

204
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Algunos Aspectos Biológicos de Cuatro Especies de Echinodermos [Asteroideo: **Luidia brevispina**, Ophiuroideo: **Ophiocoma aethiops**, Echinoideo: **Echinometra vanbrunti** y Holothuroideo: **Holothuria (Paraholothuria) riojai**] de la Bahía de Mazatlán, Sin., México.

Tesis Profesional que para optar el título de BIOLOGA
presenta

LAURA GEORGINA CALVA BENITEZ

Directora de Tesis

M. en C. María Eugenia Tovar Martínez

México, D.F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

| | Pág. |
|--|------|
| Dedicatorias..... | VII |
| Agradecimientos..... | XI |
| Resumen..... | 1 |
| Introducción..... | 2 |
| Metodología | |
| a) De Campo..... | 6 |
| b) De Laboratorio..... | 7 |
| Asteroideo: <u>Luidia brevispina</u> . | |
| a) Sistemática..... | 13 |
| b) Descripción..... | 14 |
| c) Distribución..... | 16 |
| d) Aspectos Biológicos..... | 27 |
| Ophiuroideo: <u>Ophiocoma aethiops</u> . | |
| a) Sistemática..... | 35 |
| b) Descripción..... | 36 |
| c) Distribución..... | 39 |
| d) Aspectos Biológicos..... | 56 |
| Echinoideo: <u>Echinometra vanbrunti</u> . | |
| a) Sistemática..... | 60 |
| b) Descripción..... | 61 |
| c) Distribución..... | 66 |
| d) Aspectos Biológicos..... | 97 |
| Holothuroideo: <u>Holothuria (Paraholothuria) riojai</u> . | |
| a) Sistemática..... | 101 |
| b) Descripción..... | 102 |
| c) Distribución..... | 106 |
| d) Aspectos Biológicos..... | 131 |
| Conclusiones..... | 136 |
| Bibliografía..... | 137 |

R E S U M E N

En el presente trabajo se reportan cuatro especies de Equinodermos, colectados en la Bahía de Mazatlán, Sin. Se incluyen las descripciones taxonómicas y distribuciones geográficas de: - Asteroideo: Luidia brevispina, Ophiuroideo: Ophiocoma aethiops, - Echinoideo: Echinometra vanbrunti y Holothuroideo: Holothuria (Paraholothuria) riojai. Además se mencionan algunos aspectos biológicos de las especies estudiadas, como son: tipo y mecanismos de alimentación, hábitat, adaptaciones morfológicas y relaciones intra e interespecíficas. Las descripciones están acompañadas de 40 láminas cuyos dibujos fueron realizados por la autora y un mapa que indica los lugares de colecta.

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

El phylum Echinodermata figura entre los invertebrados marinos más conocidos, incluye a los Asteroideos (estrellas de mar), Ofiuroideos (estrellas serpientes), Equinoideos (erizos de Mar), Holoturoideos (pepinos de mar) y a los Crinoideos (lirios de mar); siendo los asteroideos los que principalmente se han convertido en símbolos de la vida marina.

El presente trabajo es una modesta contribución al estudio de éstos interesantes organismos, Luidia brevispina, Ophiocoma aethiops, Echinometra vanbrunti y Holothuria (Paraholothuria) riojai y puede ser de gran utilidad como guía para la determinación de los organismos antes mencionados, sin necesidad de ser un especialista, ya que se procuró utilizar un lenguaje claro además de contar con el apoyo de las láminas que lo ilustran.

Los Equinodermos comprenden una gran parte de la fauna marina, biológicamente son interesantes y tienen una gran importancia ecológica, pero, como en general carecen de interés comercial su estudio ha estado limitado no sólo en México, sino en algunos otros países del mundo. No obstante, los equinodermos están incrementando su popularidad entre los biólogos marinos.

Con excepción de los equinoideos, los asteroideos son el grupo que recibe mayor atención, a diferencia de los crinoideos, holoturoideos y ofiuroideos que son menos estudiados.

En la actualidad se realizan investigaciones sobre embriología de equinoideos, en la bioquímica de los holoturoideos y asteroideos porque algunos presentan toxinas y saponinas, en fisiología, taxonomía y ecología ya que los equinodermos pueden encontrarse distribuidos en todas las latitudes y profundidades marinas, arrecifes coralinos, estuarios y lagunas costeras y por sus interesantes relaciones intra e interespecíficas con otros organismos, aunque al parecer, la mayor información existente está enfocada hacia los estudios sobre hábitos y mecanismos de alimentación de los asteroideos.

Es conveniente destacar la importancia de los equinodermos-

desde el punto de vista evolutivo como lo menciona Jefferies, - (1982). Los ancestros de todos los cordados vivientes se relacionan con un grupo de fósiles extraños encontrados en el Cámbrico y en el Devónico Medio. Estos fósiles son muy afines a los equinodermos, pero se definen mejor como cordados primitivos o "calcicordados" debido a que presentan un esqueleto de calcita del tipo de los equinodermos.

Otro aspecto poco conocido de los equinodermos, es el que se refiere a que tradicionalmente se les considera exclusivamente marinos, sin embargo, en recientes estudios se han encontrado equinodermos en estuarios y lagunas costeras.

Específicamente hablando de los géneros que aquí se estudian se tienen datos de que por ejemplo, Luidia clathrata se localiza en la Laguna de Términos, Campeche, México en una salinidad de 35‰ (Caso, 1979); también fue encontrada en los sistemas estuarinos de Tampa Bay y Charlotte Harbor en las costas del Golfo de Florida, U.S.A. donde es abundante, además de ser el único asteroideo presente en éstos lugares; en el primero ésta especie se encuentra en una salinidad de 25.5‰ y en Tampa Bay de 24‰ a 26.5‰ (Dehn, 1979).

En la Laguna de Términos, Camp. también se encuentra el equinoideo Echinometra lucunter en una salinidad de 32‰ (Caso, - (1979).

Además de haber otras lagunas costeras con equinodermos, en México se han encontrado en la parte Norte de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, holoturoideos del orden Dendrochirotida y ofiuroideos de la familia Amphiodidae, en una salinidad de 27‰ a 28‰ - (observación personal, 1985).

Respecto a la importancia económica de los Equinodermos, se sabe que desde hace mucho tiempo, en los países mediterráneos, - en el Caribe, América del Sur, Malasia y Japón las gónadas de erizo se consideraban un manjar muy apreciado, especies Holothuria y Stichopus y algunos otros géneros son colectados y secados para preparar el famoso "trepanq" que es consumido en grandes - cantidades por la gente oriental en el Mar del Sur de China y en el Archipiélago Malayo.

De los estudios realizados sobre asteroideos hasta ahora se sabe que juegan un papel muy importante en la organización de las comunidades marinas bentónicas, ya que son muy voraces y son casi los depredadores más importantes en éstos sistemas; los diferentes linajes evolutivos de los asteroideos caracterizan diferentes regiones geográficas. Los asteroideos son animales que tróficamente han tenido mucho éxito. Presentan varios tipos de hábitos alimenticios debido a que sus estructuras digestivas tienen adaptaciones sobresalientes.

Los ofiuroides numéricamente son muy importantes en el ambiente marino bentónico. En todos los océanos del mundo hay amplias áreas tanto de aguas someras como profundas tapizadas con ofiuroides y la relevancia de éstos organismos como eslabones en las cadenas alimenticias locales es grande ya que actúan como recicladores de energía y nutrientes de los estratos superficiales de los océanos, sin embargo, sobre ellos falta bastante por estudiar.

Respecto a los equinoideos, los efectos de alimentación sobre el medio ambiente pueden ser grandes debido a que frecuentemente se les encuentra en densas poblaciones, son de larga vida y mantienen rangos de alimentación máximos (rápidos) o mínimos. La alimentación tiene efectos físicos directos a través de la ingestión o manipulación del substrato y efectos biológicos sobre los organismos consumidos.

Es importante el estudio de los equinoideos regulares ya que presentan un aparato masticador constituido por la linterna de Aristóteles, a diferencia de los equinoideos irregulares que no la presentan, por lo que se ha visto que los primeros ejercen ciertos efectos sobre las comunidades biológicas, debido a su actividad alimenticia. Hay que destacar lo interesante de estudiar los efectos de la alimentación de los equinoideos regulares sobre las plantas y animales epibénticos componentes de una comunidad; las limitaciones sobre la distribución y abundancia de ellos, su desplazamiento que influye diferencialmente sobre sus presas, su alimentación, así como la estabilidad de las poblaciones de las mismas.

Las madrigueras intermareales formadas por los equinoideos como Echinometra retienen agua y afectan la biota local funcionando como charcos de marea en miniatura, proporcionando protección para numerosos organismos tales como: gasterópodos, lapas, quitones, crustáceos, etc.

El hecho de que los equinoideos regulares puedan alimentarse de una gran variedad de plantas y animales, de que se muevan en grandes áreas mientras se alimentan y el que persistan con bajos niveles de alimentación, los hace un importante y versátil componente biótico del ambiente marino.

En cuanto a los holoturoideos, es bien conocida la separación de las especies dentro de sus diferentes microhábitats. Posiblemente el alto grado de radiación adaptativa en los mecanismos alimenticios y la posible especialización alimenticia sea la responsable de ésta separación. Sin embargo, hay otros factores que pueden influir en la distribución de éstos, tales como, movilidad, potencial para su variabilidad genética, capacidad reproductiva, dispersión y colonización de larvas, etc.

Los mecanismos alimenticios de las holoturias son sólo sugeridos o supuestos, pero la mayoría no han sido demostrados todavía. Además de que los mecanismos propuestos hasta ahora no son satisfactorios para todos los ordenes de holoturoideos. El alimento de varias holoturias no está bien conocido, ni claramente definido. Se dice que varias holoturias son alimentadoras de depósito, sin saber realmente cuáles son sus requerimientos alimenticios, por lo que falta conocer bastante al respecto.

Por último, es importante destacar que las holoturias remueven una gran cantidad de substrato anualmente por lo que son organismos muy importantes en las comunidades bentónicas; son los responsables de cambios significativos en la composición del sedimento marino. Además de que son frecuentes hospederos de diferentes especies de crustáceos, peces, etc.

M E T O D O L O G I A

METODOLOGIA DE CAMPO.-

Los especímenes se colectaron a mano, por medio de buceo libre. Posteriormente se colocaron en vasijas amplias, en las que previamente se había puesto agua de mar. Se dejaron a los ejemplares unos 30-60 minutos aproximadamente, en un lugar fresco para que se relajaran y expulsaran la arena (principalmente las holoturias).

Género Luidia: se cambiaron los especímenes a una vasija con agua dulce para que murieran y quedaran bien distendidos, posteriormente se fijaron en alcohol al 70%.

Género Ophiocoma: se pusieron en agua dulce inmediatamente después de haberlos colectado, y una vez que se hubieron relajado completamente se fijaron con alcohol al 70%.

Género Echinometra: directamente del agua de mar se fijaron algunos con alcohol al 70% y otros con formol al 40%, éstos últimos después de 5 días se cambiaron a alcohol al 70%.

Género Holothuria: una vez que los ejemplares se relajaran y expulsaron la arena, para conservarlos con los tentáculos fuera, se les amarraron con un cordel delgado, esto se hizo sujetando al animal con los dedos, tomándolos por la base de los tentáculos.

Para evitar que evisceraran se puso en un recipiente ácido acético concentrado, se sujetaron (con guantes) a las holoturias por debajo de los tentáculos, se sumergieron parte de la porción animal hasta la mitad más o menos del espécimen en el ácido y a continuación se inyectaron por todo el cuerpo pero, principalmente por la boca alcohol al 90%; se recomienda que las jeringas sean de 10 ml. Por último se pasaron a los animales a alcohol al 70%.

En el campo se puede preparar el alcohol al 70% con agua de mar.

METODOLOGIA DE LABORATORIO.-

Se enjuagaron los especímenes con agua dulce. Se cambió el alcohol con que se fijaron los ejemplares en el campo por alcohol al 70% (diluido con agua dulce).

Para conservar ejemplares secos se dejaron por 5 días en alcohol al 70% y después se pusieron a secar en una estufa. Los ofiuroideos se colocaron 4 días en una solución de 3 partes de alcohol al 50% y 1 de glicerina y posteriormente se secaron, -ésto se hace con el objeto de que no queden muy duros los ejemplares y se rompan fácilmente.

No es recomendable secar los especímenes al sol, debido a que se decoloran más, que si se les seca en una estufa.

Debido a que la autora no colectó el material estudiado en éste trabajo, no se hicieron disecciones ni de ofiuroideos ni de asteroideos, ya que éstas deben realizarse "in situ".

Disección Género Holothuria.-

Se colocó el espécimen en una charola de disección con cera de Campeche. Se puso al animal sobre el trivium. Se cortó por la mitad a lo largo del bívium y se separaron éstas dos secciones de la pared del cuerpo, de tal manera que quedaran pegadas a la cera, lo cual se consiguió clavando alfileres de cabeza (grandes) a todo lo largo de los lados previamente separados.

Se separó con cuidado el mesenterio de la pared del cuerpo.

Una vez identificados los órganos más visibles (tentáculos, anillo calcáreo, la masa de túbulos gonadales, los árboles respiratorios, la cloaca), se desprendió la masa de túbulos gonadales, se examinó el intestino, el sistema hemal, se identificaron las variadas partes del sistema vascular acuífero, las bandas de músculos longitudinales, las ámpulas tentaculares y los músculos suspensores de la cloaca.

Por último se hicieron preparaciones de espículas, las cuales son fundamentales para la determinación de las especies.

Para la obtención de espículas:

- a) Se hicieron cortes pequeños (de aprox. 3 mm) de tentáculos, - parte anterior, media y posterior de la zona aboral y de la ventral del espécimen.
- b) Se colocó lo de cada zona del cuerpo en tubos de ensaye debidamente etiquetados para evitar confusiones y se distribuyeron - en una gradilla.
- c) Se agregó agua y pequeñísimos trocitos de hidróxido de potasio.
- d) Con un mechero de alcohol se calentó cada uno de los tubos de ensaye (con cuidado, de tal manera que el contenido al hervir no salga brucamente, o de que si llega a salir esté dirigido hacía el lado opuesto de la persona, para evitar quemaduras).

Cuando la piel es delgada o no muy gruesa, se pueden separar las espículas siguiendo los pasos anteriores, una vez calentados los tubos ponerlos de 1 a 3 minutos en una centrífuga a - 500 o 700 r.p.m., aunque esto varía considerablemente con el tipo de piel, ya que en ocasiones no es necesario añadir el hidróxido de potasio si la piel es muy delgada.

El tiempo de obtención de espículas dependen del tipo de tejido ya que puede ser muy rápido o puede tardar varias horas. - También se recomienda revisar periódicamente al microscopio la piel, porque en ocasiones las espículas se rompen fácilmente, ya sea por un exceso de hidróxido de potasio o por un mayor tiempo de calentamiento.

Una vez que se observó en el fondo del tubo de ensaye un precipitado blanco de espículas, se tiró el sobrenadante de hidróxido de potasio, se enjuagaron éstas unas 3 a 5 veces y se colocaron en frascos pequeños con su etiqueta correspondiente. Las espículas se fijaron con formol al 2%.

Para observarlas, se tomó con una pipeta Pasteur una alícuota y enseguida se observó al microscopio óptico en los diversos aumentos.

Para observar las espículas que se presentan en los tentáculos y piel del cuerpo, y las piezas calcáreas de los podios ambulacrales, se transparentaron los tejidos con líquido de Hoyer.

Disección Género Echinometra.-

Se examinaron las estructuras externas de un espécimen completo-conservado en alcohol, una vez identificadas las estructuras correspondientes, se desprendieron con una pinza muy pequeña algunos pedicelarios tanto de la superficie oral como de la aboral, y algunos podios bucales para transparentarlos con líquido de Hoyer y observarlos posteriormente en un microscopio compuesto.

Se colocó el espécimen en una charola de disección con el lado aboral del animal hacia arriba, se cortó a través del caparazón alrededor del ecuador. Dejando la madreporita y el periprocto en su sitio, evitando dañar los órganos internos que están encerrados dentro del esqueleto, se rompió con una cegueta pieza por pieza del caparazón. Se extrajeron las gónadas con lo cual quedó mejor visible el intestino y el aparato mandibular. Se identificaron todas las estructuras posibles.

Para complementar el estudio se utilizó un ejemplar preservado en seco, al cual se le quitaron todas las espinas y la epidermis que cubre al caparazón, ésto se hizo con un cepillo de cerdas duras, pero teniendo precaución de no romper la teca. Se observaron las áreas ambulacrales e interambulacrales, las numerosas placas dérmicas, tubérculos de las espinas, el sistema apical, etc. Las espinas se observaron en un microscopio este-reoscópico.

Líquido de Hoyer.-

| | |
|-------------------|---------|
| hidrato de cloral | 200 gr. |
| agua destilada | 50 cc. |
| goma arábiga | 30 gr. |
| glicerina | 20 gr. |

Preparación: a la goma arábiga se le agregó un poco de alcohol, luego el agua destilada, enseguida la glicerina y por último el hidrato de cloral. Se movió con un agitador hasta que desaparecieron los grumos.

Las preparaciones hechas con líquido de Hoyer no son permanentes, duran sólo algunos meses.

Para la determinación de los especímenes estudiados en el presente trabajo se hizo lo siguiente:

- a) Observar e identificar las estructuras de la morfología externa y de la anatomía interna.
- b) Una vez hecho lo anterior, se realizaron descripciones de todo cuanto se observaba al mismo tiempo que se elaboraron esque-mas correspondientes a las diferentes estructuras importantes para la posterior determinación de los organismos.

Las mediciones de las estructuras se realizaron con un vernier "Weisz" y la mayoría de los esquemas se aumentaron a que quedaran dibujos de aproximadamente 60 cm X 60 cm. Las observaciones se realizaron con ayuda de un microscopio com-puesto y un estereoscópico.

Los esquemas primeramente se hicieron con lápiz en papel cuadriculado, se pasaron nuevamente con lápiz a papel albanene, enseguida, se procedió a entintarlos. Por último, una vez identificadas las estructuras se les señaló con "logotip" una simbología específica.

Se examinaron 6 especímenes en total, sin embargo, las des-cripciones de éstos organismos se hicieron en base a las características de uno solo.

Es importante mencionar que debido a la escasa información de éstas especies, en varias ocasiones se tuvo que recurrir a la bibliografía referente al género, familia u orden respectivos.

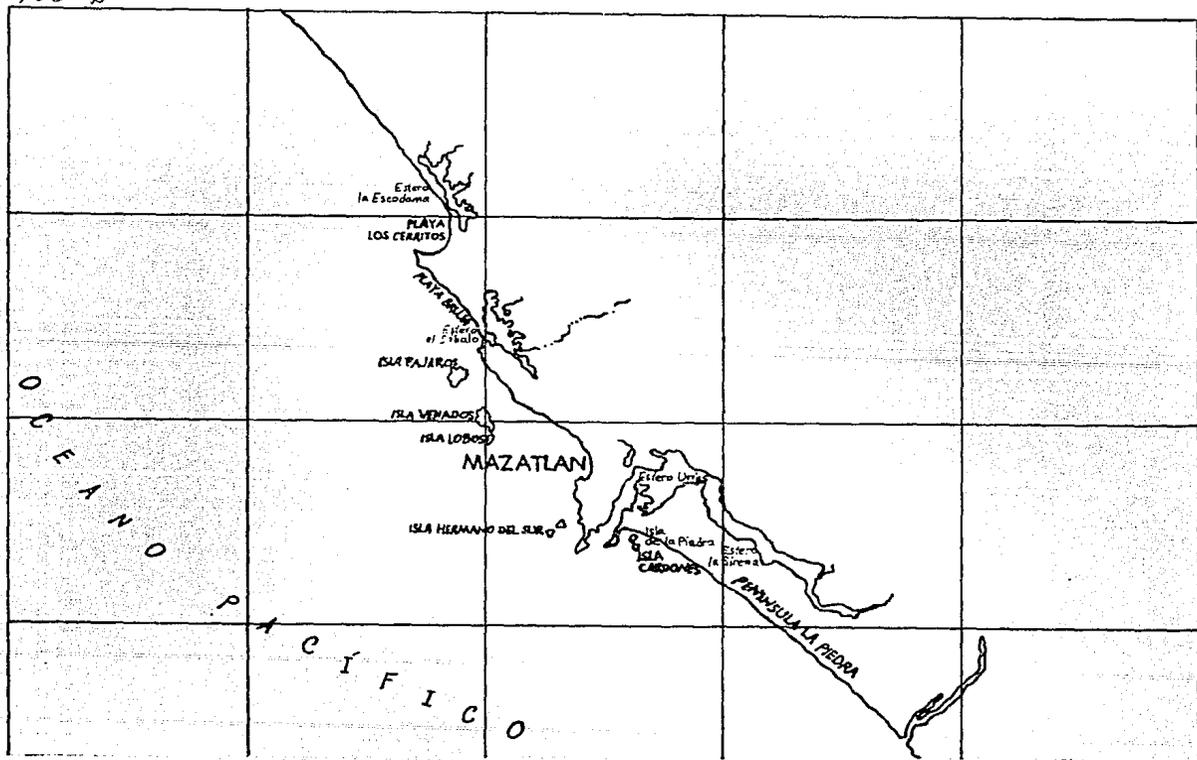
El material estudiado pertenece al Laboratorio de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Univer-sidad Nacional Autónoma de México y fue facilitado a la autora por el responsable de dicho laboratorio la Dra. Marfa Elena Caso Muñoz.

El material fue colectado en la Bahía de Mazatlán, Sin. por el técnico del mencionado laboratorio el Sr. Juan Torres V. y por personal del I.C.M. y L. de dicho lugar.

MATERIAL ESTUDIADO

| No. Acceso | Especie | Localidad | Fecha |
|------------|---|--|------------|
| - | <u>Luidia brevispina</u> | Mazatlán, Sin. | 1980 |
| - | <u>Luidia brevispina</u> | Mazatlán, Sin. | 1980 |
| 1964 | <u>Ophiocoma aethiops</u> | Isla de la Piedra, Mazatlán, Sin. | 25/Ago/77 |
| 2144 | <u>Echinometra vanbrunti</u> | Isla del Venado, hacia la Is la de Pájaros, Mazatlán, Sin. | 7/Sep/79 |
| 2045 | <u>Echinometra vanbrunti</u> | Debajo de la Torre de Radio, frente a Paseo Centenario, Mazatlán, Sin. | 7/May/79 |
| 2108 | <u>Holothuria (Paraholothuria)</u> <u>riojai</u> | Lado Sur de la Isla de Pája- ros, Mazatlán, Sin. | 10/Sep/79. |

23°N
106°W



Lugares de Colecta

S I S T E M A T I C A

Luidia brevispina Lütken, 1871.

Phylum Echinodermata

Subphylum Asterozoa

Clase Stelleroidea

Subclase Asteroidea

Orden Platyasterida

Suborden Paxillosa

Familia Luidiidae Verril

Género Luidia Forbes

Especie brevispina Lütken.

La clasificación mencionada de las clases de equinodermos, - es la que se utiliza en el Treatise on Invertebrate Paleontology (Moore, 1966 a 1978) y ha sido adoptado por la mayoría de los equinólogos. Barnes (1984).

Luidia brevispina Lütken, 1871.

DESCRIPCION.-

Presenta cuerpo aplanado, más o menos flexible; superficie oral y aboral bien diferenciadas. El disco pequeño, se continúa hacia cinco brazos espaciados simétricamente que van disminuyendo su grosor gradualmente a extremidades un poco puntiagudas, son largos, angostos y aplanados. El diámetro del disco es de 21 mm, la longitud promedio de los brazos es de 63 mm, el promedio de ancho de la base de los brazos es de 12.5 mm y el de su extremo distal de 2 mm.

La superficie oral presenta color crema y la superficie aboral color gris-olivo. La superficie aboral externa es un poco áspera y tiene apariencia de mosaico, esto se debe a que esta superficie está completamente cubierta por paxilas, lo cual hace que la madreporita no sea visible. Lám. 1

Las paxilas de constitución calcárea, son de forma cuadrada o rectangular, presentan en general de cuatro a trece gránulos o protuberancias (éstos son de diferente tamaño en una misma paxila), rodeadas de pequeñas espinas o espineletes (espinas marginales relativamente movibles). Lám. 3

Las paxilas en la superficie aboral de los brazos se presentan a todo lo largo de ellos en hileras horizontales en el siguiente orden: cuatro paxilas en la parte distal, diez y siete paxilas en la parte media y en la parte más ancha del brazo, siendo las paxilas de los bordes de éste, más grandes que las paxilas intermedias.

En la superficie aboral en el borde del brazo, las paxilas son más grandes, de forma rectangular con diez y seis gránulos aproximadamente. A partir de la parte inferior de éstas paxilas nace una serie transversal de dos espinas o púas marginales muy cortas, fuertes, anchas en su base pero puntiagudas; esto permite diferenciar claramente la superficie oral de la aboral, además de que las espinas pequeñas son la principal característica que diferencia a la especie L. brevispina de otras. Lám. 2

En el disco las paxilas son de forma triangular, cuadrada,-

pentagonal o no bien definida, con un número de gránulos que varía de seis a doce; las paxilas no muestran una disposición especial como en los brazos, pero cubren el disco completamente.

Las placas marginales infra y supramarginales rectangulares que se localizan a los lados de los brazos y el disco confieren al cuerpo del animal gran fuerza, así como cierta rigidez.

Las pápulas respiratorias en forma de arbusto son de tejido muy delgado y transparente, se encuentran sólo en la superficie aboral dispuestas tanto horizontal como longitudinalmente, así como en los brazos y en el disco.

En un ejemplar preservado en seco no se aprecian claramente las pápulas, ya que sólo se pueden observar los huecos redondos u ovalados de donde surgen éstas.

En la parte distal de los brazos hay una placa terminal compuesta por un cilindro bordeado por pequeños gránulos delgados o redondeados y aplanados; el cilindro se orienta hacia la superficie oral, en su parte superior, del lado interno hay pequeños gránulos delgados y en la parte exterior se presentan gránulos más grandes y alargados.

En el centro de la placa terminal se observa sólo oralmente el tentáculo terminal impar, que es delgado, largo y de color anaranjado.

En el espécimen estudiado no se encontraron pedicelarios.

Respecto a la región oral, en cada uno de los brazos hay surcos ambulacrales en los que se presentan en la parte central, dos hileras de podios ambulacrales largos, con un abultamiento pequeño en el ápice, sin ventosa, el ápice tiene forma de punta de flecha, su superficie estriada y tienen una coloración amarillenta.

A los lados de los surcos ambulacrales se observan las placas adambulacrales que están compuestas por una serie de placas transversales, delgadas, cubiertas por numerosas escamas pequeñas e imbricadas; de la parte interna del surco junto a cada una de las placas transversales se observan tres espinas, de las que la más próxima es corta y ancha, la espina que le sigue es grande, con su base ancha y su ápice un poco delgado, se encuentra -

un poco inclinada hacia las placas transversales y la última espina es la más conspicua, larga y delgada que la anterior y está orientada en la misma dirección de ésta. Lám. 4

En los interradios, junto a las placas adambulacrales se localizan nueve placas pequeñas, ovaladas, cubiertas por numerosas espinas, éstas placas en conjunto y a simple vista dan la apariencia de formar un triángulo; por encima de éstas placas se aprecian una placa grande cubierta por numerosas espinas aplanadas y de ésta misma placa sobresalen seis espinas largas un poco anchas que terminan en una punta no muy aguda, siendo más grandes las espinas de la parte central que las de los extremos y se encuentran orientadas hacia la boca del animal. Lám. 5

DISTRIBUCION.-

En México en Mazatlán, Sinaloa.

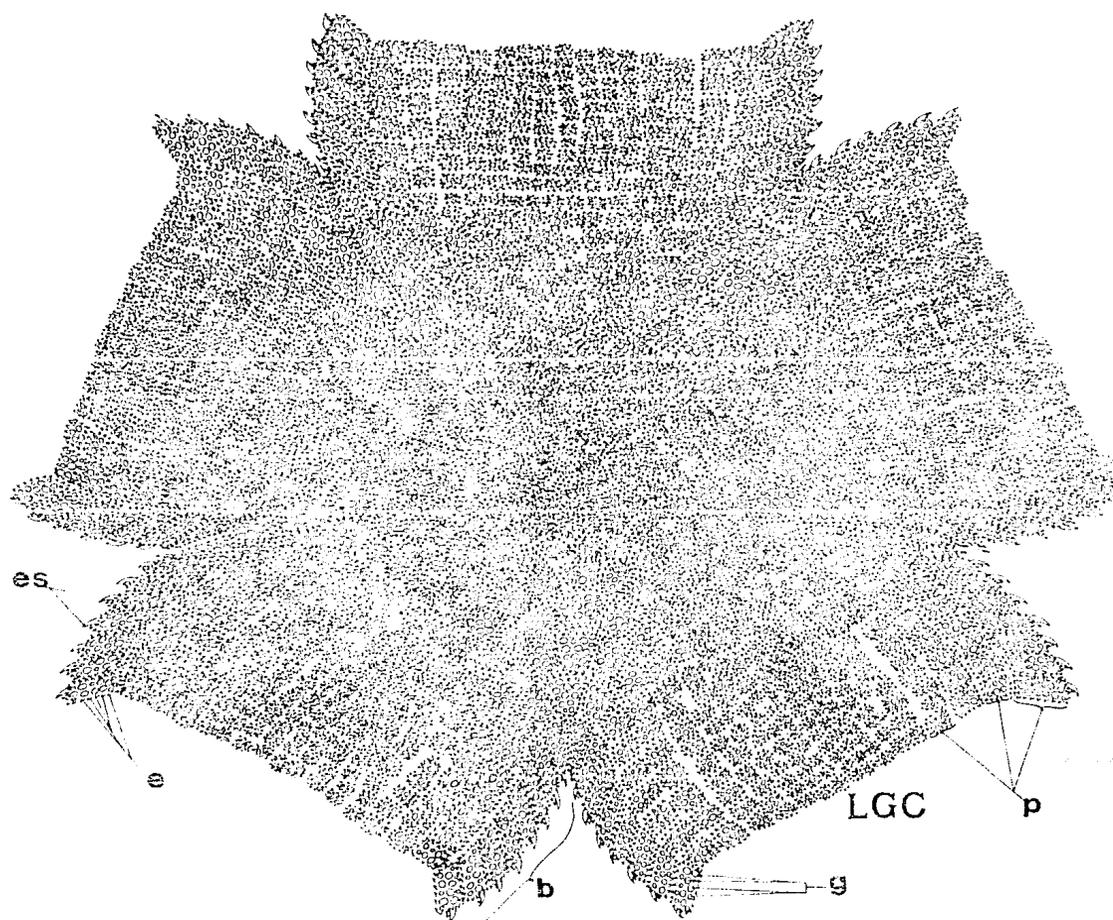
En Hawaii en las Islas Sandwich.

En el Archipiélago de Oceanía en Samoa.

Es una especie litoral de la costa Americana del Océano Pacífico y su dispersión está limitada desde Mazatlán, Sin., México hasta Ecuador.

