

LOS PEDICELARIOS GLOBIFEROS Y EL DESARROLLO
DE *ABATUS AGASSIZI* (PFEFFER)

(Echinodermata, Hemiasteridae)

P O R

ALBERTO LARRAIN PRAT (*)

R E S U M E N

Se describen por primera vez los pedicelarios globíferos de *Abatus agassizi* (Pfeffer). Se describen las etapas del desarrollo de este equinoídeo, en el cual falta la fase de equinopluteus, que se lleva a cabo en los marsupios incubatrices de las hembras.

A B S T R A C T

The globiferous pedicellariae of *Abatus agassizi* (Pfeffer) are described for the first time. The development of this species has no echinopluteus stage, and is accomplished in the marsupia of the females. Its different stages are described.

I N T R O D U C C I O N

Abatus agassizi (Pfeffer) es un equinoídeo irregular de distribución circumpolar antártica (Pawson 1969). Es una especie de pronunciado dimorfismo sexual, con las hembras de mayor tamaño que los machos. Estas tienen además, marsupios incubatrices bien desarrollados en los radios pares.

(*) Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile.

La identificación de la especie (Bernasconi 1953) es segura debido a algunos caracteres relevantes, como la ausencia de fasciola subanal, la fasciola peripetal ancha, y la ausencia de escotadura en el radio impar. Un buen caracter de identificación es, también, la ausencia de pies ambulacrales bajo el periprocto.

W. Thompson, en la primera parte del relato del viaje de Challenger (1885) hace la descripción parcial del desarrollo de un erizo irregular, determinado como *Hemiaster cavernosus* por A. Agassiz. Se trata muy probablemente de *A. agassizi*, incluido en ese entonces con *Abatus cavernosus* en una misma especie. En el presente trabajo se describen los principales caracteres del desarrollo de *Abatus agassizi*, que se lleva a cabo en los marsupios incubatrices de las hembras.

Th. Mortensen supuso, en los casos de erizos irregulares a los cuales no se les conocía los pedicelarios globíferos (1950, 1951), que éstos podían hallarse en ejemplares juveniles. Los pedicelarios globíferos de *A. agassizi*, desconocidos hasta ahora, fueron encontrados, de acuerdo a la hipótesis de Mortensen, en un ejemplar juvenil. Se describen e ilustran en el presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Zoología del Instituto Central de Biología de la Universidad de Concepción, Chile. El material empleado fue colectado por la Expedición Antártica Chilena 1968 en Bahía Foster, Isla Decepción, con rastra. La muestra fue fijada en etanol 70°, y separada en el Laboratorio de Benthos, del Departamento de Biología Marina y Oceanografía de la Universidad de Concepción, cuyo Jefe, el Dr. V. A. Gallardo la puso gentilmente a nuestra disposición.

