

**ANALISIS DE LA TAXOCENOSIS DE LOS COPEPODOS EN EL COMPLEJO LAGUNAR DE BAHIA MAGDALENA-ALMEJAS, B.C.S., DURANTE 1985-1986**

**ANALYSIS OF THE TAXOCOENOSIS OF COPEPODS IN THE LAGOON COMPLEX OF MAGDALENA-ALMEJAS BAY, B.C.S., IN 1985-1986**

J. Ricardo Palomares García

Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, IPN  
Apartado Postal 476  
La Paz, B.C.S., México

*Recibido en marzo de 1990; aceptado en octubre de 1991*

**RESUMEN**

En el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, durante los meses de abril y agosto de 1985 y febrero y mayo de 1986, la taxocenosis de copépodos se asemeja en gran medida a la observada en ambientes lagunares, donde la comunidad planctónica se particulariza por una amplia dominancia de las especies pertenecientes al género *Acartia*, siendo *A. clausi* y *A. lilljeborgii* las especies dominantes durante todo el período considerado. La estructura de la taxocenosis presenta un patrón de variación cíclico, que manifiesta una estrecha correspondencia con los procesos de cambio del ambiente en el sentido temporal. En su distribución espacial se aprecia una influencia diferencial de las aguas del exterior, con predominio de especies oceánicas y neríticas en el área adyacente a las bocas de Bahía Magdalena y Bahía Almejas y una marcada dominancia de las acartias y otras especies propias de ambientes confinados hacia los márgenes interiores.

**ABSTRACT**

In April and August 1985 and February and May 1986, the taxocoenosis of copepods in the lagoon complex of Magdalena-Almejas Bay was similar to that found in other lagoon environments, where the planktonic community is characterized by pronounced dominance of the species belonging to the genus *Acartia*. The dominant species throughout the study period were *A. clausi* and *A. lilljeborgii*. The structure of the taxocoenosis presents a cyclic variation pattern, closely related to temporal changes in the environment. With regard to spatial distribution, a differential influence of outside waters was observed, with oceanic and neritic species predominating in the area adjacent to the mouths of Magdalena Bay and Almejas Bay, and species of the genus *Acartia* and others characteristic of confined environments predominating in the inner parts.

**INTRODUCCION**

El complejo lagunar Magdalena-Almejas se ubica, de acuerdo con Brusca y Wallerstein (1979), en la zona de transición entre la provincia templado-cálida y la subtropical, lo que posibilita la presencia de especies de afinidad templada y tropical, en

**INTRODUCTION**

Magdalena-Almejas lagoon complex is located, according to Brusca and Wallerstein (1979), in the transition zone between the temperate-warm and subtropical provinces. This allows the occurrence of temperate and tropical species, with greater influence of one

función de una mayor influencia de una u otra, conforme cambia en el tiempo el patrón de corrientes dominante (Norton *et al.*, 1985).

Diversos autores coinciden en señalar que la comunidad zooplanctónica de las lagunas costeras es muy similar en un amplio intervalo latitudinal, climático y geomorfológico (Margalef, 1969; Yáñez-Arancibia, 1986) y se caracteriza por la dominancia de unas cuantas especies de copéodos (particularmente del género *Acartia*), que suceden estacionalmente conforme cambian las condiciones en el medio, en un patrón cíclico, pero siempre manteniendo a lo largo del tiempo su carácter dominante por sobre los demás componentes de la comunidad zooplanctónica. Por ello, la evaluación de sus poblaciones y su variación en el tiempo puede considerarse una aproximación muy cercana a la condición que guarda el ecosistema en general (Petersen *et al.*, 1986).

Dada la abundancia de sus huevos, larvas nauplio y adultos constituyen el alimento de larvas planctónicas de peces de importancia comercial (Yokota *et al.*, 1961; Duka y Gordina, 1973) y aun de varios peces en su etapa adulta, tales como la sardina y la macarela (Alvariño, 1985; Romero-Ibarra, 1988). Esto cobra una mayor trascendencia en el complejo lagunar Magdalena-Almejas, debido a su relevancia como zona de reproducción de las sardinias crinuda (*Opisthonema* spp.) y monterrey (*Sardinops sagax*) (Saldierna *et al.*, 1987).

En este trabajo se analiza la estructura de la taxocenosis de los copéodos y sus cambios en espacio y tiempo, en función de los posibles factores que determinan tal variación, en Bahía Magdalena y Bahía Almejas durante dos períodos estacionales en 1985 y 1986.

## MATERIALES Y METODOS

El material biológico utilizado en el presente trabajo se obtuvo durante las campañas denominadas BAMA, realizadas en los meses de abril (BAMA 8504) y agosto (8508) de 1985, y febrero (8602) y mayo (8605) de 1986. La colecta del zooplankton se efectuó cubriendo una red de 24 estaciones de muestreo (Fig. 1), utilizando una red cónica simple con bridas al frente, de 0.60 m de diámetro de boca y una abertura de malla de 333  $\mu$ m, provista de un contador de flujo (UNESCO, 1974). Los organismos colectados

or the other as the pattern of dominant currents changes (Norton *et al.*, 1985).

Several authors indicate that the zooplanktonic community of coastal lagoons is similar in wide latitudinal, climatological and geomorphological ranges (Margalef, 1969; Yáñez-Arancibia, 1986). It is characterized by the dominance of a few species of copepods (especially of the genus *Acartia*), that occur seasonally as environmental conditions change, in a cyclic pattern, always maintaining their dominancy over the other components of the zooplanktonic community. Therefore, the evaluation of its populations and its variation in time can be considered a close approximation to the general condition of the ecosystem (Petersen *et al.*, 1986).

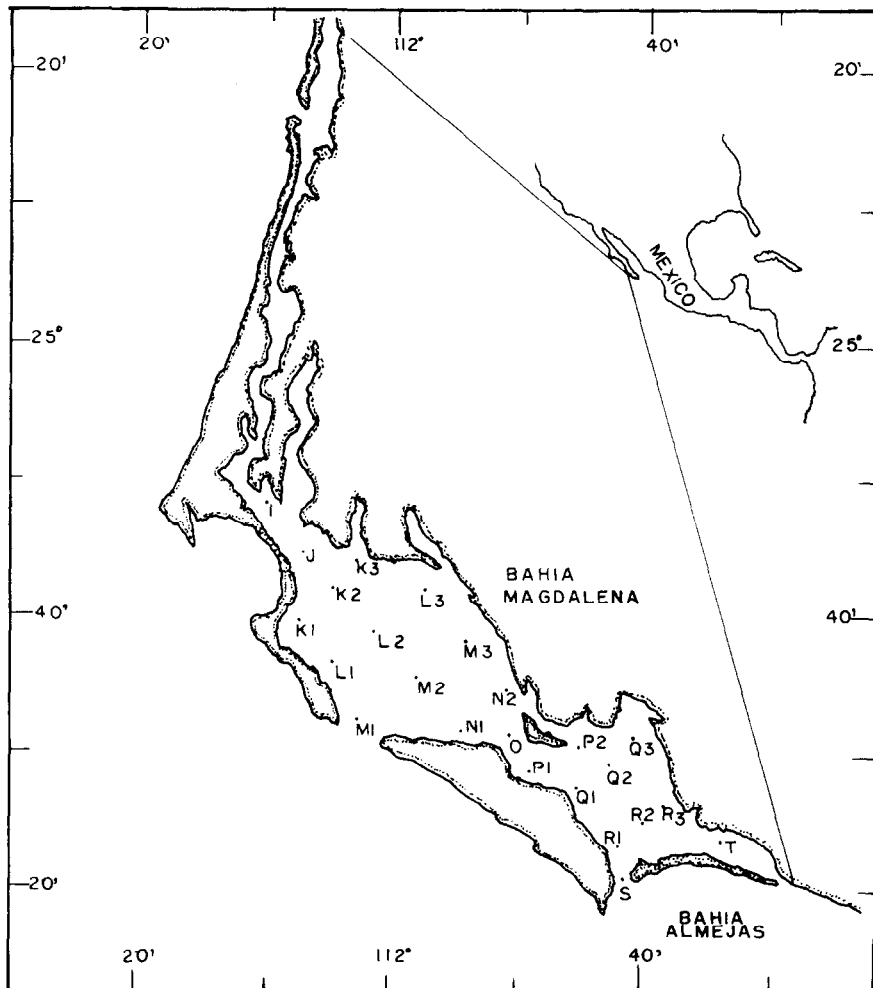
Given the abundance of their eggs, nauplius larvae and adults constitute the food of planktonic larvae of commercially important fishes (Yokota *et al.*, 1961; Duka and Gordina, 1973) and of several fishes in their adult stage, such as sardine and mackerel (Alvariño, 1985; Romero-Ibarra, 1988). This is especially significant in Magdalena-Almejas lagoon complex since it is an important breeding ground of thread herring (*Opisthonema* spp.) and Pacific sardine (*Sardinops sagax*) (Saldierna *et al.*, 1987).

The objective of this study was to analyse the structure of the taxocenosis of copepods and its variation in time and space in Magdalena Bay and Almejas Bay during two seasonal periods in 1985 and 1986.

## MATERIALS AND METHODS

The biological material used in this study was obtained during the BAMA campaigns, conducted in April (BAMA 8504) and August (8508) 1985, and February (8602) and May (8605) 1986. Zooplankton were collected at 24 stations (Fig. 1), using a standard conical net with bridles at the front, 0.60 m mouth diameter and 333  $\mu$ m mesh size, equipped with a flowmeter (UNESCO, 1974). The organisms were preserved with 4% formaldehyde, neutralized with sodium borate. Surface temperature was measured at each station with a bucket thermometer.

In the laboratory, the biomass was estimated using the displaced volume method (Steedman, 1976) and subsamples of 1/8 were obtained with a Folsom fractionator. Organisms were identified and counted in a



**Figura 1.** Localización del área de estudio y las estaciones de muestreo.  
**Figure 1.** Location of the study area and sampling stations.

se preservaron con formaldehído al 4%, neutralizado con borato de sodio. Simultáneamente, en cada una de las estaciones de muestreo, se registró la temperatura superficial mediante un termómetro de cubeta.

