

2  
Léj.

03085



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

UNIDAD ACADEMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE  
POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Proyecto Académico Especialización, Maestría y Doctorado  
en Ciencias del Mar

"LA COMUNIDAD DE COPEPODOS PELAGICOS  
EN LA COSTA DEL PACIFICO DE LA PENINSULA  
DE BAJA CALIFORNIA (1984-1989)."

Tesis que presenta  
M. en C. Sergio Hernández Trujillo  
Para optar por el grado de Doctor en Ciencias  
(Oceanografía Biológica y Pesquera)

Ciudad Universitaria, D.F. octubre de 1998.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

266870



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Para Clarisa, Pamela y Georgina, mis  
motivaciones permanentes.

Para mi esposa Gabriela, quién con su  
comprensión y amor es el motor de mi vida.

A la memoria de mi madre, que está siempre en  
mi recuerdo.

A mi padre y hermanos.

## CONTENIDO

RELACION DE FIGURAS .....	4
RELACION DE TABLAS .....	6
AGRADECIMIENTOS .....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
1. INTRODUCCION .....	11
2. ANTECEDENTES .....	13
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
Hipótesis .....	17
Objetivo General .....	18
4. AREA DE ESTUDIO .....	19
5. MATERIAL Y METODOS .....	24
6. RESULTADOS .....	30
6.1 VARIABLES DEL ECOSISTEMA .....	30
Temperatura superficial del mar (TSM) .....	31
Patrón mensual y variabilidad interanual a lo largo de la Península de Baja California .....	31
Índice de Surgencias de Bakun (ISB) .....	33
Condiciones durante el periodo de estudio (1984-1991) .....	36
Biomasa zooplanctónica (BZ) .....	39
Fitoplancton .....	43
Discusión .....	53
Características generales .....	53
Temperatura .....	53
Biomasa zooplanctónica .....	54
Fitoplancton y pigmentos fotosintéticos .....	55
Características locales .....	55
Temperatura superficial del mar .....	56
Biomasa zooplanctónica .....	57
Fitoplancton y pigmentos fotosintéticos .....	58
Conclusiones .....	59
6.2 ELENCO SISTEMATICO .....	61
Características de la taxocenosis de copépodos .....	66
Discusión .....	68
Conclusiones .....	70
6.3 VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE COPEPODOS .....	72
Diversidad específica .....	72
Especies Clave .....	90
<i>Acartia danae</i> .....	91
<i>Calanus pacificus</i> .....	95
<i>Euchaeta marina</i> .....	99
<i>Pleuromamma abdominalis</i> .....	103
Discusión .....	105
Conclusiones .....	110
6.4 DISCUSION GENERAL .....	112
LITERATURA CITADA .....	118

## RELACION DE FIGURAS

FIGURA 1. TOPONIMIA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
FIGURA 2. SISTEMA DE CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES Y POSICIÓN DE LOS PRINCIPALES CENTROS DE PRESIÓN. MODIFICADO DE BAUMGARTNER Y CHRISTENSEN (1985). PN= PACÍFICO NORTE. BM= BAJA MEXICANA. CC= CORRIENTE DE CALIFORNIA. CCCR= CORRIENTES COSTERAS DE COSTA RICA.....	21
FIGURA 3. SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA Y SU ASOCIACIÓN CON LOS VIENTOS SUPERFICIALES (FLECHAS ABIERTAS), CORRIENTES SUPERFICIALES (FLECHAS SOLIDAS) Y PRINCIPALES SISTEMAS DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA: BAJA ALEUTIANA, ALTA DEL PACÍFICO NORTE Y ALTA DE NORTEAMÉRICA. LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ESTÁN SOMBRADAS. MODIFICADO DE NORTON ET AL. 1985.....	23
FIGURA 4. ESTACIONES DE MUESTREO DEL CICIMAR EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.....	28
FIGURA 5. VARIACIÓN MENSUAL DE TSM A LO LARGO DE LA PENÍNSULA DE B.C. (1946-90).....	32
FIGURA 6. VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA MEDIA DE LA TSM EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C. (1980-1990).....	32
FIGURA 7. ANOMALÍA TÉRMICA DE LA TSM, LATITUD 27-30°N.....	32
FIGURA 8. ANOMALÍA TÉRMICA DE LA TSM, LATITUD 24-27°N.....	32
FIGURA 9. ANOMALÍA TÉRMICA DE LA TSM, LATITUD 21-24°N.....	32
FIGURA 10. VARIACIÓN ANUAL DEL {ÍNDICE DE SURGENCIA DE BAKUN EN BAHÍA MAGDALENA Y PUNTA EUGENIA, B.C.S. (1980-90).....	33
FIGURA 11. PATRÓN DE VARIACIÓN MENSUAL DEL ÍNDICE DE SURGENCIA DE BAKUN EN BAHÍA MAGDALENA Y PUNTA EUGENIA, B.C.S. (1980-90).....	34
FIGURA 12. ANOMALÍA DEL ISB EN EL ÁREA DE BAHÍA MAGDALENA, B.C.S. (1980-90).....	35
FIGURA 13. ANOMALÍA DEL ISB EN EL ÁREA DE PUNTA EUGENIA, B.C.S. (1980-90).....	35
FIGURA 14. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: A) POR CAMPAÑA DE MUESTREO, B) EN LATITUD 27-30°N, B) 24-27°N Y C) 21-24°N.....	37
FIGURA 15. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: A) POR ÉPOCA DEL AÑO, B) EN LATITUD 27-30°N, B) 24-27°N, C) 21-24°N.....	38
FIGURA 16. VARIACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA (1984-91). A) DURANTE LAS CAMPAÑAS, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y C) 21-24°N.....	40
FIGURA 17. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, (1984-91). A) POR ÉPOCA DEL AÑO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	41
FIGURA 18. CAMBIOS DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON, EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA.....	43
FIGURA 19. CAMBIO DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 27-30°N.....	44
FIGURA 20. CAMBIO DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 24-27°N.....	45
FIGURA 21. CAMBIO DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 24-27°N.....	46
FIGURA 22. CAMBIO ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA.....	48
FIGURA 23. CAMBIO ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 27-30°N.....	48
FIGURA 24. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 24-27°N.....	49
FIGURA 25. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE A) MICROFITOPLANCTON Y B) NANOFITOPLANCTON EN LATITUD 21-24°N.....	50
FIGURA 26. DIVERSIDAD ESPECÍFICA DE COPEPODOS POR A) CAMPAÑA DE MUESTREO, B) EN LATITUD	

