

ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DE CNIDARIOS BENTONICOS MEDIANTE EL METODO DE ANALISIS DE COORDENADAS PRINCIPALES

JOSEP MARIA GILI & JAVIER ROMERO

Gili, J.M^d. & Romero, J., 1981 (1983). Estudio de la distribución de cnidarios bentónicos mediante el método de análisis de coordenadas principales. *Misc. Zool.*, 7: 35-41. Barcelona.

A principal coordinate analysis has been elaborated from Cnidarians collected in benthic samples, in order to investigate their distribution in the sampling area. The first axis only explains a reduced percentage of the total variance, which agrees with the fact that several factors are needed to explain the distribution of species of this group in the benthic communities. However, the main factor seems to be depth (and involved gradients). The fact that Cnidarians as a whole cannot be characterized from an autoecological viewpoint, is discussed.

J.M^d. Gili & J. Romero, Dpto. de Ecología, Fac. de Biología, Univ. de Barcelona, Av. Diagonal 645, Barcelona 28.

INTRODUCCION

Los cnidarios constituyen uno de los grupos de más amplia distribución en las comunidades bentónicas marinas, encontrándose ejemplares desde el piso mediolitoral hasta las mayores profundidades abisales. El presente estudio se centra en la parte superior de la plataforma continental, donde aparece un mayor número de especies, cuya distribución se ve limitada por factores ambientales locales.

Son varios los autores que, más o menos recientemente, han estudiado los diversos factores que determinan la distribución de los cnidarios bentónicos (THEODOR, 1967; RIEDL, 1966; LAUBIER, 1966; WEINBERG, 1975; MURDOCK, 1976; WAINWRIGHT & KOEHL, 1976; etc.). Algunos de ellos han medido directamente estos factores, en el Mediterráneo (THEODOR & DENIZOT, 1965; VELIMIROV, 1973; SVOBODA, 1976; BRAFIEL *et al.*, 1965; RIEDL, 1959; ROSS, 1967; SCHENK, 1962; etc.), mientras que otros abordan el problema desde un punto de vista que podríamos denominar corológico. El presente trabajo constituye un intento de agrupar las especies en base a sus afinidades "ecoestadís-

ticas" (BOUDOURESQUE, 1973), estudiando luego la influencia de los distintos factores ambientales y biológicos que intervienen en la formación de tales grupos.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se basa en una serie de muestras recolectadas durante un programa general de investigación sobre las comunidades bentónicas marinas de las islas Medes (GILI & ROS, 1982). Tales muestras fueron tomadas entre 0 y 50 metros de profundidad, distribuidas en tres pisos bionómicos (mediolitoral, infralitoral y circalitoral; la terminología empleada para hacer referencia a las comunidades sigue, básicamente, el trabajo clásico de PÉRÈS & PICARD (1964), con las matizaciones introducidas por GILI & ROS (1982) y más recientemente, por ROS *et al.* (1983) sobre sustrato rocoso y en la zona detrítica que limita con los fondos de sedimento. La superficie de muestreo varió a lo largo del trabajo entre 400 cm² y 1600 cm² (hecho que se justifica en ZABALA *et al.*, (en prensa), aunque las muestras consideradas para nuestro análisis son todas de 1600 cm² de área.