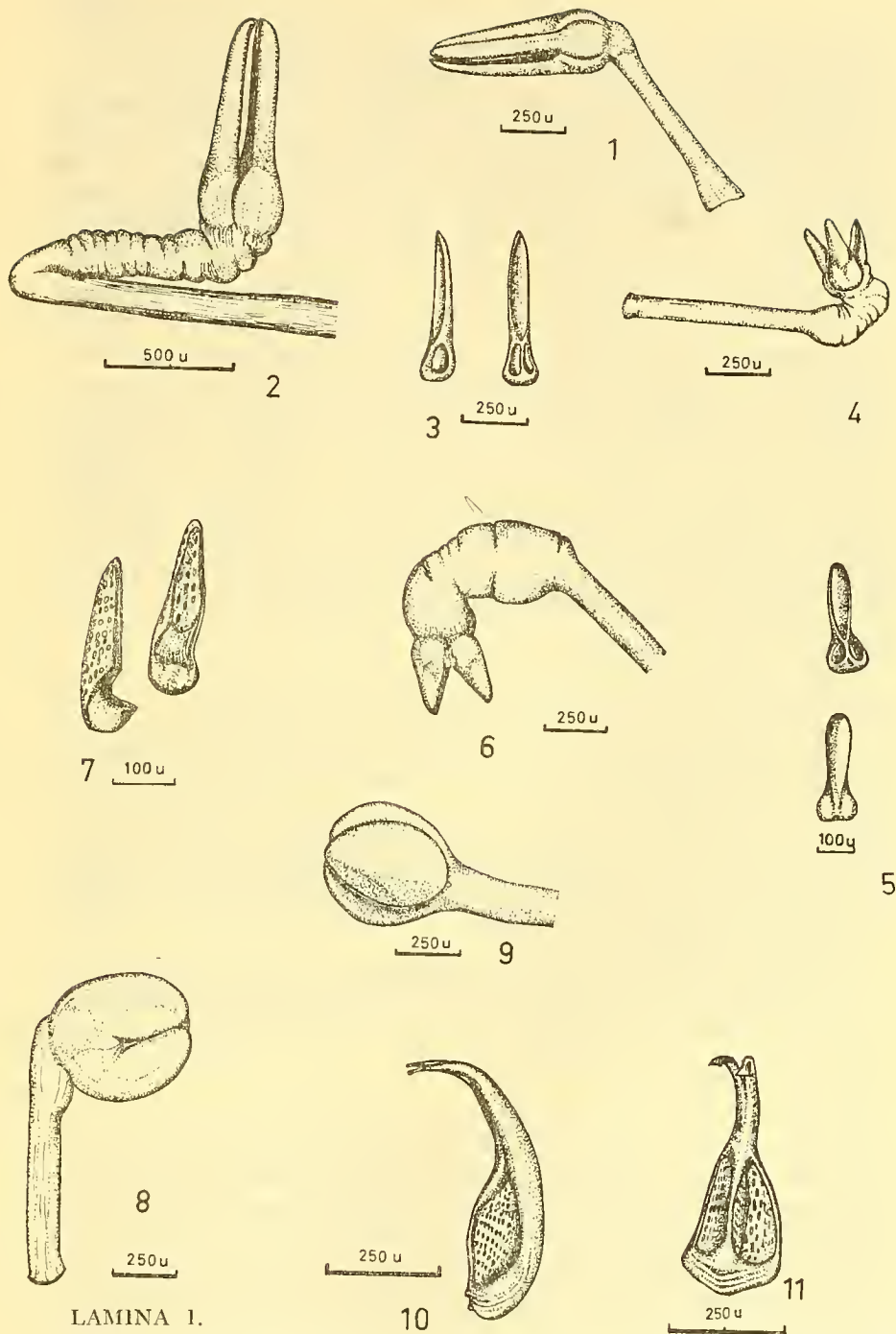
Las descripciones y disecciones se hicieron con ayuda de binocular. Los esquemas y dibujos se hicieron con ayuda de cámara clara. Las fotografías se hicieron con película de 200 Asa en el Laboratorio fotográfico del Instituto de Biología.

Las piezas calcáreas se dibujaron después de eliminar el tejido blando con una solución diluida de Hipoclorito de Sodio (NaClO).

El material estudiado fue depositado en el Laboratorio de Benthos del Departamento de Biología Marina y Oceanografía (Instituto de Biología) de la Universidad de Concepción.

PEDICELARIOS (Lámina 1).

Hay cuatro tipos principales de *pedicelarios*: 1) Tridáctilos, los de mayor tamaño y número, con dos variedades: una cuya cabezuela es de alrededor de 250 μ de diámetro (Fig. 1) con un cuello



LAMINA 1.