Lám. 1 MORFOLOGIA EXTERNA DEL DISCO. Vista Aboral. (Aumento 11 veces).

- p - paxilas
- g - gránulos
- e - espineletes
- b - base o parte proximal del brazo.
- es - espinas marginales



es

e

b

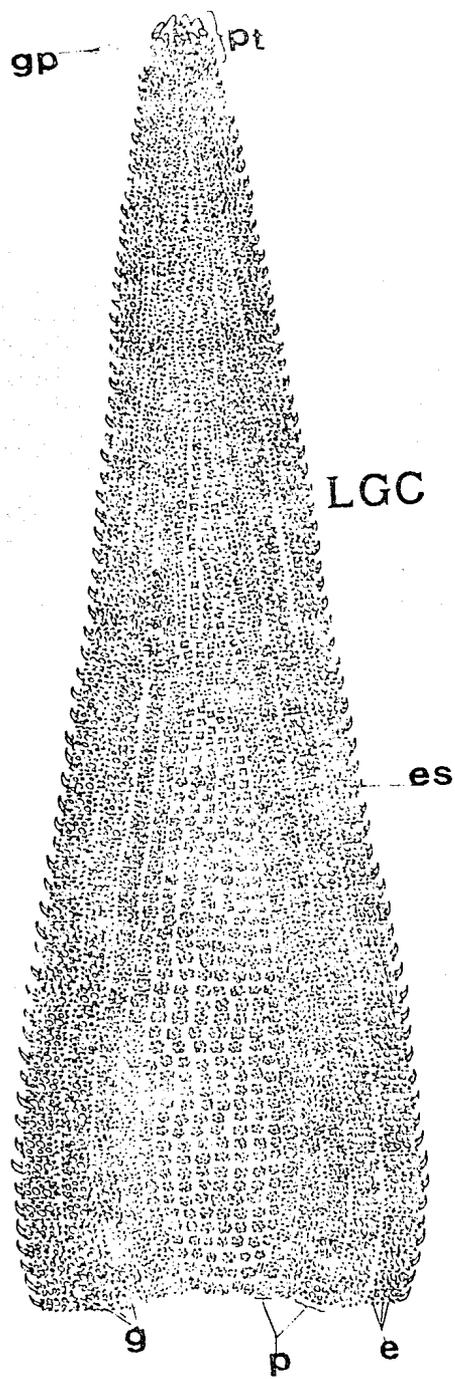
LGC

p

g

Lám. 2 MORFOLOGIA EXTERNA DEL BRAZO. Vista Aboral. (Aumento 8 veces).

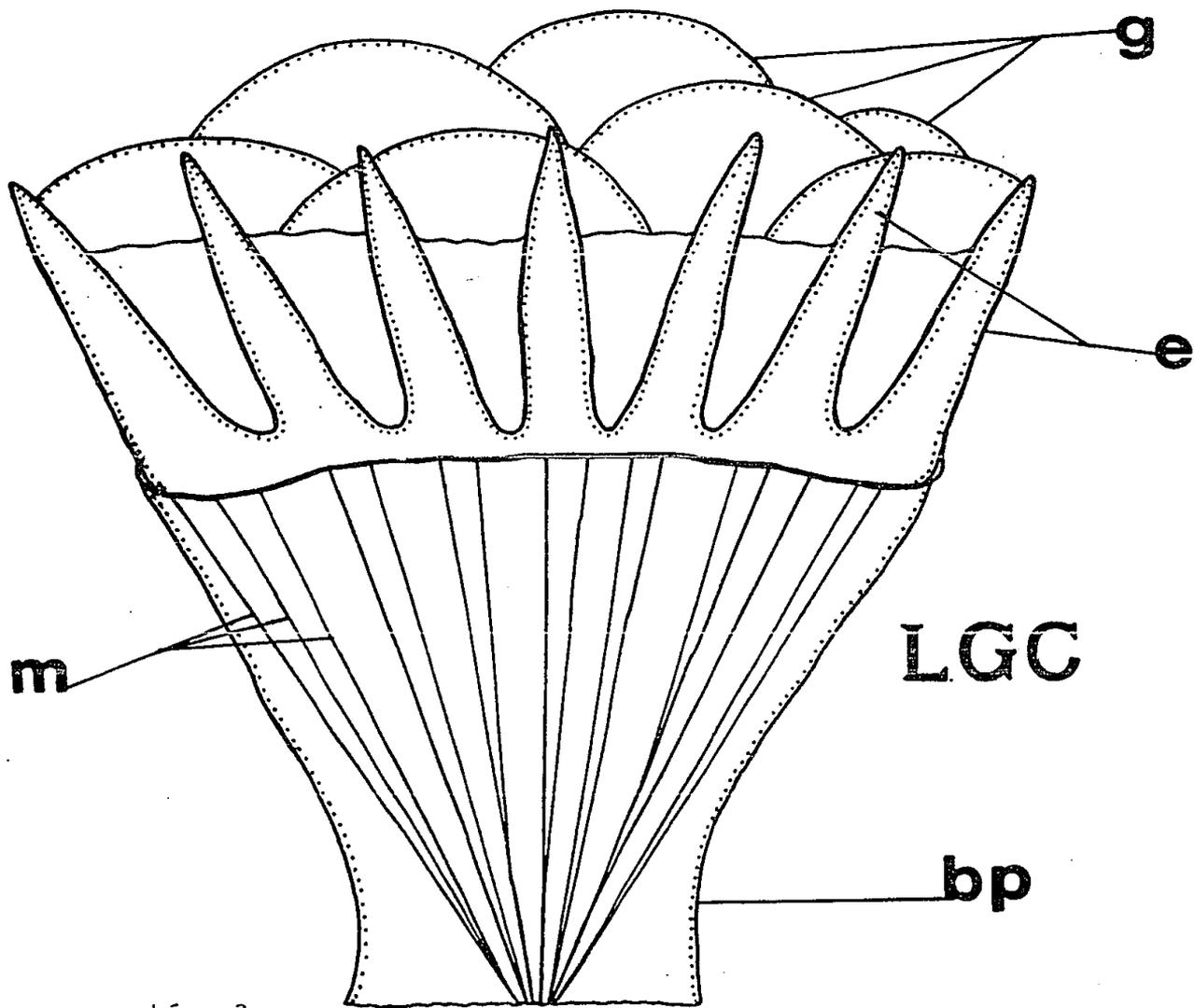
- p - paxilas
- g - gránulos de la paxila
- e - espineletes
- pt - placa terminal
- gp - gránulos placa terminal.
- es - espinas marginales.



Lâm. 2

Lám. 3 PAXILA. Vista de Perfil. (Aumento 140 veces).

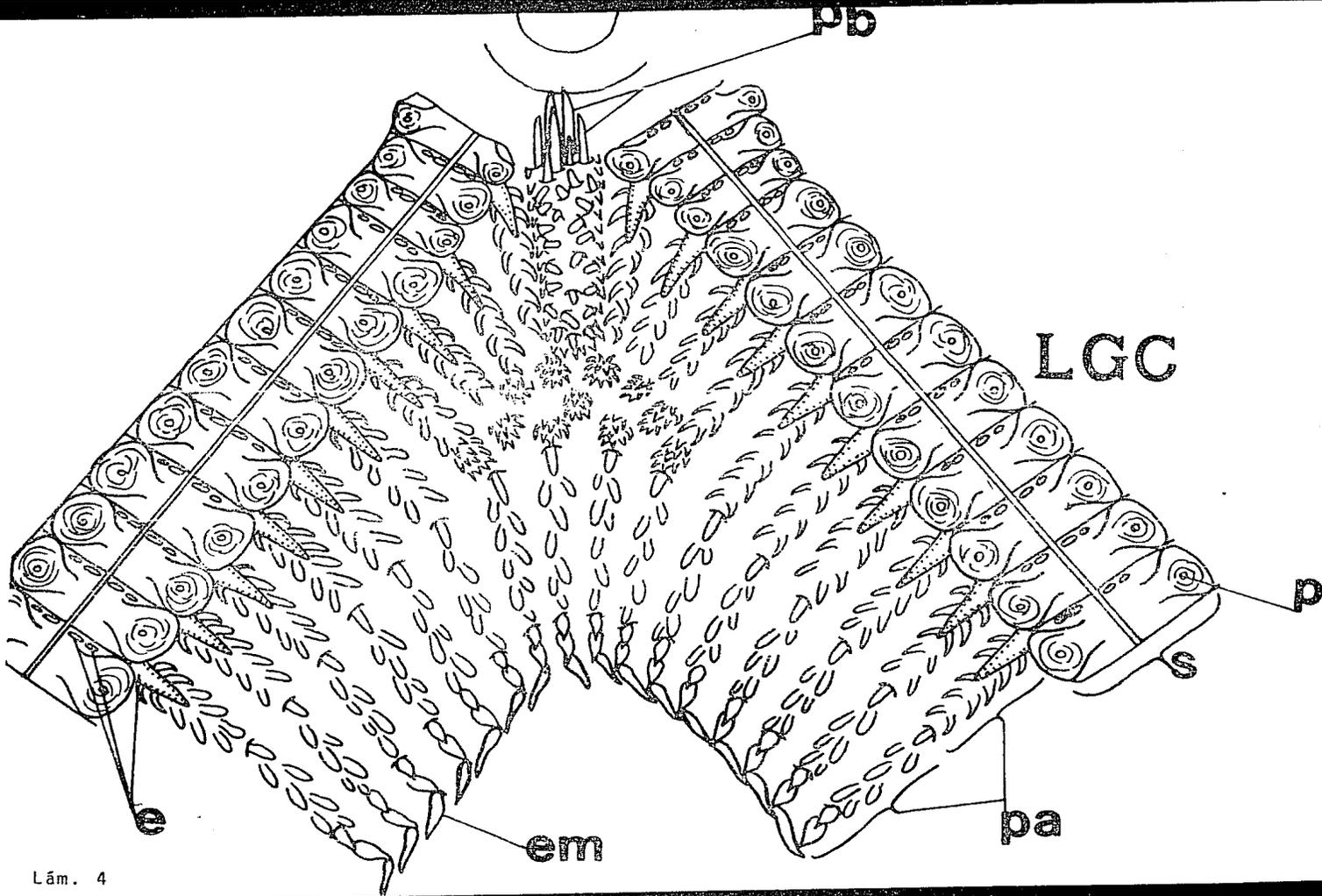
- g - gránulos
- e - espineletes
- fm - fibras musculares
- bp - base de la paxila.



Lãm. 3

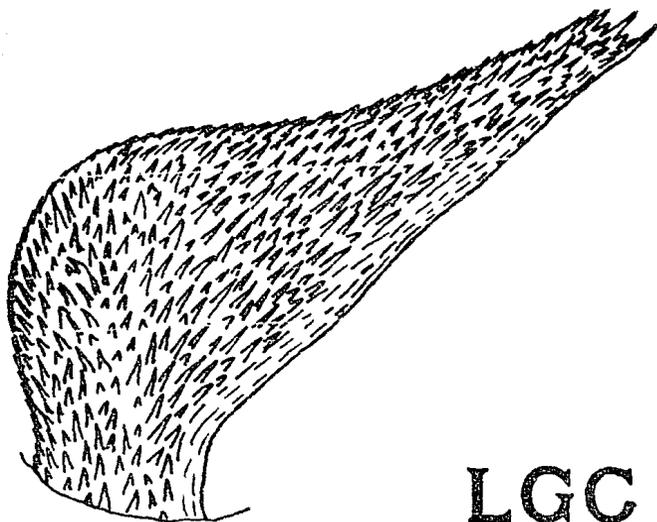
Lám. 4 PARTE DEL DISCO. Vista Oral. (Aumento 15 veces).

- pa - placas adambulacrales
- s - surco ambulacral
- p - podios ambulacrales
- pb - placas bucales
- e - espinas de las placas adambulacrales
- em - espinas marginales.

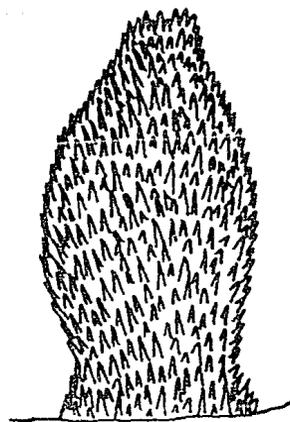


Lám. 5 DIVERSAS ESTRUCTURAS. Vista Oral. (Aumento 15 veces).

em - espinas marginales.



LGC



ASPECTOS BIOLÓGICOS.-

De las diferentes especies del género Luidia la especie -- que más se asemeja a Luidia brevispina es Luidia foliolata, por lo que se menciona a continuación sus principales característi-- cas distintivas de cada una de ellas.

L. foliolata presenta espinas marginales largas, robustas, anchas y numerosas. Espinas inferomarginales grandes y afiladas. - Placas bucales con muchas espinas pequeñas sobre su cara inter-- na, mientras que L. brevispina tiene las espinas marginales muy-- cortas, delgadas y escasas, dispuestas sobre el margen de los ra-- dios, una o dos en cada placa. Espinas inferomarginales numero-- sas granuliformes o escamosas e imbricadas y las placas bucales-- ovaladas, desprovistas en su cara interna de las pequeñas espi-- nas características de L. foliolata.

Los hábitos alimenticios de los asteroideos ha sido estudia-- da por varios investigadores como Faussone (1954), Hayman (1955) Nichols (1964), Feder y Christensen (1966), Reese (1966), Binyon (1972) y Sloan (1980).

Los datos bibliográficos sobre la alimentación de éstos or-- ganismos proviene de observaciones directas en acuarios o de aná-- lisis del contenido estomacal.

En contraste con las otras clases de equinodermos, los aste-- roideos tienen una estructura del sistema digestivo con órganos-- conspicuos, aunque es importante mencionar que dichos sistemas - presentan variaciones significativas en las diferentes familias-- de la Clase.

El orden Platyasterida que incluye a la familia Luidiidae (cons-- tituida por un sólo género Luidia) se distingue por presentar po-- dios ambulacrales sin ventosas y un sistema digestivo de los más simples que no corresponde a la descripción general de los aste-- roideos, debido a que ésta familia no presenta órganos digesti-- vos aborales (con ausencia de intestino, ciego rectal y ano), pe-- ro presentan un ciego intestinal y su organización digestiva es-- uniforme, se les considera los asteroideos recientes más primiti-- vos; y se dice que hay similitud con el intestino de los ofiuroides.

deos correspondiendo con los apéndices pilóricos. Este tipo de sistema también los presentan algunos miembros del orden Paxillo sida.

De acuerdo a Cuénot (1887) el ciego pilórico se desarrolla tardíamente durante el crecimiento postmetamórfico de Luidia, y el sistema digestivo de los juveniles es similar al de los ofiuroides (Ophiura y Ophiothrix). El estómago de los especímenes adultos es muy grande, no está dividido y ocupa la amplia cavidad del disco. El estómago de Luidia maculata es un gran saco discoidal plegado (Hayashi, 1973).

Las especies de Luidia no pueden evertir el estómago, sin embargo, éste es tan expansible que puede contener varias presas grandes (Jangoux y Van Impe, 1971).

Es importante citar que los asteroideos que pueden evertir el estómago son sólo los que presentan un sistema digestivo completo (con ciego rectal y ano).

Los complejos métodos de alimentación de los asteroideos litorales de aguas templadas han sido analizados desde hace largo tiempo, por ejemplo en Asterias y Pisaster, en cambio, la alimentación de algunos asteroideos de aguas tropicales todavía no ha sido estudiada.

Los asteroideos se alimentan eficientemente en la capa superficial del substrato (microorganismos y material detrítico) usando sus estómagos evertidos como órganos de alimentación mucoso-ciliar. La alimentación intraoral está restringida al substrato blando. En contraste, los alimentadores extraorales se encuentran en todos los tipos de fondos marinos. La colonización de substratos duros por los asteroideos está sin duda, ligada a la evolución de la eversión del estómago, un proceso que permitió capturar presas en el substrato duro.

La alimentación intraoral es exclusiva de los ordenes primitivos Platyasterida (familia Luidiidae) y Paxillosida (familias Astropectinidae, Gonioplectinidae y Porcellanasteridae). Los hábitos alimenticios de éstos asteroideos han sido observados sólo en pocas especies litorales, pero dada la similitud que hay entre ellas, se puede suponer que todos éstos asteroideos primitivos

vos básicamente se alimentan de la misma forma.

Sin duda, los primeros asteroideos Somasteroideos, fueron organismos micrófagos, que se alimentaban principalmente de microorganismos y detrimento que cubrían los fondos arenosos debido a las corrientes ciliares producidas por sus surcos transversales y ventrales radiales (Spencer, 1951).

Estos surcos transversales persisten en un estado más o menos vestigial en algunos asteroideos recientes primitivos, como los Luidiidae y algunos Astropectinidae y pueden ser utilizados para captar y transportar pequeñas partículas alimenticias.

Los miembros de la familia Luidiidae son asteroideos estrictamente carnívoros. Su principal alimento consiste de grandes organismos epifaunales (Eichelbaum, 1910; Hunt, 1925) con una marcada preferencia por los equinodermos (Fenchel, 1965; Brun, 1972).

Es frecuente el hábito excavador en los Luidiidae y Mauzey et. al. (1968) sugiere que Luidia foliolata cuando excava puede capturar sus presas de la infauna.

De acuerdo a Hulings y Hemlay (1963) Luidia clathrata traga sedimentos y alimento asociado a la materia orgánica y microfauna. El hábito carroñero no ha sido reportado en la familia Luidiidae pero Luidia sarsi es atraída por piezas de carne de varios tipos de vertebrados (Fenchel, 1965).

En las especies de Luidia la presa es ingerida entera y digerida en el estómago, aunque la pared estomacal deba estar en contacto con los tejidos que se digieren. Las conchas y otros materiales no digeribles son expulsados por la boca. La alimentación ciliar la utilizan como un método accesorio de alimentación.

Algunas especies de Luidia viven más o menos escondidas en la arena (Galsoff y Loosanoff, 1969). Estas formas se alimentan de bivalvos a los cuales capturan excavando hacía abajo dentro de la arena formando hoyos de poca profundidad. Para enterrarse se mueven lateralmente a ambos lados de cada brazo por medio de la acción de los podios el animal se hunde verticalmente hacía abajo dentro de la cavidad formada (Barnet y Hardy, 1968; Smith,

1961).

En sí, el método de alimentación de los Luidiidae está pobremente descrito. L. sarsi captura ofiuroideos epifaunales saltando sobre ellos, primeramente ésta se entierra dentro de la arena llevándose a su presa a la que forzan hacia el interior de la boca con ayuda de los podios (Fenchel, 1965).

L. ciliaris y L. foliolata capturan a sus presas excavando dentro del substrato y aparentemente retienen la presa tamizando el material del fondo blando a través de las espinas y las placas angulares de la boca (Lawrence, 1974).

Una leve eversión del estómago fue reportada en dos especies L. sarsi y Astropecten irregularis (Fenchel, 1965; Christensen, 1970). Sin embargo, ésto no significa que sea alimentación extraoral. De acuerdo a Fenchel, la eversión del estómago es para envolver a la presa antes de deglutirla, por lo que la eversión puede considerarse como un proceso que facilita la ingestión de la presa.

A. L. clathrata se le ha reportado como de alimentación intraoral (Hulings y Hemlay, 1963; Lawrence et. al., 1974; McClintock y Lawrence, 1981).

El potencial de L. clathrata para explotar una alimentación detrítica además de la alimentación macrófaga es muy significativa. Diversos estudios enfatizan la importancia del detrimento como una fuente potencial de alimento en los sistemas de fondos blandos (Sibert y Naiman, 1980). La alimentación detrítica puede incrementar la admisión de calor durante períodos de baja disponibilidad macrofaunal. La capacidad de explotar tanto presas de macrofauna y detrimento ha sido observada en otras especies de asteroideos (Bran, 1980; Sheibling, 1980).

Existen reportes particulares sobre la alimentación de diferentes especies de Luidia, no hay ningún dato sobre la alimentación específica de L. brevispina, por lo que, debido a las características similares entre éstas especies se puede suponer que L. brevispina también puede consumir uno o varios de los alimentos de sus congéneres que aquí se mencionan como:

ESPECIEA L I M E N T A C I O N

| | | |
|------------------------|---|--|
| <u>L. alternata</u> | Asteroideos | <u>L. clathrata</u> y <u>Astropecten articulatus</u> . |
| <u>L. ciliaris</u> | Bivalvos Gasteropodos Equinoideos Holoturoideos Ofiuroideos | <u>Pecten</u> <u>Natica</u> <u>Spatangus purpureus</u> , <u>Echinocardium</u> , <u>Echinocyanus</u> , <u>Paracentrotus</u> y <u>Psammechinus</u> . <u>Thyone</u> y <u>Cucumaria</u> <u>Ophiothrix</u> , <u>Ophiura</u> y <u>Ophiocomina</u> . |
| <u>L. clathrata</u> | Bivalvos Gasteropodos Anfípodos Ostrácodos Equinoideos | <u>Donax variabilis</u> , <u>Tellina</u> y <u>Placopecten magellanicus</u> . <u>Mellita quinquesperforata</u> . |
| <u>L. foliolata</u> | Bivalvos Escafópodos Esponjas Poliquetos Crustáceos Holoturoideos Ofiuroideos | <u>Protothaca</u> , <u>Clinocardium</u> , <u>Nemocardium</u> y <u>Macoma</u> . <u>Dentalium</u> <u>Cucumaria</u> , <u>Molpadia</u> y <u>Leptosynapta</u> . |
| <u>L. magellanica</u> | Esencialmente Asteroideos Equinoideos Ofiuroideos | <u>Equinodermos</u> <u>Patiria</u> <u>Tetrapygus</u> <u>Ophiactis</u> . |
| <u>L. quinaria</u> | Asteroideos | <u>Astropecten latespinosus</u> |
| <u>L. sarsi</u> | Principalmente | Ofiuroideos <u>Ophiothrix</u> , <u>Ophioglypha</u> , <u>Ophiura albida</u> , y <u>Amphiura filiformis</u> . |
| <u>L. senegalensis</u> | Bivalvos Gasteropodos Briozoarios Poliquetos Ofiuroideos. | <u>Tellina</u> , <u>Mactra</u> , <u>Abra aequalis</u> y <u>Trachycardium</u> . <u>Olivella</u> |

(Cuénot, 1887; Ludwig, 1897; Eichelbaum, 1910; Hunt, 1925; Mortensen, 1927; Clarck, 1934; Tortonese, 1951; Faussone, 1954; - - Fell, 1962, Mauzey et. al., 1968; Lima-Verde y Matthews, 1969; - Brun, 1972; Carey, 1972; Rodríguez, 1972; Lawrence et. al., 1974; Schwartz y Porter, 1977; Downey y Wellington, 1978; Viviani, - - 1978; Nojima, 1979; McClintock y Lawrence, 1980).

Respecto a L. sarsi Fenchel (1950) cita que se alimenta estrictamente de ofiuros, sin embargo, Eichelbaum (1910), Mortensen (1927), Faussone (1954), Tortonese (1965) y Fenchel (1965) - mencionan que también se alimentan principalmente de ofiuros pero también de erizos como Echinocardium cordatum, entre otros no determinados, asterias Asterias rubens, crustáceos y bivalvos - Tellina.

La alimentación "extraoral" particularmente puede ser ventajosa para las poblaciones de L. clathrata que habita en Tampa Bay, donde los niveles de detrimento son altos (McClintock et. al., 1983). Especies de Luidia donde también se encontró gran cantidad de sedimento al analizar el contenido estomacal fueron: L. foliolata (Carey, 1972) y L. clathrata (Hulings y Hemlay, 1963; Lawrence et. al. 1974).

En cuanto a los tiempos de ingestión de presas en varias especies de Luidia se tienen los siguientes datos:

L. sarsi de Radio de 40-70 mm ingieren un Echinocardium de 10-15 mm de longitud en 15-30 minutos (Fenchel, 1965).

L. ciliaris de Radio de 180-240 mm ingieren Ophiothrix de 12 mm en 4-13 minutos (Brun, 1972).

L. clathrata de 11 cm de diámetro, en 72 segundos ingieren bivalvos Donax variabilis de 1 cm de longitud (McClintock y Lawrence (1980).

También se sabe de los asteroideos que pueden sobrevivir varios meses sin alimento (Lawrence, 1974) y que tienen la habilidad de comer varias presas simultáneamente.

Entre los asteroideos han ocurrido varios cambios y/o adaptaciones en el sistema digestivo. El desarrollo del ano, que primero apareció en los Paxillosidos, indudablemente modificó la función del tracto digestivo. El uso de un estómago evertido co-

mo un órgano eficiente en la alimentación mucoso-flagelar sería imposible sin un ano, por ejemplo, el exceso de agua y heces fecales son expelidas regularmente a través de la apertura anal y también le permite a los asteroideos alimentarse continuamente.

La transición de una alimentación intraoral a una extraoral es ciertamente uno de los desarrollos evolutivos más importantes de los asteroideos, ya que les permitió un acceso a varios recursos alimenticios adicionales.

Las especies de Luidia que viven generalmente en fondos blandos, presentan algunas adaptaciones como el que sus podios carezcan de ventosas y en su lugar presenten forma de punta de flecha para facilitar la introducción del mismo en la arena. También destaca la presencia de ámpulas dobles (bilobuladas), con objeto de brindar mayor fuerza para dirigir los podios en el interior del substrato. Además de capacitar a estas especies para desplazarse sobre un fondo blando, también éste tipo de podios son utilizados para excavar y se extienden hacia arriba a los lados del brazo, incluso para recubrir las paredes de la excavación con moco.

Respecto a la depredación de los asteroideos se tienen evidencias indirectas con las que se puede sugerir que varios de los asteroideos de las costas del Pacífico Norteamericano son de depredadores importantes de numerosas especies de organismos móviles. Varias especies de lapas, erizos, holoturias, bivalvos y gasterópodos exhiben "respuestas defensivas o de carrera" que implica la aceleración en sus movimientos como respuesta al contacto, o al menos la detección de ciertos asteroideos como Pisaster ochraceus, Leptasterias hexactis y Pycnopodia helianthoides.

En Chile (en el hemisferio Sur) Viviani (1978) al estudiar dietas, tendencias gregarias, agresiones y respuestas de escape encontró que L. magellanica es un depredador muy especializado e importante ya que se alimenta de ocho especies de equinodermos, además de que es también una especie caníbal y presenta agresión intra e interespecífica. Es conveniente destacar que L. magellanica habita regiones rocosas submareales.

Varias características de los asteroideos al parecer influ

yen en el papel que desempeñan en las comunidades marinas bentónicas tales como: crecimiento indeterminado, el que posean un patrón morfológico del tubo digestivo generalizado en cada orden - que le permite explotar diferentes fuentes alimenticias. El hecho de que tienen digestión extra o intraoral de sus presas y - sus habilidades sensoriales aunque limitadas, son suficientemente sofisticadas para responder rápidamente a la contracción de - las presas y para aprender acerca del medio de ésta; los mecanismos locomotores y para sujetarse de los asteroideos (flexión del brazo y podios) permiten tanto un movimiento rápido como una firme adhesión (al menos en aquellas formas que presentan ventosas) por último, la posesión de varios brazos probablemente incrementa en el poder de la flexibilidad, en la adhesión tanto a la presa como al substrato.

Hay especies con dietas muy especializadas y otras con dietas muy diversificadas e incluyen casi a todos los phyla de animales y vegetales de la comunidad bentónica marina. Por todo lo antes expuesto se puede concluir que la versatilidad en las adaptaciones de los asteroideos los hace elementos prominentes en - sus comunidades.

Generalmente los asteroideos tienen débil o no tienen habilidad para detectar presas a distancia, sin embargo, responden rápidamente al contacto con ellas.

Hayman (1955) menciona que algunas especies de Luidia del Indo-Pacífico son parasitadas por algunas especies del gasterópodo Thyca entre las que se encuentra a Thyca cristallina, T. astericola, T. ectoconcha y T. pellucida, éstos parásitos se alojan en los surcos ambulacrales de dicho asteroideo.

En resumen, la importancia de los asteroideos se centra en que son agentes organizadores de un amplio espectro de hábitats - al parecer atribuibles parcialmente a sus diversas características, algunas de ellas únicas. Estas incluye sus patrones de crecimiento indeterminado, forma del cuerpo, modos generalizados de ataque y digestión de presas, disposición de locomoción y adhesión. Escasos consumidores parecer ser tan adaptables a rangos - tan amplios de habitat como los asteroideos.

S I S T E M A T I C A

Ophiocoma aethiops Lütken, 1859.

Phylum Echinodermata

Subphylum Asterozoa

Clase Stelleroidea

Subclase Ophiuroidea

Orden Ophiurida

Familia Ophiocomidae Ljungman

Género Ophiocoma Agassiz

Especie aethiops Lütken.

Ophiocoma aethiops Lütken, 1859.

DESCRIPCION.-

Presenta forma estrellada con cinco brazos simples, separados del disco y sin surcos ambulacrales.

Tiene un disco de contorno ondulado con la superficie aboral, incluyendo la base de los brazos y los interradios de la superficie oral cubiertos con pequeñas espinas modificadas en gránulos pequeños y redondeados.

La granulación es más compacta y fina sobre la superficie aboral, y en los interradios de la región oral; pero en los bordes del disco en la superficie aboral se aprecia que los gránulos son más grandes y están menos densos.

Los cinco brazos están separados, dispuestos simétricamente son grandes, robustos y aplanados.

El diámetro del disco es de 43 mm, los brazos miden aproximadamente 230 mm de largo (cinco veces más largos que el diámetro del disco), 17 mm de ancho en su parte proximal, 21 mm en la parte media y 1 mm en la parte distal del brazo (tomando en cuenta las espinas).

Las espinas en general, son más largas que los escudos aborales de los brazos, las espinas decrecen en tamaño de la parte proximal a la distal, son lisas, despuntadas, de forma cilíndrica pero, anchas en su base y más delgadas en la punta. En cada uno de los escudos laterales de los brazos se presentan cinco espinas en la parte proximal, cuatro en la parte media y dos en la parte distal. Lam. 6.

En la superficie oral, a cada lado de cada una de las bases de los brazos se encuentra la hendidura bursal, que es la entrada a una bolsa, la bursa (con funciones genitorrespiratorias). -- La hendidura bursal es alargada y se extiende a todo lo largo -- junto a la base de los brazos y está bordeada a cada lado por -- una placa genital delgada, lisa y de color beige.

Los interradios de la superficie oral no están completamente cubiertos por pequeños gránulos ya que cubriendo ésta área se encuentran pequeñas escamas imbricadas de tamaño irregular.

Lám. 7.

Los brazos están constituidos por los escudos aborales, los orales y los laterales.

El primer escudo aboral que está unido al disco es pequeño, -- de forma casi rectangular y está parcialmente cubierto por la granulación del disco. En la parte proximal de los brazos los escudos aborales son unos ovalados a lo largo, de forma acorazonada, -- con los márgenes más alargados y delgados; los otros escudos son ovalados de forma de corazón pero, con sus márgenes redondeados, -- éstos dos tipos de escudos se van alternando uno con otro y están ligeramente unidos por sus extremos proximales, dando la apariencia de estar uno debajo del otro. En cada uno de los brazos hay -- aproximadamente 140 escudos aborales. Lám. 8.

