

Asociaciones interespecíficas de copépodos en la costa oeste de Baja California Sur, México*

Sergio Hernández-Trujillo¹
y Alfonso Esquivel-Herrera²

¹Departamento de Plancton. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. Apdo. Postal 592 La Paz 23000, B.C.S. México.

²Departamento de El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud. México 04960, D.F.

Hernández-Trujillo, S. y A. Esquivel-Herrera, 1997. Asociaciones interespecíficas de copépodos en la costa oeste de Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 7: 65-74.

RESUMEN

El análisis de las comunidades de copépodos en la costa del Pacífico de Baja California Sur, durante mayo de 1984 y 1986 y julio de 1987 y 1988, indica que el aspecto más notable de esta taxocenosis es la dominancia de *Calanus pacificus*, una especie transicional. Otras especies recurrentes son *Pleuromamma abdominalis* y *Calanus minor* características de aguas cálidas y que constituyen un grupo de constante presencia en la zona, aunque su posición jerárquica no es siempre la misma; así lo sugiere el análisis de rango-abundancia. *Acartia danae*, *Rhincalanus nasutus* y *Euchaeta marina*, son especies semipermanentes en el grupo de recurrentes. En mayo de 1984 y 1986, los valores promedio de diversidad específica fueron mayores que los de julio de 1987 y 1988, lo cual se asocia a anomalías térmicas positivas en 1984 y 1986 y negativas en 1987 y 1988. El análisis de conglomerados indica que hay cierto grado de flexibilidad en la integración de los grupos de especies de un muestreo a otro, que refleja la variabilidad en las condiciones hidrológicas de la región.

Palabras clave: Asociaciones interespecíficas, comunidades, copépodos, Baja California.

ABSTRACT

The analysis of copepod communities of the Baja California Sur coast during May 1984 and 1986 and July 1987 and 1988, shows that the most important feature of this taxocoenosis is the dominance of *Calanus pacificus*, a transitional species. Other recurrent species were: *Pleuromamma abdominalis* and *Calanus minor*, both belonging to the warm water biota and are integrated into a group that constantly occurs in the region. As observed through the rank-abundance analysis. *Acartia danae*, *Rhincalanus nasutus* and *Euchaeta marina*, are semi-permanent elements of the recurrent species group. May 1984 and 1986 species diversity averages were higher than in July 1987 and 1988, these values being associated to positive temperature anomalies in 1984 and 1986 as well as to negative anomalies in 1987 and 1988. A cluster analysis of the copepod species groups indicates that there exists some degree of flexibility in their integration from one survey to the other, thus reflecting the variability of the hydrological features prevailing at this region.

Keywords: Interspecific association, communities, copepods, Baja California.

*Este trabajo fue presentado en la I Reunión Internacional de Planctología y VIII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, celebrada en Pátzcuaro, Michoacán, del 23 al 26 de abril de 1996.

INTRODUCCIÓN

La costa del Pacífico de Baja California Sur es una región donde confluyen diversas faunas zoopláncticas templadas y tropicales: las del Pacífico Oriental Tropical, del Pacífico Central-Septentrional y de la Corriente de California, que se considera una fauna transicional. Este esquema se complica aún más por la distinción entre elementos neríticos y oceánicos (Moser *et al.*, 1987).

Dado que no existen límites físicos precisos que determinen la distribución de los diferentes componentes faunísticos, los patrones de distribución de la fauna pelágica son variables y dependen de la intensidad de las corrientes marinas en un momento dado. Como resultado de esta interrelación, los organismos zoopláncticos constituyen indicadores de las masas de agua en las que están confinados.

El relacionar el grado de avance de las diferentes masas de agua mediante el análisis de la composición específica, constituye una herramienta para la caracterización ecológica de una región. Es en relación con este aspecto que surge el interés sobre el estudio de los grupos de especies recurrentes (Fager y McGowan, 1963, Moser *et al.*, 1987). Así, ciertas especies aparecen asociadas frecuentemente y estos grupos caracterizan hábitats particulares, lo que sugiere que tienen reacciones similares ante los cambios en su entorno.

Las comunidades pelágicas de la Corriente de California y áreas adyacentes han sido estudiadas en los pasados 50 años (Moser *et al.*, 1987). La naturaleza transicional de la Corriente se refleja en su fauna, que es una mezcla de especies que aparecen en masas de agua adyacentes, además de los organismos propios de la zona de transición.

En la zona de estudio los únicos antecedentes sobre análisis de grupos recurrentes son el de Fager y McGowan (1963), quienes analizaron la abundancia de quetognatos, eufáusidos, heterópodos y pterópodos colectados en varias expediciones, el de Colebrook (1977), quien estudió la distribución de la biomasa zooplánctica de 1955 a 1959 y el de Moser *et al.* (1987) para larvas de peces colectadas por CalCOFI durante 1954-1960. El análisis de grupos recurrentes permite establecer la presencia simultánea de taxa en el tiempo y el espacio, y proporciona la información básica para el estudio de relaciones tróficas e interacciones competitivas entre las poblaciones de los organismos plácticos. Adicionalmente, el análisis de la variación de la abundancia de las especies puede proveer elementos inferenciales de cómo la interacción medio ambiente-especie afecta el tamaño poblacional de los elementos zoopláncticos.

El propósito de este trabajo es el de analizar la dinámica de la comunidad de copépodos a través del estudio de la variación de la abundancia y la posición jerárquica de las especies en la comunidad en el período de 1984 a 1988, así como identificar grupos de especies que caractericen la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon las colectas de zooplancton obtenidas en cuatro cruceros oceanográficos efectuados por el CICIMAR, a bordo del B/O *El Puma*, en los meses de mayo de 1984 (N=69), mayo-junio de 1986 (N=61), julio de 1987 (N=30) y julio de 1988 (N=35), en la costa occidental de Baja California Sur. El área cubierta en cada crucero varió pero, en general, incluyó la región situada entre Bahía Sebastián Vizcaíno e Isla Cedros, al norte, y Punta Márquez, al sur (Fig. 1); en el crucero de julio de 1987 se tomaron muestras desde Punta Eugenia y en el de julio de 1988 se extendió el muestreo hacia la región oceánica, llegando hasta Isla Guadalupe.