En el laboratorio se estimó la biomasa mediante el método de volumen desplazado (Steedman, 1976) y se obtuvieron submuestras de 1/8 mediante el fraccionador Folsom. La identificación y conteo de los organismos se realizó con el auxilio de un microscopio estereoscópico, siguiendo los criterios de identi-

stereoscopic microscope, following the identification criteria of Branch (1932), Brodsky (1967), Fleminger (1967a,b, 1975), Fleminger and Hulseman (1973), González and Bowman (1965), Grice (1963), Johnson (1964), Kasturirangan (1963), Mori (1964), Owre and Foyo (1967) and Nishida (1977).

The index of diversity (H) was estimated using Shannon and Weaver's formula (Pielou, 1975), from the specific abundance per station obtained with the ODI program (Haro and Esquivel, 1987).

ficación de los trabajos de Branch (1932), Brodsky (1967), Fleminger (1967a,b, 1975), Fleminger y Hulseman (1973), González y Bowman (1965), Grice (1963), Johnson (1964), Kasturirangan (1963), Mori (1964), Owre y Foyo (1967) y Nishida (1977).

Se estimó el índice de diversidad (H) utilizando la fórmula de Shannon y Weaver (Pielou, 1975), a partir de la abundancia específica por estación obtenida mediante el programa ODI (Haro y Esquivel, 1987).

El análisis de componentes principales se aplicó con el objeto de definir la taxocenosis de los copépodos, así como también para describir los cambios intra e interanuales en su composición, en relación con el conjunto de condiciones ambientales que afectan la distribución de las especies, las cuales se definen en abstracto como componentes principales. Dicho análisis se efectuó a partir de la matriz de correlaciones, hecha con base a las abundancias de cada especie para cada muestreo, anulando aquellas especies que aparecían en una sola estación, en razón de que un gran número de ceros disminuye la magnitud de los coeficientes de correlación y puede distorsionar el análisis (Pineda, 1981). A la matriz resultante se le aplicó una transformación logarítmica ( $x = \log(x+1)$ , donde  $x$  es igual al número de organismos por  $100\text{ m}^3$ ). Dicha transformación se utiliza para disminuir la varianza explicada por las diferencias de biomasa, enfatizar las relaciones entre especies y aproximar las distribuciones a la normalidad, que son las tres condiciones básicas para la representación de las variables en un espacio multidimensional (Ibáñez y Seguin, 1972).

## RESULTADOS

La composición cualitativa de la comunidad tuvo variaciones notables, tanto en el espacio como en el tiempo, registrándose ejemplares de los tres grupos planctónicos más importantes: Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida.

El grupo numéricamente dominante como sucede en la mayoría de los mares fríos y templados fue el de los calanoides. Este predominio de los calanoides se sustenta fundamentalmente en dos especies, *Acartia clausi* y *Acartia lilljeborgii* (Fig. 2).

Además de las especies dominantes, algunas especies aparecen regularmente durante el período de estudio, aunque con den-

A principal component analysis was performed in order to define the taxocenosis of copepods, and to describe the intra- and interannual changes in its composition relative to the environmental conditions that affect the distribution of the species, defined as principal components. This analysis was made from the correlation matrix, based on the abundances of each species for each sampling period, eliminating the species that only occurred at one station because many zeros decrease the magnitude of the coefficients of correlation and can distort the analysis (Pineda, 1981). A logarithmic transformation was applied to the resulting matrix ( $x = \log(x+1)$ , where  $x$  is the number of organisms per  $100\text{ m}^3$ ). This transformation is used to decrease the variance due to biomass differences, emphasize the relationships between species and approximate the distributions to the normality, three basic conditions for the representation of the variables in a multidimensional space (Ibáñez and Seguin, 1972).

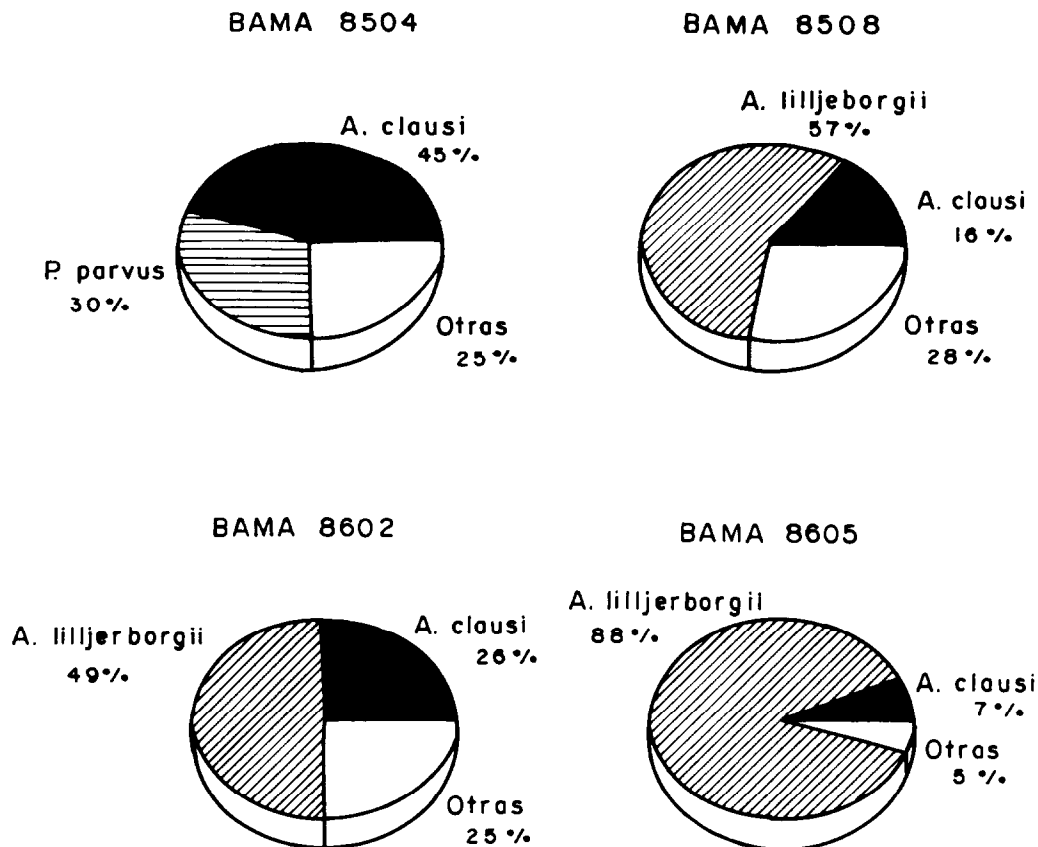
## RESULTS

The qualitative composition of the community had notable variations in space and in time. Specimens of the three most important planktonic groups were recorded: Calanoida, Cyclopoida and Harpacticoida.

As in most cold and temperate seas, the calanoids were the numerically dominant group, in particular the species *Acartia clausi* and *Acartia lilljeborgii* (Fig. 2).

In addition to the dominant species, other species occurred regularly during the study period, although with variable densities. The most common were the cyclopoids *Corycaeus truckicus*, *Corycaeus speciosus*, *Corycaeus japonicus*, *Oithona plumifera*, *Oithona rigida* and *Oncaea media*. Some of these species occurred in high densities, such as *C. truckicus* and *C. japonicus* (August 1985). The calanoids occurred in low densities and were represented by neritic species (*Paracalanus parvus*, *Centropages furcatus*, *Labidocera trispinosa* and *Temora discaudata*), oceanic species such as *Eucalanus attenuatus* and species characteristic of estuarine environments such as *Pseudodiaptomus wrightii*. Of the harpacticoids, only one species, *Euterpina acutifrons*, appeared regularly (Table 1).

Twenty-five species were recorded in April 1985 (Table 1), with pronounced



**Figura 2.** Porcentaje aportado por las especies dominantes en cada período.  
**Figure 2.** Percentage contributed by the dominant species in each period.

sidades variables, siendo las más comunes los ciclopoideos, *Corycaeus truckicus*, *Corycaeus speciosus*, *Corycaeus japonicus*, *Oithona plumifera*, *Oithona rigida* y *Oncaea media*. Algunos de éstos llegan a presentarse en densidades altas, como es el caso de *C. truckicus* y *C. japonicus* (agosto de 1985). Los calanoideos, por su parte, aparecen en densidades bajas y están representados por especies neríticas (*Paracalanus parvus*, *Centropages furcatus*, *Labidocera trispinosa* y *Temora discaudata*), especies de afinidad oceánica como *Eucalanus attenuatus*, y especies características de ambientes estuarinos como *Pseudodiaptomus wrighti*. Del grupo de los harpacticoides, sólo una especie, *Euterpina acutifrons*, aparece con regularidad (Tabla 1).

dominance of the species *Acartia clausi* and *Paracalanus parvus*, comprising 75% of the total abundance (Fig. 3). The other species had a more limited distribution, indicating greater specific variety in Magdalena Bay due to the influence of outside waters, with high diversity values in the area of the mouth and central part. The high diversity values recorded in Almejas Bay were due to a homogeneous distribution rather than to a high specific variety.

Plankton biomass is not related to the abundance of copepods, even though they represent the biggest fraction of zooplankton, due to the significant contribution of the phytoplankton component to the plankton biomass. Therefore, plankton biomass had a homogeneous distribution in Magdalena Bay,

**Tabla 1.** Abundancia promedio mensual de las especies registradas en Bahía Magdalena-Bahía Almejas (org./100 m<sup>3</sup>).

