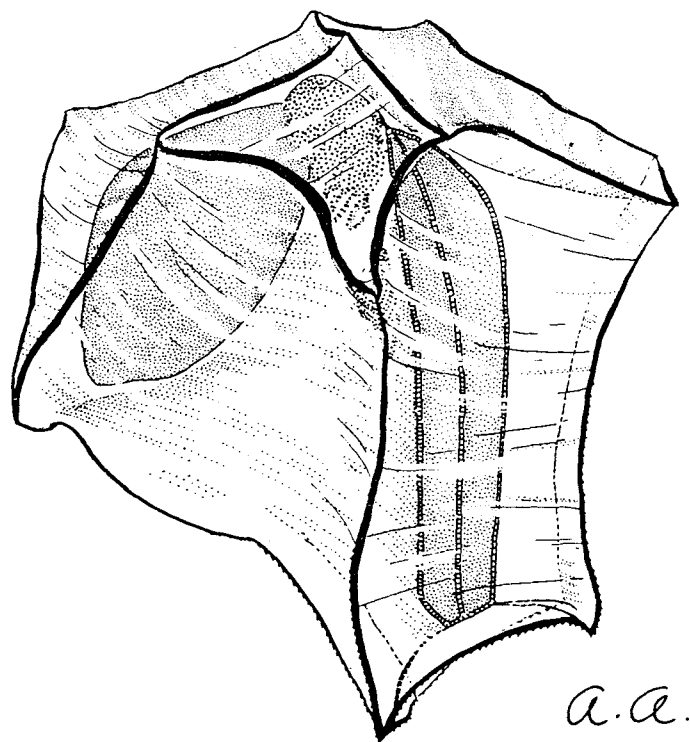


Figura 12 A. *Abyla schmidtii* Sears 1953.

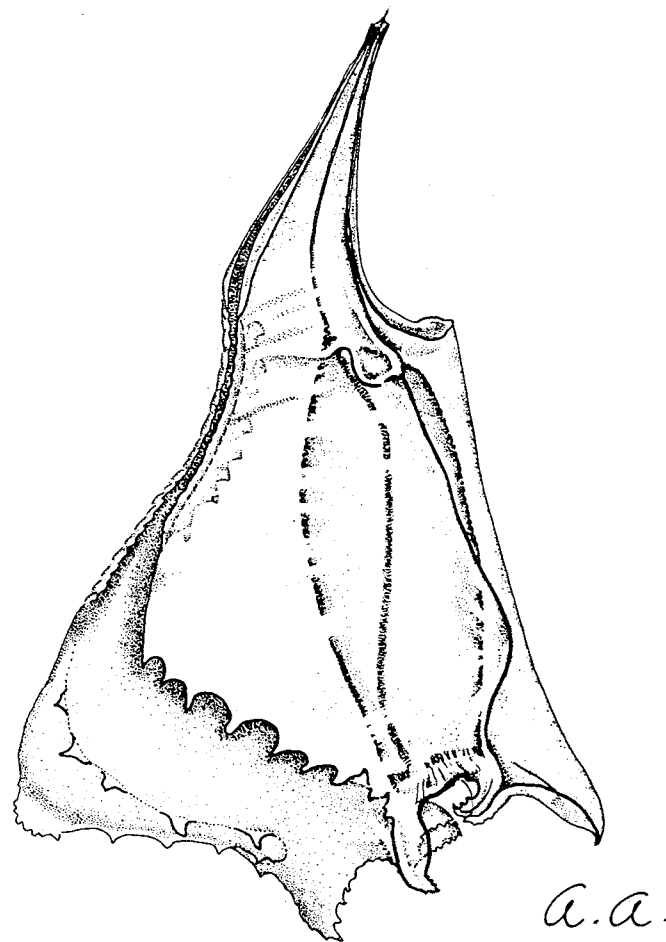


Figura 12 B. *Abyla schmidtii*.
Nectoforo inferior.