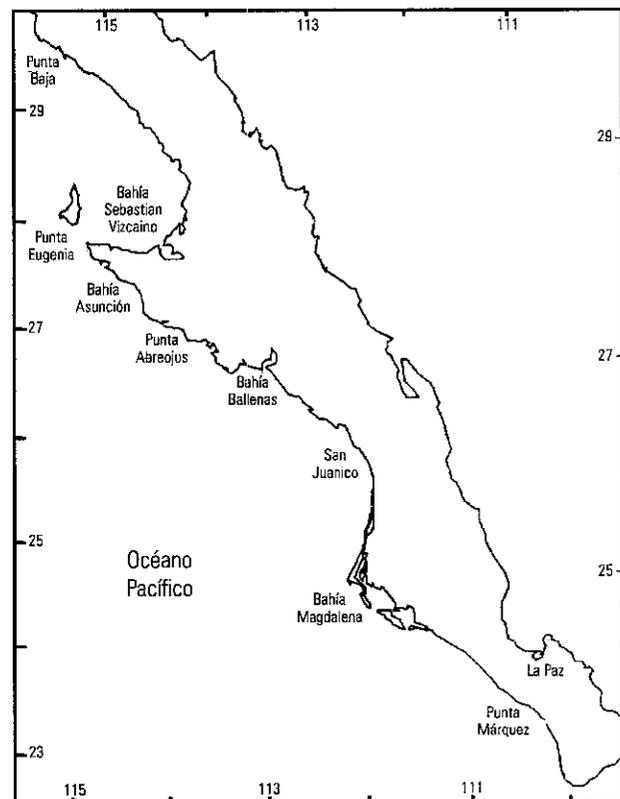


Figura 1. Área de estudio y toponimia. Costa del Pacífico de Baja California Sur.

Las muestras se obtuvieron mediante arrastres oblicuos de una red gemela tipo bongo, con mangas de 3.0 m de longitud y 0.6 m de diámetro de boca y de 333 y 505 μm de luz de malla, provistas de copos flexibles y flujómetros digitales. El número de organismos capturados se normalizó a las densidades de organismos en 1000 m^3 (Smith y Richardson, 1979).

Se analizaron los copépodos adultos obtenidos en la manga de 505 μm ; los procedimientos seguidos para la separación, identificación y determinación de la abundancia por especies son los que están señalados en Hernández-Trujillo (1991a y b). Se utilizaron los datos de composición y abundancia publicados por Hernández-Trujillo (1991a y b) para los cruceros de Mayo de 1984 y 1986.

Los datos de temperatura superficial de cada crucero fueron obtenidos de CICIMAR (1985, 1988 y 1991); los de las condiciones generales de la temperatura superficial del mar en la zona de estudio de 1984 a 1988, se obtuvieron del CD-ROM COAD (Comprehensive Ocean Dataset de la NOAA) de los 22°N a 30°N y de los 105°W a 117°W (en áreas de 2 x 2 grados de latitud). Con los datos del CD-ROM se llevó a cabo un análisis de la variación mensual de la temperatura, mediante las anomalías térmicas en los cuadrantes que comprenden los 21°N a 23°N (C1), 24°N a 26°N (C2) y 27°N a 30°N (C3).

El análisis de la diversidad se hizo a través del patrón de distribución de la abundancia entre las especies (distribución especie-abundancia); este procedimiento permitió llevar a cabo comparaciones de la comunidad en distintos tiempos. Asimismo, se calculó la diversidad específica (índice de Shannon-Wiener), expresando los resultados en bits ind^{-1} (Pielou, 1975, 1984).

También se realizó un análisis de conglomerados entre especies, con el fin de detectar las asociaciones entre especies de copépodos pelágicos. Para esto se utilizó la distancia euclídeana relativa y las uniones se calcularon según el método flexible, con $\beta=1$ (Ludwig y Reynolds, 1988).

RESULTADOS

Condiciones térmicas superficiales

El valor promedio de la temperatura superficial del mar en mayo de 1984 (CICIMAR 8405) fue de 16.4 °C y en mayo de 1986 (CIB-CICIMAR 8605) de 17.9 °C; en julio de 1987 (CICIMAR 8707) y 1988 (CICIMAR 8807) fue de 20.5 °C y 22.9 °C, respectivamente.

El análisis de la variabilidad interanual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en el lapso 1984-

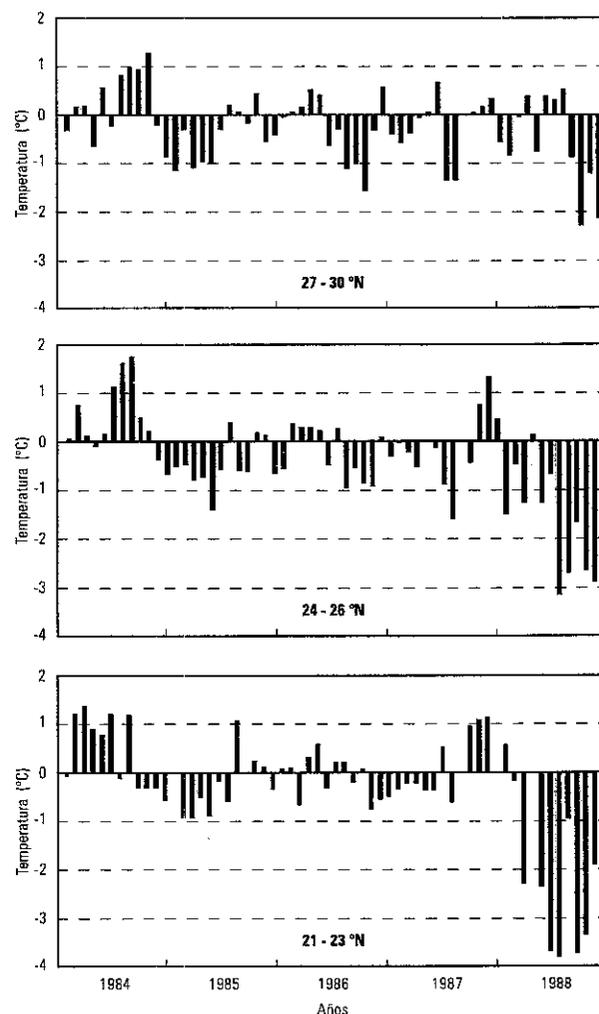


Figura 2. Anomalías térmicas de la temperatura superficial del mar en la zona de estudio. Cada barra corresponde a un mes.