**Table 1.** Monthly average abundance of the species recorded in Magdalena-Almejas Bay (org./100 m<sup>3</sup>).

| Especie                              | Habitat       | 8504   | 8508    | 8602  | 8605  |
|--------------------------------------|---------------|--------|---------|-------|-------|
| 1. <i>Acartia clausi</i>             | C, Tem.-trop. | 32,933 | 28,716  | 4,390 | 173   |
| 2. <i>Acartia danae</i>              | O, Trop.      |        | 74      | 2     |       |
| 3. <i>Acartia lilljeborgii</i>       | C, Ecuat.     | 2,837  | 103,670 | 8,993 | 2,211 |
| 4. <i>Calanus minor</i>              | O, Temp.      | 58     | 1,379   | 10    |       |
| 5. <i>Calanus pacificus</i>          | N, Temp.      | 78     | 201     | 715   | 11    |
| 6. <i>Candacia curta</i>             | Subtrop.      |        |         | 3     |       |
| 7. <i>Candacia bradyi</i>            | O, Trop.      |        | 18      |       |       |
| 8. <i>Candacia pectinata</i>         | Trop.         | 33     |         |       |       |
| 9. <i>Centropages calaninus</i>      | Ecuat.        |        |         | 7     |       |
| 10. <i>Centropages bradyi</i>        | Trop.         |        |         | 2     |       |
| 11. <i>Centropages furcatus</i>      | N, Trop.      | 281    | 299     | 73    | 1     |
| 12. <i>Clausocalanus arcuicornis</i> | O, Trop.      |        | 4,634   | 76    |       |
| 13. <i>Clausocalanus farrani</i>     | Temp.         |        |         | 52    |       |
| 14. <i>Clausocalanus furcatus</i>    | O, Trop.      | 107    |         | 105   |       |
| 15. <i>Clausocalanus jobei</i>       | Temp.         | 264    | 2,372   | 17    |       |
| 16. <i>Ctenocalanus longicornis</i>  | Temp.         | 1,454  |         |       |       |
| 17. <i>Ctenocalanus vanus</i>        | Temp.         |        |         | 153   |       |
| 18. <i>Clytemnestra rostrata</i>     | Subtrop.      | 17     | 359     |       |       |
| 19. <i>Copilia longistylis</i>       | Trop.         |        | 18      |       |       |
| 20. <i>Corycaeus agilis</i>          | Subtrop.      |        | 364     |       |       |
| 21. <i>Corycaeus amazonicus</i>      | Temp.         | 74     | 509     | 23    | 2     |
| 22. <i>Corycaeus catus</i>           | Trop.         |        | 744     |       |       |
| 23. <i>Corycaeus crassiusculus</i>   | Subtrop.      |        | 1,233   | 2     |       |
| 24. <i>Corycaeus flaccus</i>         | Subtrop.      |        |         | 3     |       |
| 25. <i>Corycaeus japonicus</i>       | Subtrop.      | 40     | 2,828   | 439   | 13    |
| 26. <i>Corycaeus latus</i>           | Trop.         |        |         | 2     |       |
| 27. <i>Corycaeus lautus</i>          | Subtrop.      | 164    | 2,161   | 56    |       |
| 28. <i>Corycaeus speciosus</i>       | Subtrop.      |        | 275     |       | 1     |
| 29. <i>Corycaeus truckicus</i>       | Trop.         | 103    | 7,153   | 451   | 2     |
| 30. <i>Farranula gibbula</i>         | Trop.         |        | 646     |       |       |
| 31. <i>Euaetideus bradyi</i>         | Temp.         |        |         | 5     |       |
| 32. <i>Eucalanus attenuatus</i>      | O, Ecuat.     |        | 287     |       | 2     |
| 33. <i>Eucalanus mucronatus</i>      | O, Subtrop.   |        | 74      |       |       |
| 34. <i>Eucalanus subcrasus</i>       | Subtrop.      |        |         | 2     |       |
| 35. <i>Euchaeta marina</i>           | O, Ecuat.     |        | 74      | 3     |       |
| 36. <i>Euchaeta media</i>            | O, Temp.      |        |         | 14    |       |
| 37. <i>Euchaeta plana</i>            | Trop.         |        |         | 2     |       |
| 38. <i>Euterpina acutifrons</i>      | Subtrop.      | 763    | 2,659   | 916   | 4     |

Tabla 1 (Cont.)

| Especie                            | Habitat        | 8504   | 8508   | 8602  | 8605 |
|------------------------------------|----------------|--------|--------|-------|------|
| 39. <i>Labidocera acuta</i>        | N, Ecuat.      |        | 59     |       | 1    |
| 40. <i>Labidocera diandria</i>     | N, Trop.       |        | 65     | 3     |      |
| 41. <i>Labidocera jollae</i>       | N, Temp.       |        |        |       | 13   |
| 42. <i>Labidocera trispinosa</i>   | N, Subtrop.    | 369    | 22,662 | 722   | 118  |
| 43. <i>Lubbockia squillimana</i>   | Subtrop.       |        |        | 2     |      |
| 44. <i>Lubbockia aculeata</i>      | Subtrop.       | 9      |        |       |      |
| 45. <i>Lucicutia flavicornis</i>   | O, Trop.       | 33     |        |       |      |
| 46. <i>Macrosetella gracilis</i>   | Trop.          |        | 55     | 6     |      |
| 47. <i>Macrosetella norvegica</i>  | Trop.          |        | 45     |       |      |
| 48. <i>Oithona nana</i>            | Trop.          |        | 80     | 38    |      |
| 49. <i>Oithona plumifera</i>       | Trop.          | 119    | 784    | 89    | 4    |
| 50. <i>Oithona rigida</i>          | Subtrop.       | 359    | 229    | 83    |      |
| 51. <i>Oithona similis</i>         | Subtrop.       |        | 359    |       |      |
| 52. <i>Oncaea conifera</i>         | Subtrop.       |        | 368    | 8     |      |
| 53. <i>Oncaea media</i>            | Temp.          | 288    | 484    | 22    |      |
| 54. <i>Oncaea venusta</i>          | Subtrop.       | 113    | 48     | 3     |      |
| 55. <i>Paracalanus aculeatus</i>   | Subtrop.       |        | 45     |       |      |
| 56. <i>Paracalanus parvus</i>      | C, Trop.-temp. | 22,407 | 18,246 | 1,380 | 2    |
| 57. <i>Pleuromamma abdominalis</i> | O, Trop.       |        |        | 2     |      |
| 58. <i>Pleuromamma borealis</i>    | O, Subtrop.    |        |        | 10    |      |
| 59. <i>Pleuromamma gracilis</i>    | O, Subtrop.    |        | 18     | 2     |      |
| 60. <i>Pseudodiaptomus wrighti</i> | E, Trop.       | 422    | 1,348  | 278   | 3    |
| 61. <i>Rhincalanus nasutus</i>     | N, Temp.       |        |        | 2     |      |
| 62. <i>Sapphireella tropica</i>    | Trop.          |        |        | 2     |      |
| 63. <i>Sapphirina gastrica</i>     | Trop.          |        | 37     |       |      |
| 64. <i>Scolecithrix bradyi</i>     | Subtrop.       |        |        |       | 1    |
| 65. <i>Temora discaudata</i>       | N, Trop.       | 84     | 112    | 35    | 1    |
| 66. <i>Metridia princeps</i>       | O, Temp.       |        |        | 4     |      |

Durante la primavera de 1985 se registraron 25 especies (Tabla 1), estableciéndose una clara dominancia de las especies *Acartia clausi* y *Paracalanus parvus*, que representan un 75% de la abundancia total (Fig. 3). En tanto que el resto de las especies observa una distribución más restringida, lo que se traduce en una mayor variedad específica en Bahía Magdalena, en correspondencia a su mayor volumen de intercambio con las aguas del exterior, que se expresa como altos índices de diversidad en el área de la boca y la porción central. En Bahía Almejas, los valores altos de

except at station K2, and dissimilar values in Almejas Bay where the phytoplankton component is more important (Fig. 4).

Forty-two species were recorded in August 1985, 17 more than the previous spring. Many are of tropical affinity and of oceanic habitat, resulting in a limited distribution restricted to the area of the mouth of Magdalena Bay and its environs (stations L2, M1 and M2), where high H values were recorded (Fig. 5). Much lower values were recorded in Almejas Bay due to the predominance of *Acartia lilljeborgii*. Values of less

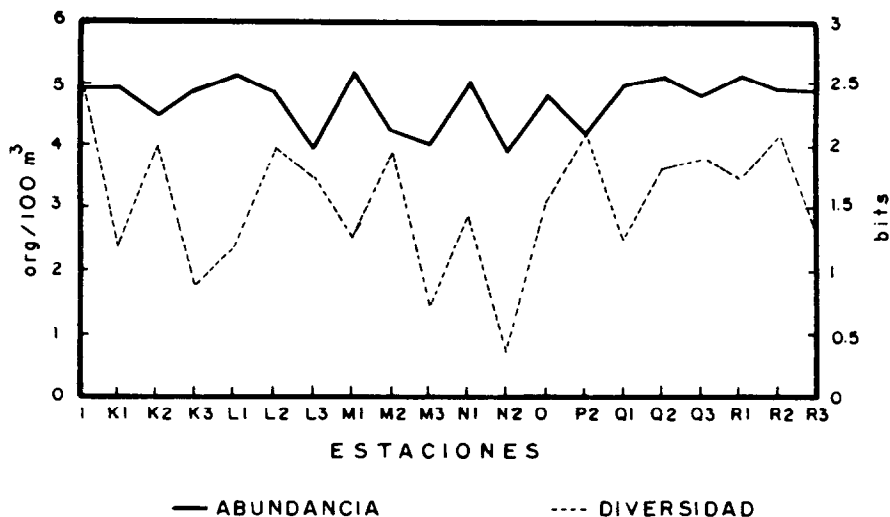


Figura 3. Abundancia y diversidad de los copépodos en el complejo lagunar durante abril de 1985.  
 Figure 3. Abundance and diversity of copepods in the lagoon complex in April 1985.

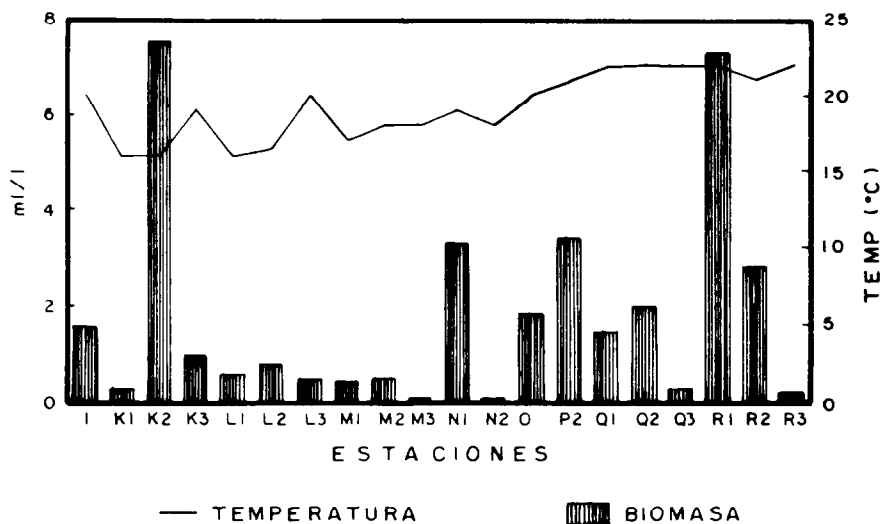


Figura 4. Temperatura (°C) y biomasa (ml/l) durante abril de 1985.  
 Figure 4. Temperature (°C) and biomass (ml/l) in April 1985.

diversidad obedecen más a una distribución homogénea de la abundancia que a una variedad específica elevada.