27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	72
FIGURA 27. CAMBIO ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA DE COPÉPODOS POR A) ÉPOCA DEL AÑO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	74
FIGURA 28. RANGO-ABUNDANCIA DE COPÉPODOS EN LA COSTA OESTE DE B.C. (1984-91).....	75
FIGURA 29. RANGO-ABUNDANCIA ANUAL DE COPÉPODOS EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991).....	76
FIGURA 30. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN ENERO DE 1984.....	78
FIGURA 31. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN MAYO DE 1984.....	79
FIGURA 32. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN MAYO DE 1985.....	80
FIGURA 33. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN AGOSTO DE 1985.....	81
FIGURA 34. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN MAYO DE 1986.....	82
FIGURA 35. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN NOVIEMBRE DE 1986.....	83
FIGURA 36. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN JULIO DE 1987.....	84
FIGURA 37. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN OCTUBRE DE 1987.....	85
FIGURA 38. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN JULIO DE 1988.....	86
FIGURA 39. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN JUNIO DE 1989.....	87
FIGURA 40. ACP DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN SEPTIEMBRE DE 1991.....	88
FIGURA 41. DESVIACIÓN ESTÁNDAR POR CAMPAÑA, DEL PRIMER COMPONENTE PRINCIPAL.....	89
FIGURA 42. ABUNDANCIA DE <i>Acartia danae</i> POR A) CAMAÑA DE MUESTREO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	91
FIGURA 43. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE <i>Acartia danae</i> POR A) ÉPOCA DEL AÑO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N, D) 21-24°N.....	93
FIGURA 44. ABUNDANCIA DE <i>Calanus pacificus</i> POR CAMPAÑA DE MUESTREO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	95
FIGURA 45. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE <i>Calanus pacificus</i> POR A) ÉPOCA DEL AÑO, EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	97
FIGURA 48. ABUNDANCIA DE <i>Pleuromamma abdominalis</i> POR A) CAMPAÑA DE MUESTREO, B) EN LATITUD 27-30°N, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	103
FIGURA 49. ABUNDANCIA ESTACIONAL DE <i>Pleuromamma abdominalis</i> POR A) ÉPOCA DEL AÑO, B) EN LATITUD 27-30°, C) 24-27°N Y D) 21-24°N.....	105
FIGURA 50. VARIACIÓN ESTACIONAL DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON Y DE LA PROPORCIÓN DE ESPECIES TROPICALES EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991).....	108
FIGURA 51. CICLO ESTACIONAL DEL PLANCTON EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (1984-1991).....	116

## RELACION DE TABLAS

TABLA 1. DATOS GENERALES DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DE 1984 A 1991. N= NO. DE ESTACIONES OCUPADAS. ....	24
TABLA 2. NÚMERO DE OBSERVACIONES POR CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA Y POR LATITUD DE: TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM), BIOMASA DE ZOOPLANCTON (BZ), MICROFITOPLANCTON (MF) Y NANOFITOPLANCTON (NF). SD= SIN DATO. SM= SIN MUESTREO. ....	30
TABLA 3. ANDEVA MULTIFACTORIAL POR CAMPAÑA DE LA TSM EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C. (1984-1991).....	36
TABLA 4. ANDEVA ESTACIONAL MULTIFACTORIAL DE LA TSM EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C. (1984-1991).....	39
TABLA 5. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C. (1984-1991).....	40
TABLA 6. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C. (1984-1991).....	42
TABLA 7. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE MICROFITOPLANCTON, POR FRACCIÓN DE TAMAÑO (1984-1991).....	47
TABLA 8. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE NANOFITOPLANCTON, POR FRACCIÓN DE TAMAÑO (1984-1991).....	47
TABLA 9. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE MICROFITOPLANCTON, POR FRACCIÓN DE TAMAÑO (1984-1991).....	51
TABLA 10. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE NANOFITOPLANCTON, POR FRACCIÓN DE TAMAÑO (1984-1991).....	51
TABLA 11. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN. VALORES RESALTADOS SON SIGNIFICATIVOS ( $P < 0.05$ ). MF= MICROFITOPLANCTON, NF= NANOFITOPLANCTON, TSM= TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR, BZ= BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA. SD= SIN DATOS. ....	52
TABLA 12. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE COPÉPODOS PELÁGICOS ENCONTRADAS A LO LARGO DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO (1984- 1991).....	61
TABLA 13. AFINIDAD BIOGEOGRÁFICA DE LOS COPÉPODOS PELÁGICOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. NÚMERO DE ESPECIES POR CRUCERO. ....	68
TABLA 14. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA DIVERSIDAD (H') EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	73
TABLA 15. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD (H') EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	75
TABLA 16. ESPECIES CLAVE DE LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	90
TABLA 17. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Acartia danae</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	92
TABLA 18. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Acartia danae</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	94
TABLA 19. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Calanus pacificus</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	96
TABLA 20. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Calanus pacificus</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	98
TABLA 21. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Euchaeta marina</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	100
TABLA 22. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Euchaeta marina</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	102
TABLA 23. ANDEVA MULTIFACTORIAL MENSUAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Pleuromamma</i> <i>abdominalis</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	104
TABLA 24. ANDEVA MULTIFACTORIAL ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE <i>Pleuromamma abdominalis</i> EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991). ....	105

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico nacional por apoyar el desarrollo de los siguientes proyectos de investigación, a partir de los cuales se obtuvo la información planctológica que se presenta en este trabajo: *Plancton del Noroeste de México* (DEPI 86804), *Investigaciones Ecológicas del Plancton del Noroeste de México* (DEPI 842567), *Caracterización de la Zona de Transición Templado-Tropical del Pacífico Mexicano, con base en las Comunidades Planctónicas* (DEPI 874264), *Estudio Planctónico en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Pacífico, frente a Baja California Sur* (DEPI 903361).

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, por las facilidades y apoyo recibidos en el desarrollo de la investigación y en la elaboración del manuscrito.

A los sucesivos equipos de trabajo del CICIMAR que intervinieron en la planeación y ejecución de actividades de campo y laboratorio relacionados con los proyectos de investigación entre 1984 y 1991.

Al CoSNET por el financiamiento complementario para el desarrollo del proyecto *Caracterización de la Zona de Transición Templado-Tropical del Pacífico Mexicano, con base en las Comunidades Planctónicas* (Clave 638.87).