Fig. 1: pedicelario tridáctilo (tipo pequeño); *fig. 2:* pedicelario tridáctilo (tipo grande); *fig. 3:* valvas de pedicelarios tridáctilos (tipo pequeño); *fig. 4:* pedicelario rostrado; *fig. 5:* valvas de pedicelarios rostrados; *fig. 6:* pedicelario bivalvado; *fig. 7:* valvas de pedicelarios bivalvados; *fig. 8 y fig. 9:* pedicelarios globíferos; *fig. 10 y fig. 11:* valvas de pedicelarios globíferos.

corto, y otra con la cabezuela de alrededor de 500 μ y cuello bastante largo, de longitud comparable a la de la cabezuela (Fig. 2). Las valvas presentan en éstos el extremo crenulado, sin dientes terminales (Fig. 3). 2) Rostrados (Fig. 4) esencialmente similares a los tridáctilos, aunque de menos tamaño (menos de 250 μ de diámetro de la cabezuela). Sus valvas (Fig. 5) son también semejantes, más cortas y curvas. 3) Bivalvados (Fig. 6), con cuello más ancho o tan ancho como la cabezuela (200 a 250 μ). Cada valva tiene una sola cápsula de inserción muscular (Fig. 7), para el músculo adductor único. 4) *Pedicelarios globíferos* (Figs. 8 y 9) aunque no habían sido descritos anteriormente para la especie, se encontraron 8 en un ejemplar juvenil, sobre la región aboral. Son trivalvados, con glándulas semiesféricas en el dorso de las valvas. El cuello es poco desarrollado y el tallo corto. Las valvas (Figs. 10 y 11) miden alrededor de 500 μ de longitud, y tienen las cápsulas de inserción muscular ovoidales. Son largas e incurvadas, con el extremo terminado en dos dientes cuyo extremo es aplanado y recto, no agudo, sino más bien espatulado. La cabezuela mide alrededor de 400 μ de diámetro máximo. El cuello mide alrededor de 250 μ de longitud y 150 μ de diámetro. El tallo mide aproximadamente 600 a 700 μ de longitud, y 100 μ de diámetro.

DESARROLLO (Láms. 2 y 3).

MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

La hembra tiene voluminosos marsupios incubatrices, desarrollados en los radios I, II, IV y V. Los ovarios (al igual que los testículos en el macho) son triples, y sus gonoductos se vacían a una cámara que cubre por debajo al sistema apical, relacionada morfológicamente con la glándula axial, el sistema acuífero, y la porción rectal del intestino. A esta cámara se abren los tres poros genitales de las placas genitales 1, 3 y 4.

En cada ovario (Fig. 12) se encuentran 8 a 10 lóbulos, cada uno de los cuales tiene óvulos de diferente tamaño (probablemente diferentes estados de maduración). Los de mayor diámetro miden aproximadamente 800 a 1000 micrones.

HUEVOS.

Los huevos son esféricos. Miden alrededor de 1 mm de diámetro cuando se los encuentra en los marsupios de incubación. Presentan surcos en su superficie, producidos ocasionalmente por el contacto de las espinas del marsupio. La mayoría se encuentran clivados, con una capa celular externa granulosa, claramente visible. En las etapas de mayor desarrollo empiezan a mostrar una clara diferencia de coloración y aspecto entre el polo animal y el polo vegetativo.

ESTADO 1 (Figs. 1 y 2).

El primer estado empieza con una diferenciación definitiva de los dos polos, animal y vegetativo, bajo la membrana externa del huevo. La zona animal es prominente, y allí se insinúan los tubérculos correspondientes a las primeras espinas y pies ambulacrales. Al mismo tiempo, empieza la ruptura parcial de la capa o membrana externa, especialmente alrededor del polo animal, la que en los estados más avanzados se desprende.

ESTADO 2 (Figs. 3 y 4)

Este estado se caracteriza por el desprendimiento de la membrana externa, especialmente por efecto de las espinas antes insinuadas en el polo animal, y cuyo desarrollo es notable ahora. El polo animal aumenta de diámetro en relación al polo vegetativo, en donde queda dispuesto el vitelo.