Por otra parte, la biomasa planctónica no observa una correspondencia con la abundancia de los copépodos, a pesar de que éstos representan la mayor fracción del zooplancton, debido al aporte significativo del componente

than one bit were recorded where the densities of this species were higher. As in spring, the contribution of the microphytoplankton to the plankton biomass was considerable. Hence, the copepod abundance values do not have a definite relationship with this biomass, especially in the eastern part of Magdalena Bay (Fig. 6). On the other hand, the total



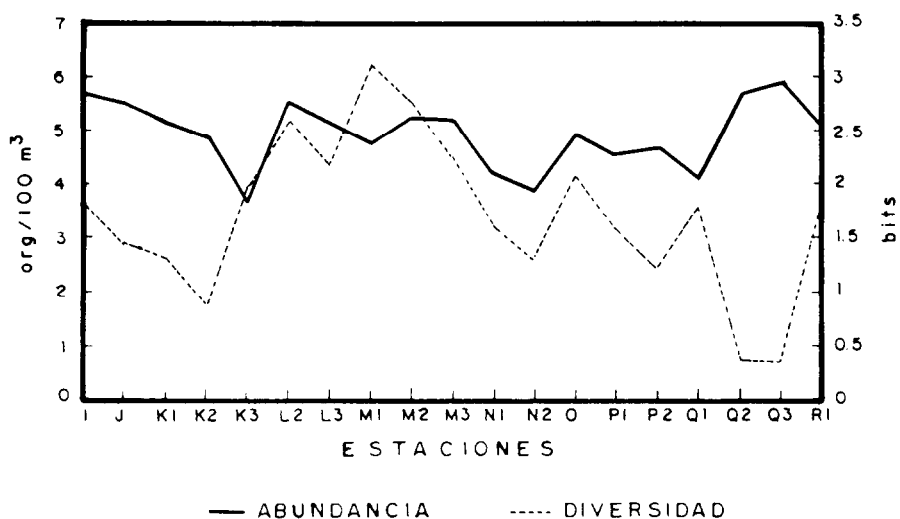


Figura 5. Abundancia y diversidad de los copépodos en el complejo lagunar durante agosto de 1985.

Figure 5. Abundance and diversity of copepods in the lagoon complex in August 1985.

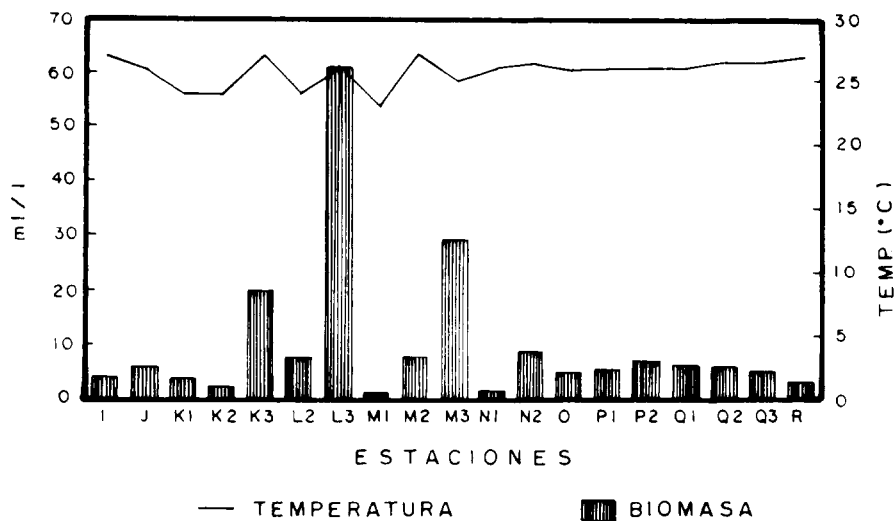


Figura 6. Temperatura (°C) y biomasa (ml/l) durante agosto de 1985.

Figure 6. Temperature (°C) and biomass (ml/l) in August 1985.

fitoplanctónico a la biomasa planctónica. Por ello, la biomasa planctónica presenta una distribución homogénea en Bahía Magdalena, a excepción de la estación K2, y valores más

abundance of copepods is closely related to the distribution of the dominant species (*A. lilljeborgii*), due to its high abundance percentage (56%).

dispares en Bahía Almejas donde el componente fitoplanctónico es más importante (Fig. 4).

A finales del verano (agosto) de 1985 se registraron 42 especies, 17 más que la primavera anterior, buena parte de las cuales son de afinidad tropical y de habitat oceánico. Esto resulta en una distribución restringida que se limita al área de la boca de Bahía Magdalena y sus inmediaciones (estaciones L2, M1 y M2), evidenciado esto por altos índices de H (Fig. 5), muy superiores a los observados en Bahía Almejas donde la dominancia de *Acartia lilljeborgii* abate la diversidad, registrándose valores menores a un bit donde las densidades de esta especie fueron mayores. Al igual que en la primavera, el aporte del microfitoplancton a la biomasa planctónica es considerable, por lo que los valores de abundancia de los copépodos no guardan una relación definida con ésta, sobre todo en el margen oriental de Bahía Magdalena (Fig. 6). La abundancia total de los copépodos, en cambio, guarda una estrecha relación con la distribución de la especie dominante (*A. lilljeborgii*), debido al elevado porcentaje (56%) de la abundancia que representa.

Hacia finales del invierno (febrero de 1986), se observó la mayor variedad específica en el complejo lagunar, en relación a los cuatro meses analizados, registrándose un total de 46 especies (Tabla 1), mismas que en general se presentan en densidades bajas, como cabría esperar en el período invernal. De hecho, uno de los aspectos más relevantes en esta época es la aparición de un mayor número de especies de afinidad templada, que co-ocurren con especies de afinidad tropical que residen permanentemente en el complejo lagunar. A diferencia de los meses anteriores, no se observa una distribución restringida de las especies alóctonas, lo que da como resultado patrones más heterogéneos tanto de la abundancia como de la diversidad (Fig. 7), mismas que guardan una relación inversa, coincidiendo valores de diversidad mínimos con densidades elevadas de la especie dominante *A. lilljeborgii*. Por otra parte, el aporte del componente microfitoplanctónico a la biomasa planctónica en este mes es mucho menor, a excepción de las estaciones K1 y K3 ubicadas en Bahía Magdalena, y al igual que en los meses anteriores, ésta no guarda una relación estrecha con la abundancia de los copépodos (Fig. 8).

In February 1986, 46 species were recorded in the lagoon complex (Table 1), the highest specific variety of the four months studied. In general and as expected for the winter period, these species occurred in low densities. In fact, one of the most relevant aspects of this time of year is the presence of a greater number of temperate species, that co-occur with tropical species that permanently reside in the lagoon complex. As opposed to the previous months, a limited distribution of the alloctonous species was not observed. Consequently, abundance and diversity patterns are more heterogeneous (Fig. 7) with an inverse relationship, minimum diversity values coinciding with high densities of the dominant species, *A. lilljeborgii*. On the other hand, the contribution of the microphytoplankton to the plankton biomass during this month was much smaller, except at stations K1 and K3 in Magdalena Bay, and as in the previous months, it was not closely related to the abundance of copepods (Fig. 8).

Only 18 species were recorded in May 1986, with marked dominance of *A. lilljeborgii* whose distribution pattern coincides with that of the total abundance of copepods (Fig. 9). The variation patterns of diversity and abundance had an inverse relationship in both Magdalena Bay and Almejas Bay, high abundance values in the eastern part of Magdalena Bay and in most of Almejas Bay corresponding to low diversity values. One notable characteristic of this period is the low values of plankton biomass, composed mostly of copepods (Fig. 10).

#### Principal component analysis

The principal component analysis gives an overall idea of the variation in time and space of the taxocoenosis of copepods. The position occupied by the species in the space of the components, where each one represents the combined behaviour of several factors which are difficult to identify and quantify separately, is linked to the ecological space of each species (Figueiras and Niell, 1987). In this study, the graphic representation of this hyperspace is limited to the first two dimensions, that as a whole represent more than 77% of the variance.

The first component is identified with the set of variables that determine the differ-

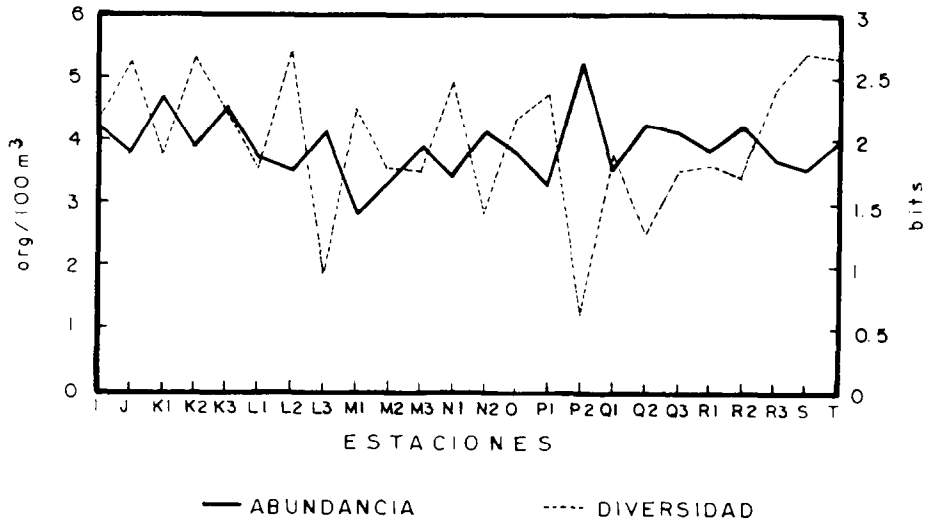


Figura 7. Abundancia y diversidad de los copépodos en el complejo lagunar durante febrero de 1986.

Figure 7. Abundance and diversity of copepods in the lagoon complex in February 1986.