Al CONACyT por complementar el financiamiento para desarrollar el proyecto *Estudio Planctónico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico, frente a Baja California Sur* (Clave D112-904620), por el tiempo del buque *B/O El Puma* para llevar a cabo los cruceros oceanográficos, sin el cual no hubiera sido posible la investigación y por el apoyo económico a través de una beca para efectuar estudios de doctorado.

A la Secretaría de Marina, Armada de México, por el apoyo en el uso de sus buques oceanográficos *B.H. Mariano Matamoros* y *B.H. Altair*, así como de los Guardacostas *González Ortega*, *Santos Degollado* y *Zamora*.

Al Dr. Mark Ohman de la Colección de Invertebrados del Grupo de Investigación de la Vida Marina (MLRG, por sus siglas en inglés) de Scripps Institution of Oceanography (SIO) de la Universidad de California, E.U.A., por permitirme emplear la colección de copépodos en la verificación de la identificación de algunas de las especies obtenidas en la zona estudiada.

Al Dr. Taisoo Park, de SIO, por su invaluable ayuda en la confirmación de la identificación de ejemplares de la familia Metridiidae.

A la Dra. Janet Reid, Dr. Frank Ferrari, Dr. Chad Walter y Dr. Thomas E. Bowman (q.e.p.d.) del Museo Nacional de Historia Natural (NMNH, por sus siglas en inglés) del Smithsonian Institution en Washington, D.C., E.U.A., por su ayuda en la obtención de las descripciones originales de varias de las especies de copépodos encontradas en la zona de estudio.



Al Biólogo Marino Francisco Gómez Ochoa y M. en C. Gerardo Verdugo Díaz por hacer disponibles sus datos inéditos de abundancia de fitoplancton en la costa occidental de Baja California y que son empleados en este trabajo.

Al Biólogo Andrés Levy Pérez por instruirme en el uso del programa Surfer, así como por auxiliarme en la solución de problemas técnicos de software y hardware.

A los doctores Virgilio Arenas Fuentes, Eduardo Suárez Morales, Nicolás Alvarez Cadena, Manuel Elías Gutiérrez, Michel Hendricks Reners, César Flores Coto y la doctora Martha Signoret Poillon, miembros de la Comisión Revisora por sus observaciones y sugerencias no solo en el mejoramiento del documento de tesis, sino por su sentido crítico a lo largo del proceso de revisión.

Al doctor Eduardo Suárez Morales por la dirección de este trabajo a lo largo del desarrollo de los estudios de doctorado, por su ánimo y estrecho seguimiento de la evolución de la tesis y por no perder la paciencia.

Al doctor Virgilio Arenas Fuentes, mi Tutor Académico en el ICMYL durante los estudios de doctorado, por su apoyo y las fructíferas charlas que tuvimos a lo largo de mi estadía en su laboratorio y, especialmente, al final de la elaboración de este documento.

A mis amigos Alfonso Esquivel Herrera y Ruth Soto Castor por su incondicional apoyo en todo momento. Mi más leal gratitud.

## RESUMEN

Se analizan los cambios estacionales e interanuales ocurridos en la comunidad de copépodos pelágicos en el lapso 1984-1989 en el Pacífico del noroeste de México (31°N 118°W a 22°N 108°W), a partir de 511 muestras obtenidas en once campañas oceanográficas. Se determinó la riqueza específica del grupo y su abundancia para posteriormente hacer el estudio de la estructura y dinámica de la comunidad, mediante el análisis cuali y cuantitativo de sus variaciones en espacio y tiempo, asociadas a las condiciones ambientales en la zona estudiada. Este estudio representa uno de los mayores esfuerzos para comprender el papel y la dinámica del grupo más abundante del zooplancton en una zona cuya dinámica estacional e interanual es más intensa de lo que otros estudios han mostrado. Las variables ambientales consideradas en la caracterización de la zona de estudio fueron la temperatura superficial del mar, el patrón térmico y sus anomalías, el índice de surgencias de Bakun, la biomasa zooplanctónica y el fitoplancton. Cada una reflejó estacionalidad en su patrón de variación, así como un efecto de latitud. El análisis interanual de estas variables permitió detectar diferencias atribuibles a episodios de calentamiento y enfriamiento de las aguas; a su vez, estos episodios influyeron en la estructura y la dinámica de la comunidad de copépodos. Como resultado de esta interacción se identificó a un grupo recurrente de especies cuya abundancia y distribución espacio-temporal las ubica como elementos útiles en la detección de estos cambios: *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Candacia curta*, *Corycaeus speciosus*, *Pareucalanus sewelli*, *Subeucalanus subcrassus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Pleuromamma abdominalis*, *Rhincalanus nasutus* y *Scolecithrix danae*. Sin duda, *Calanus pacificus* fue la especie de mayor interés en este sentido. El análisis mostró la relevancia de las especies de afinidad tropical en la zona a lo largo del periodo comprendido, al constituirse entre el 46 y 69% de la comunidad. El área de estudio, al estar dentro de la zona de transición subártica-subtropical, estuvo sometida a la influencia del sistema de la Corriente de California y de aguas ecuatoriales centrales, lo que promovió que estuvieran constantemente presentes las especies tropicales. El análisis estadístico mostró que la variabilidad de la comunidad estuvo relacionada al componente estacional del ambiente, al encontrarse concordancia entre los cambios de la comunidad y los de temperatura superficial, biomasa zooplanctónica y fitoplancton; esas variaciones se difundieron latitudinalmente ya que la magnitud de los cambios fue distinta en sentido nortesur. Se hizo evidente que la riqueza de especies y la diversidad de la comunidad fueron afectadas por los cambios interanuales del ambiente y, que el grupo de especies recurrentes reflejó la complejidad ecológica del área de estudio. En particular el predominio de *C. pacificus* representó la magnitud de la influencia de la Corriente de California y la capacidad de la especie para permanecer en ambientes que, eventualmente, son adversos para su permanencia en la zona de estudio.