1988 mostró que, en general, la zona de estudio tuvo temperaturas menores a la tendencia anual y mensual, por lo que se tipifican como años o períodos "fríos" (Fig. 2).

En mayo de 1984 las anomalías térmicas fueron positivas en los 3 cuadrantes (C) latitudinales: C1 de 0.73 °C, C2 de 0.12 °C y C3 de 0.52 °C; en mayo de 1986 fueron igualmente positivas: C1 con 0.56 °C, C2 con 0.20 °C y C3 con 0.36 °C. En julio de 1987 y 1988 la TSM tuvo variaciones latitudinales que se reflejaron en el valor de la anomalía, ya que en julio de 1987 la anomalía en C1 y C2 fue negativa (-0.86 °C y -1.26 °C, respectivamente) mientras que en C3 fue de 0.5 °C. En julio de 1988 los valores en los cuadrantes C1 a C3 fueron -3.49 °C, -0.65 °C y 0.29 °C, respectivamente.

Composición específica y relación rango-abundancia

En mayo de 1984 se identificaron 38 especies (Hernández-Trujillo, 1991a) y en mayo-junio de 1986, 69

Tabla 1. Especies identificadas en cada crucero y su abundancia relativa. El número indica la posición jerárquica de la especie en la comunidad, en cada muestro.

Mayo de 1984			
	1. <i>Calanus pacificus</i> Brodsky 1948		85.8 %
	2. <i>Pleuromamma gracilis</i> Claus 1863		4.9 %
	3. <i>Pleuromamma abdominalis</i> Lubbock 1856		3.3 %
	4. <i>Calanus minor</i>		1.7 %
	5. <i>Acartia danae</i> Giesbrecht 1889		1.4 %
Abundancia Relativa <1%			
6. <i>Scolecithricella vittata</i>	15. <i>Candacia curta</i>	24. <i>Scottocalanus</i> sp.	33. <i>Sapphirina intestinata</i>
7. <i>Eucalanus attenuatus</i>	16. <i>Eucalanus subcrassus</i>	25. <i>Phaenna spinifera</i>	34. <i>Haloptilus mucronatus</i>
8. <i>Rhincalanus nasutus</i>	17. <i>Euchaeta plana</i>	26. <i>Corycaeus subtilis</i>	35. <i>Euchirella amoena</i>
9. <i>Oithona plumifera</i>	18. <i>Candacia catula</i>	27. <i>Candacia aethiopica</i>	36. <i>Caligus</i> sp.
10. <i>Euaetideus giesbrechti</i>	19. <i>Corycaeus lautus</i>	28. <i>Haloptilus ornatus</i>	37. <i>Sapphirina gemma</i>
11. <i>Euchaeta marina</i>	20. <i>Corycaeus speciosus</i>	29. <i>Euchirella rostrata</i>	38. <i>Pontellopsis</i> sp.
12. <i>Temora discaudata</i>	21. <i>Candacia pachydactyla</i>	30. <i>Labidocera trispinosa</i>	
13. <i>Scolecithricella bradyi</i>	22. <i>Candacia bipinnata</i>	31. <i>Copilia quadrata</i>	
14. <i>Gaetanus minor</i>	23. <i>Scolecithrix danae</i>	32. <i>Sapphirina gastrica</i>	
Mayo de 1985			
	1. <i>Calanus pacificus</i>		96.2 %
	2. <i>Rhincalanus nasutus</i> Giesbrecht 1892		0.9 %
	3. <i>Pleuromamma abdominalis</i>		0.8 %
Abundancia Relativa <0.8%			
4. <i>Acartia danae</i>	21. <i>Metridia fallax</i>	38. <i>Corycaeus typicus</i>	55. <i>Euchirella curticauda</i>
5. <i>Calanus cristatus</i>	22. <i>Corycaeus lautus</i>	39. <i>Euchirella amoena</i>	56. <i>Gaetanus simplex</i>
6. <i>Acartia clausi</i>	23. <i>Candacia truncata</i>	40. <i>Lophothrix frontalis</i>	57. <i>Gaetanus armiger</i>
7. <i>Euchaeta marina</i>	24. <i>Euaetideus armatus</i>	41. <i>Gaetanus secundus</i>	58. <i>Pontellopsis villosa</i>
8. <i>Paracalanus parvus</i>	25. <i>Pleuromamma gracilis</i>	42. <i>Copilia mirabilis</i>	59. <i>Sapphirina gastrica</i>
9. <i>Euchaeta media</i>	26. <i>Undeuchaeta intermedia</i>	43. <i>Heterorhabdus papilliger</i>	60. <i>Pontellopsis perspicax</i>
10. <i>Candacia curta</i>	27. <i>Acrocalanus monachus</i>	44. <i>Corycaeus flaccus</i>	61. No Identificado
11. <i>Acrocalanus gracilis</i>	28. <i>Calanus cristatus</i>	45. <i>Chiridus poppei</i>	62. <i>Caligus</i> sp.
12. <i>Corycaeus speciosus</i>	29. <i>Haloptilus mucronatus</i>	46. <i>Phaenna spinifera</i>	63. <i>Candacia catula</i>
13. <i>Oithona plumifera</i>	30. <i>Eucalanus subcrassus</i>	47. <i>Sapphirina gemma</i>	64. <i>Euchaeta diegensis</i>
14. <i>Eucalanus bungii californicus</i>	31. <i>Labidocera trispinosa</i>	48. <i>Sapphirina metallina</i>	65. <i>Haloptilus longicornis</i>
15. <i>Euaetideus giesbrechti</i>	32. <i>Candacia bipinnata</i>	49. <i>Copilia quadrata</i>	66. <i>Pontellopsis occidentalis</i>
16. <i>Scolecithricella bradyi</i>	33. <i>Scottocalanus</i> sp.	50. <i>Centropages furcatus</i>	67. <i>Temora discaudata</i>
17. <i>Eucalanus attenuatus</i>	34. <i>Haloptilus ornatus</i>	51. <i>Labidocera</i> sp.2	68. <i>Pleuromamma</i> sp.
18. <i>Scolecithrix danae</i>	35. <i>Labidocera</i> sp.	52. <i>Sapphirina nigromaculata</i>	
19. <i>Gaidius pungens</i>	36. <i>Oncaea venusta</i>	53. <i>Eucalanus crassus</i>	
20. <i>Oithona fallax</i>	37. <i>Scottocalanus helenae</i>	54. <i>Scottocalanus securifrons</i>	

(Hernández-Trujillo 1991b). En julio de 1987, se identificaron 52 y en julio de 1988, 68. La relación de las especies recolectadas en cada muestreo y de su abundancia relativa se presenta en la tabla 1 y en la figura 3 se muestran las distribuciones de rango-abundancia para cada crucero.