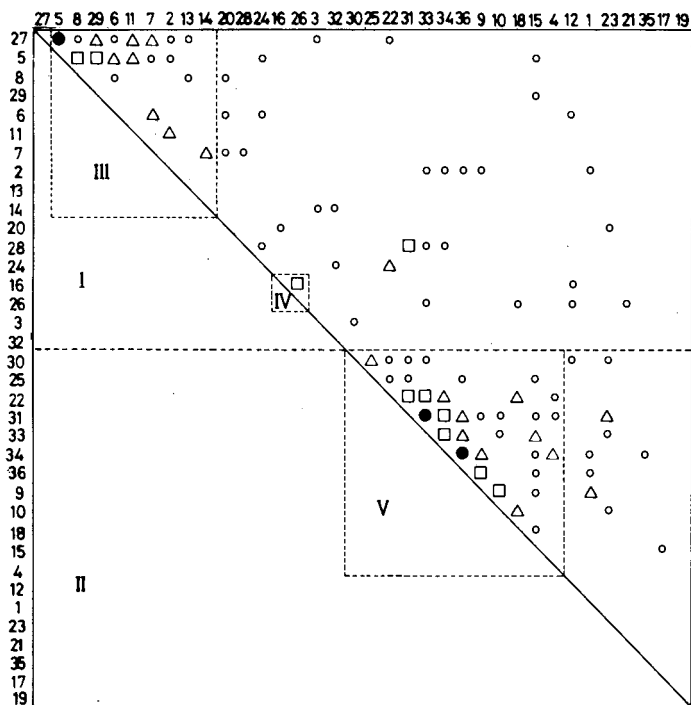


Fig. 1. Diagrama de afinidad entre las 36 especies seleccionadas. (●) más del 50%; (◻) más del 40%; (△) más del 30%; (○) más del 20%. Código de identificación de las especies: 1. *Eudendrium capillare*; 2. *Eudendrium racemosum*; 3. *Halcium tenellum*; 4. *Filellum serpens*; 5. *Dynamena disticha*; 6. *Sertularella ellisi*; 7. *Aglaophenia octodonta*; 8. *Aglaophenia pluma*; 9. *Clytia hemisphaerica*; 10. *Eudendrium rameum*; 11. *Halcium beani*; 12. *Syntheticium evansi*; 13. *Aglaophenia septipthera*; 14. *Halopteris cactharina*; 15. *Laomedea pelagica*; 16. *Plumularia obliqua posidoniae*; 17. *Obelia dichotoma*; 18. *Campanularia hincksi*; 19. *Scandia pocillum*; 20. *Alcyonium acaule*; 21. *Alcyonium palmatum*; 22. *Parerythropodium coralloides*; 23. *Corallium rubrum*; 24. *Eunicella singularis*; 25. *Paramuricea clavata*;

26. *Clavularia crassa*; 27. *Clavularia ochracea*; 28. *Rolandia rosea*; 29. *Cornularia cornucopiae*; 30. *Parazoanthus axinellae*; 31. *Leptopsammia pruvoti*; 32. *Monomyces pigmaeae*; 33. *Caryophyllia smithi*; 34. *Caryophyllia inornata*; 35. *Polycyathus muelleriae*; 36. *Hoplangia durotrix*.

De las 128 muestras obtenidas, aparecieron cnidarios en 108, determinándose 96 especies (42 antozoos y 54 hidrozoo (GILI, 1982)). Sobre esta primera matriz de datos (presencia-ausencia) se efectuó una selección de cara al análisis numérico posterior, suprimiendo aquellas especies de frecuencia de aparición muy baja y aquellos inventarios con una escasa representación de cnidarios. Se retuvieron las especies que aparecieran al menos en seis muestras, y las muestras en que al menos ocurrieran cuatro especies. Aunque tales límites sean algo arbitrarios, este procedimiento es el que en general se usa en este tipo de análisis, y permite tanto eliminar "ruido" como reducir la matriz de datos hasta unas dimensiones asequibles a los métodos de cálculo automatizados necesarios. Su bondad está condicionada a una correcta distribución de las muestras. Esta premisa no puede considerarse siempre satis-

fecha, pues algunas comunidades están subrepresentadas en el conjunto muestral (como serían los fondos detríticos o de arena) y de ahí resulta que sus especies más características se hayan desechado como poco frecuentes o bien que resulten desdibujadas en el análisis.

La matriz de datos reducida consta de 36 especies (20 hidrozooos y 16 antozoos) procedentes de 83 muestras. Sobre esta matriz se calculó, para cada par de especies, el índice de similaridad de Jaccard (MARGALEF, 1974). Posteriormente, y sobre la matriz de similaridades así obtenida, se efectuó un análisis de coordenadas principales en un microordenador CBM 3032, utilizando el programa ACP (preparado por C. Cuadras y M. Usón, del Departamento de Bioestadística de la Universidad de Barcelona). Los fundamentos de este tipo de análisis están ampliamente desarrollados en numerosos trabajos