# THE PELAGIC COPEPOD COMMUNITY AT THE PACIFIC COAST OF THE BAJA CALIFORNIA PENINSULA (1984-1989)."

## ABSTRACT.

Results on seasonal and interannual changes of the pelagic copepod community are shown for the 1984-1989 period at the northwestern mexican Pacific (31°N 118°W to 22°N 108°W). 511 samples from eleven oceanographic cruises were analyzed; abundance and species richness of the copepoda was determined as the basis for structure and dynamics of the community analysis. This is a major effort to know and to understand the dynamics of the most abundant zooplankton group in a zone which seasonal and interannual changes was more intense than previous studies has shown. The environment variables used to characterized the study area were sea surface temperature and their anomalies, Bakun's upwelling index, zooplankton biomass and phytoplankton abundance. Each one shown seasonal pattern and north-south differences. The interannual analysis of the variables shown differences which could be linked to warming and colling events of the sea water; also this episodes influenced on the structure and dynamics of the copepod community. As a result of that interaction a recurrent group of species was identified; their abundance and time-space distribution were associated to those environmental changes. *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Candacia curta*, *Corycaeus speciosus*, *Pareucalanus sewelli*, *Subeucalanus subcrassus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Pleuromamma abdominalis*, *Rhincalanus nasutus* and *Scolecithrix danae*. Undoubtedly, *Calanus pacificus* was the most important species. The biogeographic analysis shown the importance of tropical species in the study area for all study period: constituted 46-69% of the community. The study area belongs to a subarctic-subtropical transition zone, because of that the California Current System and equatorial water influenced the community structure, and specially the tropical species. The statistical analysis showed that community variation was related to seasonal factor; there were coincidence between changes of the community and sea surface temperature, zooplankton biomass and phytoplankton abundance; these variations were of distinct magnitude from north to south. It is evident that species richness and diversity of the community were influenced for interannual environmental changes and, that recurrent species group shown ecological complexity of the study area. The domain of *C. pacificus* represented the magnitude of the California Current influence, as well as species capability to inhabit environments that, eventually, become negative to allows its permanence at the study area.

## 1. INTRODUCCION.

El estudio del zooplancton en la costa occidental de Baja California es una actividad que ha sido llevada a cabo desde 1949 por la organización CalCOFI (California Cooperative Fisheries Investigations), la SEPESCA (actualmente SEMARNAP) y el CICIMAR. Los propósitos de los estudios de esas instituciones fueron enfocados a la resolución de distintos problemas; no obstante, el común denominador fue el de medir la magnitud de las respuestas del ecosistema marino a la variabilidad física del océano en tiempo y espacio. Así, durante muchos años fueron registrándose datos de la física y biología del océano que ahora permiten establecer el nivel de la variabilidad biológica respecto a la del medio ambiente, más allá de la escala estacional.

La variabilidad de las condiciones físicas de la Corriente de California (CC), que baña las costas mexicanas de la península de Baja California, es ahora conocida con mayor precisión que su variabilidad biológica. Esta situación se ha dado fundamentalmente por las limitaciones de muestreo (cobertura, frecuencia), ya que la velocidad a que se obtienen los datos biológicos es generalmente menor (mención aparte es la gran demanda de fondos para llevar a cabo el trabajo en campo) y a que es administrada políticamente por dos países con estructuras económicas muy distintas.

Los resultados obtenidos han mostrado que existe correspondencia entre el aumento o descenso de las poblaciones de algunas especies de peces de importancia comercial con pronunciadas variaciones de las características física del agua marina. Sin embargo, de la base alimenticia que soporta a las poblaciones meroplanctónicas en el sistema de la CC la información disponible está fragmentada en espacio y tiempo, lo que hace difícil estimar el nivel de variación biológica y su asociación con los cambios ambientales.

Una de las comunidades biológicas más importantes es la del zooplancton, considerado como un importante eslabón entre los productores primarios y los consumidores secundarios en la cadena trófica epipelágica; de ellos, el componente más numeroso de esta comunidad es el grupo de crustáceos conocido como Copepoda, y que en este trabajo es la materia de análisis.

La hipótesis de trabajo se refiere a la variabilidad del taxón en función de las condiciones estacionales y latitudinales de once campañas oceanográficas efectuadas entre 1984 y 1989 en la costa occidental de la península de Baja California. Adicionalmente se integraron al análisis los datos de una más realizada en 1991. Para probar la hipótesis, se desarrollo un protocolo para el análisis de muestras en laboratorio, elaboración de bases de datos y análisis estadísticos, que permitieron resolver los objetivos planteados en la investigación.

Los resultados están plasmados en tres capítulos, con sus respectivas secciones de discusión y conclusiones; el cuarto capítulo contiene la discusión general. El primer capítulo aborda el marco ambiental en que se llevaron a cabo las campañas oceanográficas; aquí se consideraron la temperatura superficial de mar (TSM) medida en cada crucero para obtener las condiciones locales a lo largo del periodo de estudio y la serie histórica contenida en el CD ROM COADS Data Set de la NOAA para el patrón mensual de variación y sus anomalías, de 1980 a 1990. Se consideró el índice de surgencias de Bakun y su anomalía para el mismo lapso de la

temperatura superficial. La abundancia de fitoplancton y de biomasa zooplanctónica fueron dos variables biológicas incluidas en este esquema ambiental, de manera que los resultados de este capítulo proporcionan un marco de referencia sobre el cual los datos de la comunidad de copépodos fueron contrastados.

El capítulo siguiente contiene los resultados de la comunidad: composición del elenco sistemático, la relación abundancia-diversidad y la composición biogeográfica de las especies encontradas en cada campaña. El tercer capítulo está enfocado al análisis ecológico de la información obtenida, de manera que se determinó la variación en espacio y tiempo de la diversidad de especies, se caracterizó a la comunidad de copépodos y se identificó al grupo de especies recurrentes que por su importancia son relevantes en la conformación de la taxocenosis. Finalmente, un cuarto capítulo contiene las consideraciones generales y recapitula los hallazgos relevantes en los tres primeros apartados, de manera que se establece el nivel de resolución de la hipótesis de trabajo.

## 2. ANTECEDENTES

Los copépodos son los crustáceos más abundantes del zooplancton marino. Tienen una notable diversidad de formas, estructuras y estrategias de reproducción, alimentación, permanencia y desplazamiento a lo largo de la columna de agua; ello les ha permitido convertirse en un grupo muy exitoso en los ambientes acuáticos.

Existen aproximadamente 13,000 especies de copépodos conocidos (Bourguet et al. 1993); son crustáceos pequeños que carecen de ojos compuestos y de caparazón. Su cuerpo está usualmente dividido en una parte anterior (cefalotórax) y una posterior (abdomen) separadas por una articulación. Con una excepción, los somitas postgenitales carecen de apéndices (género *Limnocletodes*). La primera antena es frecuentemente más larga que los otros cinco apéndices cefálicos: los cuatro apéndices torácicos son patas natatorias birrámeas y el quinto par está reducido, tiene dimorfismo sexual en grado variable y frecuentemente es unirrámeo. Las hembras usualmente llevan sus huevos en uno o dos sacos; el desarrollo de los copépodos está representado por una serie de estadios naupliares y copepoditos (I a V), (Russel-Hunter 1979, Kaestner 1970).