Diversidad específica

Los valores calculados variaron entre 0 y 3.5 bits ind⁻¹. En general, las diversidades más bajas se presentaron en

la región costera entre Punta San Juanico y Bahía Magdalena, en la porción central del área muestreada, excepto en julio de 1987. Las diversidades más altas correspondieron a la región oceánica frente a Bahía Magdalena y a la porción sur del área muestreada (Fig. 4a-d).

En mayo de 1984 y de 1986, este patrón incluyó núcleos de alta diversidad específica en Bahía Sebastián Vizcaíno, al norte del área muestreada, en el área cercana

Tabla 1. Continuación.

Julio de 1987	1. <i>Calanus pacificus</i>	92.7 %
	2. <i>Acartia danae</i> Giesbrecht 1889	3.3 %
	3. <i>Paracalanus parvus</i> Claus 1863	1.1 %
	4. <i>Calanus minor</i>	1.1 %
Abundancia Relativa <1%		
5. <i>Pleuromamma abdominalis</i>	17. <i>Scolecithricella ctenopus</i>	29. <i>Haloptilus ornatus</i>
6. <i>Corycaeus speciosus</i>	18. <i>Oncaea venusta</i>	30. <i>Corycaeus lautus</i>
7. <i>Rhincalanus nasutus</i>	19. <i>Temora discaudata</i>	31. <i>Scolecithricella</i> sp.
8. <i>Euchaeta marina</i>	20. <i>Undinula vulgaris</i>	32. <i>Scottocalanus</i> sp.
9. <i>Acartia clausi</i>	21. <i>Candacia curta</i>	33. <i>Labidocera trispinosa</i>
10. <i>Eucalanus subcrassus</i>	22. <i>Oncaea media</i>	34. <i>Labidocera acuta</i>
11. <i>Euaetideus armatus</i>	23. <i>Eucalanus attenuatus</i>	35. <i>Sapphirina gemma</i>
12. <i>Oithona plumifera</i>	24. <i>Metridia princeps</i>	36. <i>Scottocalanus helenae</i>
13. <i>Scolecithrix danae</i>	25. <i>Scolecithricella bradyi</i>	37. <i>Caligus</i> sp.
14. <i>Eucalanus bungii californicus</i>	26. <i>Pseudocalanus elongatus</i>	38. <i>Copilia mirabilis</i>
15. <i>Centropages furcatus</i>	27. <i>Eucalanus crassus</i>	39. <i>Candacia discaudata</i>
16. <i>Oithona fallax</i>	28. <i>Candacia truncata</i>	40. <i>Phaenna spinifera</i>
		41. <i>Pachysoma</i> sp.
		42. <i>Corycaeus</i> sp.
		43. <i>Candacia pachydactyla</i>
		44. <i>Sapphirina metallina</i>
		45. <i>Gaetanus miles</i>
		46. <i>Euchaeta longicornis</i>
		47. <i>Lubbockia squillimana</i>
		48. <i>Calocalanus pavo</i>
		49. <i>Pontellopsis yamadae</i>
		50. <i>Gaetanus armiger</i>
		51. <i>Lophothrix frontalis</i>
		52. <i>Centropages bradyi</i>
Julio de 1988	1. <i>Calanus pacificus</i>	84.5 %
	2. <i>Paracalanus parvus</i>	4.5 %
	3. <i>Pleuromamma abdominalis</i>	2.0 %
	4. <i>Euchaeta marina</i>	1.2 %
	5. <i>Calanus minor</i>	1.1 %
	6. <i>Corycaeus speciosus</i>	1.0 %
Abundancia Relativa <1%		
7. <i>Rhincalanus nasutus</i>	23. <i>Undinula darwini</i>	39. <i>Acrocalanus gracilis</i>
8. <i>Euaetideus giesbrechti</i>	24. <i>Gaidius pungens</i>	40. <i>Scolecithricella ctenopus</i>
9. <i>Scolecithrix danae</i>	25. <i>Acartia clausi</i>	41. <i>Scottocalanus helenae</i>
10. <i>Euaetideus armatus</i>	26. <i>Eucalanus giesbrechti</i>	42. <i>Labidocera trispinosa</i>
11. <i>Acartia danae</i>	27. <i>Candacia bipinnata</i>	43. <i>Candacia truncata</i>
12. <i>Eucalanus attenuatus</i>	28. <i>Copilia mirabilis</i>	44. <i>Oncaea media</i>
13. <i>Eucalanus subcrassus</i>	29. <i>Temora discaudata</i>	45. <i>Metridia princeps</i>
14. <i>Undinula vulgaris</i>	30. <i>Oithona plumifera</i>	46. <i>Labidocera acuta</i>
15. <i>Scolecithricella bradyi</i>	31. <i>Sapphirina gemma</i>	47. <i>Haloptilus nigromaculatus</i>
16. <i>Pleuromamma gracilis gracilis</i>	32. <i>Centropages bradyi</i>	48. <i>Sapphirina angusta</i>
17. <i>Eucalanus bungii californicus</i>	33. <i>Sapphirina metallina</i>	49. <i>Scottocalanus</i> sp.
18. <i>Oncaea venusta</i>	34. <i>Undeuchaeta intermedia</i>	50. <i>Copilia quadrata</i>
19. <i>Corycaeus lautus</i>	35. <i>Euchirella amoena</i>	51. <i>Pontellopsis perspicax</i>
20. <i>Oithona fallax</i>	36. <i>Haloptilus ornatus</i>	52. <i>Lophothrix frontalis</i>
21. <i>Eucalanus crassus</i>	37. <i>Phaenna spinifera</i>	53. <i>Pachysoma</i> sp.
22. <i>Candacia curta</i>	38. <i>Centropages furcatus</i>	54. <i>Acrocalanus</i> sp.
		55. <i>Labidocera</i> sp.
		56. <i>Sapphirina nigromaculata</i>
		57. <i>Corycaeus pacificus</i>
		58. <i>Pontellopsis tenuicauda</i>
		59. <i>Clausocalanus</i> sp.
		60. <i>Gaetanus armiger</i>
		61. <i>Sapphirina</i> sp.
		62. <i>Pleuromamma</i> sp.
		63. No Identificado
		64. <i>Pontellopsis yamadae</i>
		65. <i>Pontellina plumata</i>
		66. <i>Caligus</i> sp.
		67. <i>Aetideus setosus</i>
		68. <i>Corycaeus furcifer</i>
		69. <i>Oncaea conifera</i>