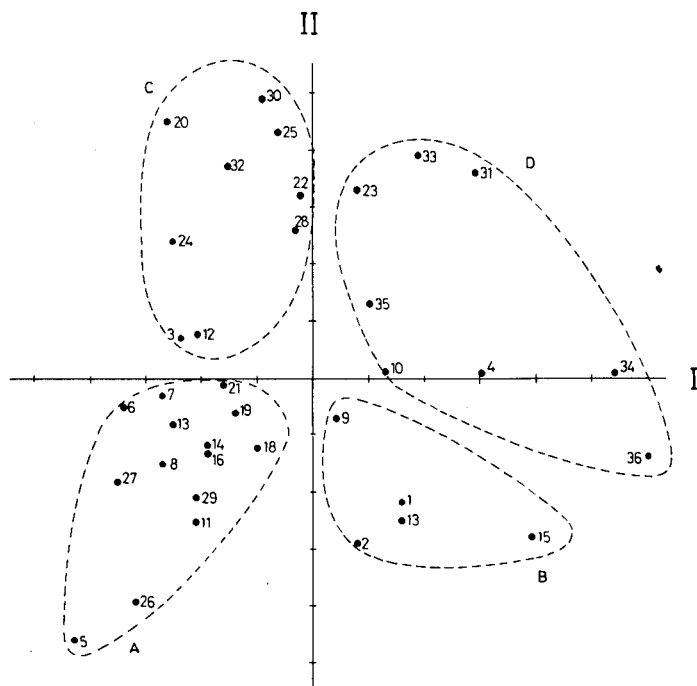


Fig. 2. Análisis de coordenadas principales. Representación de los ejes I y II.

(CUADRAS, 1981; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979; CHARDY *et al.*, 1976; ROMERO, 1981; etc.).

RESULTADOS

La matriz de afinidades, ya publicada y parcialmente comentada en un trabajo anterior, (GILL, 1981), aparece en la figura 1. Las representaciones obtenidas a partir del análisis de coordenadas principales aparecen en las figuras 2 (ejes 1 y 2), 3 (ejes 1 y 3), y 4 (ejes 2 y 3). El porcentaje de varianza por estos tres primeros ejes es bajo (algo inferior al 25%).

De la matriz de afinidades se habfan diferenciado cinco grupos, dos muy generales (1 y 2) y otros tres más concretos. Vienen definidos tanto por la distribución batimétrica como bionómica de las especies que los integran.

Grupo 1, especies situadas principalmente en la zona superior (entre 0 y 15 metros), en

zonas iluminadas, batidas y con cierta preferencia hacia los sustratos horizontales. Se trata de representantes de comunidades de algas fotófilas y de ciertos aspectos del pre-coralígeno.

Grupo 2, especies cuyo óptimo de distribución se sitúa a un nivel batimétrico inferior (entre 15 y 50 metros), en zonas de menor iluminación u oscuras, con escasa o nula incidencia del oleaje y tendencia a instalarse en sustratos inclinados o verticales, además de colonizar cuevas y extraplomos. Caracterizan el coralígeno y las cuevas oscuras.

Grupo 3, dentro del grupo 1, agrupa las especies más fotófilas, propias de menor profundidad.

Grupo 4, dentro del grupo 1, corresponde a un núcleo bien caracterizado, el de las especies que colonizan las praderas de *Posidonia oceanica*.

Grupo 5, dentro del grupo 2, reúne a las especies más características de los fondos coralígenos.

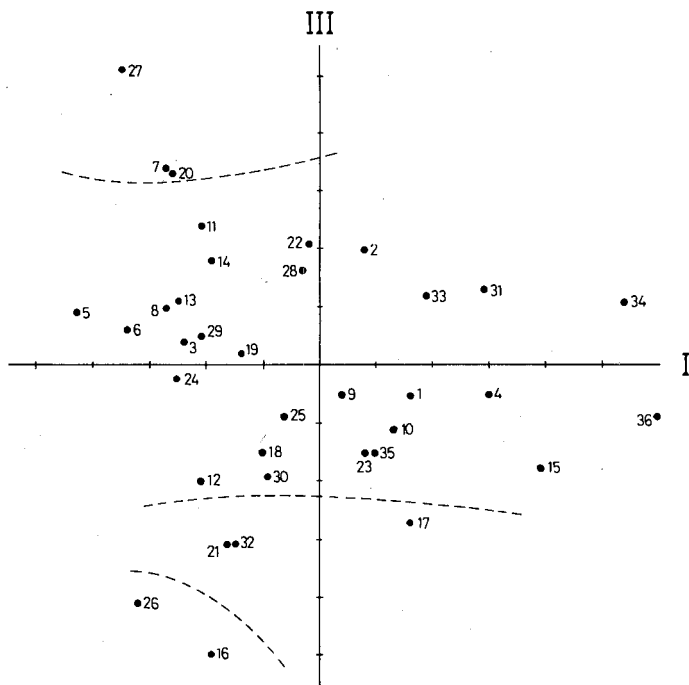


Fig. 3. Análisis de coordenadas principales. Representación de los ejes I y III.

Tal como veremos, estos grupos se reflejan también parcialmente en el análisis de coordenadas principales.