Los escudos aborales de la parte proximal y media del brazo son muy similares, sin embargo, los de la parte distal son de forma un tanto triangular pero, con los vértices redondeados y el extremo superior abultado.

Los escudos laterales se encuentran desplazados hacia la zona aboral, están muy reducidos en comparación con los escudos aborales, tienen forma casi de un triángulo acutángulo, con aproximadamente 280 escudos laterales en cada brazo. Lám. 9.

Los escudos orales de los brazos en general, se puede decir que son de forma cuadrada, aunque detallando un poco se observa -- que los dos primeros escudos de la parte proximal tienen en medio de su base una pequeña ondulación y sus extremos en la parte basal superior son redondeados y la ondulación del margen superiores más pronunciada. A partir del tercer escudo oral proximal hasta los últimos escudos orales distales éstos presentan una forma cuadrada pero, con los bordes despuntados (redondeados). Lám. 10.

Hay un par de podios (tentáculos) que nacen cada uno entre -- el escudo oral y las espinas. Éstos tentáculos son anchos en su base y se van angostando hasta terminar en una punta ligeramente redondeada; son largos, de coloración amarillenta y cada uno de ellos está protegido por un par de espinas modificadas llamadas -- escamas tentaculares, la mayoría de forma ovalada y algunas con -- sus extremos superiores ligeramente puntiagudos. En la parte dis-

tal del brazo las escamas se reducen a una por cada tentáculo. - Lám. 11.

En el centro de la superficie oral del disco se ve una apertura de cinco ángulos grandes, llamada boca, aunque una especie de cavidad preoral es la boca verdadera; ésta se encuentra rodeada por cinco mandíbulas interradales que forman una boca armada. Lám. 7.

La mandíbula, la cual se compone de los escudos orales que son conspicuos, oblongos, angostos en la base y más anchos en su parte media, hacia la parte superior se angostan un poco y sus márgenes están redondeados. Uno de éstos escudos está modificado en la madreporita, a diferencia de los otros cuatro escudos éstos es abultado y sus márgenes están redondeados. Lám. 12.

Los escudos adorales localizados uno a cada lado de los escudos orales, miden aproximadamente la mitad en longitud de éstos; son largos, anchos en su parte media y se van angostando hacia sus extremos.

El espécimen estudiado presenta alrededor de la parte media-superior del escudo oral y de los escudos adorales ocho papilas bucales anchas, abultadas y de forma variable; la papila situada junto al escudo adoral es un poco alargada.

Las papilas dentales situadas frente al maxilar se encuentran en número de doce a quince y aunque se presentan dispuestas irregularmente, se puede decir que están distribuidas en cuatro o cinco hileras; son pequeñas, redondeadas y robustas, se localizan exactamente debajo de las papilas bucales y son más grandes que éstas.

Por último, debajo de las papilas bucales se observan (si está abierta la mandíbula), cuatro dientes fuertes, grandes, anchos aplanados, de forma rectangular y con los extremos truncados. Aparentemente aumentan de tamaño desde el diente que se encuentra por debajo de las papilas dentales hasta el diente que está en el interior de la cavidad preoral. Lám. 12 y 13.

En general, el espécimen presenta una coloración café, siendo más obscura en el disco y los escudos del brazo y más clara en las espinas.

DISTRIBUCION.-

En México se encuentra en Isla Clarión en las Islas Revilla-gigedo, Puerto Balandra y Cabo San Lucas en Baja California; Aca-pulco, Guerrero y Mazatlán, Sinaloa.

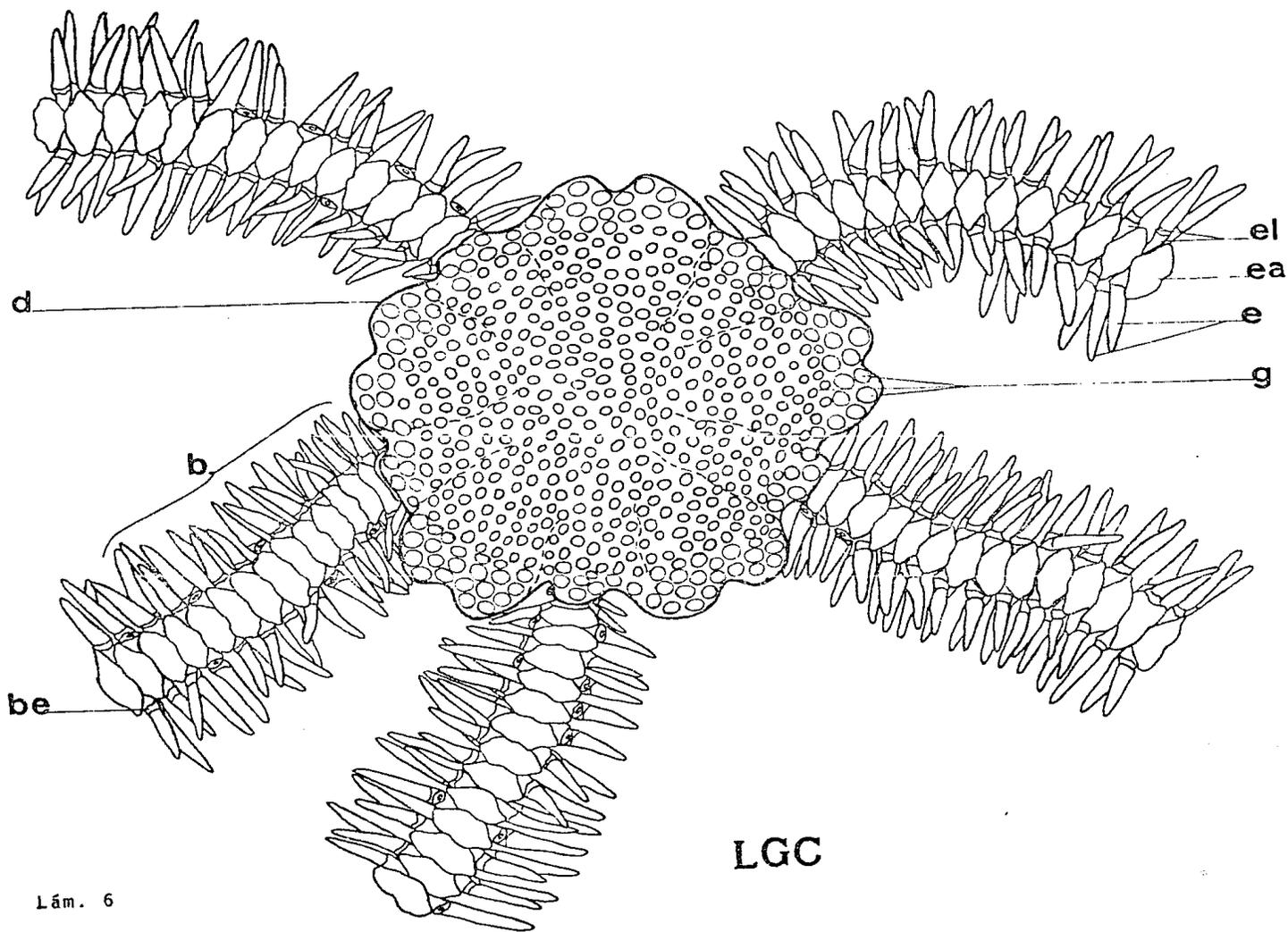
En Panamá en Bahía Honda, Isla Perico, Taboga y Taboguilla.

En Costa Rica en Istmo Arriba y Puerto Parker.

En las Islas Galápagos en Isla James, Isla Albermanle y - -
Webb Cove, también en Isla de Cocos y en la costa oeste de Nicara
gua.

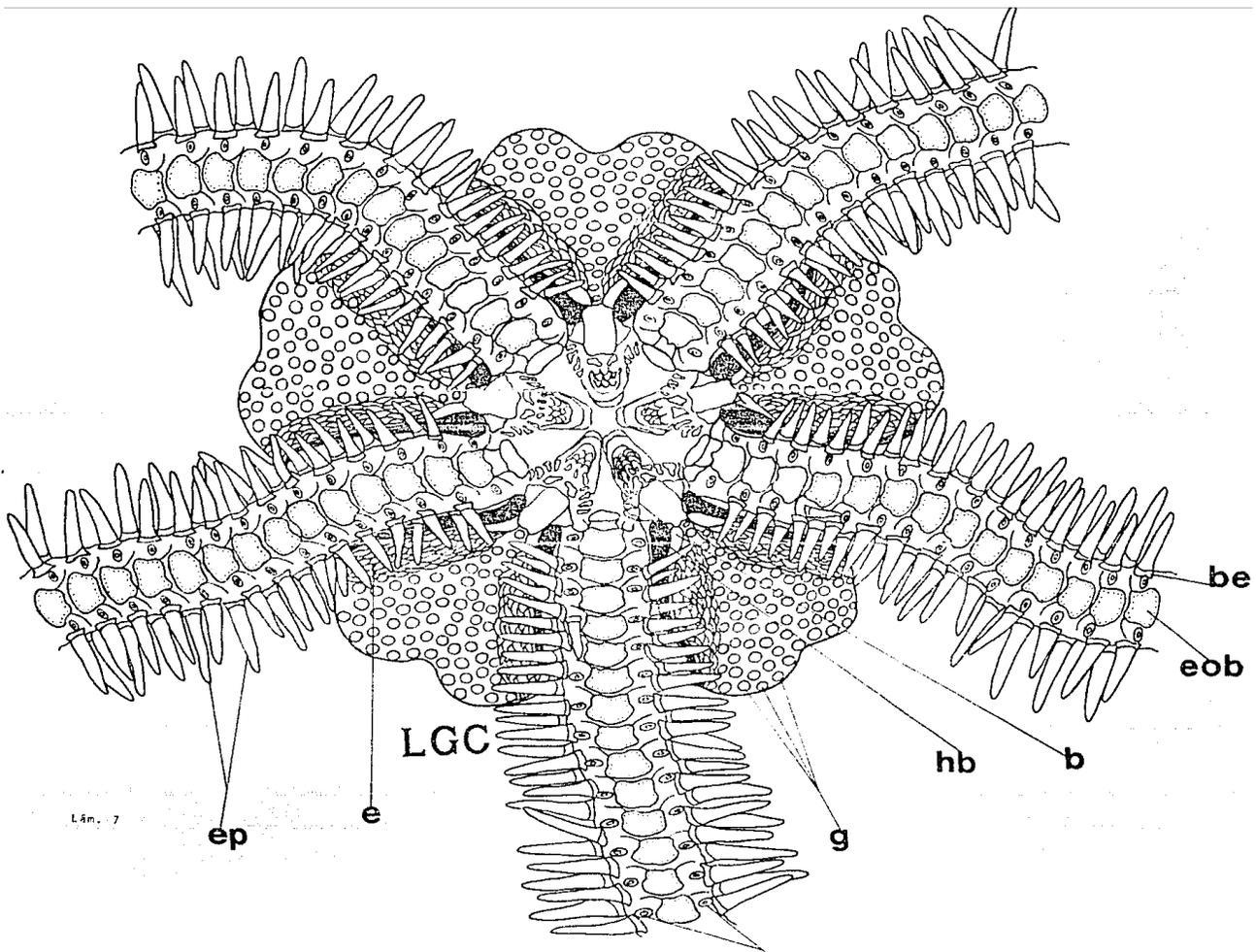
Lám. 6 MORFOLOGIA EXTERNA. Vista Aboral. (Aumento 4 veces).

- d - disco
- b - parte proximal del brazo
- ea - escudo aboral del brazo
- el - escudo lateral del brazo
- e - espinas
- g - gránulos
- be - base de la espina.



Lám. 7 MORFOLOGIA EXTERNA. Vista Oral. (Aumento 5 veces).

- e - escamas
- g - gránulos
- ep - espinas
- t - tentáculos
- hb - hendidura bursal
- eob - escudo oral del brazo
- et - escamas tentaculares
- be - base de la espina
- eo - escudo oral
- d - diente
- pb - papila bucal
- ea - escudo adoral
- pd - papila dental
- b - bursa.



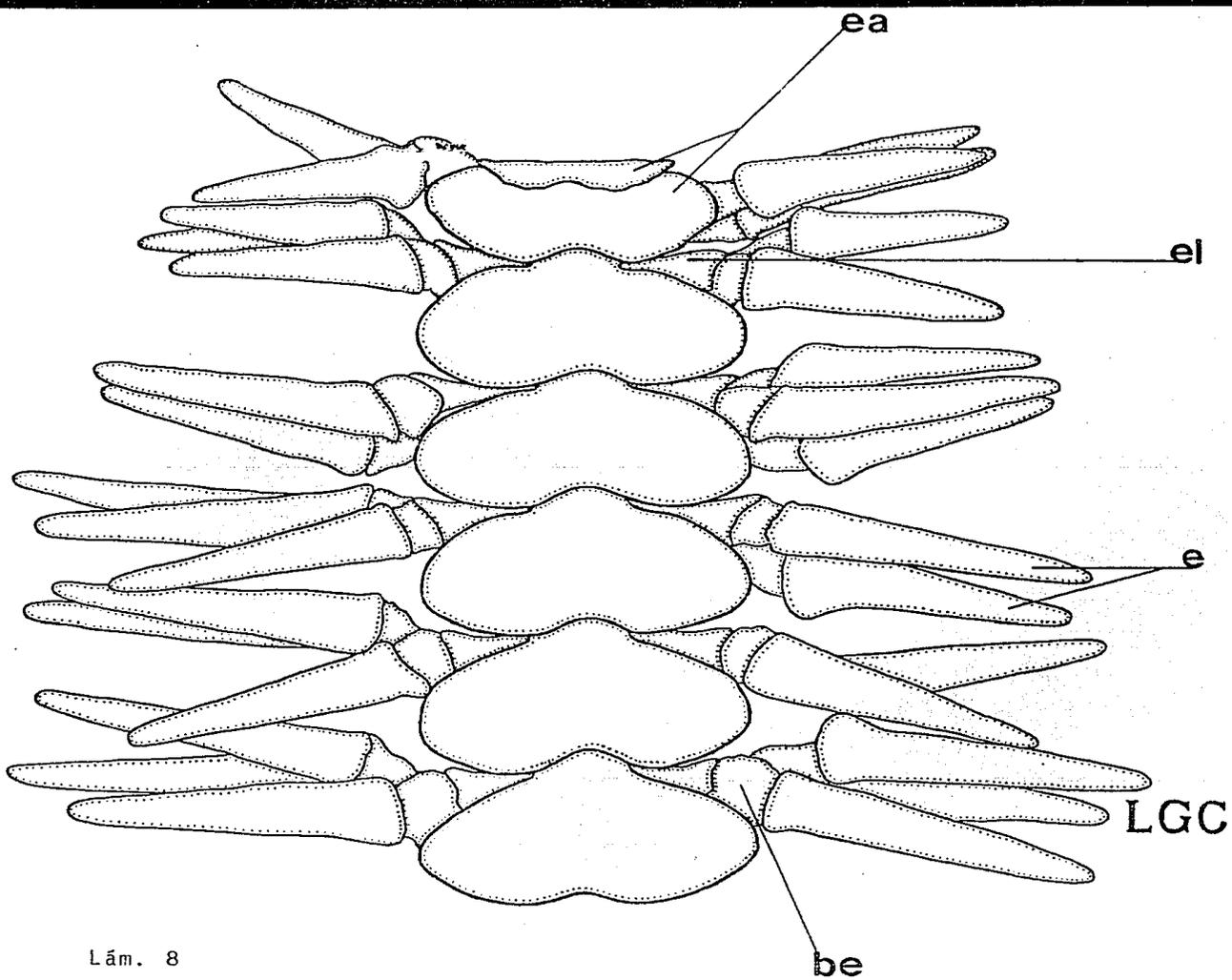
Lám. 8 PARTE PROXIMAL DEL BRAZO. Vista Aboral. (Aumento 20 ve
ces).

ea - escudo aboral

eí - escudo lateral

e - espinas

be - base de la espina.



Lám. 9 PARTE PROXIMAL, MEDIA Y DISTAL DEL BRAZO. Vista Aboral.
(Aumento 15 veces).

pp - parte proximal

pm - parte media

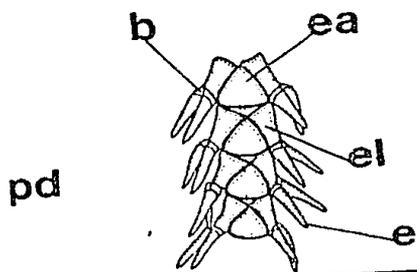
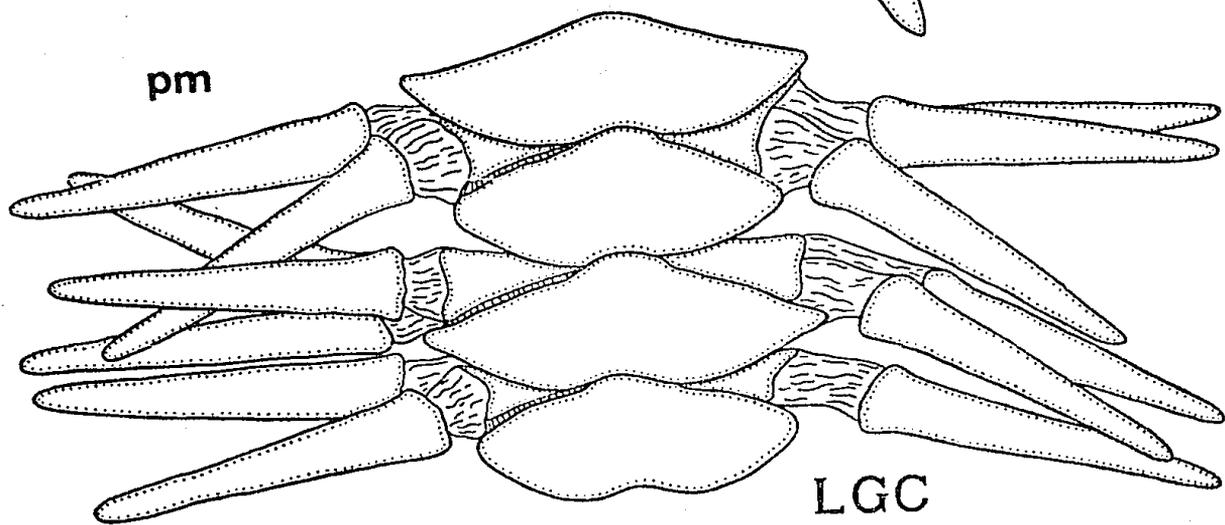
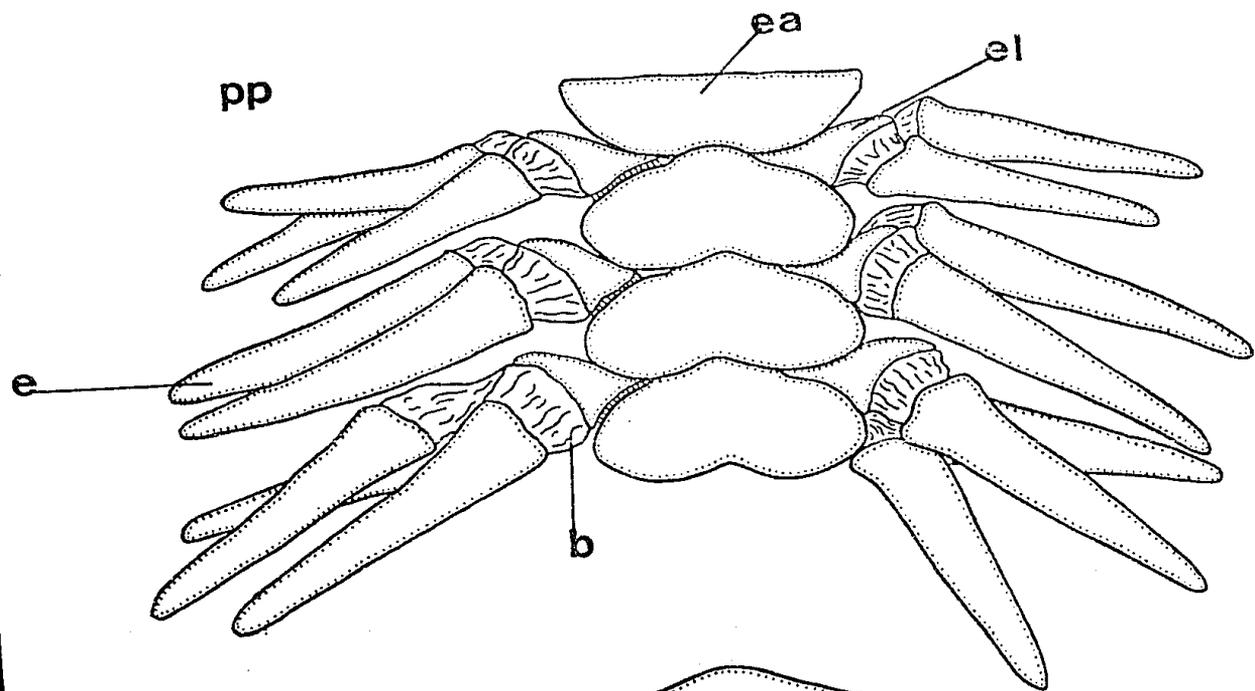
pd - parte distal

e - espina

b - base de la espina

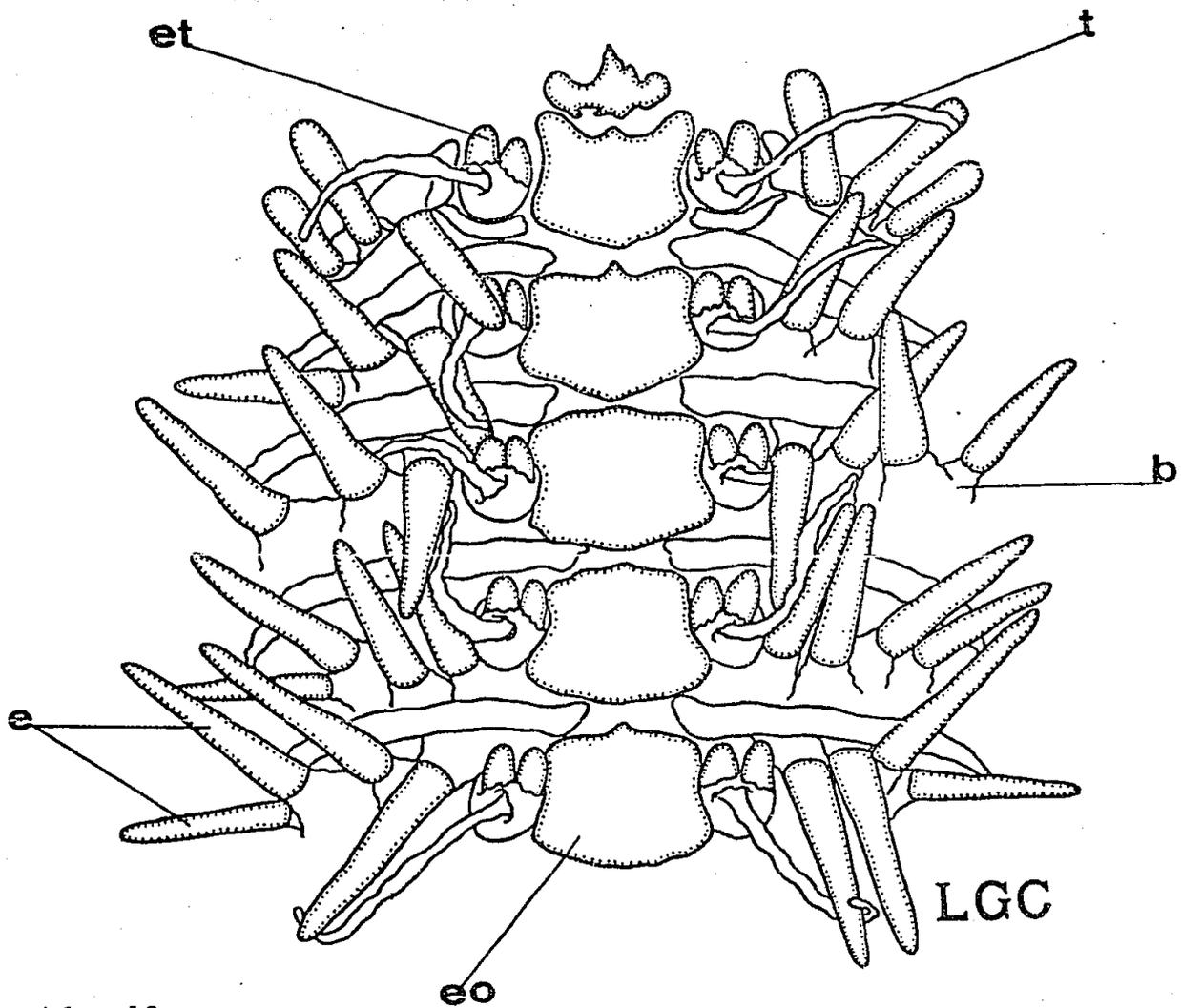
ea - escudo aboral

el - escudo lateral.



Lám. 10 PARTE PROXIMAL DEL BRAZO. Vista Oral. (Aumento 20 veces).

- et - escama tentacular
- î - tentáculo
- e - espinas
- eo - escudo oral del brazo
- b - base de la espina.



Lám. 11 PARTE PROXIMAL, MEDIA Y DISTAL DEL BRAZO. Vista Oral.
(Aumento 20 veces).

pp - parte proximal

pm - parte media

pd - distal

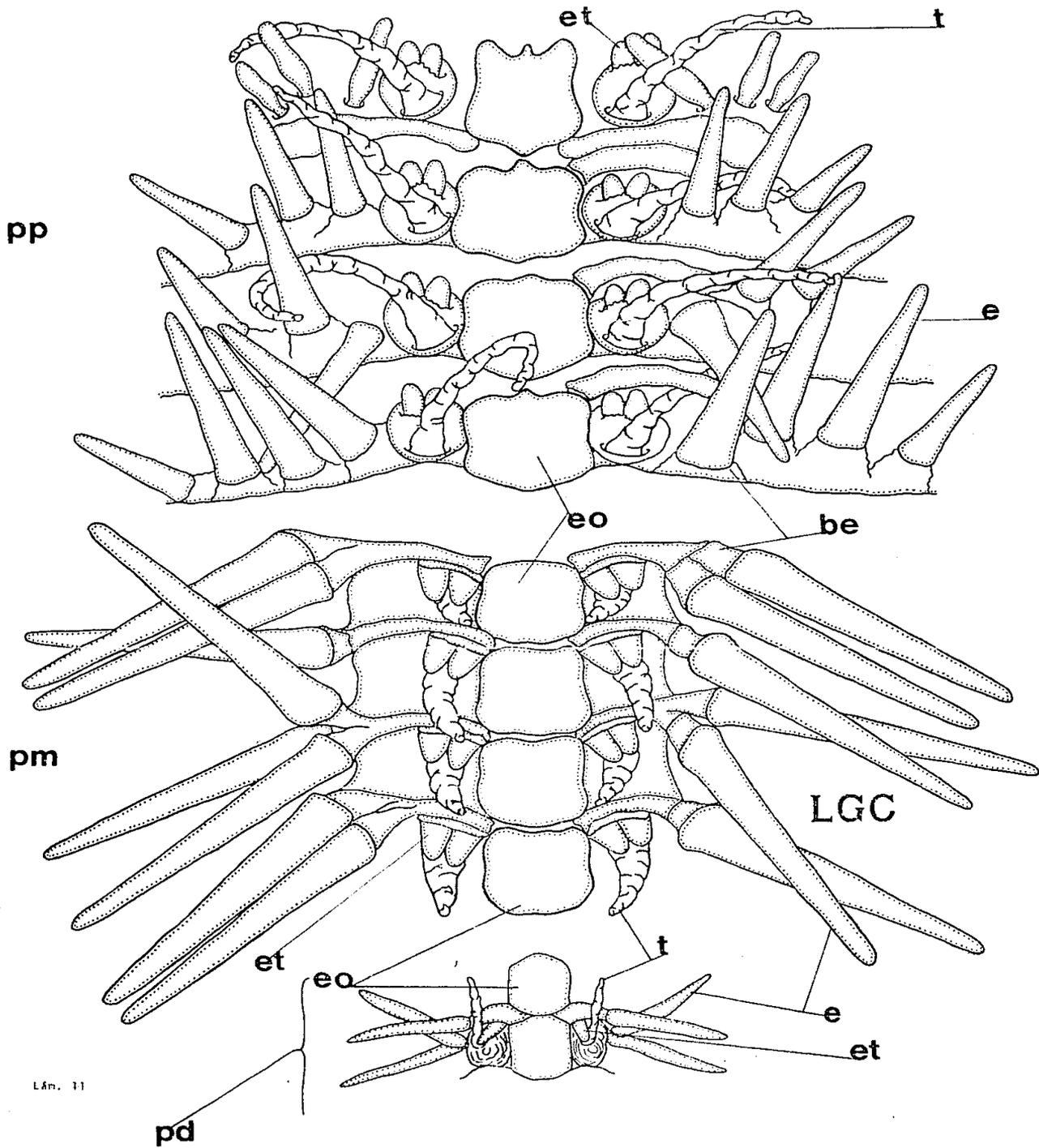
e - espina

t - tentáculo

et - escamas tentaculares

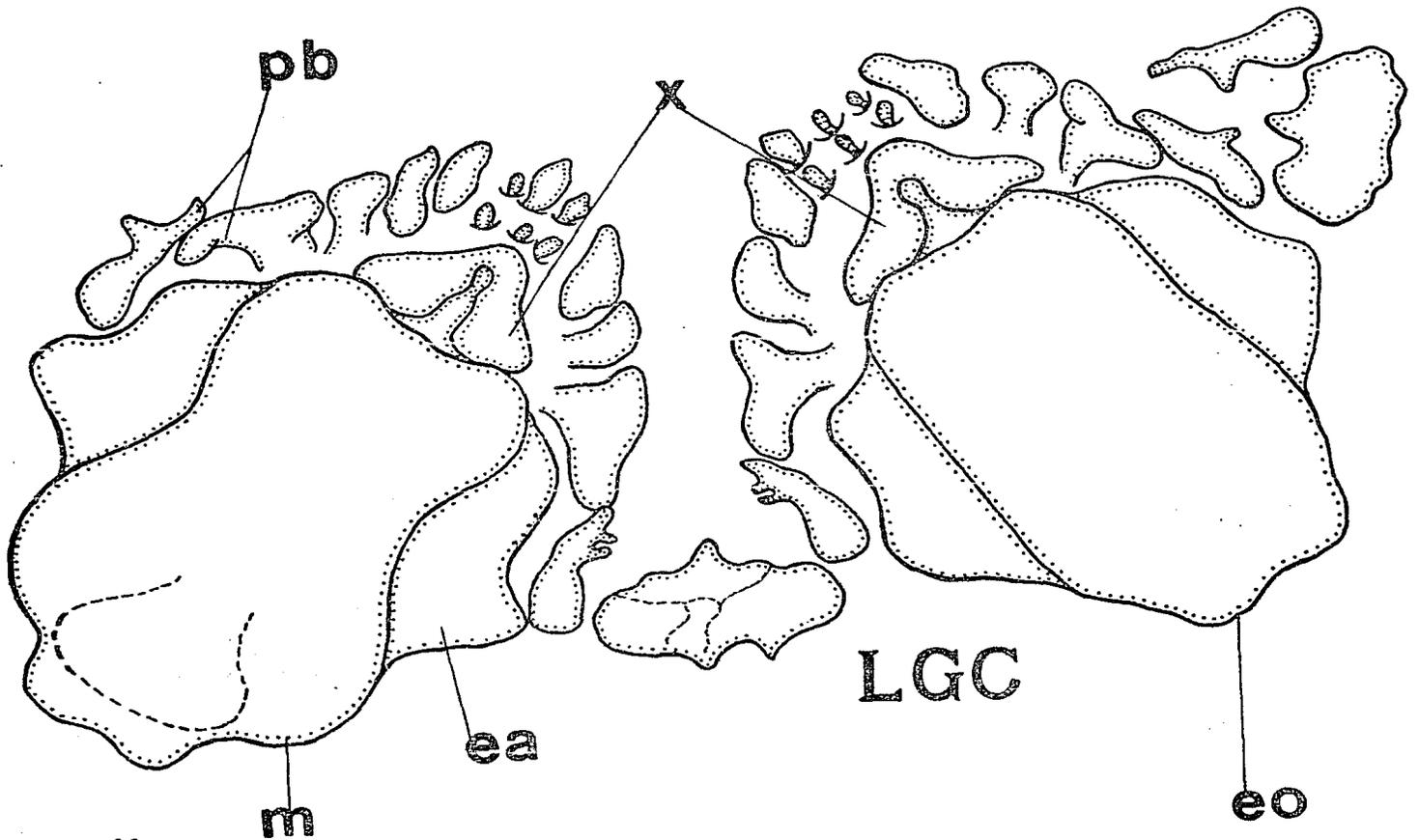
be - base de la espina

eo - escudo oral del brazo.