a Punta Eugenia y al suroeste de Bahía Magdalena (Fig. 4a y b). En julio de 1987 y de 1988 la diversidad específica promedio en la región costera fue más baja que en mayo de 1984 y de 1986. Durante julio de 1987 los valores de diversidad alta solo

se observaron al norte de Bahía Magdalena y en un núcleo al sur de Punta San Juanico (Fig. 4c); los valores de 0 bits ind⁻¹ en la parte sur del área contrastan con las elevadas diversidades detectadas en los otros cruceros.

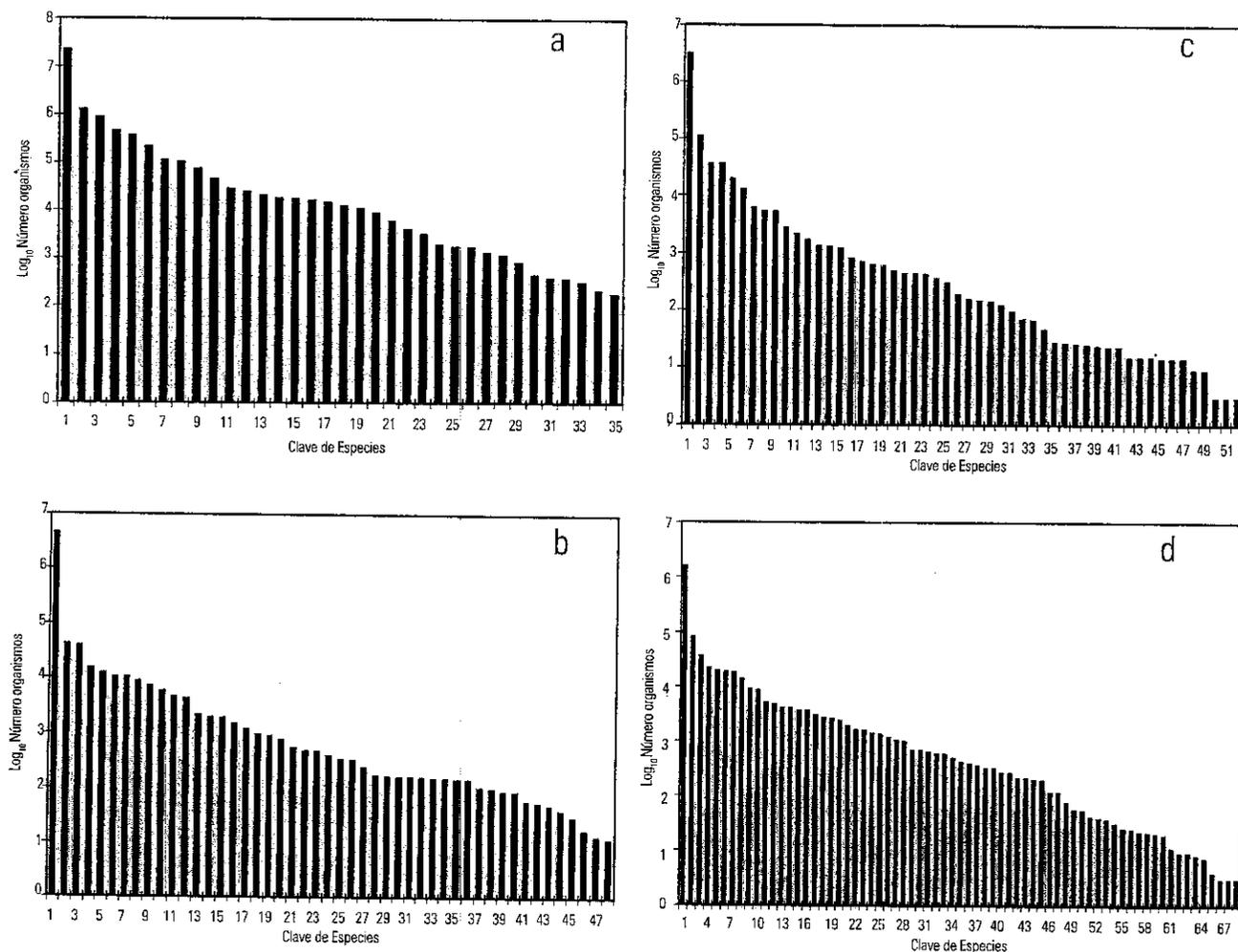


Figura 3. Relación rango-abundancia de las especies de copépodos pelágicos (\log_{10} del número total por crucero). Los números que aparecen en la figura corresponden a la numeración de las especies de copépodos en la Tabla 1. a) Mayo de 1984. b) Mayo de 1986. c) Julio de 1987. d) Julio de 1988.

Aunque el plan de estaciones en julio de 1988 fue diferente, permite observar que las diversidades específicas del área costera fueron, en general, muy bajas, pero en la región oceánica y a partir de una línea que se extiende de Punta Eugenia a Bahía Magdalena hubo un incremento en la diversidad, al igual que a la entrada del Golfo de California (Fig. 4d).

Análisis de conglomerados

En la tabla 2 se presenta una relación de los grupos de especies de copépodos identificados por el análisis de conglomerados. Los grupos formados difieren de un crucero a otro. Obsérvese que *C. pacificus* y *P. abdominalis* se encuentran en grupos diferentes, excepto durante julio de 1987, cuando están cercanamente asociados.