En la representación de los ejes 1 y 2 (fig. 2) puede diferenciarse cuatro grandes grupos, hasta cierto punto homólogos de los extraídos de la matriz de afinidades. Los dos primeros, A y B, corresponderían a las especies fotófilas. En el A (grupo 3 de la matriz), figuran las especies estrictas, en cuanto que prácticamente sólo aparecen en la zona de las algas fotófilas y en la pradera de *Posidonia*, mientras que en el B reunimos a especies de distribución más amplia (hecho reflejado en la posición de estos dos grupos sobre el primer eje). Los grupos C y D corresponden a las especies propiamente esciáfilas y equivalen al 2 de la matriz de afinidades. El grupo C está formado por las especies de distribución más restringida (asimilable al grupo 5) mientras que en el D figuran las especies de cuevas oscuras y semioscuras, a las que el hecho de aparecer también en el coralígeno les confiere el carácter de "especies ampliamente distribuidas".

En las representaciones en las que interviene el eje 3, la mayoría de especies (propias de fondos duros, que fueron los más muestreados, aunque sin una selectividad muy acusada al respecto) se agrupan en el centro, mientras que unas pocas se sitúan en los extremos de este tercer eje: por una parte, las que colonizan fondos de arena y cascajo (directamente o como epibiontes de otros organismos), y en el otro extremo las más típicas y estrictas de sustratos rocosos, que suelen ser también propias de zonas batidas y poco profundas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cualquiera de los métodos de representación de datos basados en el análisis multivariante ofrece una representación de nuestras observaciones hasta cierto punto a partir de ellas mismas, esto es: no se trata de encajarlas, como tal vez deseáramos, en un marco o espacio de referencia absoluto, sino que el espacio viene definido por las propias obser-

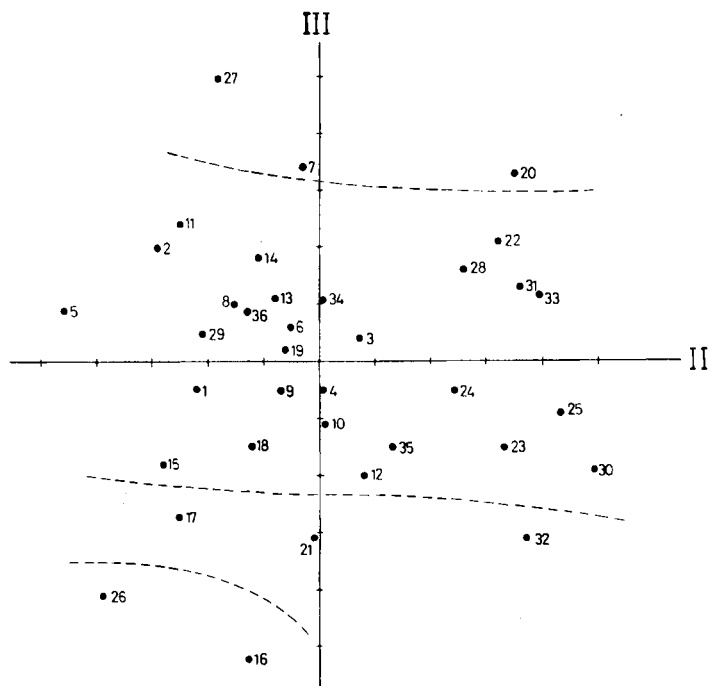


Fig. 4. Análisis de coordenadas principales. Representación de los ejes II y III.

vaciones. Por lo tanto, la representación obtenida vendrá dada, en parte, por las características ecológicas y distribución de las especies estudiadas, pero también por las características del conjunto muestral.

En nuestro caso, las muestras proceden de un amplio abanico de comunidades de fondos rocosos, entre 0 y 50 metros de profundidad. El hecho de que los valores propios vayan disminuyendo lentamente (los cinco primeros ejes explican algo más del 30% de la varianza) nos permite llegar a una primera conclusión: sobre un espacio muestral de la amplitud y heterogeneidad del nuestro, (muestras procedentes de comunidades muy distintas) no es posible explicar la distribución de los cnidarios en base a un único factor ambiental (ni en base a un conjunto de factores estrechamente correlacionados). Así pues, el primero de los tres ejes que se ha considerado puede ser calificado hasta cierto punto como trivial, ya que separa las especies más frecuentes de las ocasionales. Este hecho ya fue señalado en otro trabajo (ROMERO, 1981) y obedece a