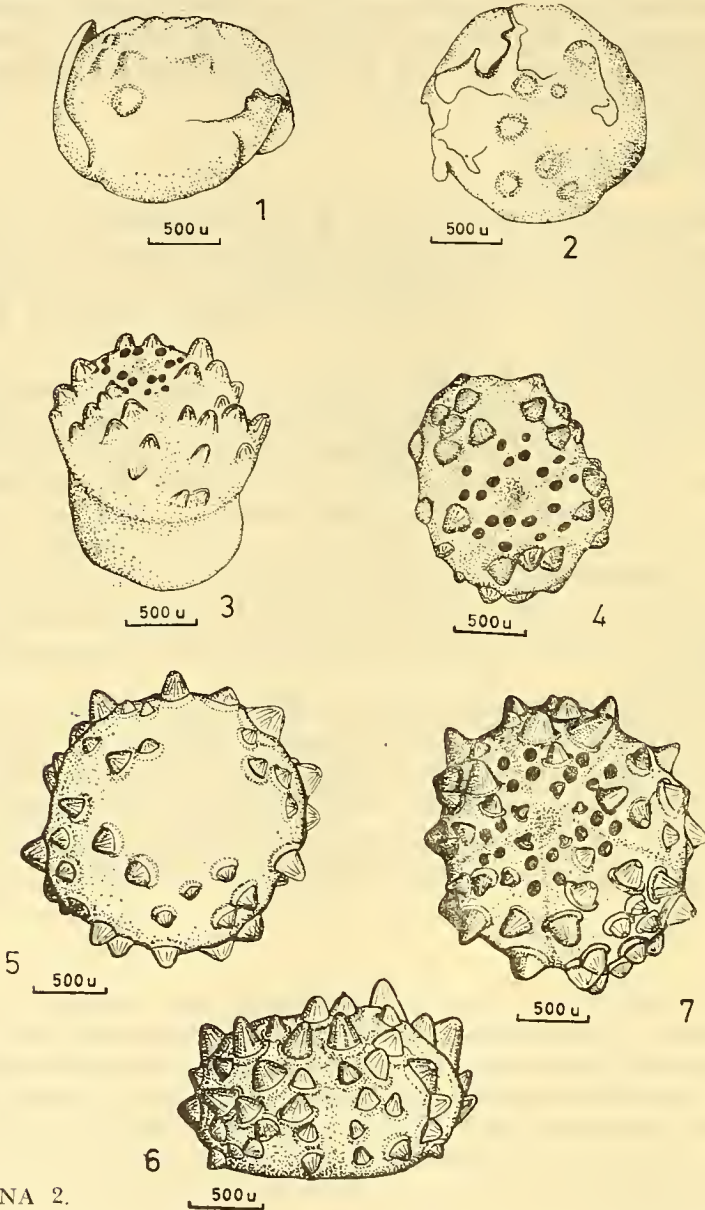
En este estado, la región aboral (polo animal) presenta una notable simetría radial, aunque la forma general del embrión puede aparecer ovoidal debido a las deformaciones tempranas sufridas por el huevo en los marsupios por efecto de las espinas. Esta simetría se expresa por la disposición de las espinas incipientes en cinco campos, los que ya delimitan las áreas ambulacrales e interambulacrales. En cada área ambulacral aparecen además dos pares de pies ambulacrales rudimentarios, hacia la región apical central. Una depresión moderada se observa en la región en donde posteriormente ha de desarrollarse el periprocto.

La futura región oral se halla cubierta por el vitelo del polo vegetativo, el que está separado del resto del embrión por una constricción ecuatorial externa muy definida. En los embriones de mayor tamaño en este estado, el vitelo tiende a disminuir de volumen, haciéndose cada vez menor en relación al polo animal. Se termina también en estos estados con el desprendimiento de la membrana externa.

ESTADO 3 (Figs. 5, 6 y 7).