La mayoría de los copépodos de vida libre pertenecen a los órdenes Calanoida, Cyclopoida, Poecilostomatoida y Harpacticoida; son librenadadores o bénticos, aunque hay algunas formas parásitas en Cyclopoida. En el Orden Monstrilloida, las larvas y juveniles parasitan invertebrados y son formas libre nadadoras en la etapa adulta.

Los copépodos planctónicos pueden ser herbívoros, carnívoros, detritívoros u omnívoros. Los herbívoros pueden dominar en número y biomasa al zooplancton constituyendo así un importante eslabón entre los productores primarios (fitoplancton) y los niveles tróficos superiores (Davis, 1984). Los copépodos calanoides de vida libre se alimentan de otros organismos planctónicos; es común que las formas batipelágicas (400 a 3000 m de profundidad) sean depredadores activos (Brodsky, 1950).

Las especies depredadoras difieren marcadamente en la estructura y armamento de las partes bucales con respecto a la de los otros calanoides. Las partes bucales de tipo depredador están particularmente bien desarrolladas en las familias Euchaetidae, Candaciidae y Pontellidae, entre otras (Brodsky, 1950; Anraku y Omori 1963; Fleminger y Hulsemann 1974; Turner 1978; Ohtsuka et al. 1987, Park, 1995).

Se ha determinado que varias especies de copépodos se encuentran asociados a ciertas masas de agua, lo que los ubica como valiosos indicadores biológicos de masas de agua (Björnberg, 1981). La ventaja de los organismos vivos sobre los índices hidrológicos como indicadores es particularmente evidente en situaciones como las que se presentan en regiones afectadas por procesos de mezcla, corrientes de breve duración o procesos similares (Brodsky, 1950).

Para la costa occidental de México y el Golfo de California, el trabajo que puede considerarse como el pionero fue del alemán Wilhelm Giesbrecht en 1895, el cual se basa en especímenes

obtenidos a bordo del buque de vapor "Albatross" durante la última década del siglo XVIII. En este trabajo se describen especies distribuidas en el estrato superficial, como los pontélidos y calanoides y constituyen uno de los primeros registros que se tienen sobre estas especies. Estas fueron dadas a conocer en distintos números de los Atlas de la serie *Systematik und Faunistik der Pelagischen Copepoden*.

Al inicio del presente siglo, en la zona de San Diego, California., Esterly (1905, 1911, 1924) publicó reportes sobre la fauna copepodológica en el ambiente pelágico, gran parte de la cual tiene una distribución que comprende aguas mexicanas.

Posterior a estas publicaciones, tuvieron que transcurrir 24 años para que en la literatura aparecieran nuevas contribuciones sobre el grupo de copépodos; Brodsky (1950) publicó un extenso trabajo sobre el taxón, abarcando desde el casquete polar hasta algunas zonas de la Corriente de California que bañan las costas mexicanas. A partir de aquí, y debido a que no hay registros sistemáticos de la distribución y abundancia del grupo, los trabajos han sido de muy diversa cobertura espacial y no siempre se han identificado a las especies presentes.

En la década de los 60's, las publicaciones de Grice (1961) y Fleminger (1964, 1967) describieron la distribución y diversidad del grupo desde la zona tropical-ecuatorial hasta la zona de origen de la Corriente de California, ampliando así el conocimiento de los copépodos en nuestra área de estudio. Longhurst (1967) efectuó un análisis ecológico de la diversidad y estructura de la comunidad zooplanctónica; enfatizó el papel de los copépodos en una región con cambios termohalinos importantes inducidos, entre otros factores, por el sistema de corrientes superficiales y subsuperficiales, en la costa occidental de Baja California y la zona vestibular del Golfo de California.

Durante la década siguiente, la intensidad del esfuerzo en el estudio del zooplancton en general y de los copépodos de la región en particular, quedó asentada en los trabajos de Bowman y Johnson (1973) sobre la distribución de los calanoides en la región de la Corriente de California. Fleminger y Hulsemann (1973, 1974) incursionaron en el análisis comparativo biogeográfico y evolutivo de algunas familias y especies de la zona. Zamora-Sánchez (1974) fue de las primeras mexicanas en abordar el problema de la descripción de especies en el Golfo de California, y lo hizo con el género *Acartia*.

Fleminger (1975) profundizó sobre las divergencias morfológicas y distribuciones geográficas de los pontélidos, de tal modo que diferenció el conjunto de especies presentes en el Golfo de California y la región de la Corriente de California. Peterson et al. (1979) fueron de los primeros en estudiar al grupo en localidades altamente dinámicas como lo son las zonas de surgencia y contribuyeron a comprender los mecanismos que les ayudan a mantenerse como población.

En la década de los 80's, la participación nacional en estudios de plancton y en el análisis de la distribución y abundancia de los copépodos es notoria. Alameda (1980) publicó un extenso registro taxonómico de los copépodos pelágicos del Pacífico Tropical de México. Dawson y Knatz (1980) publicaron claves ilustradas para identificar especies presentes en la región de San Diego.

McGowan y Miller (1980) llevaron a cabo un estudio de la ecología de la comunidad de

copépodos y otros grupos con larvas de peces pelágicos; emplearon datos de la organización CalCOFI. Loeb et al. (1983) abordaron el estudio del patrón de abundancia de algunas especies de copépodos en la región de la Corriente de California. En este contexto, Hernández-Trujillo (1985) efectuó un estudio sobre la riqueza y distribución de copépodos pelágicos frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur. Brinton et al. (1986) llevaron a cabo un amplio trabajo sobre las características de la biota planctónica en el Golfo de California, y resaltaron el papel de los copépodos como pieza fundamental de la estructura y dinámica de la comunidad.

Para la misma región, Zamora-Sánchez y Gómez-Aguirre (1986) incrementan el número de especies al describir una especie del género *Acanthcartia*. Asimismo, para la costa occidental de Baja California Sur, Hernández-Trujillo (1987) analizó la estructura de la comunidad y el patrón de abundancia. Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1988) presentaron un estudio semejante para el Golfo de California. En esta última zona, Deets y Benz (1988) incrementan el número de especies de copépodos parásitos de peces, al describir al macho y hembra de *Lernanthropinus nematistii* y *Caligus tenuifurcatus*.