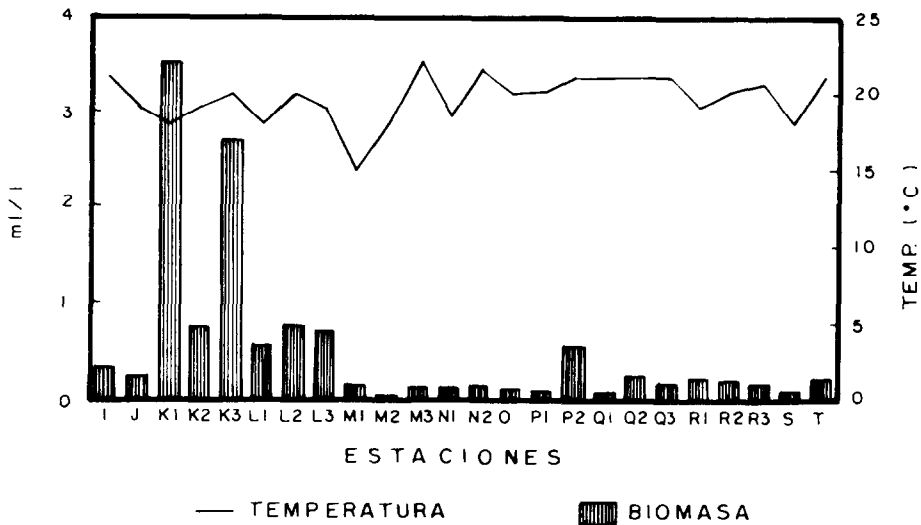


Figura 8. Temperatura (°C) y biomasa (ml/l) durante febrero de 1986.

Figure 8. Temperature (°C) and biomass (ml/l) in February 1986.

Durante el mes de mayo de 1986 se registraron tan solo 18 especies, detectándose una marcada dominancia de *A. lilljeborgii*, cuyo patrón de distribución coincide en gran medida con el de la abundancia del total de los copépodos (Fig. 9). Esto se ve reflejado en los patrones de variación de la diversidad y la abundancia, que mantienen una relación inversa tanto en Bahía Magdalena como en Bahía Almejas, correspondiendo valores elevados de abundancia en el margen oriental de Magdalena y la mayor parte de Bahía Almejas con valores mínimos de diversidad. Una característica notable de este período es los bajos valores de biomasa planctónica, constituida casi en su totalidad por copépodos (Fig. 10).

### Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales da un panorama global de la variación en tiempo y espacio de la taxocenosis de los copépodos. La posición que ocupan las especies en el espacio de los componentes, donde cada uno representa la actuación conjunta de varios factores difíciles de identificar y cuantificar por separado, está ligada con el espacio ecológico de cada especie (Figueiras y Niell, 1987). La representación gráfica de este hiperespacio en este trabajo se limita a las dos primeras dimensiones, que en conjunto representan más de un 77% de la varianza.

El primer componente se identifica con el conjunto de relaciones que determinan la existencia de una abundancia diferencial de cada especie y, por tanto, todas las especies tienen una correlación positiva con éste, separándose las diferentes agrupaciones de acuerdo a la densidad de las especies que las conforman. El segundo componente se identifica con el origen mismo de cada población, separando las especies que tienen sus máximos poblacionales en aguas oceánicas o neríticas (y que penetran hacia el interior por intercambio de marea) de aquellas que son residentes comunes en el complejo lagunar. De esta forma, en el espacio de los dos primeros componentes se forman tres grupos que persisten a través del tiempo, con mayor o menor grado de dispersión de los elementos que los integran, de acuerdo a su densidad y el origen de cada población.

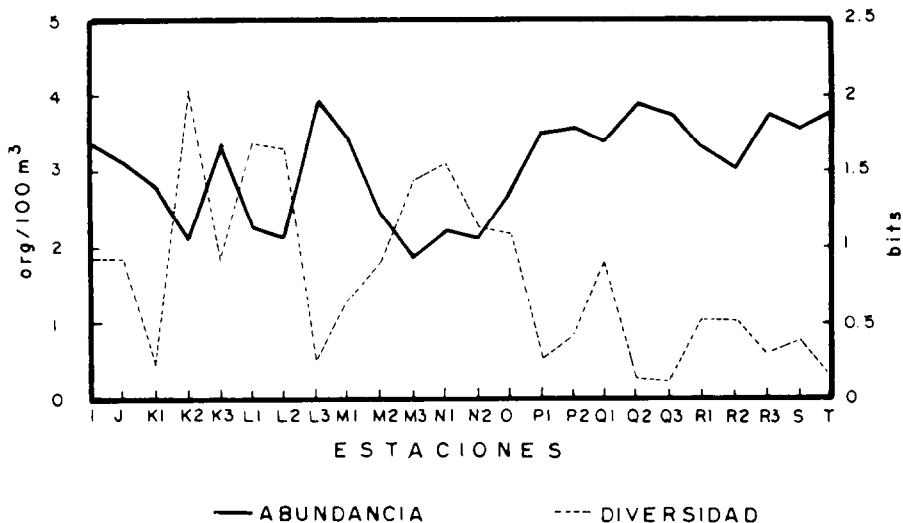
Durante la primavera de 1985 (Fig. 11a), el primer conjunto (A) agrupa a las dos especies residentes que dominan numérica-

mente la abundancia de cada especie y therefore, all species have a positive correlation with this component. The different groups are separated according to the density of the species that conform them. The second component is identified with the origin of each population, separating the species that have population maxima in oceanic and neritic waters (and that penetrate inwards with the tidal cycle) from those that commonly reside in the lagoon complex. Thus, three groups are formed in the space of the first two components that persist through time, with greater or lesser degree of dispersion of the species that conform them, according to the density and origin of each population.

In spring 1985 (Fig. 11a), the first group (A) included the two resident species that were numerically dominant, *A. clausi* and *A. lilljeborgii*, appearing separately in the space of the first two components in terms of their density and distribution. Thus, *A. lilljeborgii*, comprising only 3% of the total abundance and distributed towards the inner parts of Magdalena Bay and Almejas Bay, had a negative correlation with the second component, whereas *A. clausi*, comprising 44.8% of the total abundance and homogeneously distributed in both bays, had a positive correlation. The second group (B) included the neritic species that penetrate into the inner parts of both bays, with greater dispersion of the species in terms of the second component. The third group (C) was close to the origin, due to the low correlation of its species with both components because of their scarce abundance and distribution limited to the area of Entrada and Rehusa mouths.

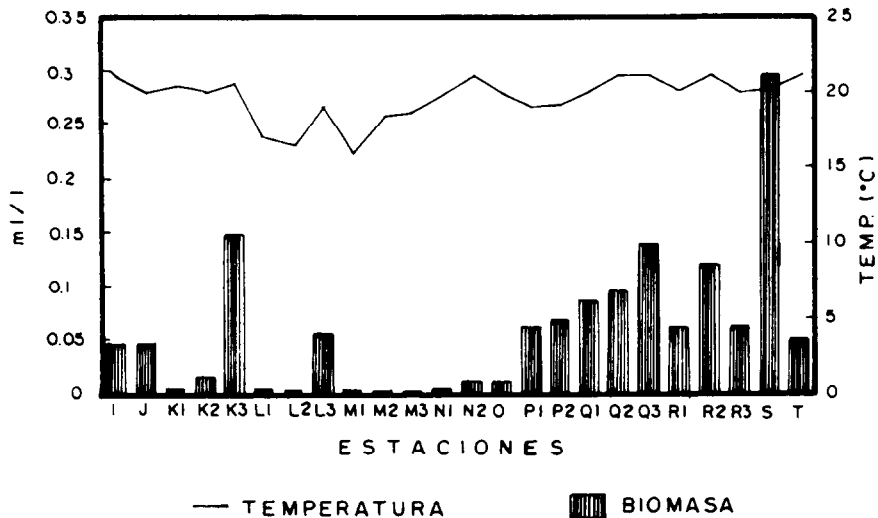
On the other hand, *Pseudodiaptomus wrighti*, an epibenthic species characteristic of lagoon and estuarine environments, had a negative correlation with the second component and did not fall into any of the three groups considered either in this or the other three periods.

Few changes were recorded in August 1985 (Fig. 11b) with respect to groups A and B. The same species present in spring 1985 occurred in both groups and only their relative location in the space of the two components changed according to their density and distribution. On the other hand, a substantial increase of oceanic species was recorded in group C, especially in the central part of Magdalena Bay.



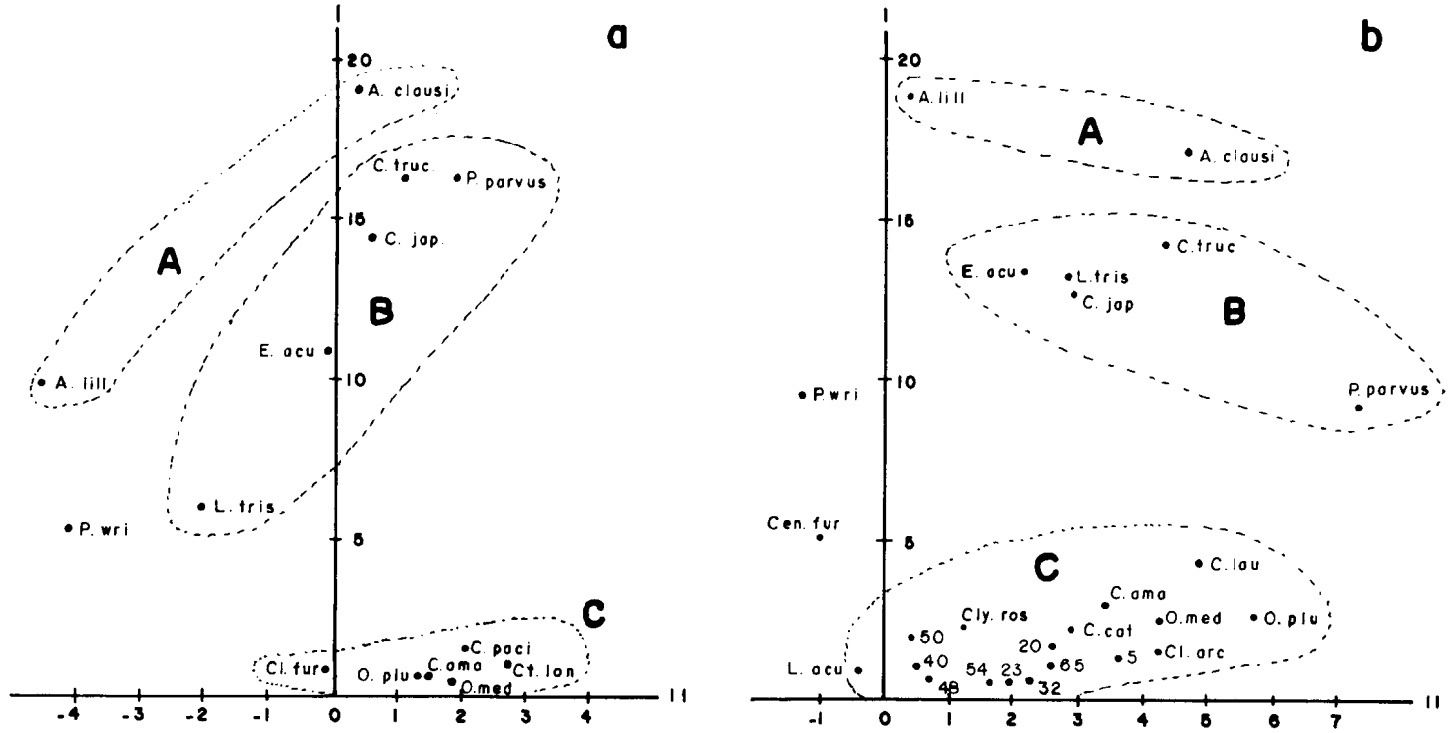
**Figura 9.** Abundancia y diversidad de los copépodos en el complejo lagunar durante mayo de 1986.