la propia naturaleza del análisis (para ampliar este aspecto, puede consultarse a CHARDY *et al.*, 1976). El segundo eje puede asociarse a la profundidad, reflejando una influencia bastante clara de los gradientes a ella asociados (de luz, principalmente) sobre la distribución de los cnidarios. Podemos pues hablar, al referirnos a este segundo eje, de una ordenación en función de la fotofilia/escafília de las especies. El tercer eje es el de interpretación más difícil, y podríamos decir que el que confunde más la representación; separa las especies de sustratos duros de las de sustratos blandos, orgánicos o concrecionados. Así pues la profundidad y los gradientes a ella asociados (principalmente la luz y el hidrodinamismo) parecen ser las causas más explicativas, a nivel general, de la distribución de los organismos estudiados. El segundo gran factor, la naturaleza del sustrato, aparece algo confundido debido a la escasez de muestras de sustratos orgánicos. La amplitud de distribución de las especies queda bien plasmada en el primer eje, aunque una vez más la falta de uniformidad en la distri-

bución de las muestras puede falsear los resultados, haciendo aparecer como cosmopolitas a especies que aparecen en las comunidades más muestreadas; aún más, especies muy selectivas pueden haber sido eliminadas del estudio por su baja frecuencia de aparición.

Faunisticamente, como se apreció en un trabajo preliminar (GILI, 1982), los hidrozooos, en el área estudiada, son más frecuentes en comunidades de poca o mediana profundidad, en fondos iluminados y moderadamente batidos, mientras que los antozoos predominan en zonas de mediana a gran profundidad, son más bien esciáfilos y necesitan condiciones hidrodinámicas más estables. Estas diferencias sólo son ciertas a gran escala, cuando se intenta reflejar en un marco cuyo escenario es la comunidad, el papel de alguno de los actores principales. Para los hidrozooos el prototipo biológico, dentro de una comunidad bentónica tendente a estabilizarse, correspondería a grandes gimnoblásticos y a muchos caliptoblásticos de mediano tamaño no epibiontes. Por otro lado en los antozoos eminentemente sésiles, constructores de sustrato y lentos competidores por el espacio, correspondería a madreporarios, zoantarios, algún actiniario, gorgonarios y alcionarios grandes.

La dificultad de efectuar generalizaciones autoecológicas a nivel de grupo zoológico partiendo de la biología de especies aisladas sugiere la posibilidad de que el estudio de agrupaciones de especies afines sea un camino rápido para discernir los factores que configuran determinada distribución. Entre éstos, algunos tienen un efecto más o menos generalizado a nivel de grupo, como la luz, la profundidad, etc., mientras la acción de otros es más específica: hidrodinamismo, inclinación del sustrato, epibiosis, etc.

La iluminación parece ser uno de los factores más explicativos de la distribución de las especies estudiadas, estando su efecto, como ya se ha comentado, amplificado por una serie de gradientes más o menos correlacionados. Los extremos del eje de iluminación (el II en nuestro análisis) estarían

ocupados, respectivamente, por las especies más fotófilas y resistentes al hidrodinamismo y por los habitantes de los enclaves más recónditos de las cuevas submarinas. El no estar tales especies bien representadas en nuestro muestreo desdibuja el eje, que sólo explica algo menos del 10% de la varianza. Este tipo de análisis ignora hasta cierto punto a las especies más selectivas, que si bien no son interesantes para una caracterización autoecológica global del grupo sí resultan buenas indicadoras de condiciones locales concretas.

A modo de resumen cabría decir que resulta difícil caracterizar autoecológicamente a los cnidarios bentónicos en conjunto, pues como tal no presentan unos requerimientos uniformes. Esto resulta particularmente cierto en el caso de los hidrozooos, cuya capacidad de epibiosis, ciclo de vida corto y crecimiento rápido los convierte en especies más generalistas. Por el contrario, tal caracterización es posible a nivel específico, al estar limitados a hábitats concretos en función de su propia biología. Los antozoos en conjunto pueden adaptarse mejor a este último concepto. Recordemos que ambos grupos, y como ya se discutió en otro trabajo (GILI, 1981) siguen estrategias ecológicas contrapuestas.

En opinión de muchos autores y en base a los estudios sobre la biología de las especies (ver por ejemplo MUSCATINE & LENHOFF, 1974), los que podríamos denominar factores biológicos, son los más importantes en la distribución del grupo. Estos factores, entre los que se incluyen la alimentación, la competencia por el espacio etc., son al mismo tiempo, los más difíciles de conocer y cuantificar.

BIBLIOGRAFIA

- BOUDOURESQUE, Ch.F., 1973. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphiles de mode relativement calme sur substrats durs. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille.*, 33: 147-225.