Al final de la década, se publicó un gran número de trabajos sobre aspectos ecológicos y de riqueza de especies de los copépodos, especialmente en la costa occidental de Baja California. Así, Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo (1989) efectuaron un estudio sobre la relación de las características hidrográficas de la zona con la comunidad de copépodos. Hernández-Trujillo (1989a, 1989b) identificó las especies de la zona y estableció relaciones interespecíficas y del grupo con condiciones ambientales del área de estudio. Walter (1989) introduce nuevos criterios de identificación de especies de copépodos calanoides, especialmente de *Pseudodiaptomus* que incrementan las listas taxonómicas locales.

A partir de 1980 se observó un fuerte impulso a utilizar métodos y equipos más sofisticados de muestreo en zonas más allá de la región mesopelágica, llegando, incluso, al piso marino. Los trabajos resultantes de éstas nuevas facilidades tecnológicas son principalmente de tipo taxonómico. Así, Fleminger (1983) publicó la descripción de *Isaacsicalanus paucisetus* obtenido en una zona de ventilas hidrotermales.

Con todo este acervo, en la presente década, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR, 1991) llevó a cabo estudios extensivos sobre el plancton en la Zona Económica Exclusiva mexicana frente a Baja California Sur, en el que recapituló parcialmente las listas taxonómicas de las especies planctónicas presentes, así como su distribución y abundancia. Parte de este esfuerzo quedó plasmado en los trabajos de Hernández-Trujillo (1991a, b, c) que están enfocados al análisis de la variación latitudinal de la diversidad de copépodos y la relación poblacional de *Calanus pacificus* con los cambios estacionales de la temperatura superficial del mar.

Paralelamente, Palomares-García (1991, 1992) efectuó trabajos que permitieron establecer ampliaciones de ámbito de una especie en el Golfo de California y conocer la riqueza y diversidad específica del grupo en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Farfán y Alvarez-Borrego (1992) encontraron que en el Golfo de California, los copépodos calanoides son los organismos más abundantes a lo largo del ciclo anual.



En la costa occidental de Baja California, Jiménez Pérez (1992) encontró que, en una zona de muestreo sobre el talud continental cercano a Punta Eugenia, la estructura termohalina vertical del agua es un factor importante en la distribución de la comunidad de copépodos al separarla espacial y temporalmente. En la zona de San Hipólito, Baja California, Cervantes-Duarte et al. (1993) establecieron que las condiciones de surgencia de esa zona influyen decisivamente en la estructura de la comunidad de los copépodos, así como en su distribución espacial, y provoca un transporte pasivo desde la costa hacia la zona oceánica.

Gómez-Gutiérrez y Hernández-Trujillo (1994) encontraron que el frente oceánico de Cabo San Lucas, B.C.S., separa efectivamente a las comunidades tropicales de copépodos de las templadas. Hernández-Trujillo (1994a, b) efectuó un reconocimiento de las especies tropicales de la familia Pontellidae en la zona de confluencia del Golfo de California y el océano Pacífico, encontrando diferencias en el número y abundancia de especies entre ambas zonas.

Park (1994) publicó un extenso trabajo que incluye la distribución geográfica del género batipelágico *Paraeuchaeta*, y encontró que en el área de la Corriente de California, la presencia de estas especies está asociada a zonas de alta productividad. En la zona de la península de Baja California, Esqueda-Escárcega y Hernández Trujillo (1995) encontraron que la distribución espacial y abundancia de larvas de peces batilágidos están asociados a los distintos niveles de complejidad de la estructura de la comunidad de copépodos. En el marco de la estimación de la biodiversidad planctónica marina, Palomares et al. (1988) publicaron un catálogo de las especies de copépodos pelágicos, el cual se constituye en la referencia taxonómica más importante para el Pacífico de México.

Hernández-Trujillo (1995) señaló que la riqueza de especies, su distribución y abundancia en la Costa Occidental de Baja California, tienen cambios interanuales ligados a la dinámica hidrológica regional. Gómez-Gutiérrez et al. (1995) establecieron que la estructura de las comunidades de copépodos y eufáusidos está íntimamente relacionada con la presencia y/o ausencia de larvas de clupeidos en la región. Palomares-García y Gómez-Gutiérrez (1996) abordaron el cambio que presentó la comunidad copepodológica en Bahía Magdalena durante el fenómeno de El Niño 1983-84.

Recientemente, el estudio de la abundancia y presencia de algunas especies de copépodos en regiones influenciadas por la Corriente de California, Perú-Chile y Benguela, han mostrado que los cambios de densidad y de distribución espacial están asociados a la variabilidad climática. En este sentido McGowan y Miller et al. (1996) plantearon la necesidad de valorar si esos cambios son promotores de ganancia o pérdida de biodiversidad, además de establecer si el cambio de la jerarquía de las especies en la estructura de la comunidad es un factor determinante en la cadena alimenticia del ecosistema pelágico.

En la zona de estudio, los cambios de la TSM han sido asociados a la variabilidad de la abundancia de especies pelágicas, ya sea promoviendo su abundancia o bien abatiéndola; ejemplo de esto es el caso de la sardina monterey (Lluch-Belda et al. 1992, Hernández-Vázquez 1995). Aunado a éste factor se encuentra también el evento oceanográfico de El Niño, que propicia cambios muy notables de abundancia y distribución de la fauna y flora. En la década de los 80's éste fenómeno oceanográfico fue muy importante, especialmente en 1982-83, por el impacto que tuvo en las poblaciones pelágicas, nectónicas y bénticas de la región de la CC

(McGowan et al. 1996).

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances actuales que se tienen en el conocimiento de la diversidad de copépodos y en la manera en que la taxocenosis se comporta en el tiempo y espacio, permiten asomarnos a los procesos que caracterizan estacional y geográficamente al taxón más abundante del zooplankton en aguas del Pacífico mexicano. En esta caracterización intervienen los niveles de abundancia, la riqueza de especies, la distribución espacial y la afinidad biogeográfica.

Para el Pacífico de México no existe un trabajo reciente donde esté plasmada la distribución y abundancia de los copépodos pelágicos, su riqueza de especies y su diversidad en un marco geográfico y temporal; resolver esto lo cual fue uno de los principales objetivos de este trabajo.

Se sabe que la zona de estudio es parte de una región de transición, localizada entre los giros subártico y subtropical. Desde el punto de vista biológico esto tiene gran interés ya que los frentes configuran latitudinal, estacional, horizontal y verticalmente la distribución de las especies de distintas afinidades biogeográficas.