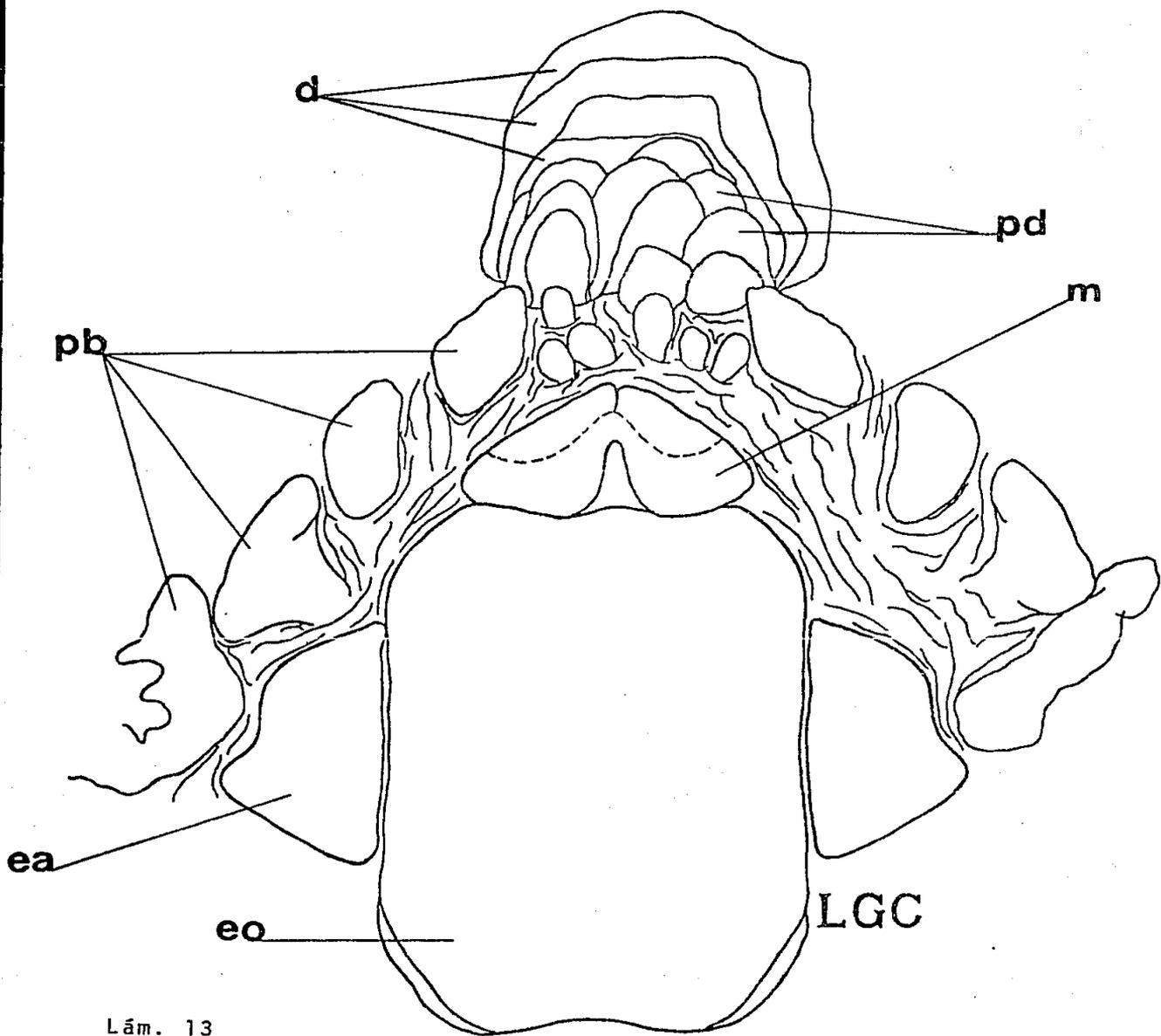
Lám. 12 ESCUDO ORAL Y MADREPORITA. (Aumento 11 veces).

pb - papilas bucales
m - madreporita
ea - escudo adoral
x - maxilar
eo - escudo oral.



Lám. 13 PARTE DE LA MANDIBULA. (Aumento 35 veces).

- d - dientes
- pb - papilas bucales
- ea - escudo adoral
- eo - escudo oral
- pd - papilas dentales
- m - maxilar.



Lám. 13

ASPECTOS BIOLOGICOS.-

Se concluyó que el espécimen estudiado pertenecía a la especie Ophiocoma aethiops debido a que presenta características típicas de ella como son: disco cubierto por pequeños gránulos, - aboralmente hasta las bases de los brazos y oralmente hasta el - borde de las hendiduras bursales. Coloración en general del animal café oscuro. Brazos de gran tamaño, robustos y aplanados. - Espinas robustas y grandes. En general, las placas aborales de los brazos ovaladas de forma acorazonada y las placas orales de los brazos de forma cuadrada. De una a dos escamas tentaculares-ovaladas. Con ocho papilas bucales, de doce a quince papilas dentales y cuatro dientes.

Lyman describe las variaciones mostradas por O. aethiops observando el número de escamas tentaculares y el desarrollo de la granulación en la superficie ventral del disco. Generalmente se presentan una sola escama tentacular y sólo son dobles sobre los dos primeros segmentos del brazo, pero frecuentemente hay dos escamas tentaculares sobre un gran número de segmentos sucesivos, - además, menciona que en su colección de especímenes de Panamá - hay ejemplares que tienen dos escamas tentaculares en la mayoría de los segmentos del brazo hasta el vigésimo. En éstos especímenes los gránulos sólo se extienden sobre una porción muy restringida de la superficie ventral del disco. Los escudos bucales, de forma hexagonal, son mucho más largos que anchos y pueden aun - ser casi del doble de largos, con los lados casi rectos y los ángulos redondeados ligeramente.

Al parecer, O. aethiops se asemeja a simple vista a O. erinaceus la cual a su vez es muy semejante a O. scolopendrina aunque presentan diferencias. La más obvia es la granulación del - disco, la cual termina de una manera estremadamente abrupta en - la periferia sin pasar sobre la superficie ventral en O. erinaceus, mientras que O. scolopendrina presenta más o menos una porción extensa de la superficie ventral que siempre se encuentra - cubierta por gránulos. O. erinaceus tiene en las placas del brazo, por debajo, el borde distal mellado, las espinas son robus--

tas y fuertes, las espinas dorsales son alargadas y frecuentemente macizas y éstas son siempre más robustas y más desarrolladas que en O. scolopendrina. Las escamas tentaculares están en número de dos a través de una gran parte de la longitud de los brazos; los brazos siempre mantienen cierta rigidez. La coloración es negra, ambas superficies del disco y las espinas no pueden moverse en círculo como es frecuente en O. scolopendrina.

Por lo anterior, Lütken al no observar características muy diferentes en éstas tres especies, optó por separarlas por sus lugares de origen en lugar de basarse en sus características morfológicas.

. El sistema digestivo de los ofiuroides es sin duda el más simple de entre los equinodermos (Ludwig y Hamann, 1901; Hayman, 1955; y Anderson, 1966). Con la boca siempre situada ventralmente y más o menos oculta por un aparato mandibular localizado justo debajo. Los ofiuroides presentan ciegos intestinales (no tienen ano ni intestino).

Los hábitos alimenticios y tipo de alimento de los ofiuroides hasta ahora no están bien estudiados, sin embargo, es posible hacer algunas generalizaciones.

Por ejemplo, se agrupan dos tipos principales de métodos de alimentación. El grupo de los carnívoros comprende a las familias Ophiomyxidae, Ophiodermatidae y Ophiolepidae, éstos son depredadores y comedores de carroña, usualmente tienen bastantes espinas pequeñas y podios en los brazos y agarran su alimento dando vueltas al brazo. Un método accesorio común es la alimentación por depósito, en la que pequeñas partículas son tomadas del substrato por medio de los podios.

El segundo tipo de alimentación comprende a los ofiuroides micrófagos e incluye a las familias Ophiocomidae, Amphiuridae, Ophiactidae y Ophiothrichidae. La alimentación de éste grupo es principalmente de pequeñas partículas provenientes del substrato o que están suspendidas en el agua. Sus espinas y podios de los brazos son relativamente más largos y son los principales órganos para la captura del alimento. Atrapan su alimento enrollando los brazos lo que permite obtener partículas grandes y algu--

nas veces presas, aunque es un método alimenticio accesorio.

La distinción dada aquí entre carnívoros y micrófagos es - desacostumbrada, pero se debe a que hay muy pocos ofiuroideos - herbívoros. Aquellas especies que toman partículas grandes macrófagos son descritas como carnívoros, mientras que las especies - micrófagas toman una mezcla de material animal y vegetal.

Los carroñeros se distinguen de los alimentadores de depósi to con base al tamaño de las partículas: las partículas en los a limentadores de depósito son suficientemente pequeñas para pasar únicamente por los podios, mientras que los alimentadores de ca rroña requieren de amplios movimientos de los brazos o cuerpo.

La distinción entre varias categorías de micrófagos se ex-- plica así: los mordisqueadores son una categoría interesante que presentan un aparato mandibular que entre los ofiuroideos taxonó micamente es importante, las papilas dentales y las pailas buca les son muy útiles para mordisquear.

Cowles (1910), encontró que los podios de los brazos de - Ophiocoma riisei pueden pasar partículas de alimento desde atrás a la parte proximal, seleccionan éstas y son soltadas rápidamen te otro tipo de partículas como por ejemplo arenas, gravas, etc.

El paso de alimento de un podio al siguiente es común en - los ofiuroideos micrófagos. Pentreath (1970) encontró que O. bre virama puede recoger pequeñas piezas de mejillón con los podios, pero tal vez, debido a las grandes escamas tentaculares y a los podios cortos no pueden pasar piezas por arriba del brazo.

En su hábitat natural Mac. Ginities (1949) y Magnus (1964)- observaron que en O. scolopendrina se presentan movimientos de - los brazos y aunque éstos fueron asociados con la alimentación - de depósito, funcionan igualmente bien para la depredación.

Una característica única de los micrófagos es el moco envol vente. Varios tipos de glándulas mucosas se encuentran en las es pinas y podios (Pentreath, 1970; Warner y Woodley, 1975) y cada uno probablemente secreta un moco con diferentes propiedades y - funciones.

Las partículas son capturadas por adhesión a los tentáculos y espinas de los brazos: el moco es el responsable de hacer és--

tas superficies pegajosas.

La alimentación por moco neto involucra la secreción de las glándulas de las espinas de los brazos de un copioso moco que saca hebras que son lanzadas entre las espinas. La formación del moco neto y el adoptar una posición de alimentación (con la superficie aboral sobre el fondo) es estimulada por los movimientos del agua. Ophiocoma sp. utiliza la alimentación por moco neto y por el moco de las espinas mejor que la filtración con los podios (Chartock, 1972).

El moco neto cubre al fitoplancton, diminuto zooplancton y detrito, éstas partículas son colectadas por movimientos de los podios que exploran y tocan las espinas adyacentes (Fontaine 1965; Pentreath, 1970).

En resumen se puede decir que las especies de Ophiocoma son micrófagas, alimentadoras de depósito de superficie, alimentadoras de suspensión por medio del mucus de las espinas, por moco neto y por filtro de los podios (Magnus, 1964; Chartock, 1972)

Gislen (1924) y Austin (1966) sugieren que las corrientes ciliares de los brazos y disco se involucran más bien con la limpieza y respiración que con el transporte de alimento. En todas las especies que ha sido reportada la transferencia de piezas pequeñas de alimento hacia la boca es efectuada por los podios y las corrientes ciliares no intervienen en esto.

Por último, es importante mencionar que la familia de ofiuroides más prominente de las aguas poco profundas tropicales es la Ophiocomidae y de los géneros, es el Ophiocoma, que predomina en el arrecife coralino Clark (1976). Todos los ophiocómidos son crípticos y viven en grietas, en o debajo de rocas y cabezas de coral (como por ejemplo Pocillopora ligulata), y en las bases de los pastos marinos y algas.

S I S T E M A T I C A

Echinometra vanbrunti Agassiz, 1863.

Phylum Echinodermata

Subphylum Echinozoa

Clase Echinoidea

Subclase Euechinoidea

Superorden Echinacea

Orden Echinoida

Familia Echinometridae

Género Echinometra Gray

Especie vanbrunti Agassiz.

Echinometra vanbrunti Agassiz, 1863.

DESCRIPCION.-

Presenta forma globosa, achatados los polos con la superficie oral orientada hacia abajo. En general es de color púrpura.- En el centro de la superficie oral se encuentra la boca, de la que resaltan cinco dientes duros que forman el aparato masticador o linterna de Aristóteles, los dientes están bordeados por un labio y alrededor de éste se presenta el peristoma, provisto con diminutas espinas y pedicelarios pequeños, robustos de tipo globífero. Alrededor de éste se encuentran algunas espinas ligeramente aplanadas en su parte distal. El peristoma porta cinco pares de podios bucales, pequeños, robustos y con piezas calcáreas formando una especie de disco. Lám. 18. También en el borde del peristoma en las áreas interambulacrales nacen cinco pares de pequeñas estructuras arborescentes, las branquias. Lám. 14.

En la superficie aboral se localiza el periprocto en el que se encuentra el sistema apical que mide tanto de largo como de ancho 8.5 mm; el sistema consiste de cinco placas genitales ligeramente hundidas (insertas), alineadas con el interambulacro y están horadadas por un gonoporo; una de éstas placas genitales es de mayor tamaño, está horadada por varios poros minúsculos y se denomina madreporita, la cual tiene 4.9 mm de largo y 3.3 mm de ancho, en ella y a su alrededor también se observan algunos pequeños tubérculos de espinas. En el sistema apical también se aprecian cinco placas terminales muy pequeñas, que sobresalen un poco (excertas), que no tocan el periprocto, están alineadas con el ambulacro y están horadadas para el paso del podio terminal.- El ano se localiza en posición central en el periprocto. Todo ésto puede observarse claramente en un espécimen preservado en seco y sin el tegumento que cubre al caparazón. Lám. 15.

La teca o caparazón mide de largo 56.5 mm, de ancho 55.2 mm y 26 mm de alto. Presenta las áreas ambulacrales más angostas que las interambulacrales. Las placas del caparazón son más grandes en el ecuador (ámbito) que en los polos y están alargadas horizontalmente. Son placas políporas. Las áreas ambulacrales pre-

sentan arcos en donde se localizan los pares de poros; en la parte aboral se presentan de tres a seis pares de poros por área y de siete a ocho pares en el resto del ámbito y en la parte oral el número de pares de poros va en decremento de siete a tres respectivamente. Lám. 16.

Los podios son de tipo locomotor, largos, angostos, extensibles y con un disco formado por piezas calcáreas (en forma como de red y en su centro se observan pequeñas espículas calcáreas - en forma de "C". El disco calcáreo se encuentra tanto en los podios de la zona oral como de la aboral. Lám. 17.

En la superficie externa se observan espinas de color púrpura que sin ser puntiagudas son delgadas en su parte distal y un poco anchas en su parte basal, son más largas que el diámetro de la teca y además, visto al microscopio estereoscópico se observa en la superficie de las espinas surcos longitudinales alternados con salientes. Lám. 19.

Las espinas se diferencian en primarias y secundarias, siendo más pequeñas las que se encuentran alrededor de la boca y aumentan de tamaño en el ecuador, aunque en éste también se entremezclan espinas secundarias. Las espinas primarias miden de largo 38 mm, de ancho en la base 3.5 mm y 7 mm en la punta y las espinas secundarias miden de largo 18.5 mm, de ancho en la base - 2 mm y en la punta .55 mm. Lám. 14.

Los tubérculos primarios ambulacrales se hayan más juntos - que los del interambulacro, también se observan en la región ambulacral pequeños tubérculos que separan ésta región de la interambulacral. Tanto los tubérculos primarios como los secundarios - están rodeados principalmente en su parte basal por varios pequeños tubérculos llamados escrobiculares. Lám. 16.

Respecto a los pedicelarios, éste espécimen presentó cuatro tipos diferentes;

a) Trifoliados: se localizan en la parte aboral del erizo, - son los más pequeños y delgados de todos los pedicelarios; valvas unidas distalmente, las cuales terminan en un pequeño diente cillo. Presentan en el pedúnculo y en la cabeza gránulos de color café (probablemente cromatóforos) y exclusivamente en el pe-

dúnculo se observan espículas en forma de "C". Lám. 20.

b) Ofiocéfalos: se localizan principalmente en el peristoma - son pequeños y robustos; valvas de color púrpura pálido; cada - valva termina distalmente en un diente cillo puntiagudo encorvado hacia adentro y presenta de cuatro a seis aserraciones. En la - parte basal de las valvas se aprecian arcos o asas que se traban cuando se cierran éstas. Presentan espículas en forma de "C" en - el pedúnculo el cual es corto al igual que la parte calcárea. - Lám. 21.

c) Globíferos: se sitúan en la superficie oral. Sus valvas - son grandes, separadas distalmente, no aserradas sino que están - ligeramente onduladas pero en la parte superior, tienen dos dien - tes terminales largos, dirigidos hacia adentro y debajo de ellos se encuentran dos dientes laterales, también encorvados hacia - - adentro pero son menos largos que los dos anteriores. En la par - te basal de las valvas presentan espículas en forma de "C" y no - se observaron espículas en el pedúnculo que es corto y ancho. - Según Meglitsch, (1967) y Chia, (1969) los pedicelarios globífe - ros presentan sacos de veneno pero no fueron observados en los - pedicelarios de éste espécimen. Lám. 21.

d) Tridentados: de diferentes tamaños, son los pedicelarios más grandes y abundantes en el espécimen estudiado, presentan - las valvas separadas basalmente y los bordes aserrados (de cua - tro a seis). Pedúnculos más largo o igual que la parte esqueléti - ca. En algunos de los pedicelarios observados se encontraron es - pículas en forma de "C" en gran cantidad, en otros había pocas y en algunos más no se presentaron. Estos pedicelarios se locali - zan tanto en la parte aboral como en el ecuador del animal. Lám. 20 y 21.

Respecto a la morfología interna, una vez separado el capa - razón en dos (parte oral y parte aboral), habiéndolo cortado por - la mitad se puede apreciar lo siguiente:

Un celoma perivisceral muy espacioso, donde los órganos más conspicuos son los del sistema reproductor, el cual está consti - tuído por cinco gónadas muy desarrolladas (en éste caso son ova - rios, por la coloración amarillenta que presentan al estar madu -

ros), están localizadas en las regiones interambulacrales y están sostenidas por unos mesenterios situados en la mitad de las gónadas, son delgados y terminan en una pequeña punta delgada. De la parte aboral se ven diez pequeños orificios, los gonoductos, los cuales emergen por la parte aboral a través de la placa genital. Lám. 22.

Del lado oral se aprecia la linterna de Aristóteles o aparato masticador, en la parte central de éste sistema sobresale el esófago, bastante largo y ancho, que desemboca en el estómago - que se ensancha a manera de bolsa, que se continúa con el intestino, ondulado hacia arriba en cada región ambulacral y hacia abajo en cada región interambulacral; el intestino lleva una dirección opuesta al sentido de las manecillas del reloj; en general el intestino es conspicuo ya que es una estructura bastante abultada. La segunda parte del intestino forma el recto, que desemboca en el ano en la región aboral.

Paralelo al intestino, aproximadamente a la mitad de su longitud se observa un tubo estrecho llamado sifón. También a lo largo de la pared del intestino están las vesículas hemales exteriores - (con apariencia de un filamento de color rojo); Lám. 23., las vesículas hemales interiores teóricamente se localizan a lo largo del interior del sifón pero no se observaron al hacer la disección del espécimen.

La linterna de Aristóteles es un complejo conjunto de músculos y piezas calcáreas que sirven para atrapar y mascar el alimento. Se compone de las siguientes piezas calcáreas: cinco pirámides, diez epífisis, cinco rótulas y cinco elementos dobles que forman los compases. Lám. 24.

Las pirámides son interradales, presentan sus bases orientadas aboralmente y sus partes superiores hacia la boca (adoralmente). Se ven un poco abultadas sobre todo en su parte media, - además presenta a lo largo una sutura longitudinal y en sus extremos laterales se ven fusionadas dos piezas (una a cada lado) - un tanto inclinadas hacia la parte exterior. Lám. 24.

Las epífisis son delgadas están situadas sobre los músculos protractores en la región aboral de las pirámides y en medio de

cada una de las epífisis existe una curvatura orientada hacia el esófago de la que sobresalen los sacos dentales. Lám. 25.

Al observar las pirámides desde arriba o desde adentro, se ve claramente que las epífisis están unidas entre sí y forman el "foramen magnum", que es una cavidad ancha y profunda. Lám. 26.

Entre las bases de las pirámides (entre una y otra) hay cinco piezas radiales, oblongas, anchas, grandes y robustas que son las rótulas. Cada una de ellas tiene no exactamente encima (ya-- que no están unidas) unos barrotes delgados un poco curvos, los compases, habiéndolo uno en cada rótula. Estos se componen de dos piezas una un poco gruesa en su parte distal que se va angostando, hasta quedar como un delgado filamento unido a las paredes del esófago. Lám. 25 y 27.

Cada una de las pirámides sostiene un diente calcáreo largo y curvo, con el lado cóncavo orientado hacia el centro de la linterna. La parte proximal del diente o plúmula es suave y está -- curvada. Las plúmulas se hayan sobre los músculos elevadores del compás situados encima de la cara aboral de la linterna. Cada -- una de las plúmulas está encerrada en un saco dental, que es una pequeña extensión de la cavidad perifaríngea. La plúmula es la -- región de crecimiento del diente. Lám. 23 y 25.

La parte basal de la linterna de Aristóteles en conjunto, -- se llama faja perignática, de la cual, de cada una de las zonas-ambulacrales sobresalen cinco piezas calcáreas de regular grosor altas y con leves ondulaciones en sus bordes, llamadas aurículas de las que, salen los músculos retractores de las pirámides, los cuales son pequeños y anchos en sus partes externas y se angostan hacia adentro de la linterna. Lám. 28.

Los músculos más prominentes son los músculos protactores -- de la pirámide, localizados en posición interr radial, presentan -- fibras gruesas en comparación con las de los músculos del com-- pás.

Los músculos o ligamentos depresores del compás, localiza-- dos aparentemente encima de los músculos protactores de la pirá-- mide se ven inclinados porque se unen a los bordes externos y -- distales del compás, su tejido se observa liso y sus fibras muy--

delgadas. Los músculos elevadores del compás, situados casi alrededor del esófago, forman un pentágono bien definido, delgado - con fibras muy finas.

DISTRIBUCION.-

En México se localiza en la Bahía Braithwaite de la Isla Socorro en las Revillagigedo, La Paz y Cabo San Lucas en Baja California; Bahía de Zihuatanejo, Guerrero y Mazatlán, Sinaloa.

En Costa Rica en Bahía Uvita.

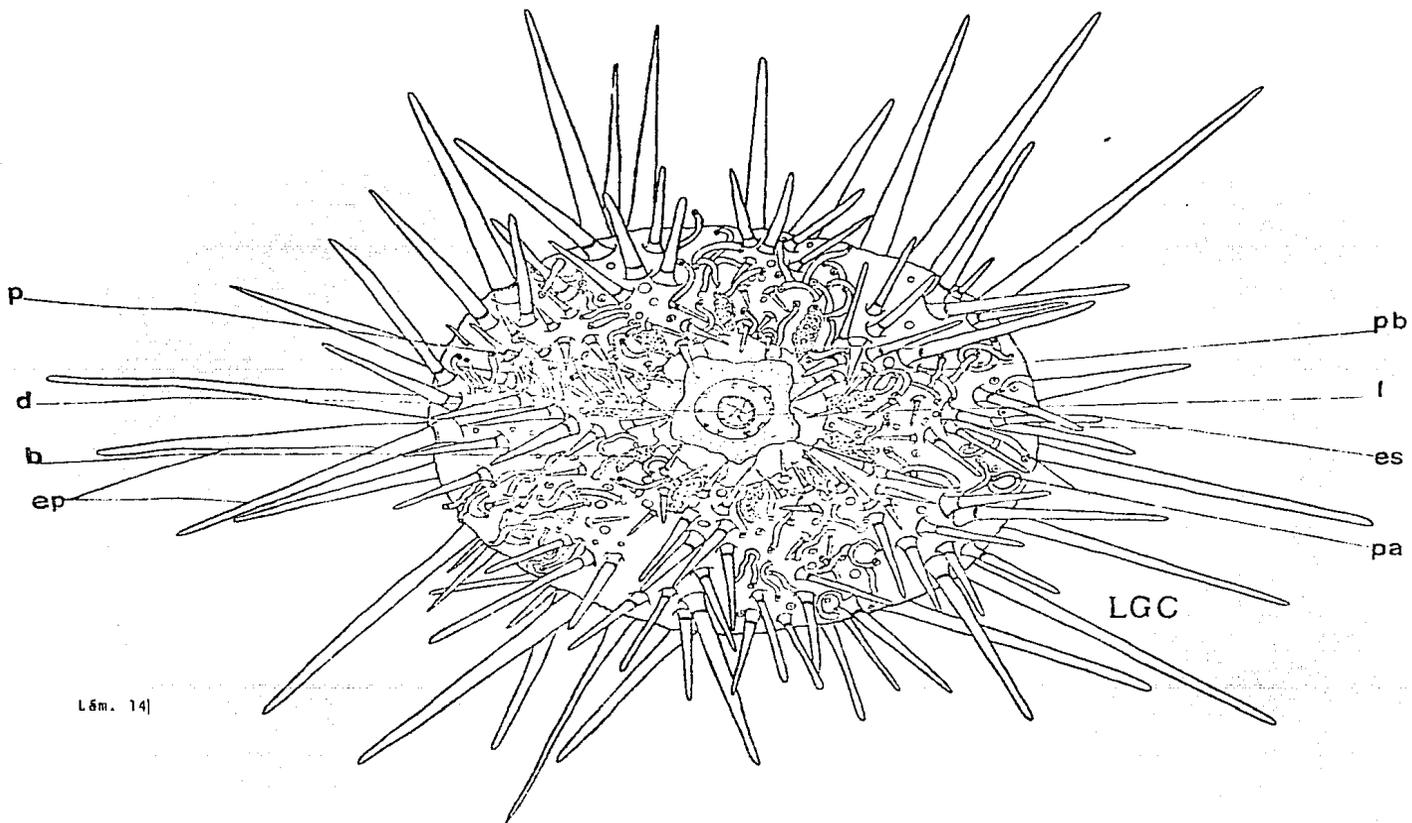
En Nicaragua en Corinto e Isla Cardón.

En Ecuador en la Bahía de San Francisco.

Isla de Cocos e Islas Galápagos.

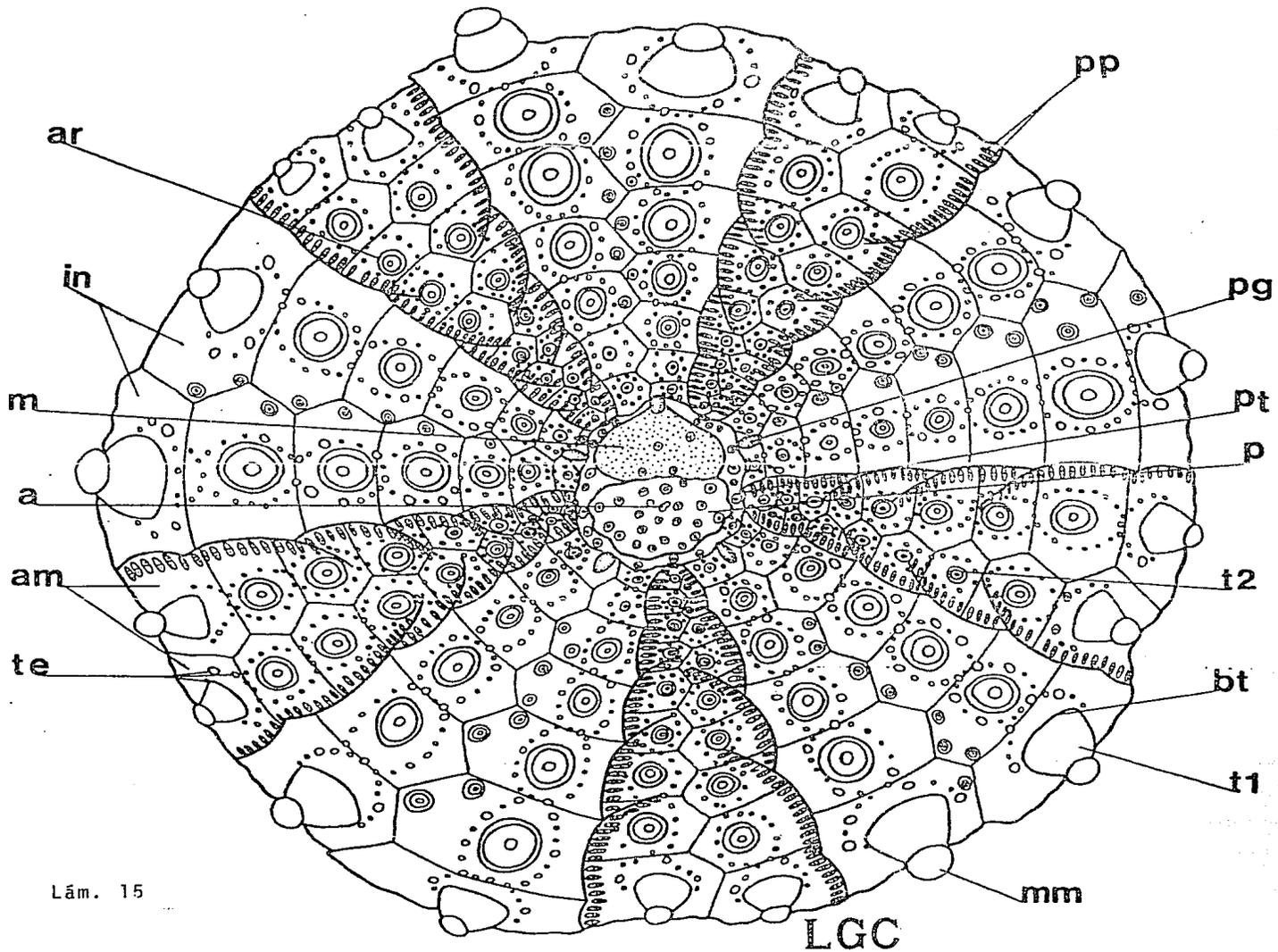
Lám. 14 MORFOLOGIA EXTERNA. (Aumento 4 veces).