**Figure 9.** Abundance and diversity of copepods in the lagoon complex in May 1986.



**Figura 10.** Temperatura (°C) y biomasa (ml/l) durante mayo de 1986.

**Figure 10.** Temperature (°C) and biomass (ml/l) in May 1986.



**Figura 11.** Diagrama de dispersión de los dos primeros componentes para los meses de abril (a) y agosto (b) de 1985, y febrero (c) y mayo (d) de 1986.

**Figure 11.** Dispersion diagram of the first two components for April (a) and August (b) 1985, and February (c) and May (d) 1986.

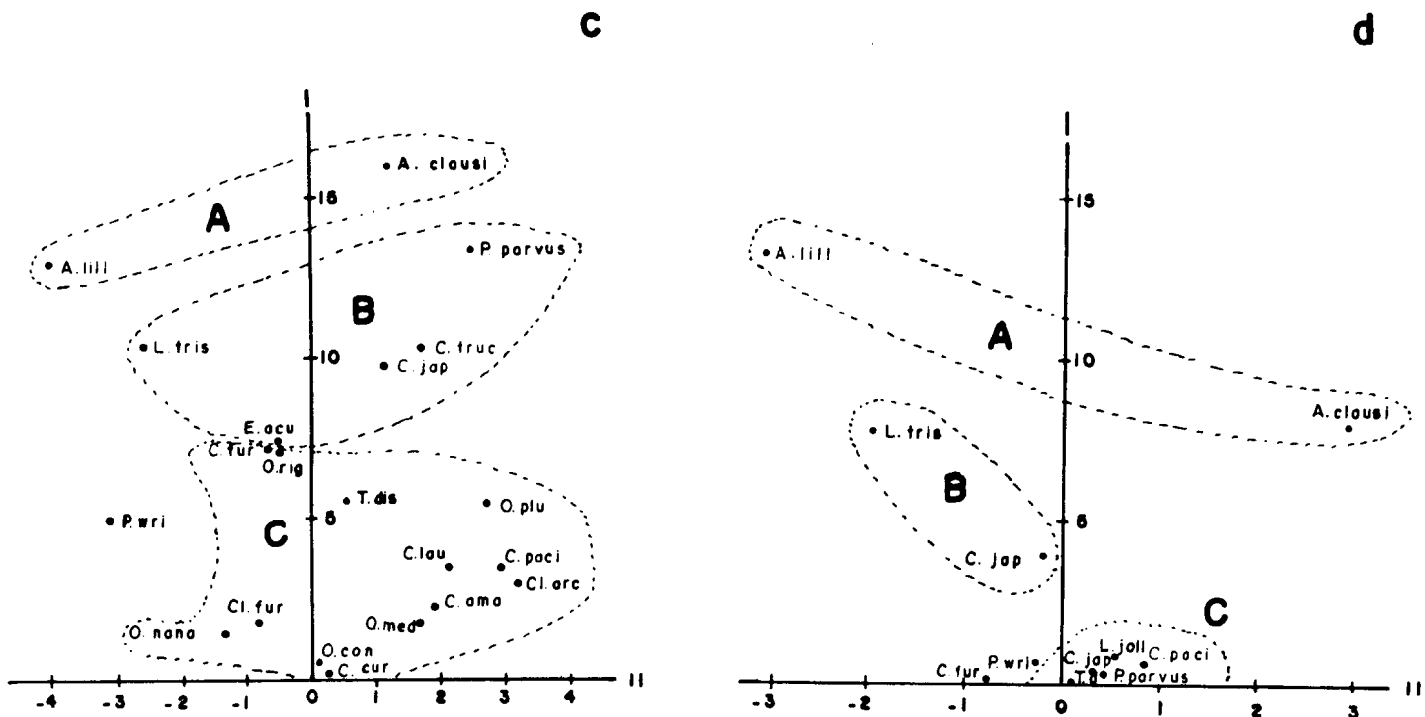


Fig. 11 (Cont.)

mente, *A. clausi* y *A. lilljeborgii*, que aparecen separadas en el espacio de los dos primeros componentes en función de la densidad y distribución que presentan. Así, *A. lilljeborgii* que sólo aporta el 3% de la abundancia total y se distribuye preferentemente hacia los márgenes interiores de Bahía Magdalena y Bahía Almejas, tiene una correlación negativa con el segundo componente, en tanto que *A. clausi* tiene una correlación positiva, aporta el 44.8% del total y se distribuye homogéneamente en ambas bahías. El segundo conjunto (B) reúne a las especies de habitat nerítico, que penetran ampliamente al interior de las dos bahías, hecho que se refleja en una mayor dispersión de las especies agrupadas, en el sentido del segundo componente. El tercer grupo (C) se ubica muy cerca del origen, debido a la baja correlación con ambos componentes de sus elementos en función de su escasa abundancia y distribución restringida al área de las bocas Entrada y Rehusa.

Por otro lado, *Pseudodiaptomus wrighti* que es una especie epibentónica característica de ambientes lagunares y estuarinos, presenta una correlación negativa con el segundo componente y no se integra a ninguno de los tres grupos considerados, no solo durante este período sino durante los tres restantes, debido a su carácter epibentónico.

Durante agosto de 1985 (Fig. 11b), se registran pocos cambios con respecto a los dos primeros grupos (A y B); de hecho, en ambos se mantienen las mismas especies que durante la primavera de este año y sólo cambia su ubicación relativa en el espacio de los dos componentes de acuerdo a su densidad y distribución. En cambio, en el tercer grupo (C) se observa un incremento sustancial de especies de afinidad oceánica, sobre todo en el área central de Bahía Magdalena.

En el período invernal (Fig. 11c), se mantiene la conformación de los dos primeros grupos (A y B), mismos que guardan una estrecha correspondencia con respecto a lo observado durante el mes de abril de 1985 (Fig. 11a). En cambio, en la tercer agrupación (C) se denota una clara influencia del incremento de formas oceánicas templadas, que mantienen sus núcleos poblacionales preferentemente en el área de boca Entrada en Bahía Magdalena.

En el verano de 1986 (Fig. 11d), se da una considerable reducción del número de especies, que se refleja en la conformación de

In winter (Fig. 11c), the conformation of groups A and B was similar to that recorded in April 1985 (Fig. 11a). However, there was a marked increase of oceanic-temperate forms in group C, with their centres of population in the area of Entrada mouth in Magdalena Bay.

The number of species decreased considerably in the summer of 1986 (Fig. 11d). Group A was the only one that remained unchanged. Group B did not include three of the five species considered in this group the previous months since their population densities decreased considerably. In this period they were included in group C together with the oceanic species.

Since the second component is identified with the origin of each of the populations that make up the taxocoenosis of copepods of this lagoon complex, it is the one that more clearly indicates two different environments, according to the influence of outside waters. Thus, in the area of the mouth there was greater incidence of oceanic forms and neritic euryhaline species that penetrate inwards with the tidal cycle, whereas the resident species clearly dominated in the rest of the system. Most of the stations in Magdalena Bay (Fig. 12a-d) had a positive correlation, that increased in the mouth and adjacent area, while most of the stations in Almejas Bay and those located in the innermost part of Magdalena Bay (stations I, J, M3, L3 and N2) had a negative correlation with the second vector throughout the study period.

## DISCUSSION

The structure of the taxocoenosis of copepods in Magdalena-Almejas lagoon complex is similar to that of other coastal lagoons, where one or few species are numerically dominant (Margalef, 1969), as opposed to adjacent coastal waters where a more diverse and less abundant community prevails.

All the species had a positive correlation with the first component, identified with the differential abundance of the species whereas the second is identified with the origin of each population. Three main groups were defined: group A, composed of species that permanently reside in the lagoon complex, including those species that alternate in dominance between the cold and warm seasons; group B, composed of neritic species that regularly appear with a mean density; group C, com-



los tres grupos recurrentes. El primer grupo (A) es el único que permanece sin cambio. El conjunto B no incluye a tres de las cinco especies consideradas en esta agrupación en los meses precedentes, debido a que sus densidades poblacionales observaron un descenso considerable y para este período quedan inmersas en la tercera agrupación (C), junto con las especies de afinidad oceánica.

Debido a que el segundo componente se identifica con el origen de cada una de las poblaciones que integran la taxocenosis de los copépodos de este complejo lagunar, es precisamente éste el que refleja con mayor claridad la separación de dos tipos de ambientes diferentes, según el grado de influencia de las aguas del exterior. Así, se observa que en el área de la boca se presenta una mayor incidencia de formas oceánicas y especies eurihalinas neríticas, que penetran en mayor o menor grado hacia el interior durante el ciclo de marea. Sin embargo, en el resto del sistema existe una marcada dominancia de las especies residentes. De esta forma, gran parte de las estaciones ubicadas en Bahía Magdalena (Fig. 12a-d), tienen una correlación positiva, que se incrementa en la zona de la boca y el área adyacente, en tanto que la mayoría de las estaciones pertenecientes a Bahía Almejas y aquellas localizadas en los márgenes más internos de Bahía Magdalena (v.gr. estaciones I, J, M3, L3 y N2), guardan una correlación negativa con el segundo vector a lo largo de todo el período de estudio.