En la zona de estudio la información disponible está fragmentada y es discontinua temporalmente, por lo que esta iniciativa pretende responder a preguntas como:

- ¿Cómo se conforma y transforma la comunidad de copépodos de la costa del Pacífico de Baja California intra e interanualmente?
- ¿Cuántas especies están presentes en el área de estudio y cual es su afinidad biogeográfica?
- ¿Cómo se caracteriza estacionalmente el área de estudio?

Se han documentado algunas de las características de la taxocenosis de copépodos pelágicos en la zona de estudio, pero existen deficiencias en el conocimiento sobre su riqueza específica y su estructura y de cómo ambas se ven afectadas por los cambios ambientales intra e interanuales. Este trabajo contribuye a subsanar esas deficiencias.

#### **Hipótesis.**

La comunidad de copépodos presenta un considerable nivel de variabilidad en su composición y abundancia horizontal en toda el área de estudio; esta variabilidad tiene un componente estacional y otro latitudinal y sus magnitudes se manifiestan intra e interanualmente por medio de cambios en la dominancia y distribución espacial y por la conformación de grupos de

especies recurrentes.

**Objetivo General:**

ANALIZAR LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA TAXOCENOSIS DE LOS COPEPODOS PELAGICOS EN LAS AGUAS DE PACIFICO DE BAJA CALIFORNIA, EN RELACION A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA REGION DURANTE EL PERIODO 1984-1989.

**Objetivos específicos:**

- 1.- DETERMINAR LA RIQUEZA ESPECIFICA DE LOS COPEPODOS EN EL AREA DE ESTUDIO.
- 2.- ANALIZAR LA ESTRUCTURA Y DINAMICA ECOLOGICA DE LA TAXOCENOSIS LOCAL DE LOS COPEPODOS.
- 3.- ANALIZAR LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA TAXOCENOSIS DE LOS COPEPODOS EN UN MARCO INTERANUAL (1984-1989).
- 4.- DETERMINAR EL EFECTO DE ALGUNAS VARIABLES AMBIENTALES EN LA COMUNIDAD DE LOS COPEPODOS DEL AREA DE ESTUDIO.

#### 4. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica entre los 31°N 118°W y 22°N 108°W (Fig. 1). La costa Occidental de Baja California Sur se encuentra influenciada por un flujo superficial de agua dirigido hacia el ecuador, que representa la parte noreste del giro anticiclónico que domina la circulación superficial en el Pacífico Norte (Sverdrup et al., 1942). Debajo de esta corriente, y sobre el talud continental, se desarrolla un contraflujo en dirección norte.

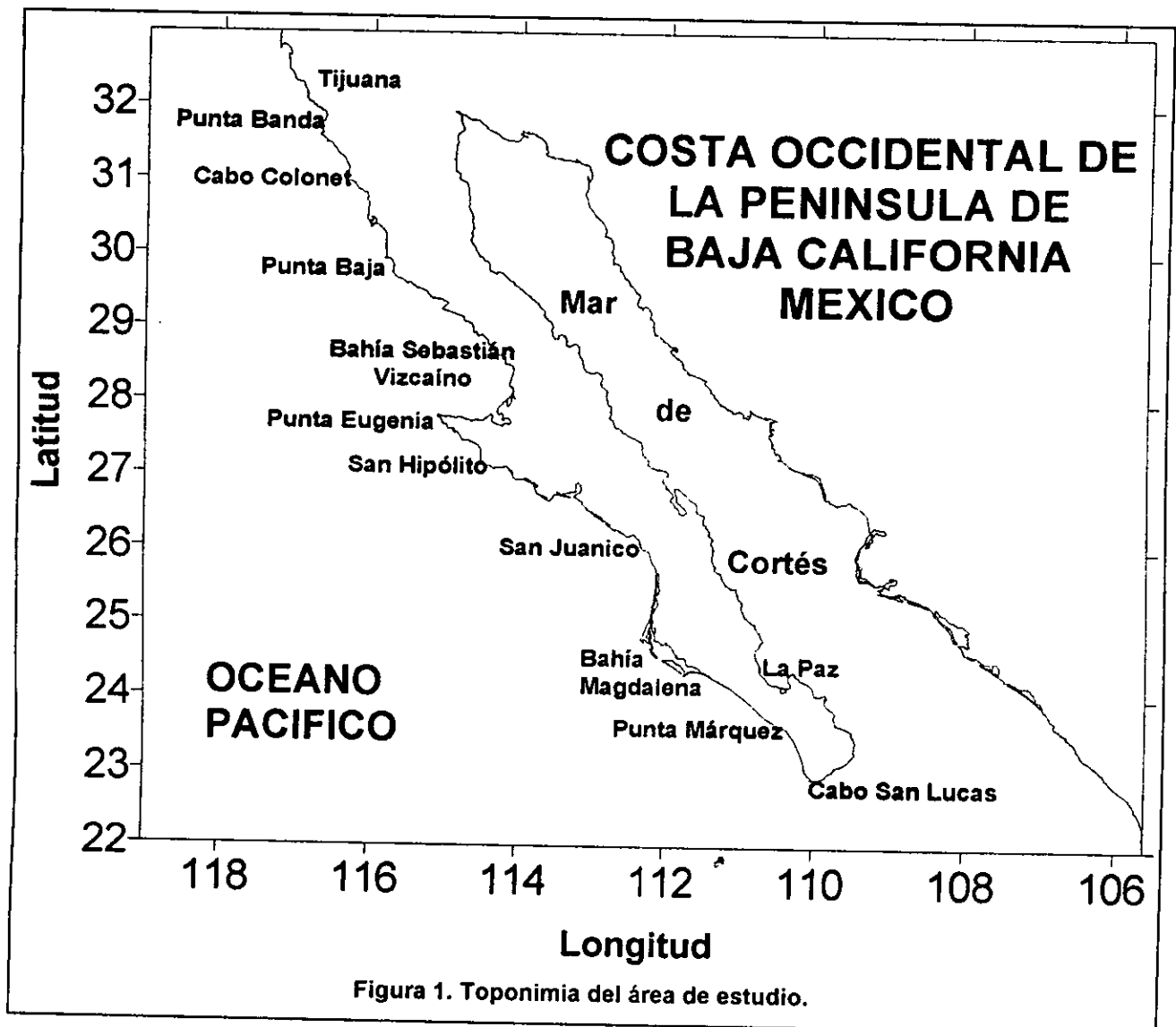
Este patrón de circulación superficial hacia latitudes bajas y contraflujo subsuperficial hacia latitudes altas es conocido como un Sistema de Corrientes de Frontera Este. En este caso el Sistema de la Corriente de California (CC) representa en el océano Pacífico nor-oriental a ese grupo de corrientes de frontera oriental. En el Pacífico, el viento a escala mayor está controlado por la posición e intensidad de cuatro centros de presión atmosférica (Fig. 2); sus reacomodos y cambios de intensidad definen las características promedio del viento en el Pacífico (Parés et al. 1997).