- d - diente
- l - labio
- p - peristoma
- b - branquias
- pb - podios bucales
- pa - podios ambulacrales
- ep - espinas primarias
- es - espinas secundarias.



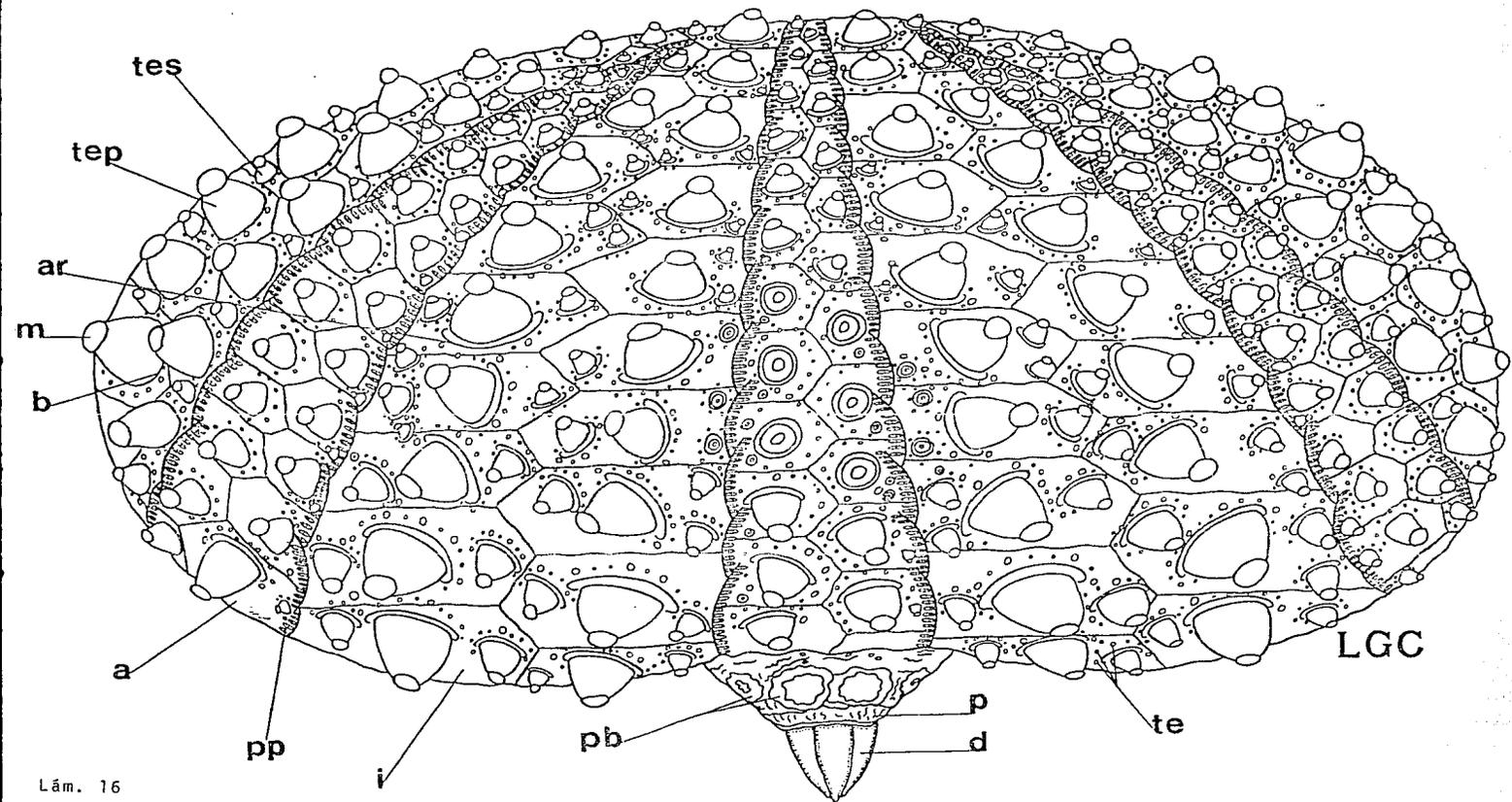
Lám. 15 CAPARAZON. Vista Aboral. (Aumento 6 veces).

- in - área interambulacral
- am - área ambulacral
- a - ano
- p - periprocto
- m - madreporita
- pt - placa terminal
- pg - placa genital
- te - tubérculos escrobiculares
- po - pares de poros para el paso de los podios
- mm - mamelón
- ar - areola
- bt - base del tubérculo
- t1 - tubérculos espinas primarias
- t2 - tubérculos espinas secundarias..



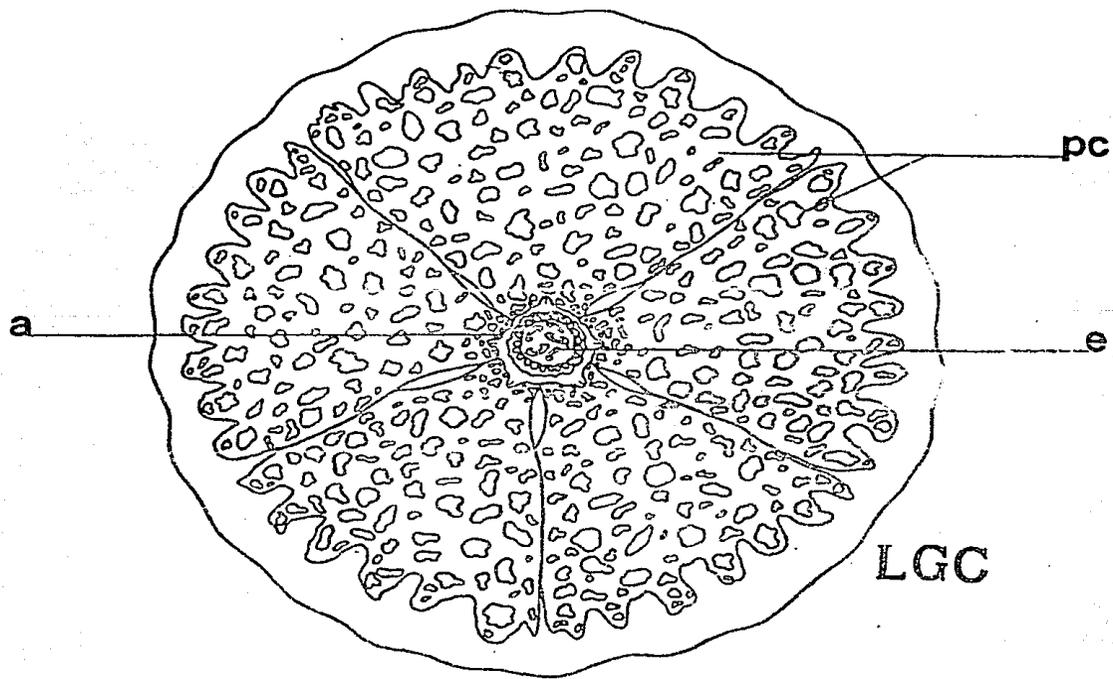
Lám. 16 CAPARAZÓN. Visto de Perfil. Aumento 7 veces).

- a - ambulacro
- i - interambulacro
- m - mamelón
- pd - podios bucales
- te - tubérculos escrobiculares
- ar - areola
- b - base del tubérculo
- p - peristoma
- d - diente
- pp - pares de poros para el paso de los podios
- tep - tubérculos espinas primarias
- tes - tubérculos espinas secundarias.



Lám. 17 PODIO AMBULACRAL. (Aumento 100 veces).

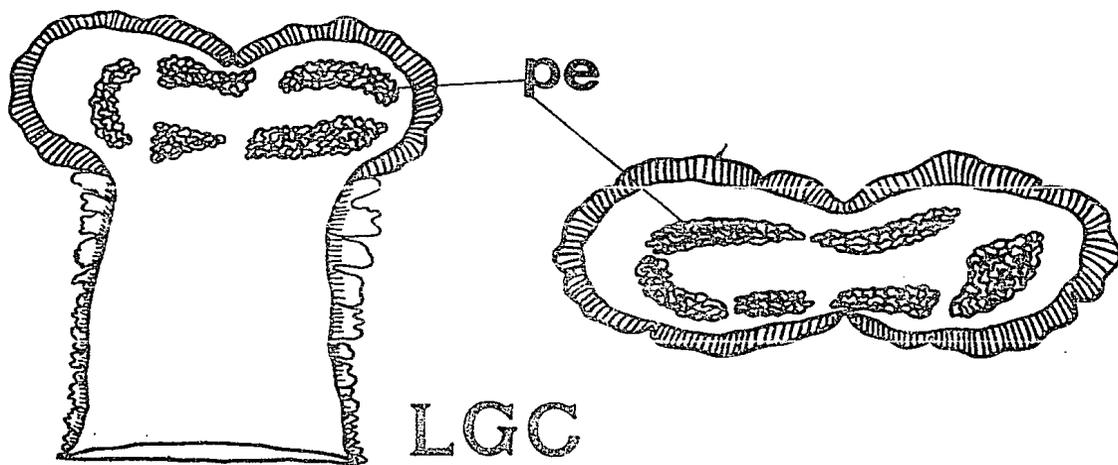
- a - armazón
- pc - placa calcárea
- e - espículas calcáreas en forma de "C".



Lăm. 17

Lám. 18 PODIOS BUCALES. (Aumento 50 veces).

pe - piezas esqueléticas.



Lám. 19 ESPINAS DE LA ZONA AMBULACRAL. (Aumento 7 veces).

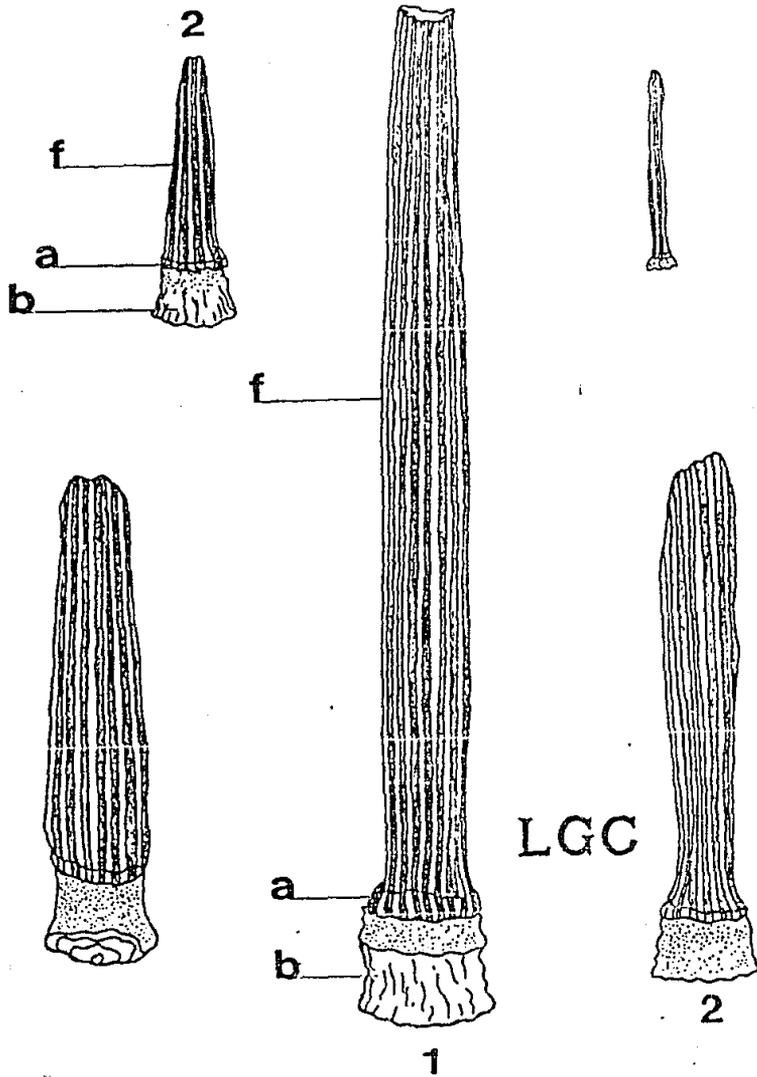
f - flecha

a - anillo o collar medio

b - base o cilindro de fibras musculares

1 - espinas primarias

2 - espinas secundarias.



Lâm. 19

Lám. 20 TIPOS DE PEDICELARIOS. (Aumento 100 veces).

T - Tridentado

Tf - Trifoliado

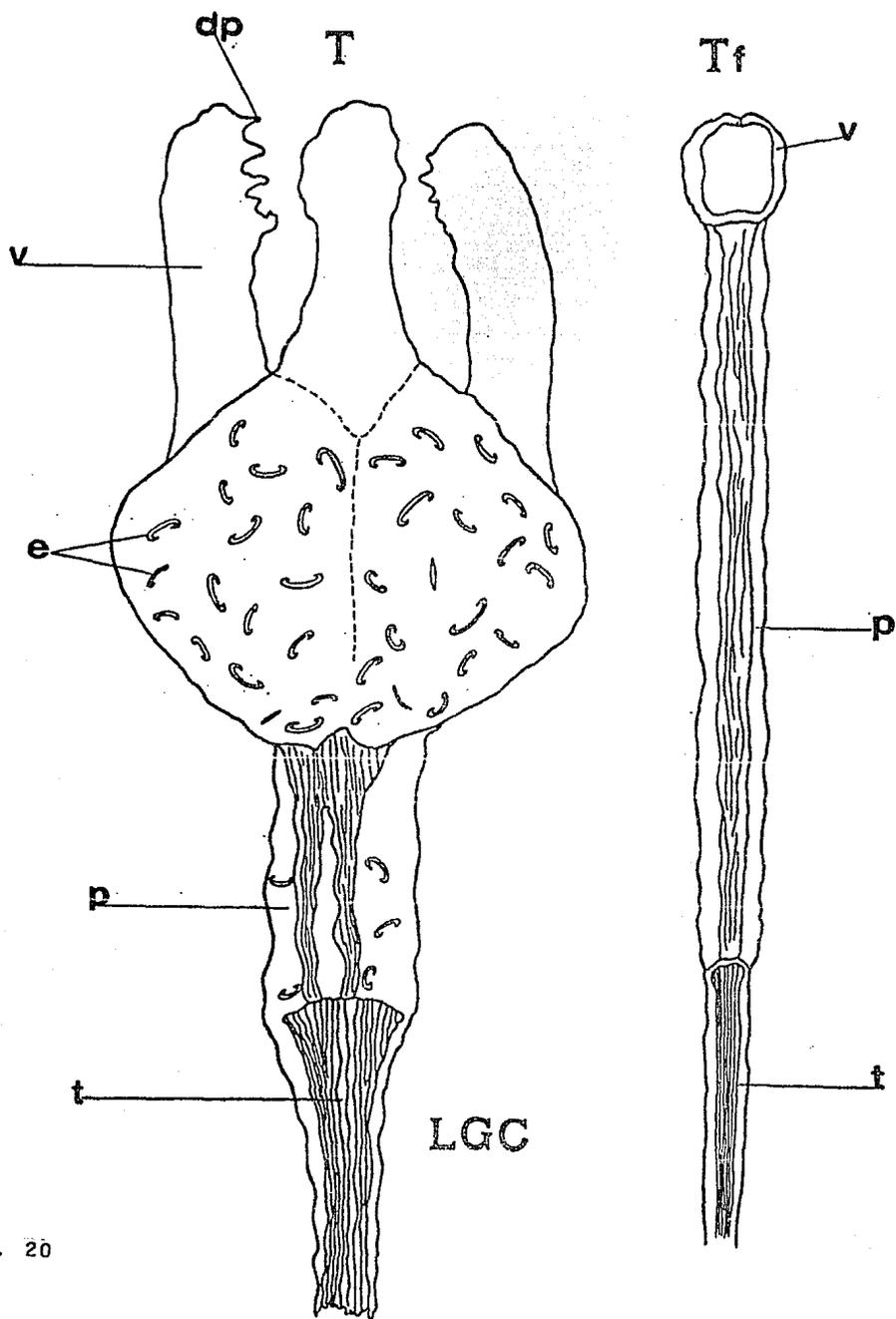
v - valva

p - pedúnculo

t - ligamento de tejido conjuntivo

dp - diente periférico

e - espículas calcáreas en forma de "C".



Lám. 21 TIPOS DE PEDICELARIOS. (Aumento 100 veces).

T - Tridentado

G - Globífero

O - Ofiocéfalo

v - valva

p - pedúnculo

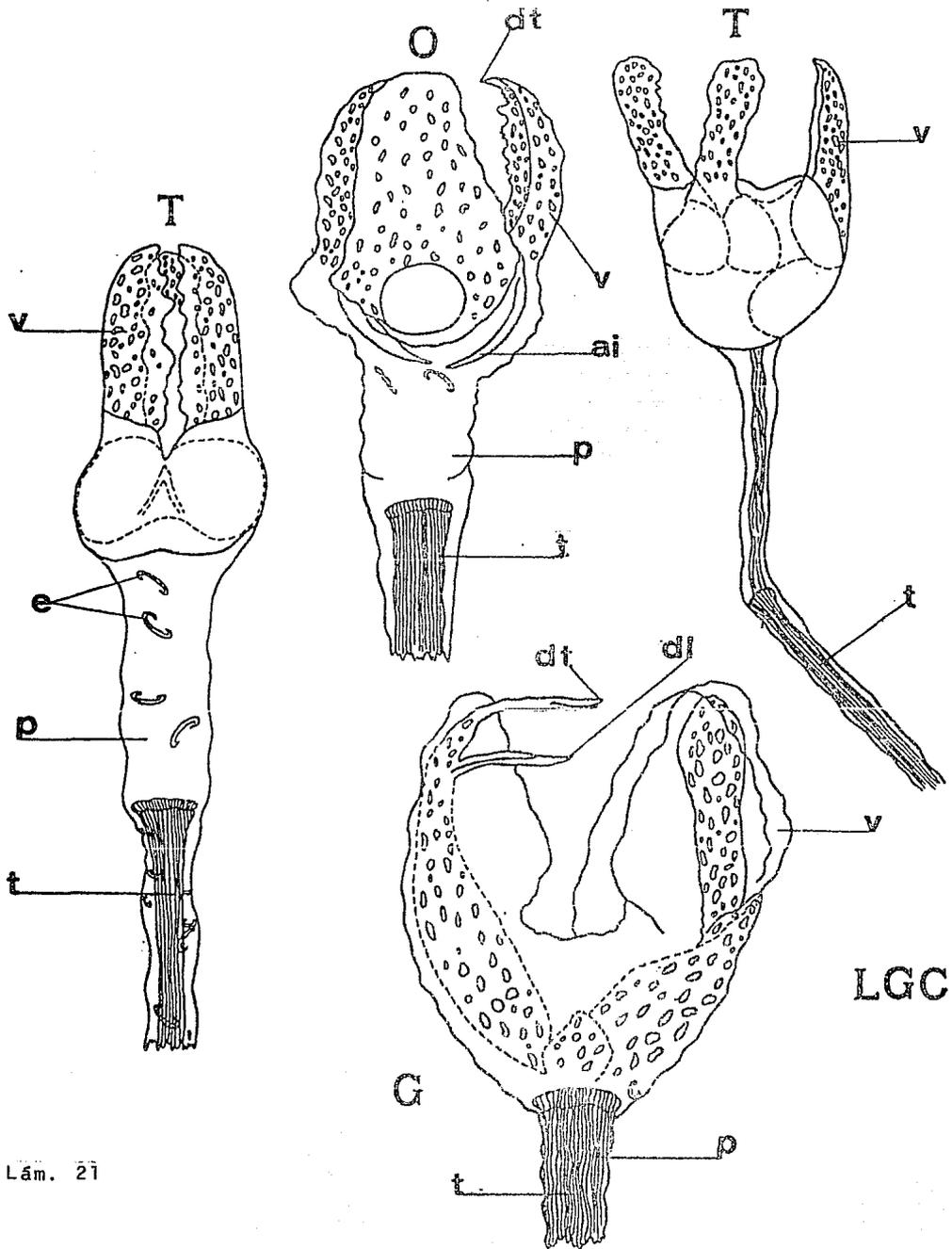
e - espículas calcáreas en forma de "C"

t - ligamento de tejido conjuntivo

dt - diente terminal

dl - diente lateral

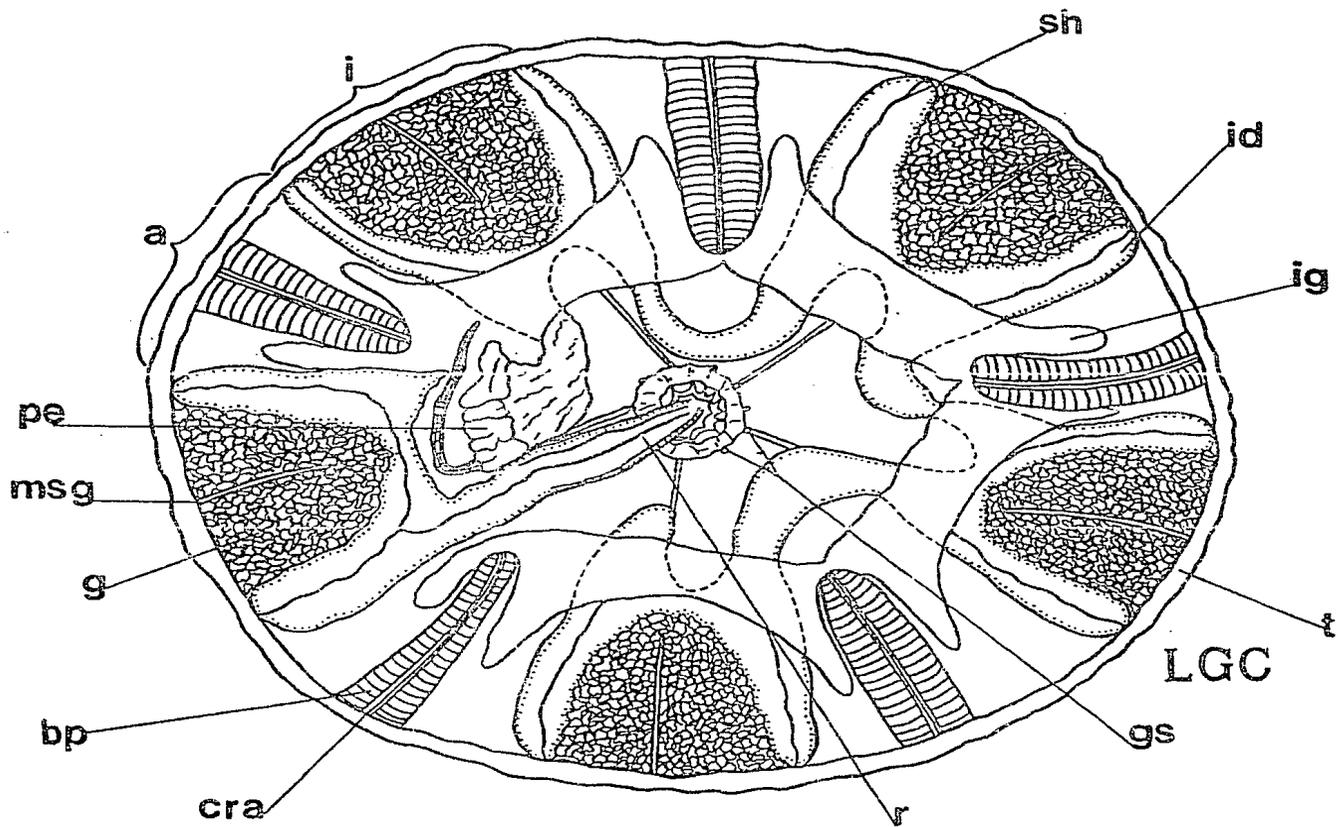
ai - área de inserción de los músculos abductor y flexor.



LGC

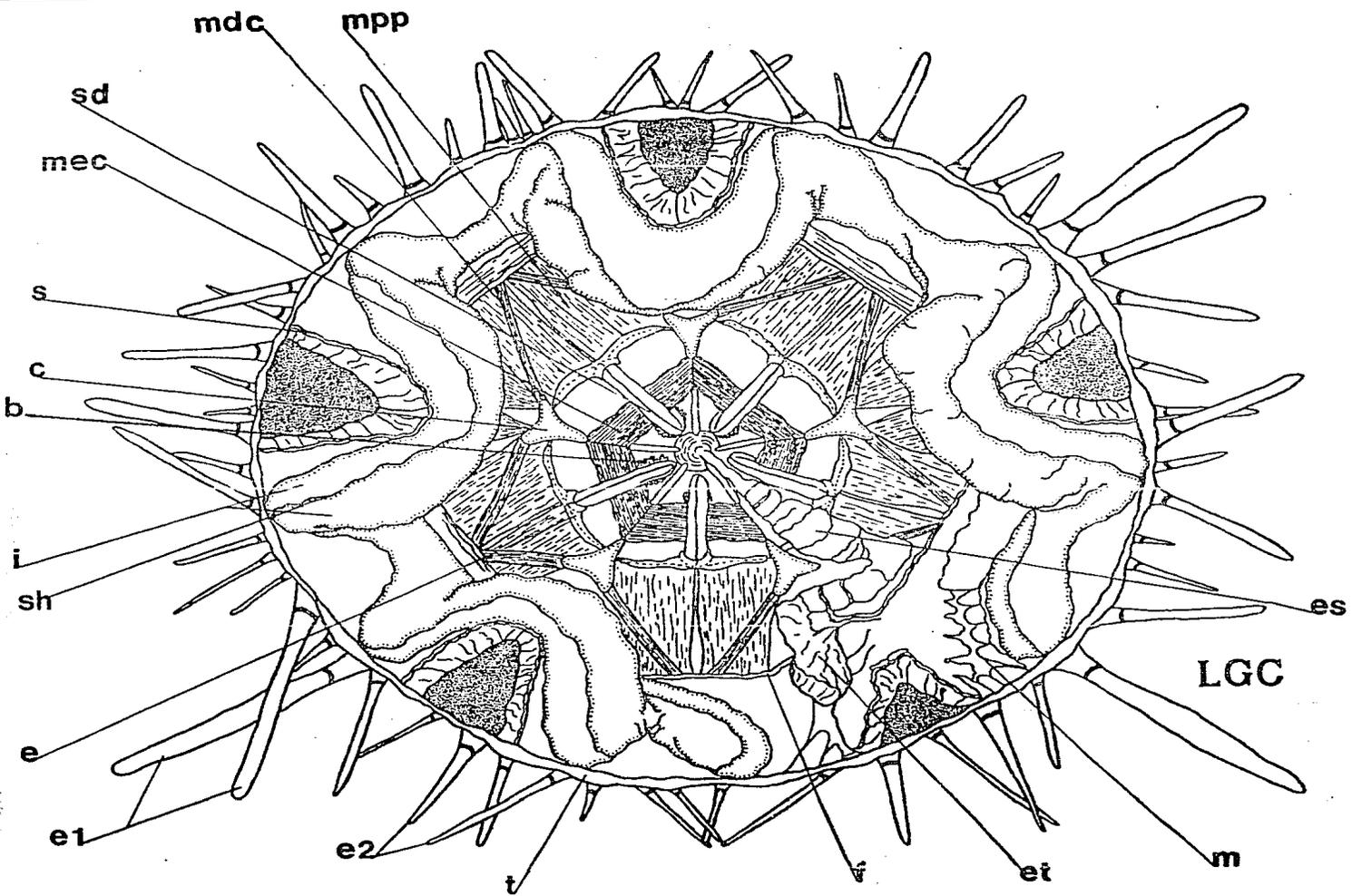
Lám. 22 ANATOMIA INTERNA. Vista Aboral. (Aumento 5 veces).

- g - gónada
- msg - mesenterio que sostiene a la gónada
- cra - canal radial acuífero
- id - intestino delgado
- ig - intestino grueso
- sh - seno hemal
- r - recto
- a - ambulacro
- i - interambulacro
- t - teca
- gs - gonoductos
- pe - parte del esófago
- bp - branquias nodiales del canal vascular-acuífero.