DISCUSIÓN

De acuerdo con Roesler y Chelton (1987), la variación de los patrones de distribución del zooplancton en la parte sur del área muestreada por CalCOFI, que comprende a la región considerada en el presente trabajo, no solo depende del grado de advección de las aguas en sentido norte o sur, sino también de la disponibilidad de alimento para los organismos, sobre todo la asociada con las surgencias costeras que se presentan en la región.

Asimismo, debe considerarse la variabilidad en la respuesta de los organismos a los cambios ambientales, ya que los organismos subtropicales y tropicales son más sensibles a ellos que los templados. Esto explica la dominancia local de *Calanus pacificus*, organismo asociado a la fauna de transición (Fleminger, 1967), es decir, capaz

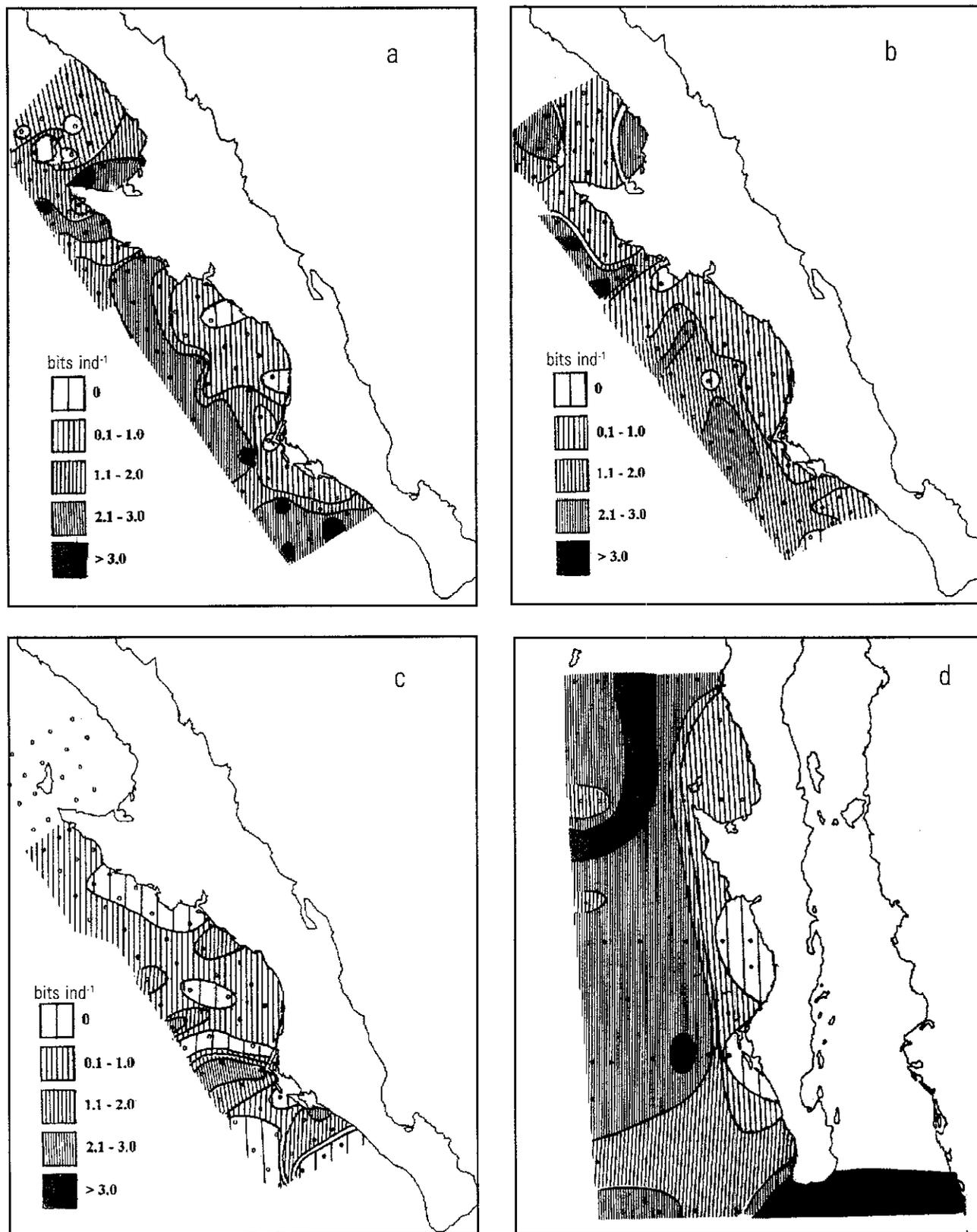


Figura 4. Diversidad específica por el índice de Shannon-Wiener (bits ind⁻¹) de los copépodos de la costa del Pacífico de Baja California Sur. a) Mayo de 1984, b) Mayo de 1986, c) Julio de 1987 y d) Julio de 1988.

Tabla 2. Relación de los grupos de especies de copépodos identificados por el análisis de conglomerados en cada uno de los cruceros. Las especies más importantes de cada grupo se representan en negritas.