## DISCUSION

La estructura de la taxocenosis de los copépodos en el complejo lagunar de Magdalena-Almejas, se identifica con la distintiva de las lagunas costeras, caracterizadas por una relativa sencillez estructural en la que una o pocas especies son numéricamente dominantes (Margalef, 1969), a diferencia de las aguas costeras adyacentes donde prevalece una comunidad más diversa y menos abundante.

Todas las especies presentan una correlación positiva con el primer componente, que se indentifica con la abundancia diferencial de las especies, en tanto que el segundo se identifica con el origen de cada población. De esta manera, se definen tres grupos principales: el grupo A, constituido por especies cuya población reside permanentemente en el complejo lagunar, en el que se incluyen

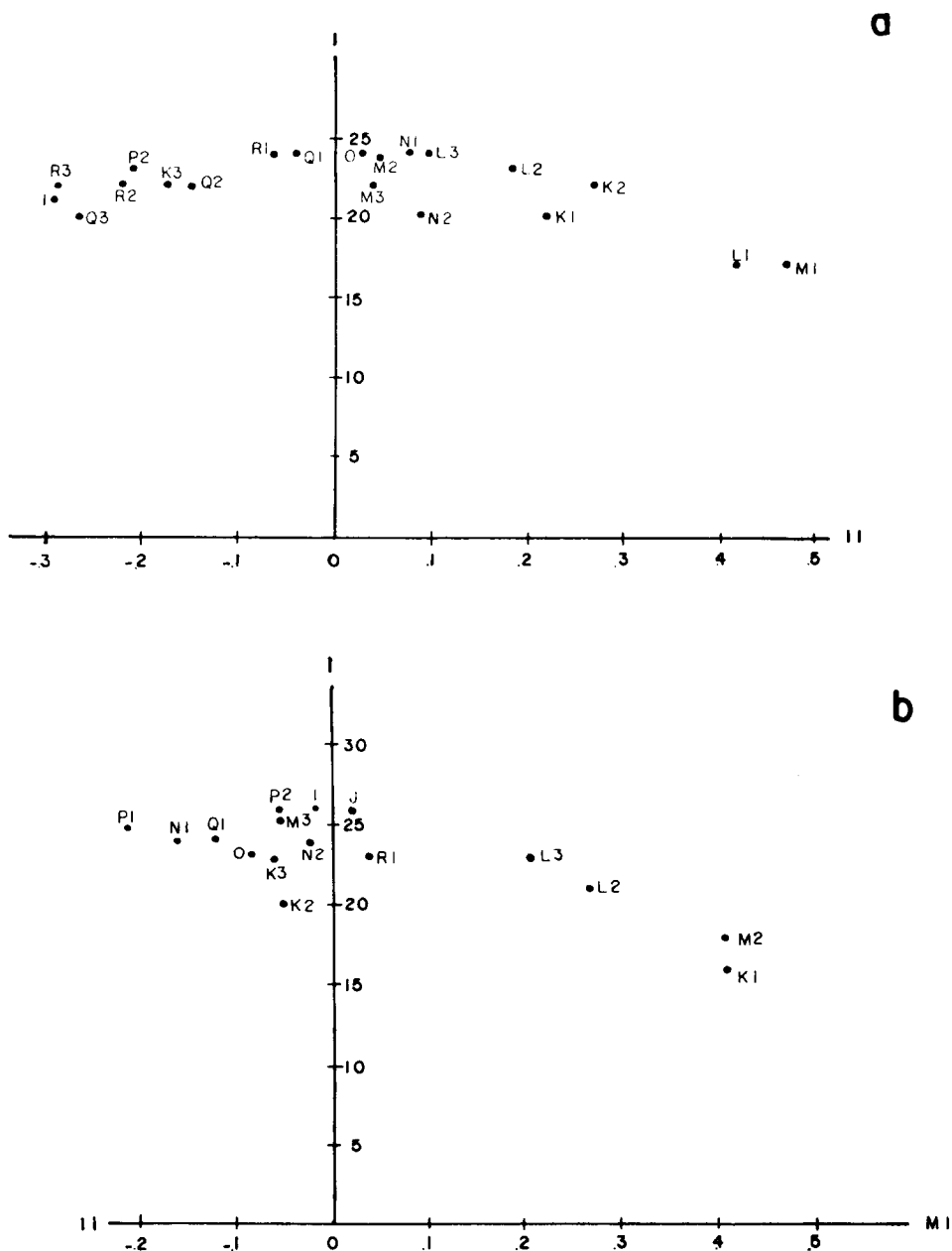
posed of oceanic species or species of open neritic waters with a distribution limited to the areas most influenced by outside waters, such as Rehusa mouth in Almejas Bay and Entrada mouth in Magdalena Bay, as well as on the eastern side of the latter.

The species of groups B and C were consistently less abundant than those of group A, since alloctonous species in bays and lagoons have a negative net growth due to the dispersion of their populations and lower rate of reproduction, relative to resident species (Kimmerer and McKinnon, 1987).

This differential distribution of the species in the lagoon complex, which agrees with that expected according to the pattern of tidal currents (CICIMAR, 1988), clearly shows two types of environment in terms of the relationship with the second latent vector (Figs. 12a-d). It has a negative correlation with the stations located in Almejas Bay and the shallow stations in Magdalena Bay, which are strongly influenced by nearby estuaries and the channel area, where autochthonous species thrive since they are able to adapt to wider ranges of temperature and salinity. This is shown by a negative correlation of the species characteristic of confined environments, such as *A. lilljeborgii* and *Pseudodiaptomous wrighii*. On the other hand, many of the stations in Magdalena Bay had a positive correlation with the second vector throughout the study period, which is greater when there is a higher incidence of oceanic species.

The variation pattern of diversity had a specular relationship with the abundance, where minimum diversity values correspond to high densities of copepods and, in particular, to the major centres of population of the dominant species which permanently reside in this lagoon complex. As expected, the highest diversity values generally coincided with the area of the mouths of Magdalena Bay and Almejas Bay.

This behaviour is largely determined by the physiographic characteristics of the lagoon, such as the bathymetry, tidal currents and wind patterns (Alvarez-Borrego *et al.*, 1975). They determine the existence of areas of plankton accumulation (Palomares, 1989), favouring the high concentrations of certain species adapted to this type of environment (e.g. *A. clausi* and *A. lilljeborgii*), as well as the limited distribution of the alloctonous species that continually enter the bays.



**Figura 12.** Diagrama de dispersión de los dos primeros vectores latentes para los meses de abril (a) y agosto (b) de 1985, y febrero (c) y mayo (d) de 1986.

**Figure 12.** Dispersion diagram of the first two latent vectors for April (a) and August (b) 1985, and February (c) and May (d) 1986.

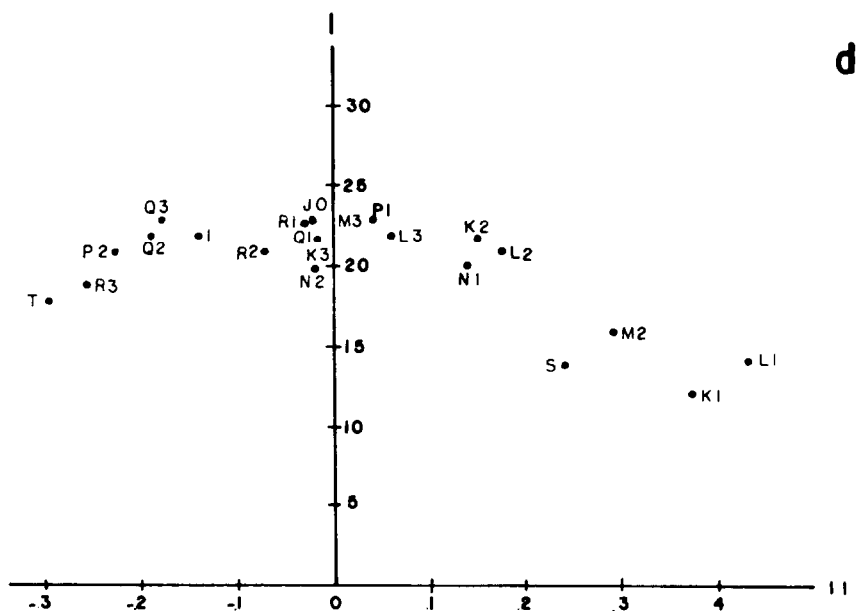
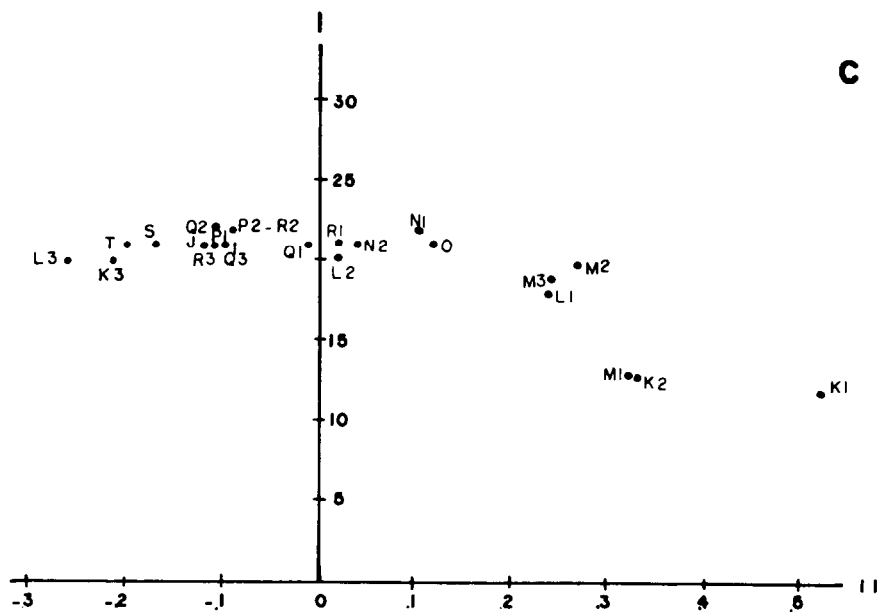


Fig. 12 (Cont.)

aquellas especies que se alternan en la dominancia entre la temporada fría y la cálida; el grupo B, constituido por especies que aparecen regularmente con una densidad media y son de origen nerítico; el grupo C, constituido por especies oceánicas o de aguas neríticas abiertas, que presentan una distribución restringida hacia las áreas de mayor influencia de las aguas provenientes del exterior, como son la boca Rehusa en Bahía Almejas y la boca Entrada en Bahía Magdalena, así como también en el margen occidental de esta última.