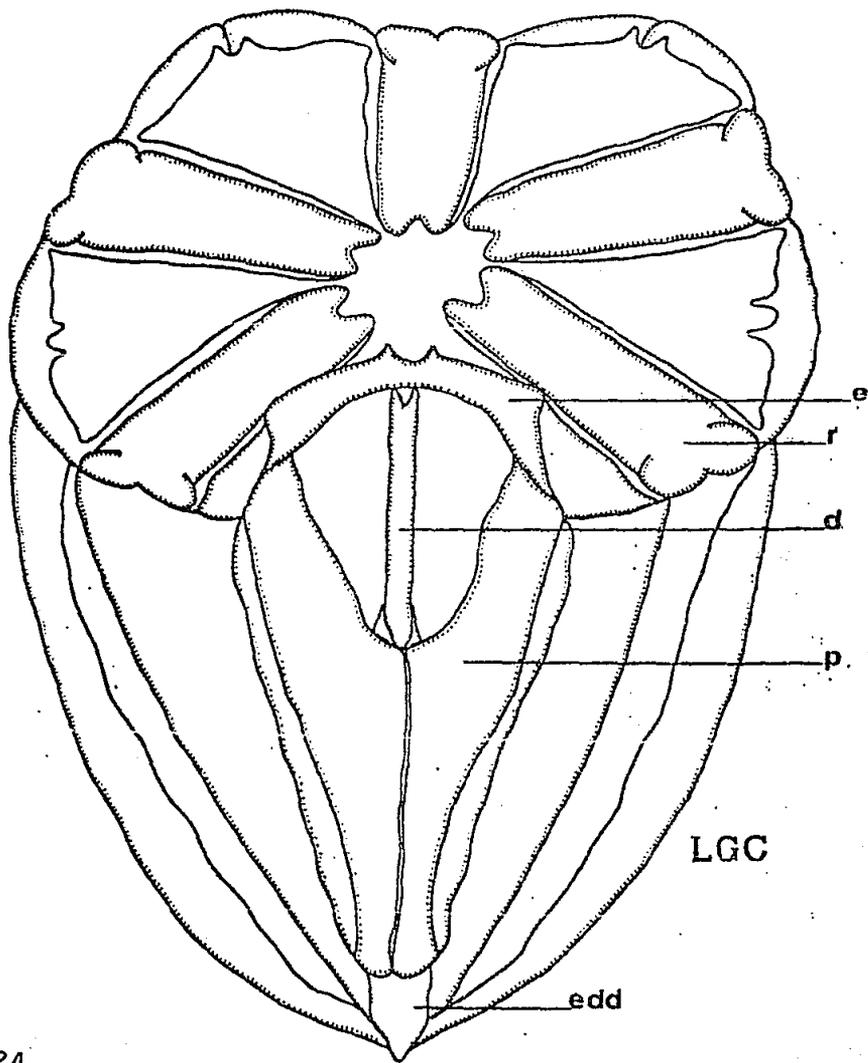
Lám. 23 ANATOMIA INTERNA. Vista hacia la Linterna de Aristóteles. (Aumento 8 veces).

mpp - músculo protector de la pirámide
mdc - músculo depresor del compás
sd - saco dental
mec - músculo elevador del compás
mrp - músculo retractor de la pirámide
s - sifón
c - compás
b - branquias
i - intestino
sh - seno hemal
e - epífisis
e1 - espinas primarias
e2 - espinas secundarias
f - faja perignática
et - estómago
es - esófago
m - mesenterio
t - teca.



Lám. 24 PIEZAS CALCAREAS DELLA LINTERNA DE ARISTOTELES.
(Aumento 15 veces).

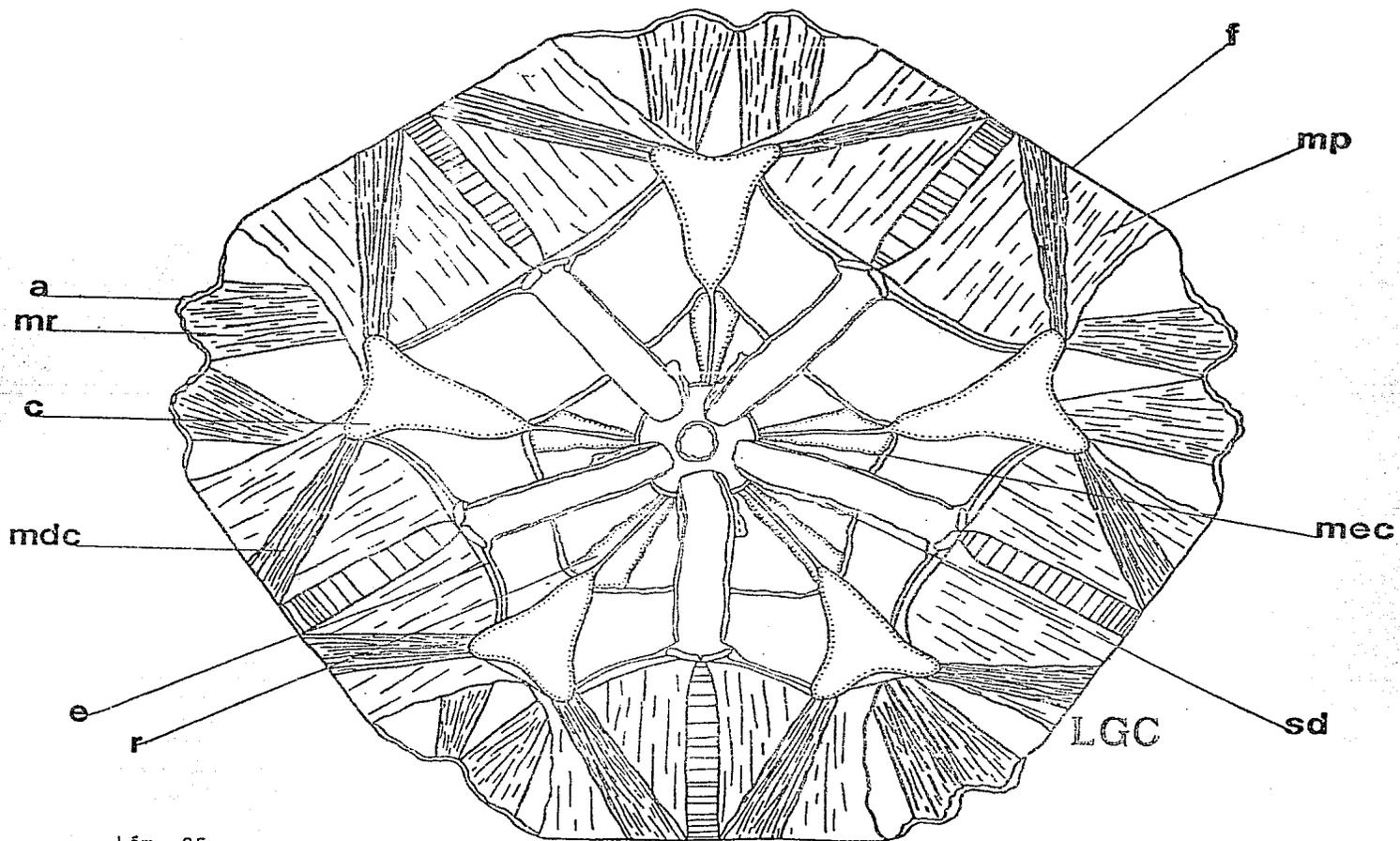
- e - epífisis
- d - diente
- r - rótula
- p - pirámide
- edd - extremo distal del diente.



Lâm. 24

Lám. 25 LINTERNA DE ARISTOTELES "IN SITU". (Aumento 15 veces)-

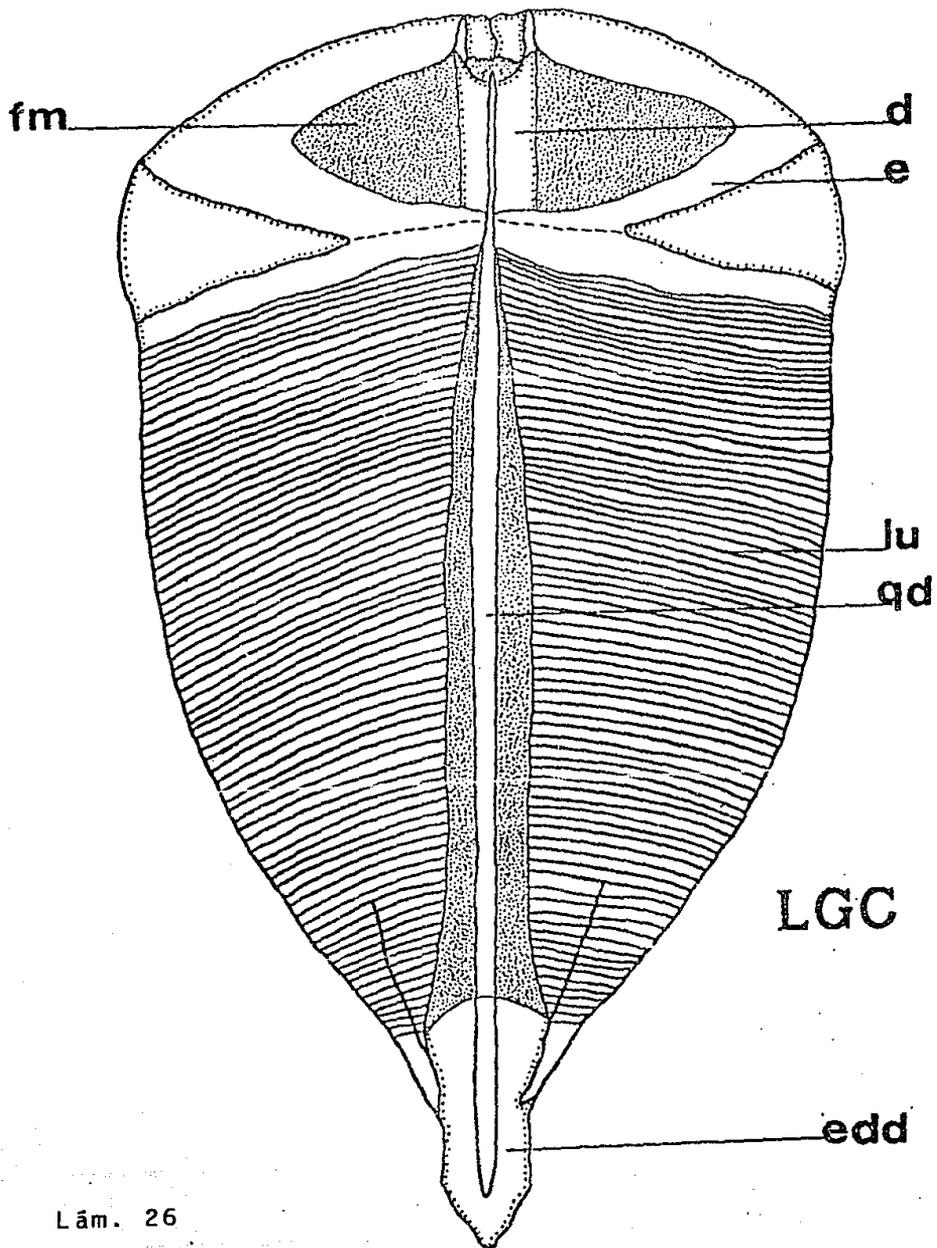
- a - aurícula
- c - compás
- mr - músculo retractor de la pirámide
- mp - músculo protactor de la pirámide
- mdc - músculo depresor del compás
- mec - músculo elevador del compás
- sd - saco dental
- f - faja perignática
- e - epífisis
- r - rótula



Lâm. 25

Lám. 26 PIRAMIDE. Vista desde adentro. (Aumento 15 veces).

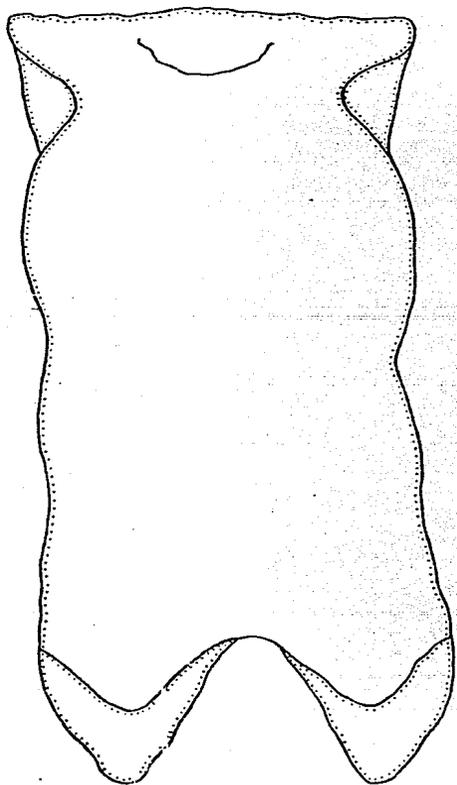
fm - foramen magnum
qd - quilla del diente
lu - línea de unión de los músculos comminatores
edd - extremo distal del diente
d - diente
e - epífisis.



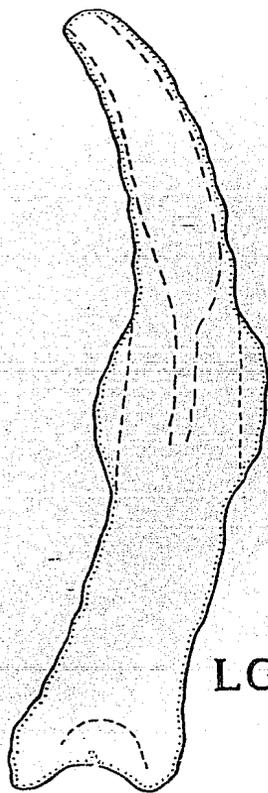
Lám. 27 PIEZAS DE LA LINTERNA DE ARISTOTELES. (Aumento 30 veces).

R - rótula
C - compás
P - pirámide

e - epífisis
p - pirámide
d - diente
fm - foramen magnum.
edd - extremo distal del diente.

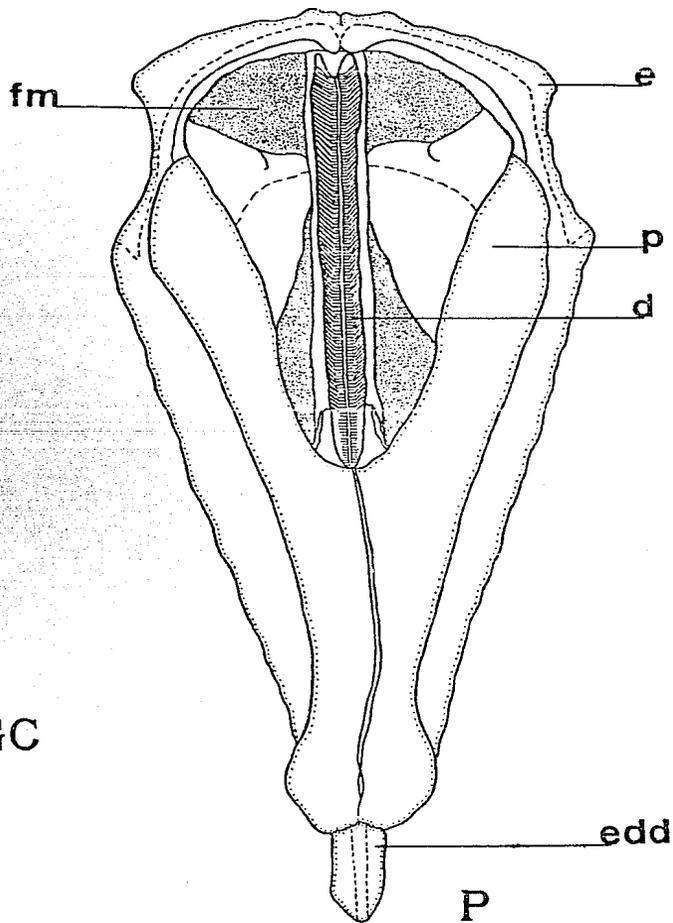


R



C

LGC



fm

e

p

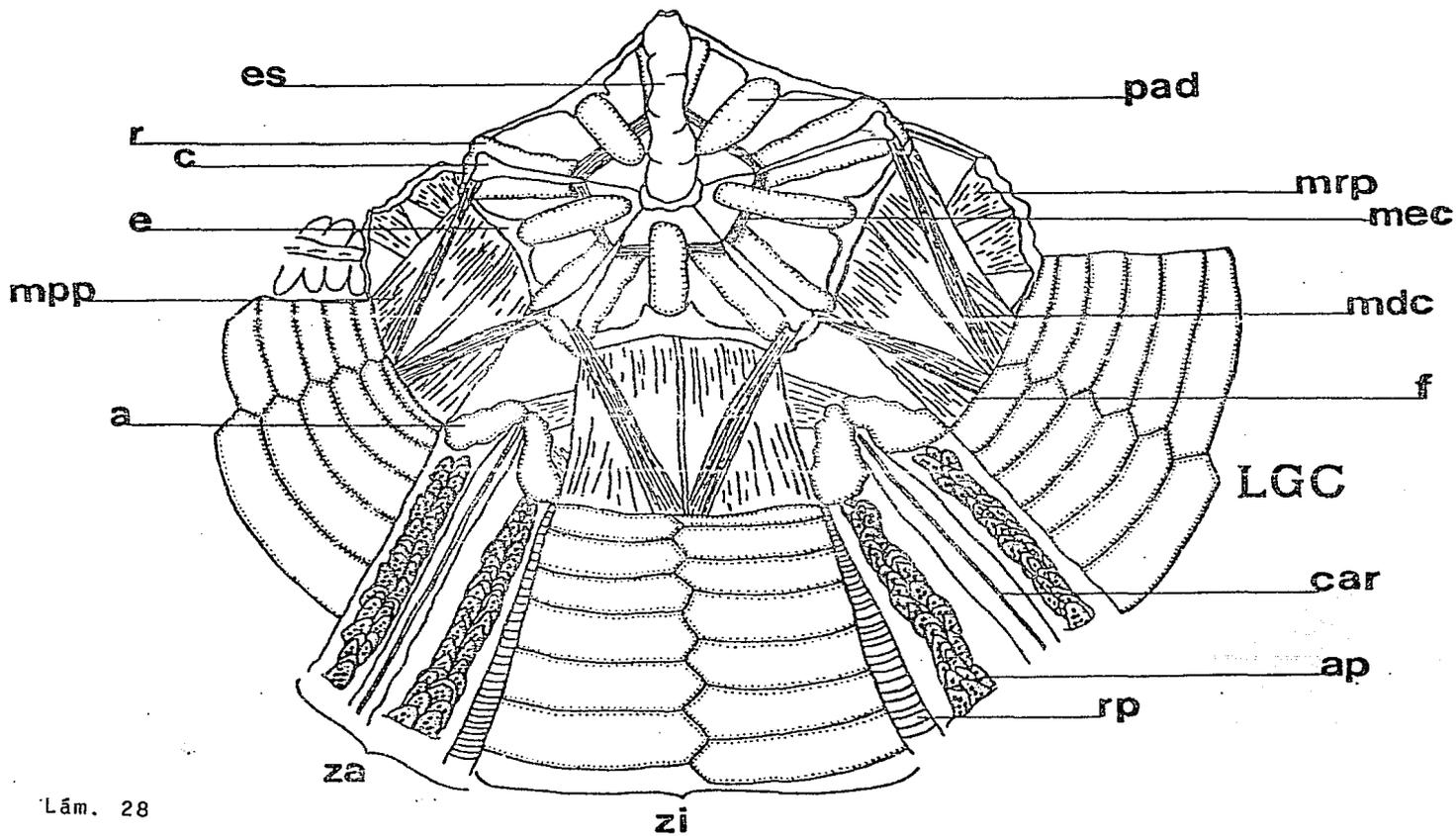
a

edd

P

Lám. 28 LINTERNA DE ARISTOTELES. (Aumento 5 veces).

- es - esófago
- r - rótula
- c - compás
- e - epífisis
- a - aurícula
- za - zona ambulacral
- zi - zona interambulacral
- rp - ramificaciones podiales del canal acuífero radial
- pad - parte aboral del diente o saco dental
- mpp - músculos protectores de la pirámide
- mrp - músculos retractores de la pirámide
- mdc - músculos depresores del compás
- mec - músculos elevadores del compás
- ap - ámpulas de los podios
- car - canal acuífero radial
- f - faja perignática.



ASPECTOS BIOLOGICOS.-

Debido a que Echinometra vanbrunti es a simple vista similar a Echinometra lucunter, es conveniente destacar algunas de sus características distintivas primordiales, por ejemplo, - E. vanbrunti presenta el ecuador (ámbito) del caparazón ligeramente ovalado o pentagonal y es además, característico el aplastamiento del mismo; las espinas primarias uniformes y generalmente del mismo tamaño o más largas que el diámetro de la teca, las zonas poríferas son muy angostas, con siete u ocho pares de poros en cada arco, color violeta oscuro, las aurículas delgadas y sin apéndices prominentes y pedicelarios de tipo tridentado, trifoliado, globífero y ofiocéfalo, mientras que E. lucunter presenta coloración muy variable, aunque predomina el café rojizo, las espinas primarias son mucho más cortas que el diámetro del caparazón, el cual es delgado y alargado y presenta las zonas poríferas con seis o siete pares de poros en cada arco por encima del ámbito, las aurículas robustas, con apéndices suplementarios dispuestos verticalmente sobre sus extremos unidos y en general presenta pedicelarios gemiformes, tridentados y trifoliados.

Respecto a la función de los pedicelarios Meglitsch (1967) cita que los de tipo tridentado y ofiocéfalo son utilizados para raspar el substrato, sujetarse a él y también pueden ser usados para la captura de alimento. Los pedicelarios foliados sirven para la limpieza del caparazón; por otra parte Chia (1969) menciona que los pedicelarios globíferos al presentar un saco venenoso que se abre a través del diente, haciendo que la toxina sea introducida directamente en la herida provocada, propone que éstos pedicelarios son utilizados por el erizo como órgano de defensa y le sirven para repeler a depredadores tales como los asteroideos.

La anatomía digestiva de los equinoideos básicamente es la misma a través de las clases de equinodermos. Existe una especialización regional en el tracto digestivo, con una región implicada en la producción de moco (faringe y esófago) siguiendo por regiones aparentemente especializadas para la producción de enzi-

mas (estómago) y luego para la absorción (estómago e intestino).

No obstante ésta homogeneidad de la anatomía e histología básica, difiere en varios de los grupos de los equinoideos. La diferencia más obvia es el sifón que se presenta en todos los equinoideos irregulares y en la mayoría de los equinoideos regulares, excepto en las formas primitivas, donde sólo hay un surco sifonal; se piensa que el sifón sirve para eliminar el exceso de agua de los alimentos, los productos de la digestión pasan a través de la pared intestinal hacia el celoma, donde se distribuyen (Barnes, 1984). Otra diferencia importante es el ciego digestivo que se presenta en los spatangoideos y no en los equinoideos regulares, éste ciego también funciona en la producción de enzimas.

Los equinoideos regulares forman bolitas de alimento cubiertas por mucus, el cual permanece intacto durante el paso de la faringe al ano (Tiedemann, 1816; Valentine, 1814; Dawson, 1868; Roaf, 1909; Lasker y Giese, 1954; Stott, 1955; Lewis, 1964; y Buchanan, 1969). Frecuentemente las bacterias están asociadas a las bolitas de alimento, éstas algunas veces son tan numerosas que forman una cubierta mucilaginosa alrededor de las heces fecales (Lasker y Giese, 1954).

Casi todos los erizos de mar son raspadores que van tallando con sus dientes la superficie del substrato en el que viven. Aunque su alimento más importante son las algas, la mayoría de los erizos son eurífaqos que consumen una amplia variedad de materias vegetales y animales (Lawrence, 1975). Además, la dieta de cada especie varía de una región a otra lo que depende de la disponibilidad del alimento.

Los erizos de mar cavadores se alimentan de algas incrustantes y endolíticas que crecen sobre las paredes de las madriqueras de ellos, así como de fragmentos de algas y otros restos orgánicos que van a parar a las mismas.

Echinometra vanbrunti se sabe se alimenta de organismos incrustantes, particularmente esponjas y pequeñas bolas de masa calcárea (Mortensen, 1943).

Específicamente, la alimentación de los equinoideos regula-

res puede afectar la composición y abundancia de sus presas y organismos asociados. Estos efectos de alguna manera se relacionan con la preferencia en su alimento, amplitud en su dieta y su capacidad de perturbación.

Debido a que no hay información de la especie E. vanbrunti respecto a su hábitat se mencionan datos de algunas especies del género en cuestión, por ejemplo, E. oblonga y E. mathei se encuentran en arrecifes de Hawaii, son sedentarios y permanecen en sus madrigueras.

E. oblonga domina en las aguas turbulentas y E. mathei en las aguas tranquilas. Su distribución y abundancia está significativamente correlacionada con el flujo del agua sobre el arrecife y con el detrimento algal, siendo depositado en sus madrigueras.

E. viridis y Diadema antillarum están comunmente asociados con la parte submareal de Jamaica y probablemente compiten por el alimento y parece que tienen diferentes grados de impacto sobre la abundancia de algas.

E. viridis y E. lucunter permanecen encerrados en sus refugios alimentándose sólo en las zonas inmediatas a su microhábitat. También es conveniente mencionar que la acción de las olas puede reducir significativamente o eliminar completamente a los erizos de las zonas submareales o intermareales.

Las madrigueras contribuyen a acelerar la erosión local. Además, de que al estar vacías en los arrecifes coralinos, se rellenan de arena y causan abrasión bajo la influencia del movimiento del agua. Las guaridas intermareales también retienen agua y funcionan como charcos de marea en miniatura los cuales proveen refugio contra la desecación a numerosas especies intermareales.

Varios investigadores han concluido que los equinoideos juegan un papel muy importante en el control de la estructura de la comunidad epibéntica de moluscos hervíboros, principalmente como resultado de la efectividad de la linterna de Aristóteles. El tamaño de éstos organismos y la habilidad de sus podios para obtener y sujetar algas macroscópicas también son ventajas para ellos.

El hecho de que algunos equinoideos se alimenten de algas - implica que hay relación entre el "pastoreo" y la diversidad de algas, de lo que se infiere que haya implicaciones de tipo ecológico.

Venche (1980) opina que la presión del pastoreo de los erizos - origina un cambio en la composición de la comunidad, de las algas coralinas, ectoproctos, algas carnosas, esponjas y tunicados.

El pastoreo tiende a decrecer la diversidad de las algas locales, pero Vence (1980) sugiere que podría incrementar la diversidad de microhábitats.

Los Echinometridae son especialmente característicos del área Indo-Pacífica donde es común la especie E. mathei, ésta familia incluye erizos muy comunes en todos los océanos del mundo, habiendo un gran número en los arrecifes coralinos.

S I S T E M A T I C A

Holothuria (Paraholothuria) riojai Caso, (1963).

Phylum Echinodermata

Subphylum Echinozoa

Clase Holothruoidea

Subclase Aspidochirotacea

Orden Aspidochirotida

Familia Holothuriidae Ludwig

Género Holothuria Linné

Subgénero Paraholothuria Caso

Especie riojai Caso.

Holothuria (Paraholothuria) riojai Caso, 1963.

DESCRIPCION.-

El cuerpo presenta forma cilíndrica, en uno de los extremos se sitúa la boca, la cual no se encuentra en el centro del extremo anterior sino que está desplazada hacia el lado ventral, rodeada por veinte tentáculos de tipo peltado y ramificado, de un color entre verde olivo y café amarillento y en sus bases con pequeñas manchas oscuras, sobre un fondo blanco, además, los tentáculos no son todos del mismo tamaño ya que es notorio el ver que los de la periferia son más grandes (9.5 mm) que los internos (5.5 mm aproximadamente). Lám.30

En el extremo opuesto del cuerpo está el ano, también en posición ventral y a su alrededor hay pequeñas papilas delgadas y largas de color café oscuro.

A simple vista, se puede distinguir en el animal las regiones correspondientes al bivium y al trivium, puesto que la suela (trivium) presenta una gran cantidad de podios ambulacrales, mientras que en la parte dorsal (bivium) los podios están más esparcidos y son en menor número, además de poseer en la ventosa un disco calcáreo pequeño, mientras que los podios de la zona ventral presentan en sus ventosas discos calcáreos en casi toda su superficie. Lám. 32.

Es importante mencionar que no se distinguen en el trivium ni en el bivium las zonas radiales de las interradales. Además, sobre la superficie dorsal de la piel se observan tubérculos bien definidos de color anaranjado-rojizo, esparcidos regularmente que miden 5.5 mm de largo y 7.5 mm de ancho, en cuanto al tamaño de los podios, éstos miden de largo 1.8 mm y .6 mm de ancho aproximadamente.

La coloración del animal es café en la parte dorsal y la parte ventral se ve todavía un poco más oscura por la gran cantidad de podios ambulacrales que presenta, éstos son de un color café pálido.

La piel (epidermis al tacto se siente dura y es de muy poco espesor (1 mm), pero la dermis, de color blanco es gruesa (3.5 -

mm) y en su parte interna se observan claramente las ámpulas de los podios ambulacrales, transparentes y lisas.

Respecto a la musculatura se observan cinco hileras de músculos longitudinales radiales, que a su vez se dividen en dos porciones o hileras; también a todo lo largo de la parte interna de la dermis se aprecian los músculos transversales que son muy delgados y finos en comparación con los músculos longitudinales que son conspicuos y tienen un ancho de 7 mm aproximadamente.

El anillo calcáreo está formado por cinco piezas radiales y cinco piezas interradales; se localiza en la parte anterior debajo de los tentáculos, es de consistencia calcárea pero, no es precisamente duro y es de color blanco. Lám. 33 y 34.

Las piezas radiales presentan en la parte superior una muesca para el paso del canal o vaso acuífero radial, de forma cuadrada, con los bordes redondeados y la base está un poco cóncava. Las piezas interradales tienen forma pentagonal, los vértices de la parte superior son delgados y se van ampliando desde la parte media hasta quedar ensanchados en la parte basal. Lám. 34 y 35.

Del canal acuífero penden hacia el celoma dos tipos de apéndices de superficies lisas: los primeros, dos vesículas de Poli que sobresalen a simple vista y una de ellas es más larga que la otra (27 mm y 11.5 mm respectivamente). Estas vesículas son transparentes por lo que se puede apreciar en su interior pequeños gránulos de color café ladrillo (celomocitos probablemente), éste tipo de gránulos también los presentan las ámpulas tentaculares las que provienen de la parte anterior del anillo calcáreo son bastante largas, angostas y en total son diez. Lám. 36.

En segundo lugar está la masa de canales pétreos (constituida por 9 canales) de color blanco amarillento y observando al microscopio estereoscópico se ve que en su extremo final existe una terminal madreporica en cada uno de los canales y son fácilmente distinguibles por su pigmentación café obscuro, en relación con las vesículas de Poli, y las ámpulas tentaculares la masa de canales pétreos es pequeña y su superficie ondulada. Lám. 36.

El espécimen estudiado no presenta órganos de Cuvier.

El sistema digestivo, clásico del orden Aspidochirotida, -- comienza en los tentáculos, se continúa con la boca, prosigue -- con el esófago, la región estomacal, enseguida hay un angosta- -- miento y se continúa con el intestino; de todo el sistema el ór- gano más conspicuo es el intestino el cual se encuentra enrolla- do dentro del celoma. El enrollamiento muestra una disposición -- bien definida, puesto que primero desciende a la parte posterior (el intestino delgado), recorriendo la región media dorsal, lue- go se curva y asciende anteriormente por el lado izquierdo; pos- teriormente desciende (el intestino grueso) a lo largo de la re- gión media ventral y la parte final del intestino se continúa en un recto de tamaño considerable que desemboca en una cloaca am- plia y por último, está el orificio anal.

El tracto digestivo está sostenido por un mesenterio conti- nuo, delgado, pero resistente.

En la parte descendente del intestino delgado se observa la red hemal intestinal, que al hacer la disección se ve que está -- encima del árbol respiratorio izquierdo; en la parte media de és te intestino está el seno hemal dorsal y en la parte que empieza a descender se localiza el seno hemal ventral. Lám. 33.

Tanto el intestino como el recto al momento de hacer la di- sección estaban completamente llenos de arena de grano fino.

La cloaca tiene forma de semicilindro, con rugosidades y es- tá sostenida por músculos tensores. En ésta se encontró un Crus- táceo, Decapodo. Brachyuro del género Pinnixa sp.