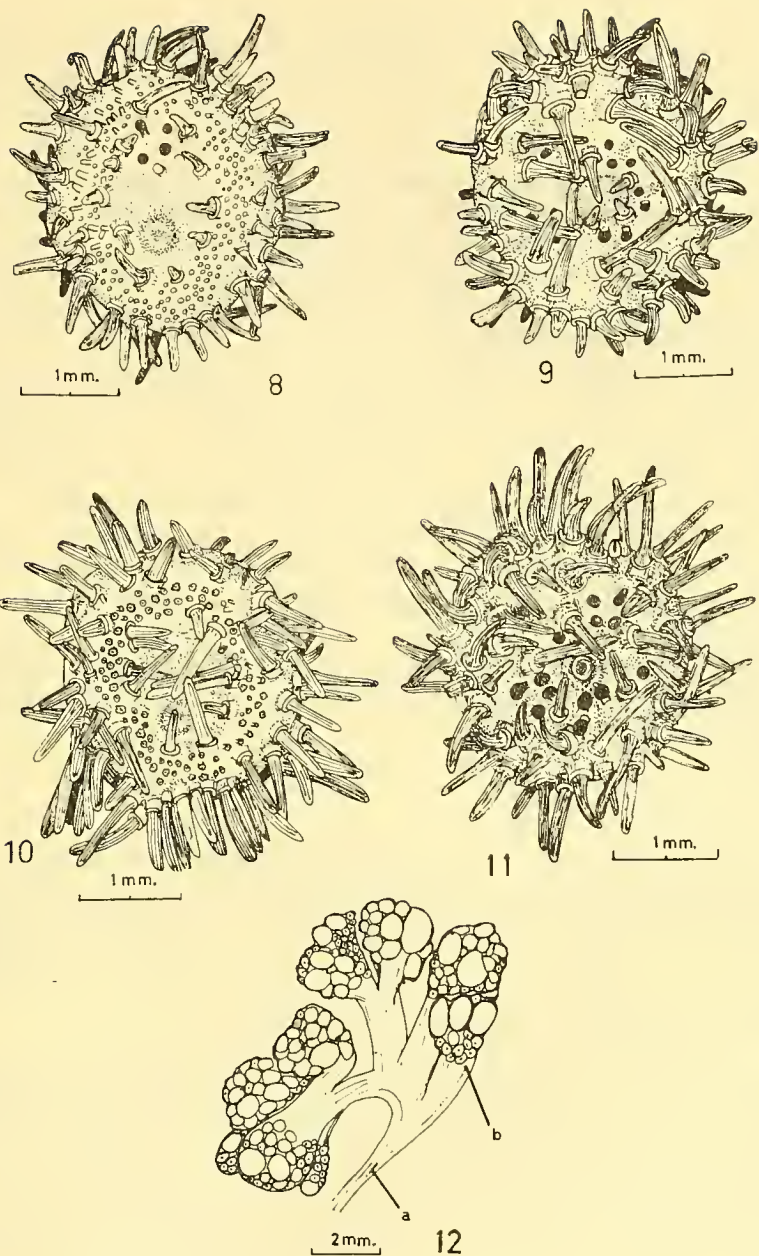
El carácter que define en mejor forma este estado es la definitiva desaparición de todo rastro de vitelo, y la aparición progresiva de espinas en la región oral. La simetría radial se encuentra realzada, con cinco áreas ambulacrales regulares, y cinco áreas interambulacrales bien delimitadas en la región oral. En las áreas ambulacrales aparecen cuatro o cinco pies ambulacrales (en cada área), y en las áreas interambulacrales las espinas primarias y secundarias se distinguen fácilmente.

La región aboral mantiene la depresión que insinúa el peri-procto. La región oral es generalmente aplanada, y en ella se destacan espinas en desarrollo, de forma pronunciadamente cónica, con su diámetro basal mayor o igual al largo total de la espina, y de aparición progresiva.



LAMINA 2.

Fig. 1: estado 1 (lateral); fig. 2: estado 1 (oral); fig. 3: estado 2; fig. 4: estado 2 (oral); fig. 5: estado 3 (aboral); fig. 6: estado 3 (lateral); fig. 7: estado 3 (oral).



LAMINA 3.

Fig. 8: estado 4 (aboral); *fig. 9:* estado 4 (oral); *fig. 10:* estado 5 (aboral); *fig. 11:* estado 5 (oral); *fig. 12:* ovario, mostrando óvulos en diferentes estados de maduración (a = oviducto; b = lóbulo).