Crucero	No. de Grupos	Grupo <i>C. pacificus</i>	Grupos independientes al de <i>C. pacificus</i>
Mayo 1984	4	<i>E. marina</i> , <i>P. gracilis</i> , <i>E. attenuatus</i> , <i>P. spinifera</i> , <i>bipinnata</i> , <i>E. plana</i> y <i>S. gastrica</i> .	<i>P. abdominalis</i> , <i>S. danae</i> , <i>Caligus</i> sp., <i>T. discaudata</i> , <i>C. C. minor</i> , <i>H. ornatus</i> , <i>C. aethiopica</i> y <i>O. plumifera</i> .
Mayo 1986	6	<i>E. attenuatus</i> , <i>H. mucronatus</i> , <i>L. frontalis parvus</i> , <i>C. curta</i> , <i>C. cristatus</i> y <i>E. bungii californicus</i> .	<i>R. nasutus</i> , <i>L. trispinosa</i> , <i>P. gracilis</i> , <i>U. intermedia</i> , <i>E. P. subcrassus</i> , <i>G. armiger</i> , <i>E. armatus</i> y <i>G. pungens</i> .
Julio 1987	7	<i>L. trispinosa</i> , <i>P. abdominalis</i> , <i>P. spinifera helenae</i> , <i>L. frontalis</i> , <i>S. metallina</i> y <i>Caligus</i> sp.	<i>C. minor</i> , <i>G. armiger</i> , <i>R. nasutus</i> , <i>E. longicornis</i> , <i>H. S. ornatus</i> , <i>Scolecithricella</i> sp., <i>C. curta</i> y <i>C. mirabilis</i> . <i>A. danae</i> , <i>C. bradyi</i> , <i>C. pavo</i> , <i>O. fallax</i> , <i>E. armatus</i> , <i>S. danae</i> , <i>S. bradyi</i> y <i>S. gemma</i> . <i>P. parvus</i> , <i>C. discaudata</i> , <i>P. elongatus</i> , <i>M. princeps</i> , <i>E. attenuatus</i> , <i>G. miles</i> , <i>O. venusta</i> , <i>E. subcrassus</i> , <i>C. furcatus</i> , <i>T. discaudata</i> , <i>P. yamadae</i> y <i>C. truncata</i> .
Julio 1988	10	<i>Clausocalanus</i> sp., <i>O. conifera</i> , <i>O. media</i> , <i>angusta</i> , <i>H. ornatus</i> , <i>E. marina</i> y <i>G. pungens</i> .	<i>P. abdominalis</i> , <i>Caligus</i> sp., <i>S. bradyi</i> , <i>E. crassus</i> , <i>E. S. crassus</i> , <i>U. vulgaris</i> , <i>C. mirabilis</i> y <i>T. discaudata</i> .

de explotar la variabilidad de este ambiente y traducirla en un incremento de individuos.

De hecho, los dos aspectos más notables de las comunidades de copépodos pelágicos en la región son la dominancia de *C. pacificus* en los cuatro muestreos efectuados y la presencia simultánea de elementos transicionales y tropicales, un aspecto que es compartido por otros taxa, como los sifonóforos (Alvaríño, 1967; Gasca, 1985), los quetognatos (Alvaríño, 1967), las medusas (Segura, 1984) y el ictioplancton (Moser *et al.*, 1987; Funes-Rodríguez *et al.*, 1995).

Esta mezcla de elementos faunísticos se observa en los patrones de la diversidad específica. En este caso, la distribución de los valores de diversidad muestra el patrón espacial normal para la región (Hernández-Trujillo 1991a, 1991c), en que las diversidades más bajas se encuentran en la zona de San Juanico, el área próxima a Bahía Magdalena, Bahía Asunción y Bahía Ballenas. Estos puntos se asocian con elevadas producciones pláncnicas y en ellos las poblaciones de *C. pacificus* alcanzan sus mayores densidades y constituyen la única especie presente en las muestras en varias de estas zonas. Por otra parte, las diversidades más altas se relacionan con la influencia del Pacífico Central y del Pacífico Oriental Tropical, aunque también se presentan algunos núcleos de alta diversidad

cercanos a la costa, que parecen relacionarse con la advección de los componentes oceánicos.

En mayo de 1984 y 1986 se presentaron en promedio valores de diversidad específica más altos en julio de 1987 y 1988, es decir un patrón temporal inverso al que generalmente (Hernández-Trujillo, 1991a y b) se da en esta región. La explicación de esto radica en los patrones de anomalías térmicas, las cuales fueron positivas en 1984 y 1986, y negativas en 1987 y 1988. Esto se manifestó como un incremento en el flujo de la Corriente de California y del componente transicional en la región, al que pertenece *C. pacificus*.

Para el ictioplancton se ha determinado un alto grado de flexibilidad en la formación de grupos en la porción sur del área CalCOFI (Moser *et al.*, 1987; Funes-Rodríguez *et al.*, 1995) y los grupos de especies que aquí se presentan muestran un fenómeno similar. Así, *C. pacificus* se encuentra en un grupo independiente al de la especie de aguas cálidas *Pleuromamma abdominalis*, en mayo de 1984, mientras que en julio de 1987 ambas están asociadas en el mismo grupo. Otros copépodos que se integraron a distintos grupos de un crucero a otro fueron *Haloptilus ornatus* y *Caligus* sp.

La coincidencia de *C. pacificus* con diferentes especies es un indicador de su capacidad para adaptarse a las

variaciones del ambiente. De hecho, Brinton *et al.* (1986) reportaron que esta especie mantiene continuamente altas densidades en el Golfo de California, de la superficie a 100 m de profundidad y de los 200 a 300 m; ocupan este estrato inferior cuando las condiciones se hacen desfavorables por la invasión de aguas cálidas. Es debido a esta adaptabilidad que Chen (1986) la detectó a mayor profundidad en el Pacífico Ecuatorial, donde las aguas cálidas predominan en el estrato superficial.

Esto significa que *C. pacificus* es la especie más abundante porque es la de mayor capacidad para transformar los recursos disponibles en nuevos individuos a lo largo del año (Mullin, 1991), lo que le da ventajas aun sobre especies ecológicamente similares, como *Rhincalanus nasutus* (Mullin, 1993). La dominancia de este copépodo también fue evidente en julio y diciembre de 1982, en mayo 1983, así como enero de 1984 (Hernández-Trujillo, 1991a, 1991c), cuando su distribución estuvo limitada por las aguas con más de 25 °C y sus máximas densidades estaban asociadas con temperaturas superficiales del mar entre 15 °C y 19 °C. En este trabajo, esos intervalos se mantienen en términos generales.

La importancia relativa de *C. pacificus* no varió de un muestreo a otro, aun cuando en las fechas comprendidas en este estudio se presentaron variaciones importantes de las condiciones ambientales. Así, el crucero de mayo de 1984 representa un período en el que aún eran perceptibles los efectos residuales del evento El Niño de 1982-1983 (Funes-Rodríguez *et al.*, 1995), evidenciados por los valores anómalos positivos de la temperatura superficial del mar. En las otras fechas de muestreo el valor promedio local indica un ascenso paulatino de la temperatura pero, en escala global, es notable su descenso gradual. Esta aparente contradicción puede resolverse al considerar que la cobertura de los cruceros es relativamente costera y que los registros de temperatura provienen de localidades geográficas muy someras, en comparación a la cobertura que tiene el sistema del COAD.