Los árboles respiratorios son dos, de color amarillo y es- tán unidos en la parte distal, junto a la cloaca, en un tallo co- mún un tanto abultado, son de diferente tamaño, encontrándose el árbol más grande del lado izquierdo, que además se encuentra uni- do a la pared del cuerpo mientras que el más pequeño está libre. Lám. 38.

El espécimen estudiado tiene sólo una gónada del lado iz- -- quierdo, ésta al parecer está madura, debido a que se observa en ella un gran desarrollo, es decir, está constituida por un gran- número de túbulos que ocupan gran parte de la cavidad celómica y

mide de largo aproximadamente 80 mm. La gónada está formada por túbulos muy delgados que se unen en un racimo, proveniente del gonoducto que a su vez sale al parecer, al nivel del anillo acuífero; los túbulos son simples, no ramificados y algunos de ellos terminan en un pequeño abultamiento o ensanchamiento, su coloración es amarilla. Lám. 33.

El esqueleto del animal está constituido por espículas calcáreas de diferentes tipos, en general son barrotes, espiras y tablas.

Detallando un poco, se puede apreciar en la Lám. 40 que los barrotes son delgados o gruesos, con bordes lisos, con muescas en sus extremos Fig. a, b.

Otras son barrotes delgados con bordes lisos u ondulados y en sus extremos presentan hoyos Fig. c, d.

Hay espículas de forma de barrotes gruesos con su superficie ligeramente ondulada y en sus extremos se presentan huecos u hoyos rodeados de muescas Fig. j.

Un tipo diferente lo constituyen los barrotes gruesos con bordes ligeramente ondulados y en sus extremos se observan varios hoyos pequeños Fig. e.

También se aprecian algunas espículas de forma de barrote delgado con sus extremos anchos con un hoyo grande central, rodeado de varios hoyos más pequeños Fig. k.

Por último cabe mencionar que hay barrotes muy delgados, con su superficie lisa, cortos o largos y con sus extremos cortados bruscamente o terminando en punta, Fig. l, m.

Las espículas de forma de espiras semejan un rectángulo con dos hoyos, uno de forma cuadrada y el otro de forma triangular, éstas espículas al parecer no están constituidas de una sola pieza ya que se observa como si estuviera hecha de varias espículas por ejemplo, de espículas de forma de barrotes unidas entre sí. Fig. n.

Se encuentran espículas más sencillas en las que se ve claramente que son dos cuadrados delgados, con bordes lisos, de vértices romos o alargados. Fig. g.

Se presentan también espículas de forma de tablas, las cua-

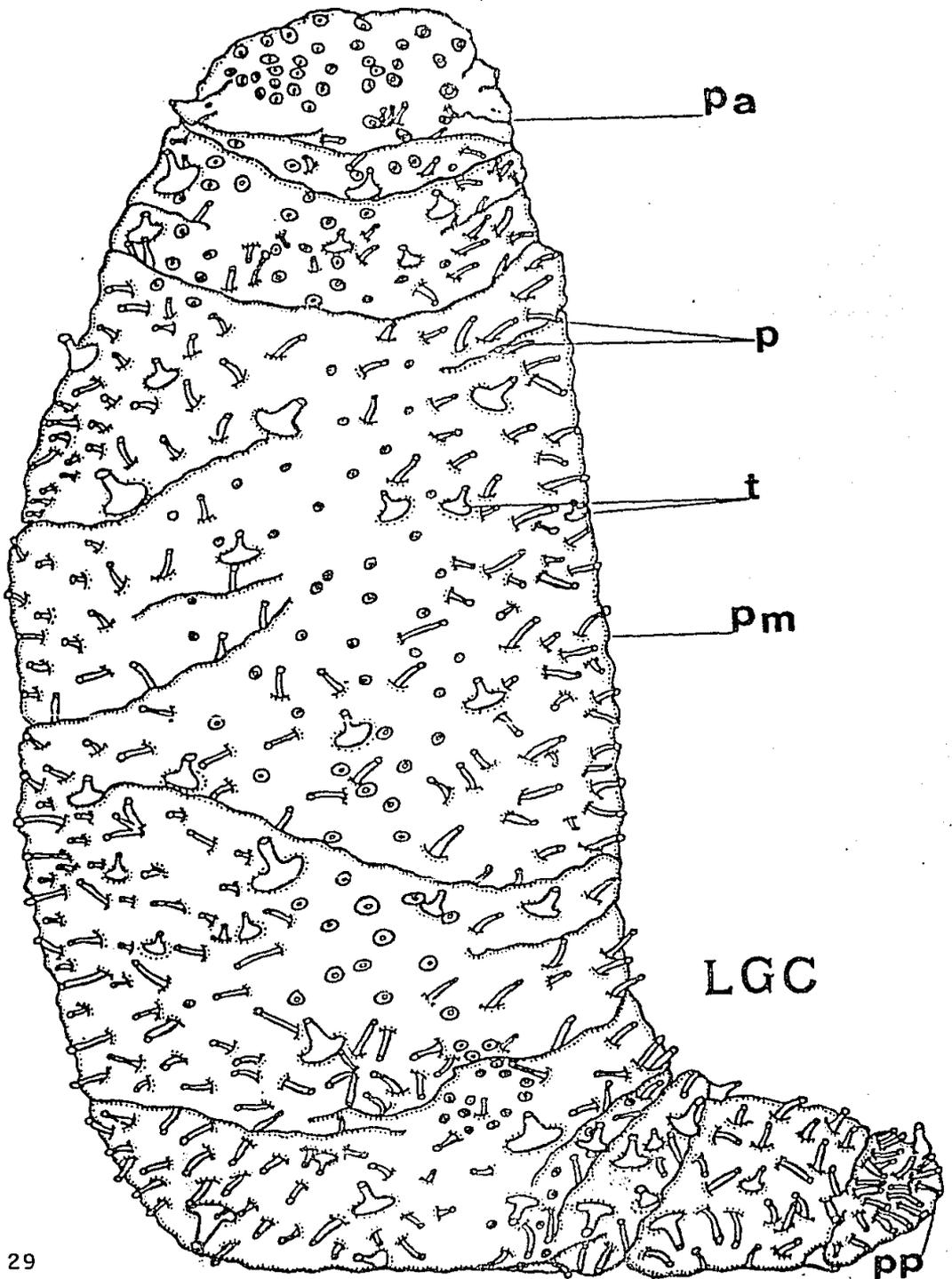
les varían en cuanto a su tamaño y forma, las hay redondas, ova-
ladas, alargadas, etc., de bordes lisos y de bordes irregulares,
y todas se observan perforadas por numerosos hoyos pequeños de-
forma irregular. Fig. f.

DISTRIBUCION.-

Hasta ahora sólo se tienen datos de que se le encuentra en-
Zihuatanejo, Guerrero y Mazatlán, Sinaloa, en México.

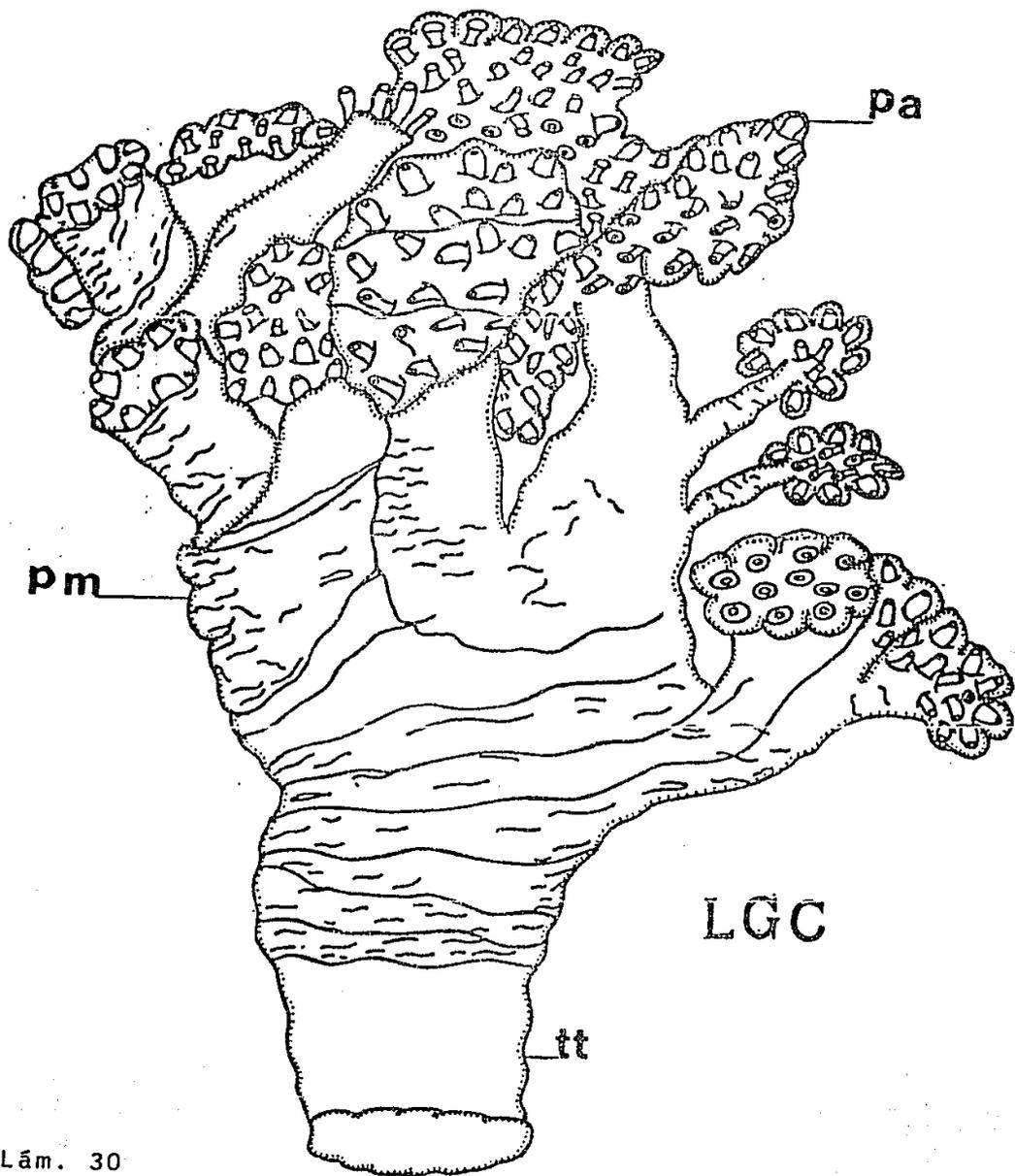
Lám. 29 MORFOLOGIA EXTERNA (Aumento 3 veces).

- pa - parte anterior
- p - podios ambulacrales
- t - tubérculos
- pm - parte media
- pp - parte posterior.

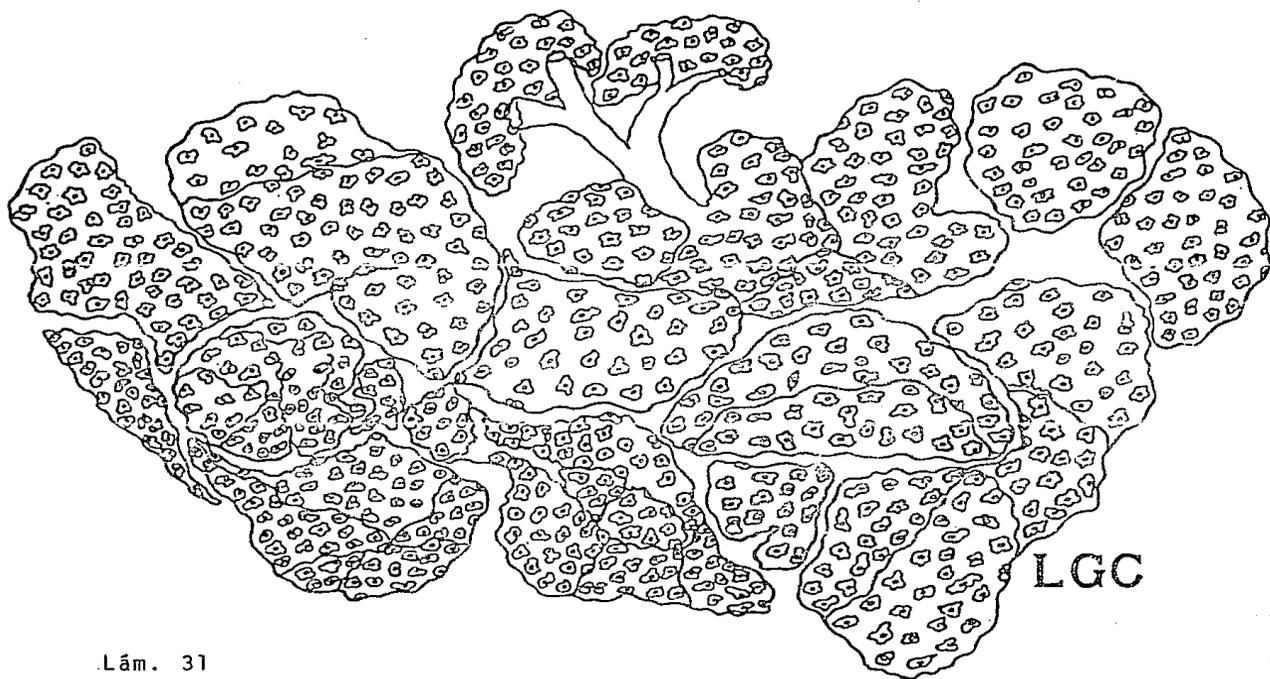


Lám. 30 TENTACULO. Visto de Perfil. (Aumento 25 veces).

pa - parte anterior
pm - parte media
tt - tallo del tentáculo.



Lám. 31 TENTACULOS. Vistos de Arriba. (Aumento 20 veces).

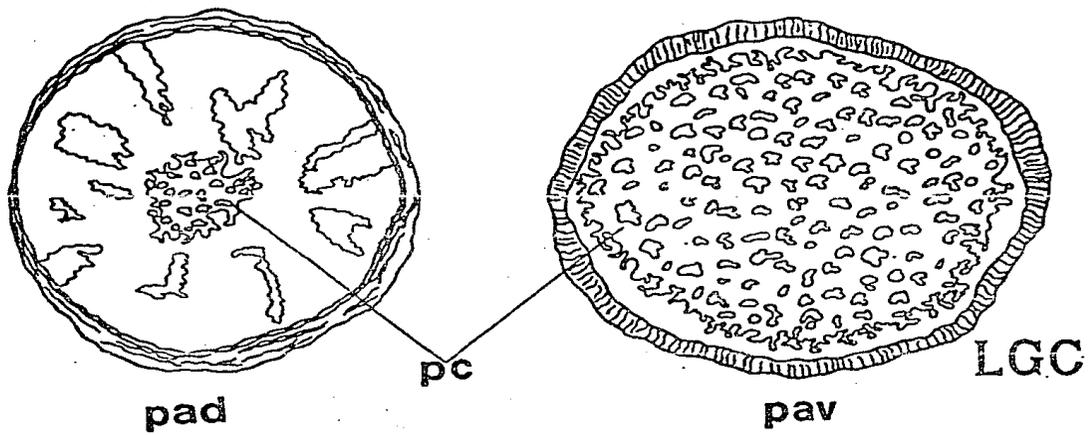


Lám. 32 PODIOS AMBULACRALES. Vistos de arriba. (Aumento 50 veces).

nad - podio ambulacral dorsal

nc - placa calcárea

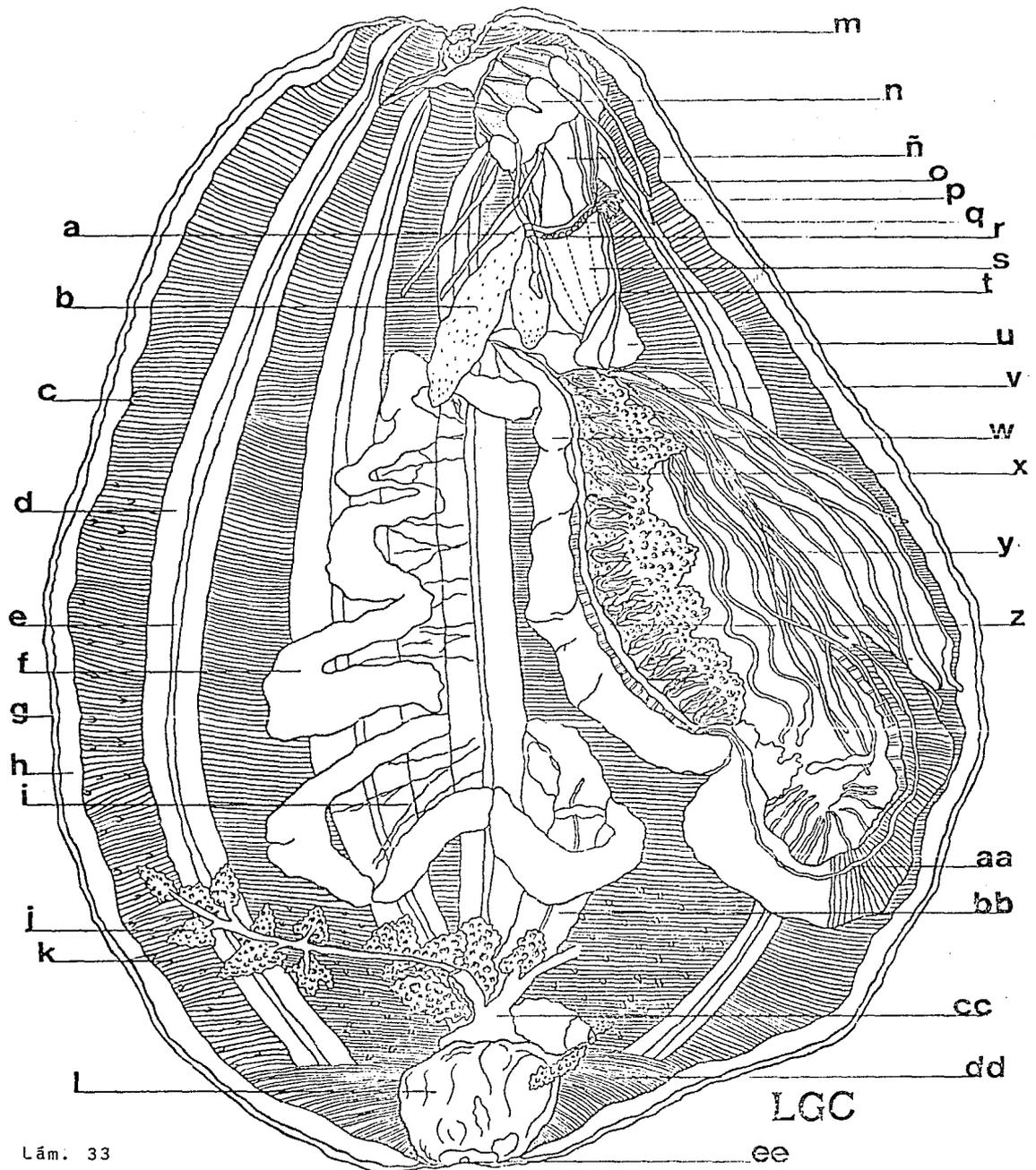
pav - podio ambulacral ventral.



Lâm. 32

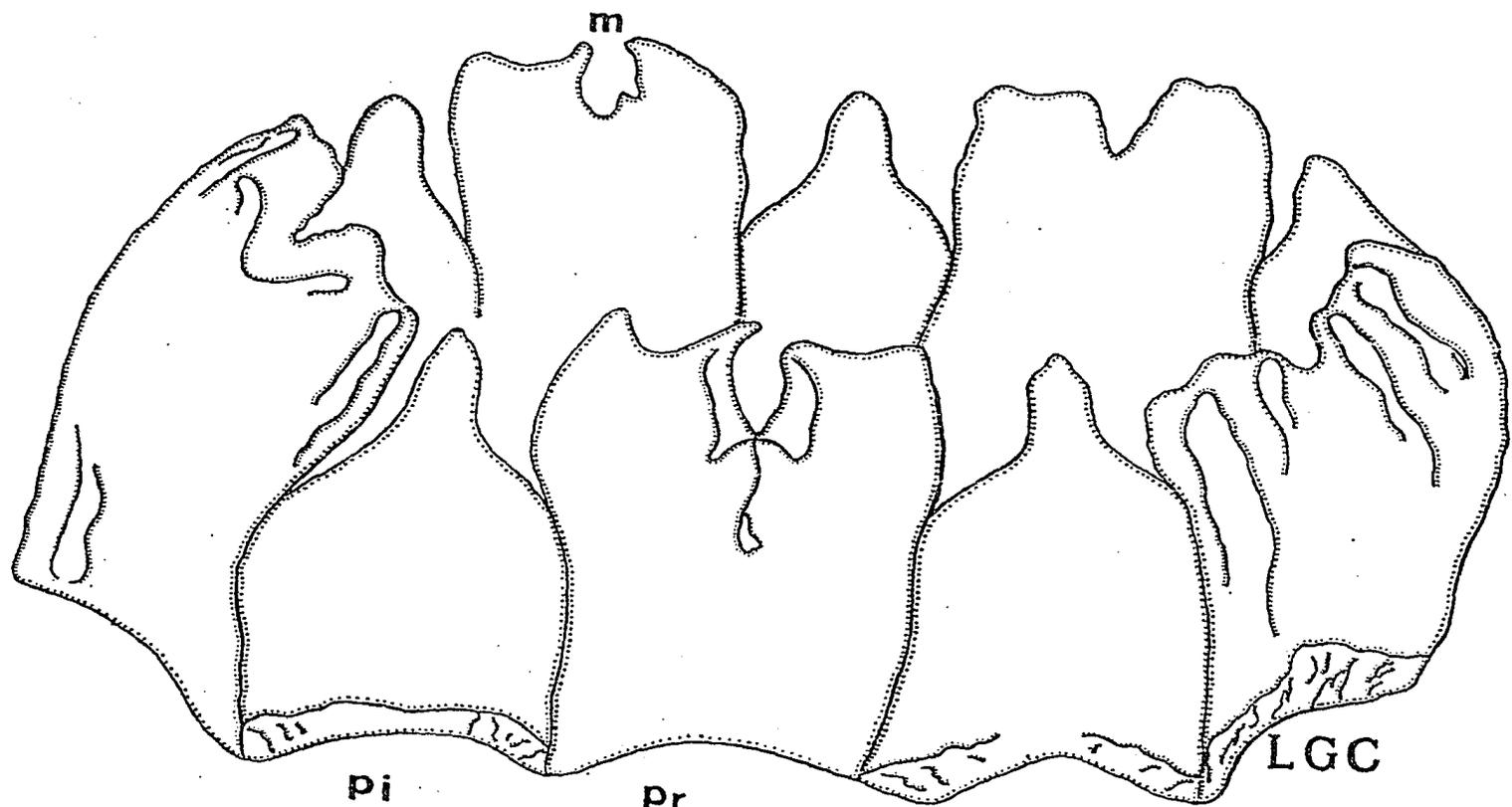
Lám. 33 ANATOMIA INTERNA. (Aumento 3 veces).

- a - anillo nervioso (localización)
- b - vesícula de Poli
- c - músculos transversales de la pared del cuerpo
- d - músculo longitudinal de la pared del cuerpo
- e - canal radial acuífero
- f - intestino grueso
- g - epidermis
- h - dermis
- i - mesenterio
- j - árbol respiratorio derecho
- k - ámpulas de los ambulacros
- l - cloaca
- m - tentáculos
- n - anillo calcáreo
- ñ - bulbo acuofaringeo
- o - vesículas tentaculares
- p - masa de canales pétreos
- q - anillo acuífero
- r - anillo hemal (localización)
- s - esófago
- t - gonoducto
- u - región estomacal
- v - gónada
- w - intestino delgado
- x - red hemal intestinal
- y - árbol respiratorio izquierdo
- z - seno hemal dorsal
- aa - seno hemal ventral
- bb - recto
- cc - tallo común de los árboles respiratorios
- dd - músculos suspensores de la cloaca.



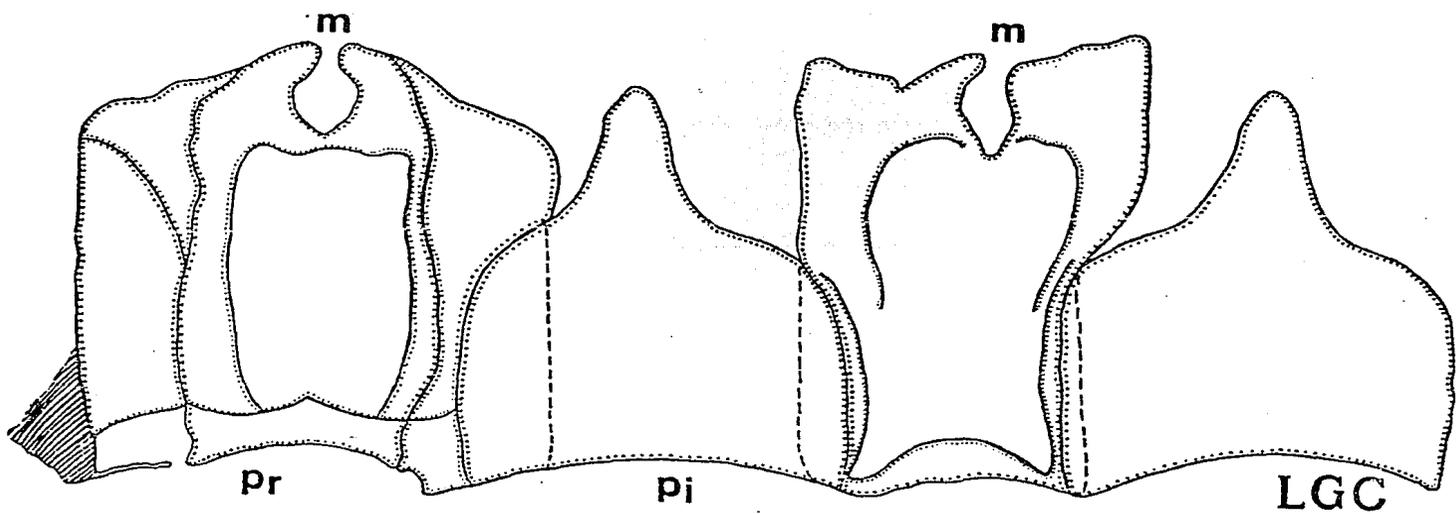
Lám. 34 ANILLO CALCAREO COMPLETO. (Aumento 20 veces).

m - muesca para el paso del canal radial acuífero
pr - pieza radial
pi - pieza interr radial.



Lám. 35 PIEZAS DEL ANILLO CALCAREO. (Aumento 20 veces).

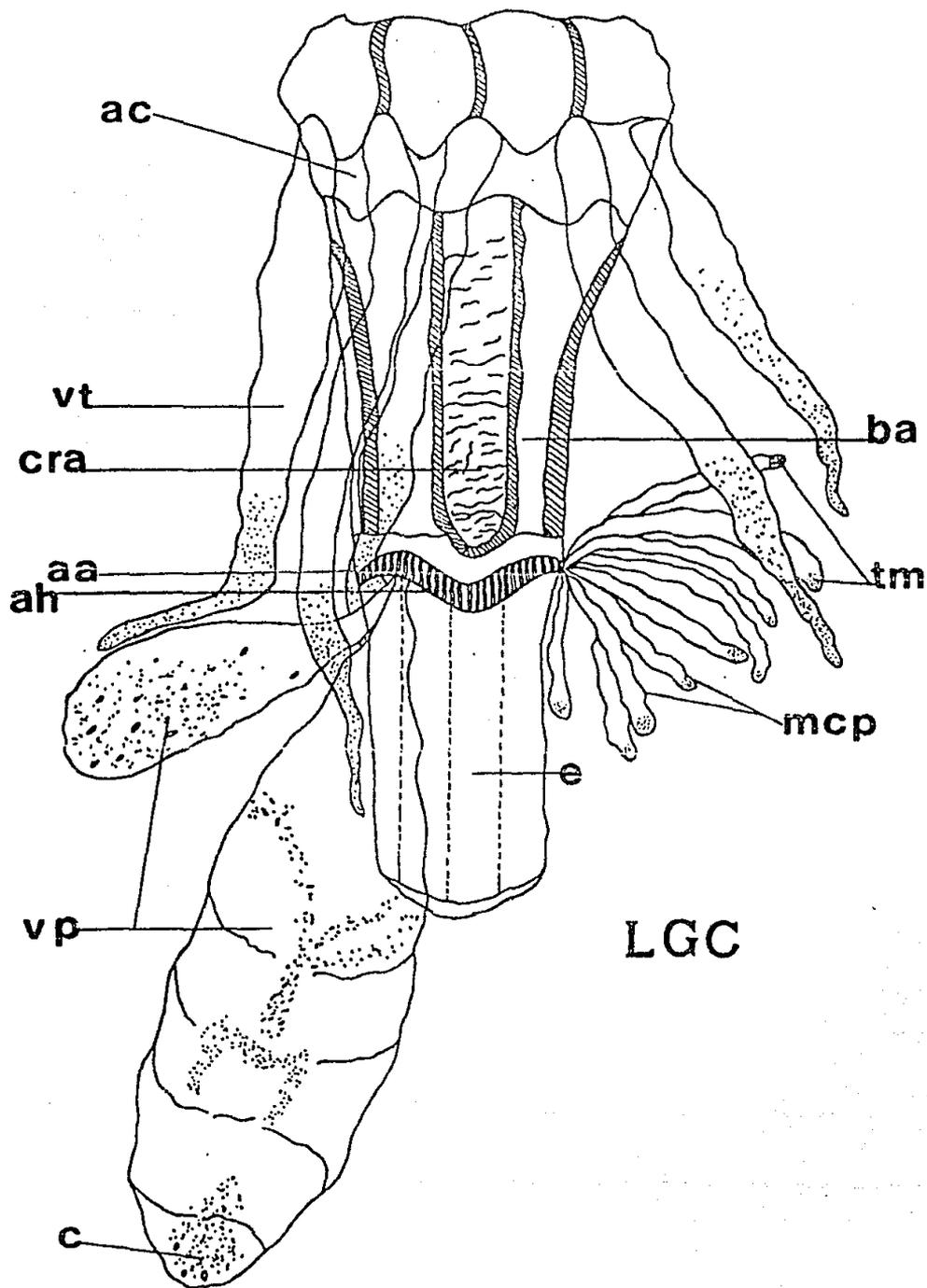
m- muesca para el pado del canal radial acuífero
pi- pieza interr radial
pr - pieza radial.