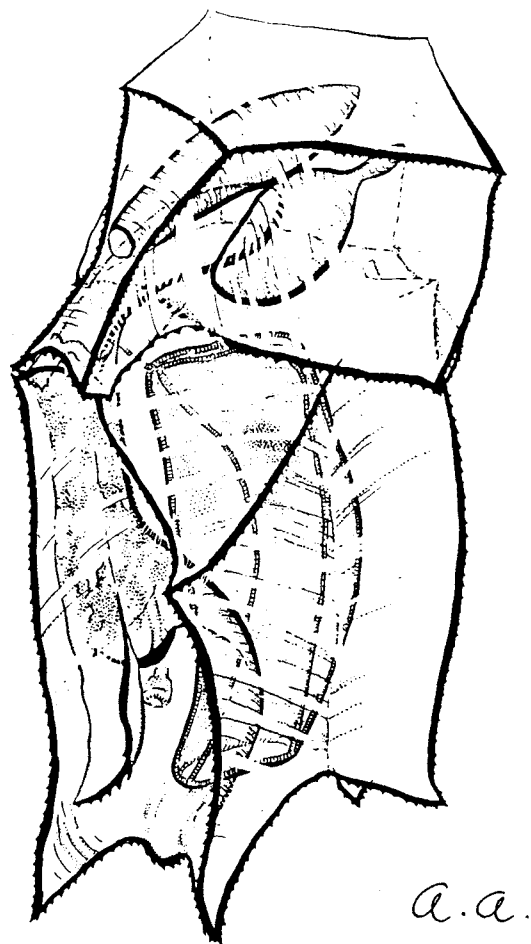


Figura 13. *Abylopsis eschscholtzi* Huxley 1859.
Fase paragástrica (nectoforos superior e inferior).

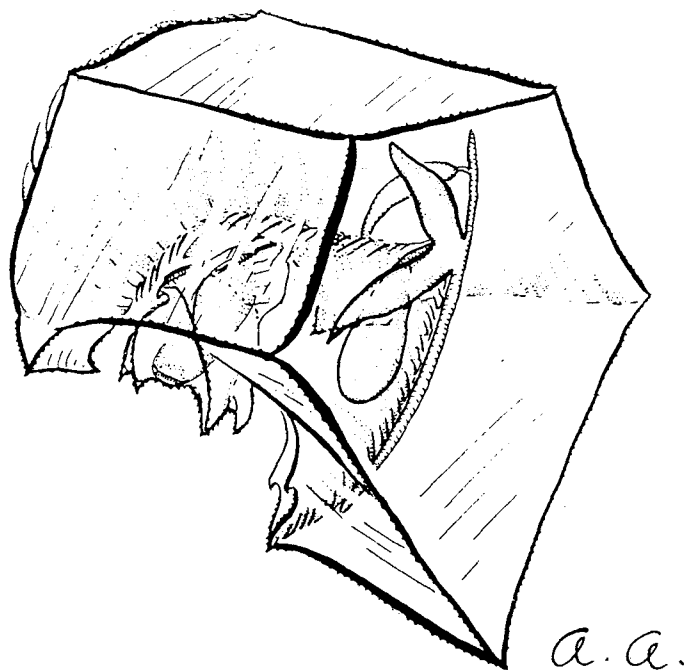


Figura 14 A. *Abylopsis eschscholtzi*.
Eudoxia (bráctea y gonoforo).

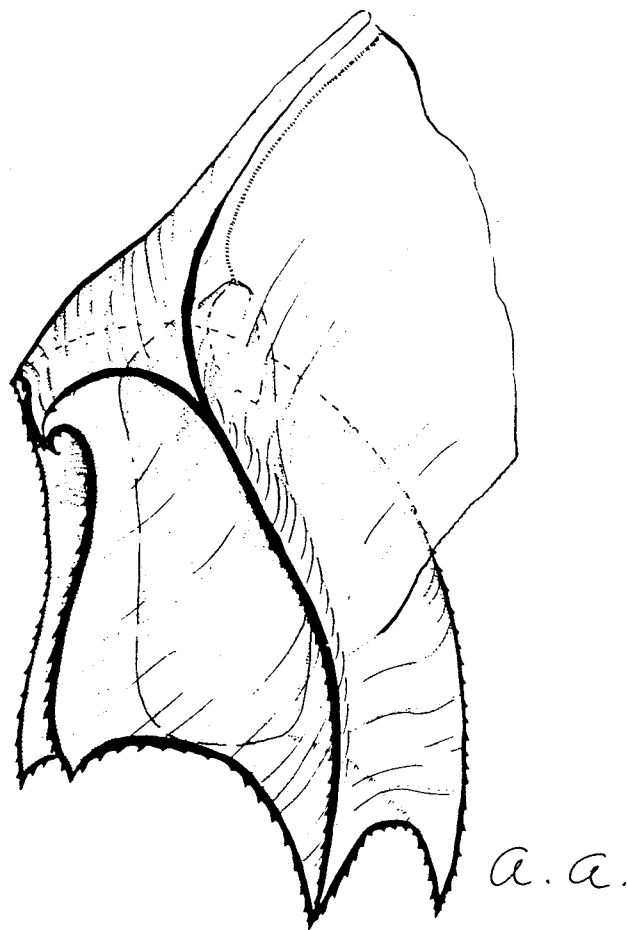


Figura 14 B. *Abylopsis eschscholtzi*.
Gonoforo joven.