El esquema general es que las poblaciones de *C. pacificus* son dominantes porque las otras especies de copépodos tienen limitaciones para mantener sus poblaciones en niveles de abundancia que les permitan contribuir substancialmente a la estructura de la comunidad. De hecho, su presencia aparentemente depende de su capacidad para explotar los recursos que no son utilizados por la especie dominante. Por ello, es necesario determinar el efecto que tienen las variables hidrológicas sobre los niveles poblacionales de este calanoide, para lo cual se recomiendan los estudios de la producción secundaria *in situ*, así como

observaciones en campo que pueden dar información adicional sobre la ecología de ésta y de otras especies.

CONCLUSIONES

Los resultados que aquí se presentan muestran que, en los cruceros de mayo de 1984 y de 1986 y julio de 1987 y 1988, *Calanus pacificus* constituyó el organismo dominante en las comunidades de copépodos del Pacífico de Baja California Sur. Esto es debido a su versatilidad y a su capacidad para transformar los recursos del ambiente en nuevos individuos. A diferencia de lo que ocurre con otras taxocenosis, como el ictioplancton, las asociaciones de especies de copépodos muestran un alto grado de flexibilidad en su respuesta a las condiciones hidrológicas prevalecientes en la región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a la tripulación del B/O El Puma y al personal científico participante en las campañas oceanográficas incluidas en el presente trabajo, por su invaluable apoyo a esta investigación. Asimismo, al Dr. Sergio Hernández Vazquez, del CIBNOR, por hacer disponibles los datos del COAD de la NOAA. Esta contribución es resultado del proyecto "Estudio planctónico en la Zona Económica Exclusiva Mexicana frente a Baja California Sur", financiado por el IPN (903361, 931318) y el CONACyT (D112-904620). El primer autor es becario de la COFAA y EDA, del IPN.

LITERATURA CITADA

- ALVARIÑO, A., 1967. Bathymetric distribution of Chaetognatha, Siphonophorae, Medusae and Ctenophorae off San Diego, California. *Pacific Science* 21(4) :473-485.
- BRINTON, E., A. FLEMINGER y D. SIEGEL-CAUSEY, 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Reports* 27:228-266.
- CICIMAR, 1985. *Investigaciones ictioplanctónicas en la costa occidental de Baja California Sur y Bahía Magdalena para evaluar la biomasa reproductora de sardina y anchoveta*. Informe Final a la Secretaría de Pesca. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 211 pp. + Anexo.
- CICIMAR, 1988. *Caracterización de la Zona de Transición Templado-Tropical del Pacífico mexicano con base en las comunidades*

- planctónicas*. Informe Final al COSNET. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 135 pp. + Anexo.
- CICIMAR, 1991. *Estudio planctónico en la Zona Económica Exclusiva mexicana frente a Baja California Sur*. Informe Final al CONACYT. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 53 pp. + 46 figs.
- CHEN, YA-QU, 1986. The vertical distribution of some pelagic copepods in the Eastern Tropical Pacific. *CalCOFI Reports* 27:205-227.
- COLEBROOK, J. M., 1977. Annual fluctuations in biomass of the taxonomic groups of the zooplankton in the California Current, 1955-59. *Fishery Bulletin* 75(2):357-368.
- FAGER, E. W. y J. A. MCGOWAN, 1963. Zooplankton species groups in the North Pacific. *Science* 140(3566):453-460.
- FLEMINGER, A., 1967. Distributional Atlas of calanoid copepods in the California Current region. Part II. *CalCOFI Atlas* 7(7-15):1-213.
- FUNES-RODRÍGUEZ, R., R. GONZÁLEZ-ARMAS y A. ESQUIVEL-HERRERA, 1995. Distribución y composición específica de larvas de peces durante y después de El Niño, en la costa del Pacífico de Baja California Sur (1983-1985). *Hidrobiológica* 5(1-2):113-125.
- GASCA S., R., 1985. *Taxonomía, Distribución y Abundancia de los Sifonóforos (Cnidaria: Siphonophora) de la Costa Occidental de Baja California Sur*. Tesis de Licenciatura (Biólogo). Facultad de Ciencias UNAM, México. 1-115.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., 1991a. Variación latitudinal de la diversidad de copépodos en la costa occidental de B.C.S., México. 1982-1984. *Ciencias Marinas* 17(4):83-103
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., 1991b. Análisis de la diversidad de copépodos en la costa occidental de Baja California Sur (Mayo, 1986). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 18(2):279-288
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., 1991c. Patrones de distribución y abundancia de *Calanus pacificus* en relación a la temperatura superficial en el Pacífico de Baja California Sur, México (1982-1986). *Revista de Investigación Científica de la UABCS* 2(1):56-64.
- LUDWING, J. A. y J. F. REYNOLDS. 1988 *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. Wiley, New York. 337 p.
- MOSER, H. G., P. E. SMITH y L. E. EBER, 1987. Larval fish assemblages in the California Current Region, 1954-1960, a period of dynamic environmental change. *CalCOFI Reports* 28:97-127.
- MULLIN, M. M., 1991. Production of eggs by the copepod *Calanus pacificus* in the Southern California sector of the California Current System. *CalCOFI Reports* 32:65-90.
- MULLIN, M. M., 1993. Reproduction of the oceanic copepod *Rhincalanus nasutus* off Southern California, compared to that of *Calanus pacificus*. *CalCOFI Reports* 34:89-103.
- PIELOU, E. C., 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, New York. 165 p.
- PIELOU, E. C., 1984. *The Interpretation of Ecological Data*. Wiley, New York.
- ROESLER, C. S. y D. B. CHELTON, 1987. Zooplankton variability in the California Current, 1951-1982. *CalCOFI Reports* 28:59-96
- SEGURA, P. L., 1984. Morfología, Sistemática y Zoogeografía de las Medusas (Cnidaria : Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Oriental. *Publicación Especial del Instituto de Ciencias Del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 8:1-320.
- SMITH, P. E. y S. L. RICHARDSON, 1979. *Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos*. FAO. Documentos Técnicos de Pesca, N° 175, 107 p.

Recibido: 30 de abril de 1996.

Aceptado: 30 de septiembre de 1997.