Lâm. 35

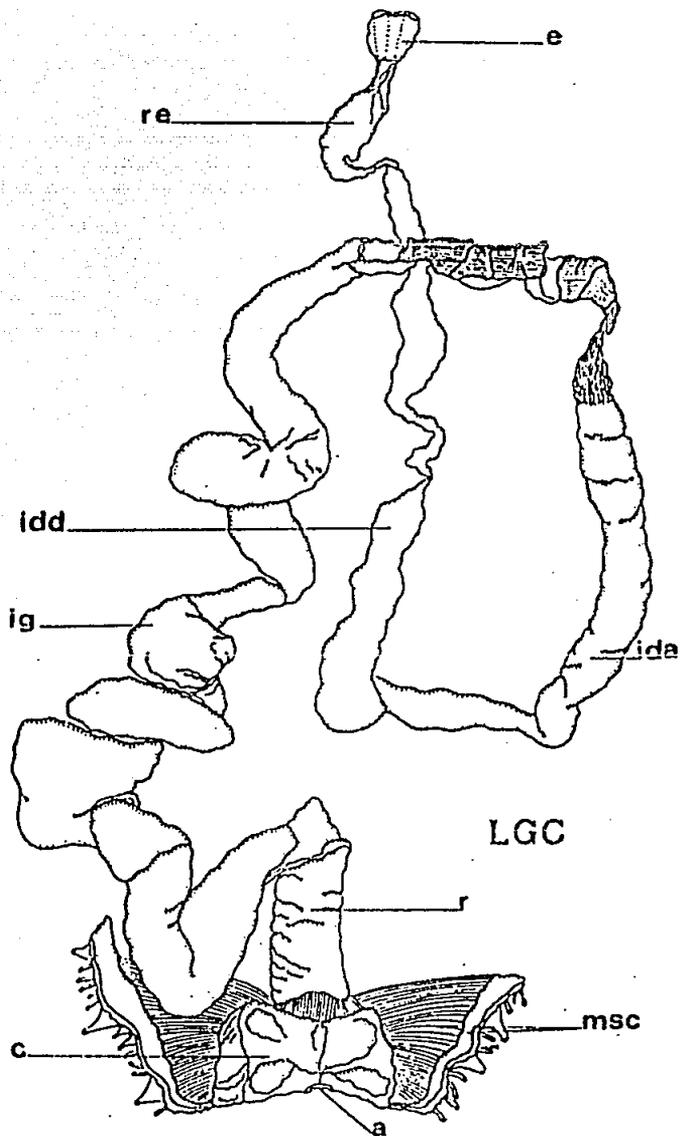
Lám. 36 SISTEMA VASCULAR-ACUIFERO. (Aumento 7 veces).

- ac - anillo calcáreo
- vt - vesículas tentaculares
- cra - canales radiales acuíferos
- aa - anillo acuífero
- ah - anillo hemal (localización)
- vp - vesículas de Poli
- c - celomocitos
- ba - bulbo acuofaríngeo
- tm - terminal madreñrica
- mcp - masa de canales nétreos
- e - esófago.



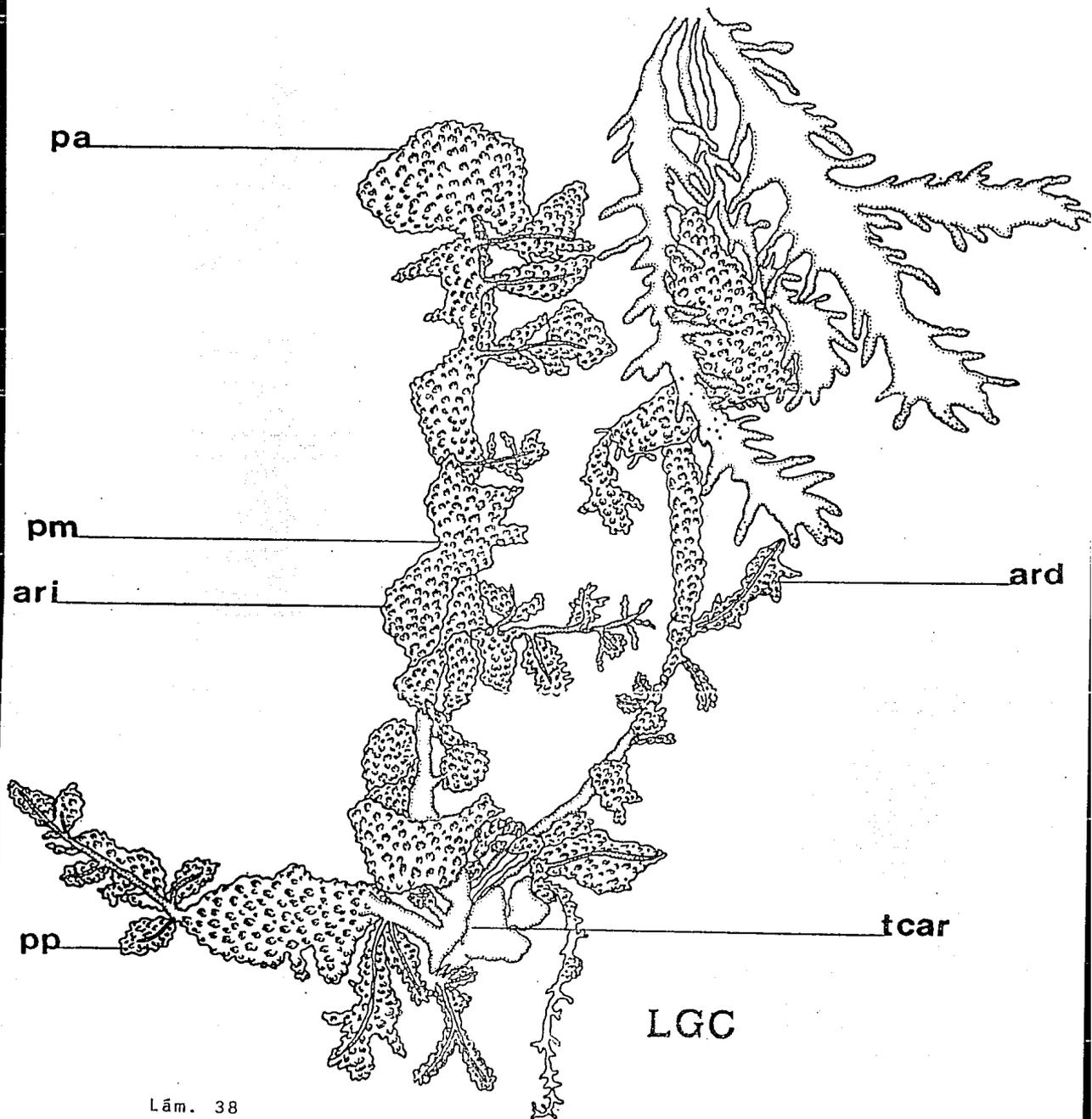
Lám. 37 SISTEMA DIGESTIVO. (Aumento 3 veces).

- e - esófago
- re - región estomacal
- idd - intestino delgado descendente
- ida - intestino delgado ascendente
- ig - intestino grueso
- r - recto
- c - cloaca
- msc - músculos suspensores de la cloaca
- a - ano.



Lám. 38 ARBOLES RESPIRATORIOS. (Aumento 4 veces).

- pa - parte anterior
- pm - parte media
- ari - árbol respiratorio izquierdo
- ard - árbol respiratorio derecho
- tcar - tallo común de los árboles respiratorios
- pp - parte posterior.



Lám. 39 TENTACULO CON LAS ESPICULAS "IN SITU". (Aumento 100 -
veces).

Lám 40 DIFERENTES TIPOS DE ESPÍCULAS. (Aumento 100 veces).

barrotes - a, b, c, d, e, h, i, j, k, l, m.

tablas - f

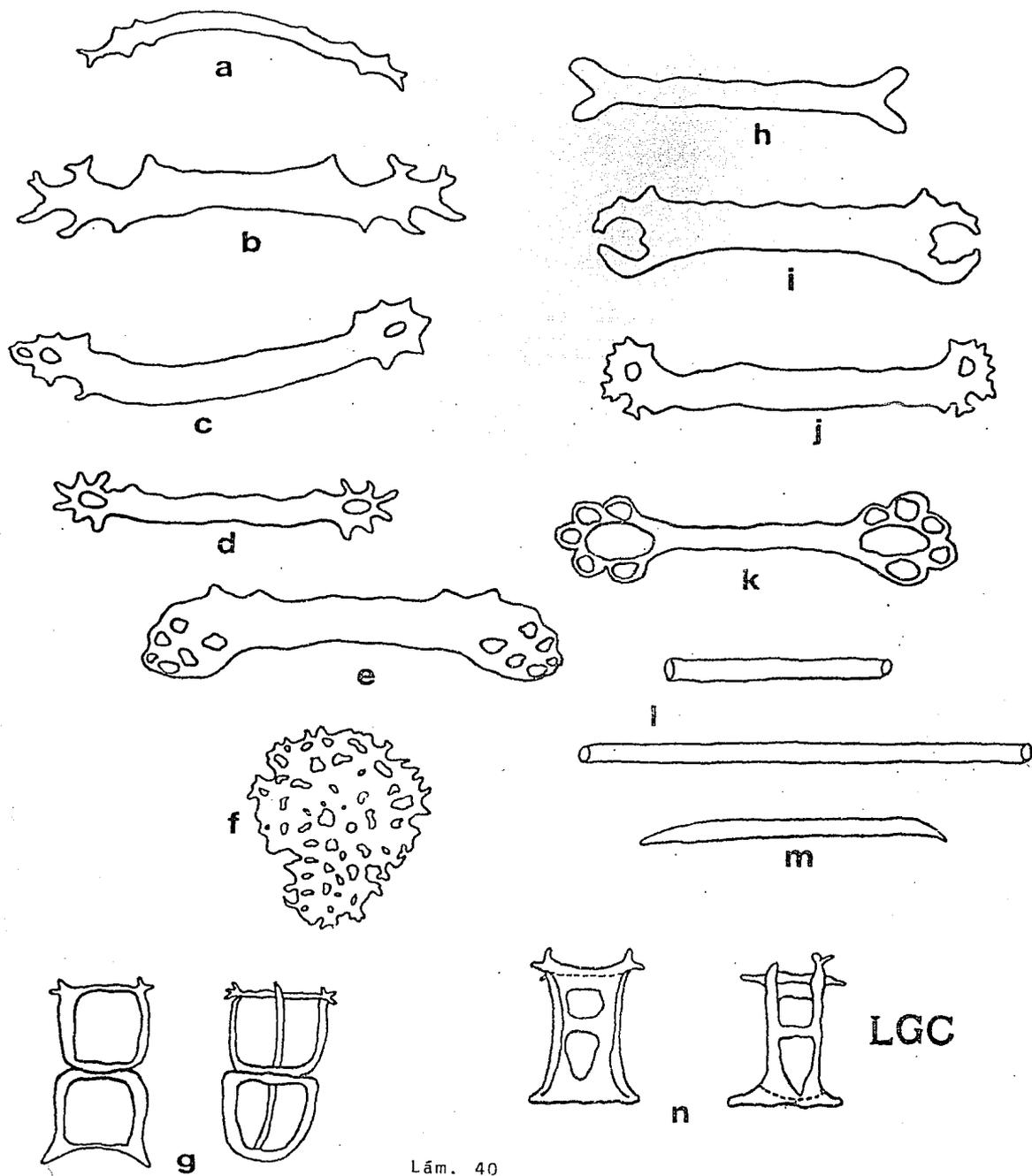
espiras - g, n.

Espículas de la Región Anterior: d, e, f, g, h, i, k,
l, m, n.

Espículas de la Región Media: c, e, f, g, h, i, k, l,
m, n.

Espículas de la Región Posterior: a, b, c, d, e, g, i,
k, n.

Espículas de los Tentáculos: a, b, c, d, e, f, i, l, m.



LGC

ASPECTOS BIOLÓGICOS.-

Se pudo ubicar a los especímenes estudiados como de la especie Holothuria (Paraholothuria) riojai ya que presenta las siguientes características exclusivas: cuerpo aplanado en sentido dorsoventral con los podios ambulacrales escasos en el bivium y muy abundantes en el trivium. La boca dirigida hacia la superficie ventral. Veinte tentáculos peltados y ramificados. Espículas principalmente de forma de barrotos delgados, gruesos y algunas con hoyos en sus extremos, con la superficie lisa o con muescas y también hay espículas de forma de espiras y tablas.

El subgénero Paraholothuria (Caso, 1963) se diferencia del género Holothuria en que éste presenta el cuerpo más o menos de forma cilíndrica, tentáculos peltados, la boca terminal, los podios ambulacrales dispuestos en líneas paralelas al eje del cuerpo y espículas principalmente de forma de botones, tablas, rosetas y barrotos.

En la alimentación de las holoturias siempre intervienen los tentáculos y pueden utilizar tres recursos alimenticios: plancton, detritos y el contenido orgánico que contiene el fango y el limo.

La clase Holothuroidea muestra un alto grado de radiación adaptativa en los mecanismos de alimentación. El orden Aspidochirotida presenta las mayores diversificaciones en las formas de los tentáculos, como por ejemplo Holothuria (Paraholothuria) riojai que presenta tentáculos tanto peltados como ramificados y cuando tienen veinte tentáculos en total, de los que cinco son más pequeños y están dispuestos periféricamente alrededor de la boca, formando un círculo interno, se observa que los tentáculos grandes que están externos colectan alimento y los tentáculos pequeños siguen a los grandes hacia la cavidad faríngea y se piensa que remueven el material alimenticio desde los tentáculos grandes (Konnecker y Keegan, 1973).

Lo antes expuesto probablemente se pueda dar en el espécimen estudiado en éste trabajo ya que presenta exactamente veinte tentáculos y los internos son más pequeños que los del exterior.

Los tentáculos pueden moverse ininterrumpidamente, pero esto no implica que haya una alimentación continua. Su movimiento puede cesar cuando la densidad del alimento en suspensión es de una mayor magnitud de lo normal. Generalmente los períodos inactivos (con los tentáculos retraídos) son causados sólo por la proximidad de animales móviles (cangrejos, peces, estrellas de mar, etc.).

Los movimientos tentaculares son muy similares en los diferentes ordenes de holoturoideos: los primeros tentáculos se extienden ampliamente, la parte apical se contrae, los tentáculos se doblan y se insertan dentro de la boca. Cuando se retiran, el tentáculo es limpiado por el esfínter bucal y algunas veces por otros tentáculos.

La captura de finas partículas de alimento tanto por las especies alimentadoras de depósito y suspensión pueden ser por el resultado de dos procesos:

- a) Las partículas alimenticias se adhieren a las zonas especializadas de los tentáculos, los botones.
- b) El alimento es capturado por una trampa mecánica en algunas grietas de los botones y grietas en los apéndices tentaculares cuando los tentáculos se encogen.

Las partículas grandes pueden o no estar involucradas en este fenómeno y se supone que son ingeridas con la ayuda de varios tentáculos.

La alta concentración de materia orgánica en el bulbo acuarfíngeo implica que las holoturias son capaces de una selección química. Por lo que probablemente pueden ser consideradas como, alimentadoras selectivas químicamente, más no mecánicamente, contrariamente a la opinión de Bakus (1973) y de Walker y Bambach (1974), esta selectividad implica la presencia de zonas quimiosensitivas en los tentáculos.

Los Aspidochirotidos obtienen su alimento arrastrándose sobre el fondo, con la boca hacia abajo (Trefz, 1958). Cada tentáculo, sin un orden definido, empuja arena hacia la boca en la cual el esfínter se abre y cierra regularmente. De acuerdo a Delage y Hérouard (1903) y Cherbonnier (1954) los granos de are-

na y partículas alimenticias se adhieren a los tentáculos como resultado de la secreción de mucus.

Por otra parte Trefz (1958) en Holothuria atra y Masin (1978) en H. tubulosa, observaron que los granos no son retenidos junto con el mucus y se pegan sólo débilmente a los tentáculos. Roberts (1979) menciona que las holoturias capturan las partículas por el entrapamiento mecánico. Hay espacios internodulares sobre zonas sensoras o nódulos en los extremos tentaculares los cuales atrapan las partículas cuando se retraen los tentáculos.

Algunos Aspidochirotidos son transportadores de alimento por zonas. Por ejemplo, H. arenicola vive preferentemente en áreas de fango, donde ocurren fuertes corrientes y donde crecen los pastos marinos Thalassia testudinum; ingieren sedimento debajo de la superficie pero a no más de 15-20 cm de profundidad (Mosher, 1980).

Respecto al ritmo alimenticio se sabe que varía en las diferentes especies, puesto que hay las que se alimentan más o menos continuamente día y noche y otras solamente durante la mañana o tarde, por lo que se deduce que la luz es un factor que controla la alimentación.

Hasta ahora no hay datos que permitan correlacionar las estructuras digestivas con la dieta de los holoturoideos. Anderson (1966) observó que los intestinos de formas cavadoras son más cortos que los de las formas de alimentación de superficie, la diferencia implica la longitud de la porción intestinal. El estómago no está siempre presente, por lo que su presencia o ausencia no es una característica de un grupo sistemático y parentemente no hay conexión con los mecanismos alimenticios.

La clase Holothuroidea incluye organismos que tienden a congregarse en áreas donde hay una gran cantidad de materia orgánica en los sedimentos del fondo marino, como los Aspidochirotidos que viven principalmente sobre la superficie de sedimentos. Estos animales con sus tentáculos pueden dejar marcada una clara vereda en el sedimento al irse desplazando. En cuanto a la locomoción se ha observado que especies como Holothuria sp. que pre-

sentan una cantidad apreciable de podios en el trivium se pueden desplazar por medio de ellos, recorriendo distancias considerables, en contraste con las especies que carecen de podios las cuales tienen una locomoción reducida al mínimo.

La distribución de los holoturoideos parece ser que no está determinada por el factor de la presión, ya que no es un elemento que afecte la ecología o la distribución vertical de éstos organismos, puesto que se les encuentra en todas las profundidades y su rango batimétrico (0 a 10,710 m) es más alto que el de los equinoideos (0 a 7290 m) y que el de los asteroideos (0 a 7,100-m). Por lo que es probable que la temperatura juegue el papel más importante en la distribución de éstos organismos.

Parece ser que las holoturias tienen pocos enemigos naturales, se mencionan sólo algunos casos de depredadores como crustáceos, asteroideos y algunos peces, sin embargo, son comunes las asociaciones entre holoturoideos y otros organismos comensales como peces y crustáceos los cuales generalmente se alojan en la cloaca y entran o salen del animal cuando se abre el esfínter del ano.

Específicamente en Holothuria (Paraholothuria) riojai al realizar las disecciones de los especímenes estudiados se encontró en cada uno de ellos un cangrejo Brachygnatho del género Pinnixa sp. alojados en la cloaca y que según Caso (1963) se trata de Pinnixa barnharti.

También Mac. Ginities (1949) cita que P. barnharti habita en la cloaca de la holoturia Caudina arenicola del orden Molpadonia y Tao (1930) encontró que Pinnixa timida se aloja en la cloaca de Paracaudina chilensis.

Respecto a la evisceración de los holoturoideos Mosher (1956) menciona que en el orden Aspidochirotida es muy similar entre sus miembros de tal manera que se puede generalizar el proceso: la evisceración es efectuada por una ruptura a través de la cloaca, casi de todo el canal alimenticio completo con sus glándulas asociadas, algunas con los túbulos de la gónada y en algunas especies uno o ambos árboles respiratorios. Los órganos de Cuvier están asociados con los árboles respiratorios de algu-

nas especies y aparentemente relacionados con el fenómeno de la evisceración. La presencia de éstos órganos sin embargo, es extremadamente variable, aún dentro de un sólo género (Deichman, - 1930).

C O N C L U S I O N E S

Para la determinación de las especies de equinodermos de éste trabajo se tomaron en cuenta exclusivamente características -morfológicas, sin embargo, es recomendable que para estudios posteriores se utilicen elementos de genética, embriología, bioquímica y ecología que permitan tener una visión integral de los organismos y que éste enfoque, redunde en una clasificación más -apegada a la naturaleza del grupo.

De la revisión bibliográfica efectuada se desprende que la -mayor parte de las investigaciones se avocan a los equinodermos -de los litorales del Pacífico, lo que evidencia la necesidad de -llevar a cabo estudios sobre los equinodermos del Golfo y Caribe -mexicano.

En general los equinodermos no tienen importancia comercial -no obstante, son fundamentales en los ecosistemas de los que forman parte. Debido a la escasa información de cada especie en particular, se pueden hacer inferencias sobre su importancia ecológica basándose en las respuestas adaptativas que ellas presentan como son:

- En cuanto a la captura y procesamiento del alimento y su relación con la estructura del aparato digestivo en asteroideos, -quienes son depredadores voraces de algunos bivalvos.

- Por su comportamiento Echinometra causa bioerosión y puede -facilitar la formación de microhábitats.

- Y al ser esenciales procesadores del sedimento los holotu--roideos, ofiuroides y equinoideos irregulares juegan napel so--bresaliente en el ciclo de los nutrientes en los fondos marinos.

Se amplía la distribución de Holothuria (Paraholothuria) -riojai hasta Mazatlán, Sinaloa.

En México desde 1979 no se habían realizado tesis de Licenciatura sobre equinodermos, se espera que ésta sea un incentivo -para fomentar el estudio de tan interesantes organismos.

B I B L I O G R A F I A

- BARNES, R.D., 1984. Zoología de los Invertebrados. Nueva Editorial Interamericana. 3- ed. México.:982-1083 p.
- BERNASCONI, I., 1943. Los Asteroideos Sudamericanos de la Familia Luidiidae. An. Mus. Arg. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia", Argentina. 41 (7):1-20.
- BINYON, J., 1972. Physiology of Echinoderms. Ed. Pergamon Press. Great Britain.:264 p.
- BOOLOOTIAN, R.A., 1966. Physiology of Echinodermata. Ed. Interscience Publishers. U.S.A.
- BOONE, L., 1933. Scientific Results of Cruise of the Yachts - - "Eagle" and "Ara", 1921-1928, William K. Vanderbilt, Commanding. Coelenterata, Echinodermata and Mollusca. Bull. of the Vanderbilt Mar. Mus. 4:1-217.
- BRUSCA, R., 1980. A Handbook to the Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. Arizona.:304-343 p.
- BULLOUGH, W.S., 1970. Practical Invertebrate Anatomy. Macmillan and CO LTD, Great Britain.
- CASO, M.E., 1943. Contribución al Conocimiento de los Astéridos de México. Tesis M. en C. Fac. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 136 p. lám 50.
- _____, 1945. Modificación de la Familia Luidiidae (Verril). Las subfamilias nuevas de la familia Luidiidae y observación acerca de Platasterias latiradiata. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 16.
- _____, 1948. Contribución al Estudio de los Equinoideos de México: II. Algunas especies de equinoideos litorales. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 19.
- _____, 1951 Contribución al Conocimiento de los Ofiuroideos de México. I. Algunas especies de ofiuroideos litorales. - An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 22:1-219.
- _____, 1961. Estado Actual de los Conocimientos Acerca de los Equinodermos de México. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias. - Universidad Nacional Autónoma de México.
- _____, 1962. Estudio Sobre los Equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de las Islas Revillagigedo. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 33:1-293.

- _____, 1963. Contribución al Conocimiento de los Holothuroideos de México. Descripción de una n. sp. de Holothuria de un nuevo Subgénero (Paraholothuria n. sg.). An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 34:367-380.
- _____, 1978. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte primera -Ordenes Cidaroidea y Aulodonta. Parte segunda -Ordenes Stiridonta y Camarodonta. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx. Publ. Esp. 1:1-244.
- _____, 1979. Los Equinodermos (Asteroidea, Ophiuroidea y Echinoidea) de la Laguna de Términos, Campeche. Centro - - Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx. Publ. - - Esp. 3:1-186.
- CLARCK, H.A., 1934. A Voracious Starfish. Science. 79:432.
- CLARCK, H.L., 1915. Catalogue of Recent Ophiurans:Based on the - Collection of the Museum of Comparative Zoology. Demoirs Mus. Comp. Zool. Harv. Col. 25 (4).
- _____, 1917. Reports on the Scientific Results of the Expedi- - tion to the Eastern Tropical Pacific in Charge of A. Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross from- October 1904 to March 1905. Ophiuroidea. Bull. Mus. - - Comp. Zool. Harv. 61 (12):428-445.
- _____, 1940. Eastern Pacific Expedition of the New York Zoologi- cal Society XXI. Notes on Echinoderms from the West - - Coast of Central America. Zoologica. 25 (3):331-352.
- CHIA, F.S., 1969. Responses of the Globiferous Pedicellariae to- Inorganic Salts in Three Regular Echinoids. Ophelia. 6 - :203-210.
- DEHN, P.F., 1980. The annual reproductive cycle of two popula- - tions of Luidia clathrata (Asteroidea). I. Organ indices and occurrence larvae. In Jangoux, M., Echinoderms: Present and Past. Proceedings of the European Colloquium on- Echinoderms Brussels / 3-8 Sept. 1979. A.A. Balkema. Nether- lans.:361-367.
- DEICHMANN, E., 1937. The Templeton Crocker Expedition. IX. Holo- thurians from the Gulf of California, the West Coast of- Lower California and Island Clarion. Zoologica. 22:209-- 239.
- _____, 1938. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoolo- gical Society XVI. (Holothurians from the western coast- of Lower California and Central America, and from Galapa- gos Islands). Zoologica. 23:361-387.
- D'YAKONOV, A.M., 1950. Sea Stars (Asteroids) of the U.S.S.R. - -

- Seas. Published by the Zoological Institute of the Academy of Science of the U.S.S.R. Translated from Russian. - Published for the Smithsonian Institution, U.S.A. and the National Science Foundation, Wash., D.C. 34:1-183.
- EMSON, R.H., 1980. Fission and Autotomy in Echinoderms. Oceanogr Mar. Biol. Am. Rev. 18:155-250.
- FELL, J.F., 1974. The Echinoids of Easter Island (Rapa Nui). - Pacific Sci. 28 (2):147-158.
- FISHER, W.K. 1906. The Starfishes of the Hawaiian Islands. Extracted from U.S. Fish. Commission Bulletin for 1903, - Part. III. Wash. Government Printing Office.:987-1130 p.
- _____, 1930. Asteroidea of the North Pacific and Adjacent Waters. Part. III. Forcipulata. Smith. Inst. Bull. U.S. Nat. Mus. 76:1-356.
- FONTAINE, A.R., 1965. Feeding mechanisms of the ophiuroids - Ophiocomina nigra. J. Mar. Biol. 45:373-385.
- FREEMAN, W.H. y BRACEGIRDLE, B., 1971. An Atlas of Invertebrates Structure. Heinemann Educational Books, London.:129 p.
- GOSNER, K. 1971. Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. Wiley-Interscience, U.S.A.:556-590 p.
- GRASSE, P.P., 1948. Traité de Zoologie. Anatomie, Systematique, - Biologie. Echinoderms, Stomocordés. Masson et Cie, Editeur. Paris. 11:1077 p.
- GUILLE, A., 1980. Les Ophiurides des marges Continentales de la Region Philippines-Indonésie. Distribution bathymétrique et étagement. In Jangoux, M. Echinoderms: Present and Past. Proceedings of the European Colloquium on Echinoderms Brussels /3-8 Sept. 1979. A.A. Balkema. Rotterdam, Netherlands.:97-105 p.
- HYMAN, L.H., 1955. The Invertebrates. Echinodermata. The coelomata Bilateria. Mc. Graw-Hill. New York, U.S.A.
- JANGOUX, M. y Lawrence, J., 1982. Echinoderms Nutrition. A.A. Balkema. Netherlands.:654 p.
- _____, 1983. Echinoderms Studies. A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands. 1:203 p.
- JEFFERIES, R.P., 1980. The Phylogenetic Connection Between Echinoderms and Chordates. In Jangoux, M. Echinoderms: Present and Past. Proceedings of the European Colloquium on Echinoderms Brussels /3-8 Sept. 1979. A.A. Balkema. Rotterdam, Netherlands.: 29 p.

- KCEHLER, R., 1922. Contributions to the Biology of the Philippine Archipelago and Adjacent Regions. Ophiurans of the - Philippine Seas and Adjacent Waters. Smith. Inst. U.S. - Nat. Mus. Bull. 100, 5:1-186.
- _____, 1939. Les Echinodermes des Mers d'Europe. Publiée sous - la Direction du Dr. Toulouse. Bibliothèque de Zoologie.- Librairie Octave DOIN, Paris. 1.
- KENRICK, F., 1911. Asteroidea of the North Pacific and Adjacent- Waters. Part. I. Phanerozonia and Spinulosa. Smith. Inst U.S. Nat. Mus. Bull. 76:105-107.
- LAWRENCE, J.M., 1975. On the relationship between marine plants- and sea urchins. Oceanogr. Mar. Biol. Am. Rev. 13:213- - 286.
- LYMAN, T., 1865. Illustrated Catalogue of the Museum of Comparati- ve Zoology at Harvard College. No. I. Ophiuridae and As- trophytidae. Cambridge, Mass.:1-200 p.
- MAUZEY, K.P., BIRKELAND, C. y DAYTON, P.K., 1968. Feeding Beha- - voir of Asterooids and Scape Responses of Their Prey in - the Puget Sound Regions. Ecology. 49 (4):603-619.
- MC. CLONTOCK., 1983. Extraoral feeding in *Luidia clathrata* (Say) (Echinodermata:Asteroidea). Bull. Mar. Science. 33 (1) - :171, 172.
- MEGLITSCH, P., 1967. Invertebrate Zoology. Oxford University -- Press. U.S.A.:348-415 p.
- MOORE, R.C., 1952. Invertebrate Fossils. Mc. Graw-Hill Book Com- pany, INC., U.S.A.:574-581 y 653-714.
- MORTENSEN, T. 1927. Handbook of the Echinoderms of the British - Isles. Oxford, University Press. U.S.A.
- MOSHER, C., 1956. Observations on Evisceration and Visceral Rege- - neration in the Sea-cucumber *Actinopyga acassiz*. Selenka Zoologica. 41:17-26.
- NICHOLS, D., 1969. Echinoderms. Hutchinson University Library. - London.:192 p.
- NIELSEN, E., 1917. Papers from Dr. T. Mortensen's Pacific Expedi- - tion 1914-1916. LIX. Ophiurans from the Gulf of Panama, - California, and the Strait of Georgia. Vidensk. Medd. - fra Dansk naturh. Foren Bd. 91. :241-346.
- PAWSON, D.L., 1970. Echinodermata: Holothuroidea. The Marine Fau- - na of New Zealand: Sea Cucumbers. Bull. New. Zel. Dept. - Scient. Ind. Res. 201 Memoir 52:7-71.

- _____, D.L., 1977. Marine Flora and Fauna of the Northeastern - U.S. Echinodermata: Holothuroidea. N.O.A.A. Technical Report. N.M.F.S. Circular 405:1-13.
- PENTREATH, R.J., 1970. Feeding mechanisms and functional morphology of podia and spines in some New Zealand ophiuroids.- J. Zool. 161.:395-429.
- RUSSO, A.R., 1977. Water Flow and Distribution and Abundance of Echinoids (Genus Echinometra) on a Hawaiian Reef. Aust.-J. M. Freshwater Res. 28:693-702.
- SLOAN, N.A., 1979. The Echinoderms of Aldabra and their habitats Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist). Zool. ser. 37 (2):81-128.
- TYLER, P.A., 1980. Deep-Sea Ophiuroids. Oceanogr. Mar. Biol. Ann Rev. 18:125-153.
- ZIESENHENNE, F.C., 1937. The Templeton Crocker Expedition. X. -- Echinoderms from the West Coast of Lower California, the Gulf of California and Island Clarion. Zoologica. 22:209-239.