ESTADO 4 (Figs. 8 y 9).

El embrión se halla cubierto totalmente de espinas en este estado. En la región perioral aparecen pies ambulacrales incipientes, generalmente en número de cuatro por cada área ambulacral. Las espinas (interambulacrales) apicales se incurvan sobre la región oral, en donde se encuentra una depresión cóncava circular que marca la próxima apertura de la boca. Las espinas periféricas se incurvan también, de preferencia sobre las áreas ambulacrales.

En la región aboral, el carácter más notable está dado por la regresión progresiva de los pies ambulacrales, hasta quedar sólo los correspondientes al radio III

El ano empieza a trasladarse en sentido posterior, adquiriendo una posición excéntrica, que es el primer indicio de alteración de la simetría radial embrionaria. Un carácter notable es la aparición de la semita o fasciola, dentro de la cual se encuentra el ano. La región del periprocto es amplia, con aspecto de depresión poco marcada.

Las espinas son bastante largas y curvas. Las periorales adquieren el aspecto espatulado (aplanado en los vértices) característico en los adultos. En la base de las espinas empieza la pigmentación de la epidermis.

En la región del periprocto y en la región perioral aparecen eventualmente pedicelarios tridáctilos, que en algunos ejemplares alcanzan gran tamaño.

ESTADO 5 (Figs. 10 y 11).

Las espinas que cubren el caparazón están notablemente incurvadas sobre el periprocto, formando sobre él una especie de malla protectora. El ano está más desplazado en dirección posterior, siempre dentro de la fasciola, cuyas clávulas están bastante desarrolladas, dándole forma circular, con una escotadura que se insinúa en la región anal en las etapas más avanzadas de este estado.

En la región oral se desarrollan las transformaciones más importantes, y allí se hacen notables las características de este estado. Se abre la boca, se desarrollan en mayor número los pies ambulacrales, aparece en medio de éstos el primer esferidio, aparecen, en fin, los pedicelarios en la mayoría de los individuos, y la boca se desplaza moderadamente hacia la región anterior, sin que aparezcan aún esbozos del labrum. La membrana peribucal está poco desarrollada, y la abertura bucal ocupa la mayor parte de la abertura del caparazón. En los estados más avanzados, la larva pierde su simetría radial, para adquirir una simetría bilateral, con su eje de simetría ántero-posterior. Es aquí cuando el ámbitus adquiere forma ovoidal.

Este es el estado más avanzado en que es posible encontrar embriones en los marsupios de las hembras, debido, seguramente a que en este estado ya pueden salir al medio externo, siendo los estados restantes libres.

JUVENILES.

Se completa en los juveniles la formación de la boca con la aparición y desarrollo del plastrón y asociado a él, el labrum. Aparecen además las placas de la membrana peribucal y del periprocto. El ano migra hacia la posición vertical que ocupa en el periprocto (extremo posterior), saliendo de la fasciola peripetal, la que se cierra por encima de él. En algunos ejemplares juveniles las fasciolas sub- y láteroanales rudimentarias se mantienen, para desaparecer definitivamente en los adultos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El hallazgo de pedicelarios globíferos en *Abatus agassizi* confirma una vez más la hipótesis de Mortensen (1950, 1951) sobre la probable aparición de éstos en ejemplares juveniles, en aquellas especies cuyos adultos aparentemente no los poseen. Anteriormente Chesher (1969) había encontrado pedicelarios globíferos en juveniles de *Meoma ventricosa*, especie en la cual tampoco se conocían en los adultos. En general, los pedicelarios aparecen en estados posteriores al tres, cuando aún los erizos están en los marsupios incubatrices de las hembras. Sus valvas son semejantes a las de las especies simpátricas del mismo género, por lo que aportan muy poco en la diferenciación de los especímenes juveniles de las diferentes especies del género *Abatus*.