Las especies de los dos últimos grupos aparecen consistentemente en menor abundancia que las del primero, en razón de que las especies alóctonas en las bahías y lagunas tienen un crecimiento neto negativo por el efecto de dispersión de sus poblaciones y por su menor tasa de reproducción, en relación a las especies residentes (Kimmerer y McKinnon, 1987).

Esta distribución diferencial de las especies en el complejo lagunar, que en buena medida coincide con lo esperado de acuerdo con el patrón de corrientes de marea (CICIMAR, 1988), se traduce en una clara separación de los dos tipos de ambiente en función de su relación con el segundo vector latente (Fig. 12a-d). Este manifiesta una correlación negativa con las estaciones ubicadas en Bahía Almejas y las estaciones someras de Bahía Magdalena, que reciben una fuerte influencia de los esteros cercanos y la zona de canales, donde prosperan con mayor éxito las especies autóctonas, gracias a su adaptación a intervalos de temperatura y salinidad más amplios, lo que se expresa como una correlación negativa de las especies propias de ambientes confinados como *A. lilljeborgii* y *Pseudodiaptomus wrightii*. Por otro lado, gran parte de las estaciones pertenecientes a Magdalena mantienen una correlación positiva con el segundo vector, que es mayor cuando existe una incidencia más elevada de especies de afinidad oceánica, a lo largo de todo el período de estudio.

El patrón de variación de la diversidad presenta una relación de tipo especular con la abundancia, donde los valores mínimos de diversidad corresponden con altas densidades de copépodos y en particular con los mayores núcleos poblacionales de las especies dominantes, que son residentes permanentes de este complejo. Mientras que los índices de diversidad más altos, como cabría esperar, coin-

It is precisely the latter species that clearly indicate the influence of the different masses of water in this lagoon complex. The highest incidence of temperate species coincides with the maximum intensity of the California Current, and tropical and tropical-equatorial species are more frequent when the California Current weakens and the Davidson Countercurrent is maximum.

In general, the changes in the structure of the taxocoenosis are closely linked to seasonal environmental variations, that are invariably greater than the interannual. They determine the conformation of a characteristic taxocoenosis composed of three main groups that are related to the origin of the different populations.

English translation by Christine Harris.

---

ciden generalmente con el área de influencia de las bocas, tanto de Bahía Magdalena como de Bahía Almejas.

Tal comportamiento está determinado en gran medida por las características fisiográficas propias de la laguna, como son la batimetría, las corrientes de marea y el patrón de vientos (Alvarez-Borrego *et al.*, 1975), que en conjunto determinan la existencia de áreas de acumulación de plancton (Palomares, 1989) y favorecen las concentraciones elevadas de ciertas especies adaptadas a este tipo de ambiente (v.gr. *A. clausi* y *A. lilljeborgii*), y que por otra parte determinan la distribución restringida de las especies alóctonas que penetran continuamente a las bahías.

Es precisamente en estas últimas donde se observa con mayor claridad la influencia de las distintas masas de agua en este complejo lagunar, ya que la mayor incidencia de especies de afinidad templada coincide con la época de mayor intensidad de la Corriente de California, y la presencia de especies de afinidad tropical y trópico-ecuatorial es más frecuente cuando la Corriente de California se debilita y el avance de la contracorriente de Davidson es máximo.

De manera general, se puede afirmar que los cambios en la estructura de la taxocenosis se hayan íntimamente ligados a las variaciones estacionales del ambiente, que invariablemente son mayores a las interanuales, y determinan la conformación de una taxocenosis carac-

terística constituida por tres conjuntos principales, que tienen relación con el origen de las diferentes poblaciones.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarez-Borrego, S., Galindo, L.A. y Chee, A. (1975). Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas*, 2(2): 94-109.
- Alvaríño, A. (1985). Predation in the plankton realm; mainly with reference to fish larvae. *Inves. Marinas CICIMAR*, 2(1): 72-77.
- Branch, W.C. (1932). The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. *Smithsonian Inst. U.S. Nat. Mus. Bull.*, 158: 633.
- Brodsky, K.A. (1967). *Calanoida of the Far Eastern Seas and Polar Basin of the USSR*. Translated from Russian; published for U.S. Dept. of Interior and SNE, Washington, D.C., by Israel Program for Scientific Translation, 440 pp.
- Brusca, R.C. and Wallerstein, R. (1979). Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast, with a review of shallow water biogeography of the area. *Bull. Biol. Soc. Washington*, 3: 67-105.
- CICIMAR (1988). Oceanografía de la costa del Pacífico, frente y dentro de Bahía Magdalena, B.C.S., México. Informe Técnico a CONACYT. Departamento de Oceanografía CICIMAR-IPN, 10 pp. + figs.
- Duka, L. and Gordina, A. (1973). Abundance of ichthyoplankton and feeding of fish larvae in the western Mediterranean and adjacent areas of the Atlantic Ocean. *Hydrobiol. J.*, 9(2): 54-59.
- Figueiras, F.G. y Niell, F.X. (1987). Composición del fitoplancton de la ría de Ponedra (NO de España). *Inv. Pesq.*, 51(3): 371-409.
- Fleminger, A. (1967a). Distribution atlas of calanoid copepods in the California Current region. Part 2. CALCOFI Invest. Atlas 7, +213 pp.
- Fleminger, A. (1967b). Taxonomy, distribution and polymorphism in the *Labidocera jollae* group, with remarks on evolution within the group (Copepoda: Calanoida). *Proc. Nat. Mus. Smithsonian Institution*, 120 (3567), 61 pp.
- Fleminger, A. (1975). Geographical distribution and morphological divergence in American coastal zone planktonic copepods of the genus *Labidocera*. L.E. Cronin (ed.). *Estuarine Res.*, 1: 392-414.
- Fleminger, A. and Hulseman, K. (1973). Relationship of Indian Ocean epiplanktonic calanoids to the World Ocean. In: B. Zeitzschel (ed.), *Ecol. Stad. Analysis and Synthesis 3*. Springer Verlag, Berlin, pp. 339-347.
- González, J.G. and Bowman, T.E. (1965). Planktonic copepods from Bahía Fosforecente, Puerto Rico and adjacent waters. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 117(3513): 241-304.
- Grice, G. (1963). Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. *Fish. Bull. Fish and Wildlife Ser.*, 61: 170-241.
- Haro, G.M. y Esquivel, A. (1987). Programa ODI.FTN. Departamento de Plancton, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.
- Ibáñez, F. y Seguí, G. (1972). Etude du cycle annuel du zooplancton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs methodes d'analyse multivariable. *Inv. Pesq.*, 36(1): 81-108.
- Johnson, N.W. (1964). On a new species of *Pseudodiaptomus* from the west coast of Mexico, Costa Rica and Ecuador (Copepoda). *Crustaceana*, 7(1): 33-40.
- Kasturirangan, L.R. (1963). A key for the identification of the more common planktonic Copepoda of Indian coastal waters. Council of Scientific Industrial Res., New Delhi, 86 pp.
- Kimmerer, W.J. and McKinnon, A.D. (1987). Zooplankton in a marine bay. II. Vertical migration to maintain horizontal distributions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 41: 53-60.
- Margalef, R. (1969). Comunidades planctónicas en lagunas litorales. En: A. Ayala y F.B. Phleger (eds.), *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, México, D.F., pp. 545-563.
- Mori, T. (1964). The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan. Yokendo Co., Tokyo, Monogr.: 1-150.

- Nishida, A., Tanaka, O. and Omori, M. (1977). Cyclopoid copepods of the family Oithonidae in Suruga Bay and adjacent waters. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 24(2): 43-81.
- Norton, J., McLain, D., Brinard, R. and Husby, D. (1985). The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its ocean climate context. In: W.S. Wooster and D.L. Fluharty (eds.), *El Niño North: Niño Effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean*. Washington Sea Grant Prog., Univ. of Washington, Seattle, pp. 44-72.
- Owre, B.M. and Foyo, M. (1967). Copepods of the Florida Current. *Fauna Caribea*, 1: 1-137.
- Palomares, G.R. (1989). Análisis de la variación espacio temporal de los copépodos planctónicos en Bahía Magdalena, B.C.S. (1983-1984). Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, México.
- Petersen, H.J., Lavenberg, J.R., McGrawan, G. and Grove, R. (1986). Physical chemical characteristics and zooplankton biomass on the Continental Shelf of southern California. *CALCOFI Rep.*, 27: 36-52.
- Pielou, E.C. (1975). *Ecological Diversity*. Wiley Interscience, New York, 627 pp.
- Pineda, F. (1981). A principal component analysis of the chaetognaths found during the Acento 2 cruise in the bight of Panama. *Memorias del Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton*. UNESCO, Perú, pp. 74-88.
- Romero-Ibarra, N. (1988). Alimentación de la sardina crinuda en el área de Bahía Magdalena, B.C.S. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, México, 54 pp.
- Saldierna, M.R., Sánchez, C.O. y Vera, R.A. (1987). Estudio sobre los primeros estadios de vida de las sardinas crinuda (*Opisthonema libertate*) y monterrey (*Sardinops sagax*), en Bahía Magdalena, B.C.S. I. Descripción de huevos. II. Distribución y abundancia de huevos y larvas. III. Mortalidad larval. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias Marinas, UABC, México
- Steedman, H.F. (ed.) (1976). Zooplankton fixation and preservation. *Monographs on Oceanographic Methodology*, No. 4, UNESCO Press, Paris, pp. 1-350.
- UNESCO (1974). Zooplankton sampling. *Monographs on Oceanographic Methodology*, UNESCO Press, pp. 1-174.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). Ecología de la zona costera. *AGT. México*, 189 pp.
- Yokota, T., Toriyama, M., Kanai, F. and Nomura, S. (1961). Studies on the feeding habit of fishes (in Jap., Engl. sum.). *Rep. Nakay Reg. Fish. Res. Lab.*, 14: 234 pp.