- BRAFIELD, A., CHAPMAN, G. & THEODOR, J., 1965. Consomation d'oxigène chez *Eunicella stricta* (Ber.) gorgone à zooxanthes symbiotiques. *Vie Milieu*, 16: 647-654.
- CUADRAS, C.M., 1981. *Métodos de análisis multivariante*. Ed. Eunjibar, Barcelona.
- CHARDY, P., GLÉMAREC, M. & LAUREC, A., 1976. Application of inertia methods to benthic marine ecology: practical implication of the basic options. *Estuar. coastl. mar. Sci.*, 4: 179-205.
- GILI, J.M., 1980. *Estudio sistemático y ecológico de los cnidarios bentónicos de las islas Medes (Girona)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Auto. Barcelona.
- 1981. Estudio bionómico y ecológico de los cnidarios bentónicos de las islas Medes (Girona). *Oecol. Aquat.*, 5: 105-123.
- 1982. Fauna de Cnidaris de les illes Medes. *Tre. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 10: 1-175.
- GILI, J.M. & ROS, J., 1982. Bionomía de los fondos de sustrato duro de las islas Medes (Girona). *Oecol. Aquat.*, 6: 199-226.
- LAUBIER, L., 1966. Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr. Paris.*, 43 (2): 139-316.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P., 1979. *Ecologie numérique. Tome I. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson, Paris.
- MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona.
- MURDOCK, G.R., 1976. Hydroid skeletons and fluid flow. In: *Coelenterate Ecology and Behavior*: 33-40, (Mackie, G.O. Ed.).
- MUSCATINE, L. & LENHOFF, H., 1974. *Coelenterate Biology. Reviews and new perspectives*. Academic Press, Londres.
- PÉRÈS, J.M. & PICARD, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume.*, 31 (47): 1-347.
- RIEDL, R., 1958. Die Hydroiden des Golfes von Neapel und ihr Anteil an der Fauna Unterseeischer Höhlen. *Pubbl. Staz. zool. Napoli.*, 30: 591-755.
- 1966. *Biologie der Meereshöhlen*. Paul Parey, Hamburg.
- ROMERO, J., 1980. *Estudio sistemático y ecológico de las algas bentónicas de las islas Medes (Girona)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Barcelona.
- 1981. Empleo de métodos numéricos en la tipificación de comunidades algales. *Oecol. Aquat.*, 5: 21-34.
- ROSS, D.M., 1967. Behavioural and ecological relationship between sea anemones and other invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 5: 291-316.
- ROS, J., OLIVELLA, I., & GILI, J.M., (1983). *Els sistemes naturals de les illes Medes*. Arxius de Ciències. I.E.C. Barcelona.
- SVOBODA, A., 1976. The orientation of *Aglaophenia* fans to current in laboratory conditions (Hydrozoa, Coelenterata). In: *Coelenterate Ecology and Behavior*: 41-48, (Mackie, G.O. Ed.).
- SCHENCK, A.V., 1962. Spécialisation de la reproduction asexuelle de quelques hydroides vivants sur la Posidonia. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli.*, 32 (Suppl.): 117-122.
- THEODOR, J., 1967. Contribution à l'étude des gorgones (VII): Ecologie et comportement de la planula. *Vie Milieu.*, 18 (2A): 291-301.
- THEODOR, J. & DENIZOT, M., 1965. Contribution à l'étude des gorgones (I): à propos de, l'orientation d'organismes marins fixés végétaux et animaux en fonction du courant. *Vie Milieu.*, 16: 237-241.
- VELIMIROV, B., 1973. Orientation in the sea fan *Eunicella cavolini* to water movement. *Helgö. wiss. Meeresunters.*, 24: 163-173.
- WAINWRIGHT, S.A. & KOEHL, M.A.R., 1976. The Nature of Flow and the Relation of Benthic Cnidaria to it. In: *Coelenterate Ecology and Behavior*: 5-22, (Mackie, G.O. Ed.).
- WEINBERG, S., 1975. Ecologie des Octocoralliaires communs du substrat dur dans la région de Banyuls-sur-Mer. *Bijdr. Dierk.*, 45: 50-70.
- ZABALA, M., OLIVELLA, I., GILI, J.M., & ROS, J., (en prensa). Un intento de tipificación metodológica en el estudio del bentos marino accesible en escafandra autónoma. *Result. Ier. Simp. Iber. Est. Bentos Marino*. San Sebastián.