En la descripción del desarrollo se han establecido diferentes estados en forma arbitraria, con un exclusivo fin explicativo. Se trata sin duda de un proceso continuo, cuya duración no se pudo determinar, por el modo en que se trabajó, tomando directamente de los marsupios de las hembras las larvas y juveniles fijados, para su estudio.

El sistema apical tiene una morfología apropiada para el camino de los óvulos directamente a los marsupios. Dentro de ellos, el desarrollo es asincrónico, ya que es posible encontrar todos los estados en un mismo marsupio, con los embriones más avanzados dispuestos más externamente.

La simetría externa bilateral, primaria en la ontogenia de los equinoideos, se ha eliminado definitivamente en *Abatus agassizi*, con la desaparición del estado de equinopluteus. La simetría radial se-

cundaria, que en los equinoideos regulares se mantiene en el estado adulto, en *A. agassizi* solo persiste hasta los estados 2 ó 3, siendo progresivamente reemplazada por una simetría externa bilateral terciaria, que se origina en una serie de procesos que se desencadenan en el estado juvenil, especialmente la migración de la boca y el ano en direcciones opuestas en el sentido antero-posterior, por gradientes diferenciales de crecimiento de las placas del caparazón. Esto resulta especialmente notable en las placas del interrradio V-I que originan el plastrón.

La desaparición del estado planctónico en el desarrollo de *Abatus agassizi* puede relacionarse indudablemente con su distribución, ya que se trata, como ya se dijo, de una especie circumpolar antártica. Algunos autores (Fell, 1962 y Pawson, 1968) han reparado en la importancia de la corriente Deriva del Oeste como un efectivo mecanismo en la dispersión faunal. Es probable que este agente de dispersión no se limite, como lo ha hecho notar Fell (loc. cit.), a trasladar formas larvales planctónicas, y en este sentido, la dispersión de *A. agassizi* debe haberse llevado a cabo sin formas planctónicas de equinopluteus, si eliminamos la posibilidad de que esta singular ausencia sea una adquisición muy reciente de la especie.

BIBLIOGRAFIA

BERNASCONI, I.

- 1953 Monografía de los equinoideos argentinos. Anales del Museo de Historia Natural Montevideo. Serie 2. 6(2):33-58. Láms. VI-IX-XXV-XXVII-XXVIII.

GUENOT, L.

- 1948 Anatomie, Ethologie et Systématique des Echinodermes in P. Grassé Traité de Zoologie. 11:1-272. Masson et Cie. Paris.

CHESHER, R. H.

- 1969 Contribution to the biology of *Meoma ventricosa* (Echinoidea: Spatangoidea). Bull. Mar. Sci. 19(1):12-110.

FELL, H. B.

- 1962 West-Wind-Drift dispersal of echinoderms in the Southern Hemisphere. Nature 4817. 193:759-761.

FELL, H. B. & D. L. PAWSON

- 1966 Echinacea in Treatise on invertebrate Paleontology. Geological Society of America. Directed by R. C. Moore. Part U 3 3:U545.

HOLLAND, N. D. y L. Z. HOLLAND

- 1969 A bibliography of echinoderm biology continuing Hyman's 1955 bibliography through 1965. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 37:441-543.

HYMAN, L. H.

- 1955 The Invertebrates, Echinodermata, the coelomate bilateria 4:413-589. MacGraw Hill Book Co. Inc. U.S.A.

MORTENSEN, TH.

- 1936 Echinoidea and Ophiuroidea, *in* Discovery Reports, XII: 199-348. Láms. I y IX.
- 1950 A Monograph of the Echinoidea. V (1). Spatangoida I:422 pp. Reitzel, Copenhagen.
- 1951 A Monograph of the Echinoidea. V(2). Spatangoida II:593 pp. Reitzel, Copenhagen.

PAWSON, D. L.

- 1969 Echinoidea, *in* Bushnell, V. G. & J. W. Hedgpeth editors, Antarctic Map Folio Series. Distribution of Selected Groups of Marine Invertebrates in Waters South of 35° S. Lat. Folio 11. 23. American Geographical Society. U.S.A.