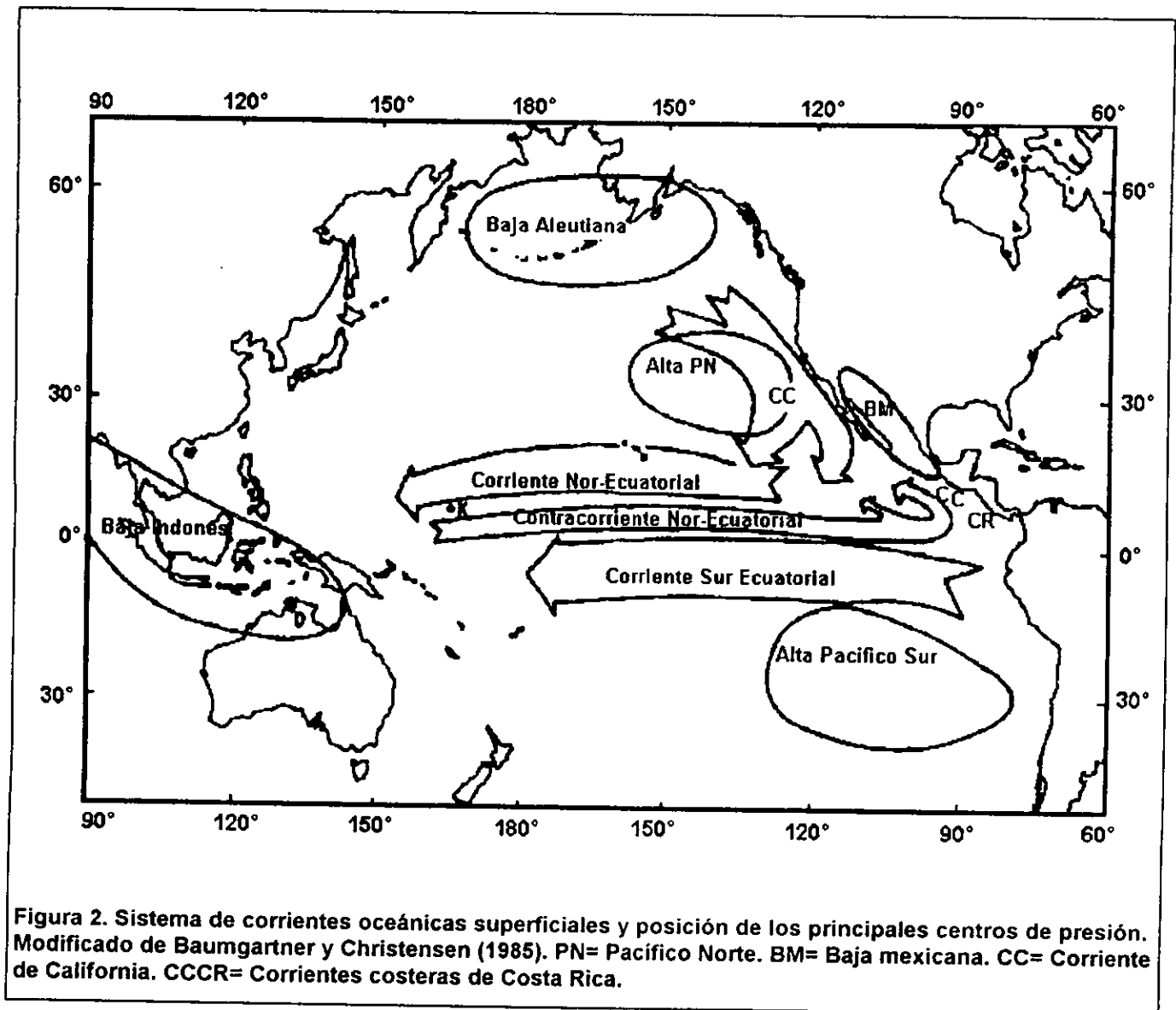
La CC está delimitada al norte por la Corriente Subártica y al sur por la Corriente nor-ecuatorial; la transición entre uno y otro sistema se hace en regiones de mezcla de características muy complejas, ya que también está el aporte a esas zona de transición de agua más caliente y densa proveniente del Golfo de California (Fig. 3).

De esta manera, la CC se puede dividir en tres zonas, de acuerdo al tipo de masas de agua involucrada: zona de agua subártica (San Francisco a Cabo Mendocino), zona de transición (Norte de baja California y sur de California) y zona de agua ecuatorial (Punta Eugenia a Cabo San Lucas) que es transportada por la Corriente Costera de Costa Rica (Parés et al. 1997; Badán 1997).

La Corriente de California nace arriba de los 40° N y representa la extensión de la Corriente de las Aleutianas (Sverdrup et al., 1942). La masa de agua que la caracteriza en esa zona es del tipo subártico; sin embargo en su desplazamiento hacia el sur, cruza por regiones con características topográficas y de insolación muy diferentes a las de su origen. De esta manera, por la mezcla con otras aguas, por calentamiento y evaporación, poco a poco su identidad subártica se pierde y el porcentaje de agua subtropical se incrementa progresivamente hacia el sur y hacia el Oeste (Reid et al. 1958).

Sobre gran parte del Sistema de la Corriente de California, de primavera a otoño, los vientos presentan un componente del Norte, que tiende a impulsar a las aguas hacia el sur. En invierno, este componente se debilita o se invierte y se desarrolla entonces una contracorriente superficial que fluye de Baja California hasta el Sur de Punta Concepción (Reid et al., 1958).





El ajuste estacional de los vientos dominantes en la CC está dado a su vez por el del centro de alta presión del Pacífico Norte; la combinación viento local-costa hace posible un apilamiento de agua en la costa que genera, por balance geostrófico, una contracorriente que es conocida como Contra Corriente de California; ésta a su vez, debido a los cambios locales, estacionales y a su profundidad recibe varios nombres: Corriente de Davidson si ocurre al norte de Punta Concepción; Contra Corriente del sur de California ó Giro semipermanente de la Bahía de California, si aparece inmediatamente al sur de Punta Concepción; Corriente Submarina cuando no llega a la superficie (Hickey, 1979).

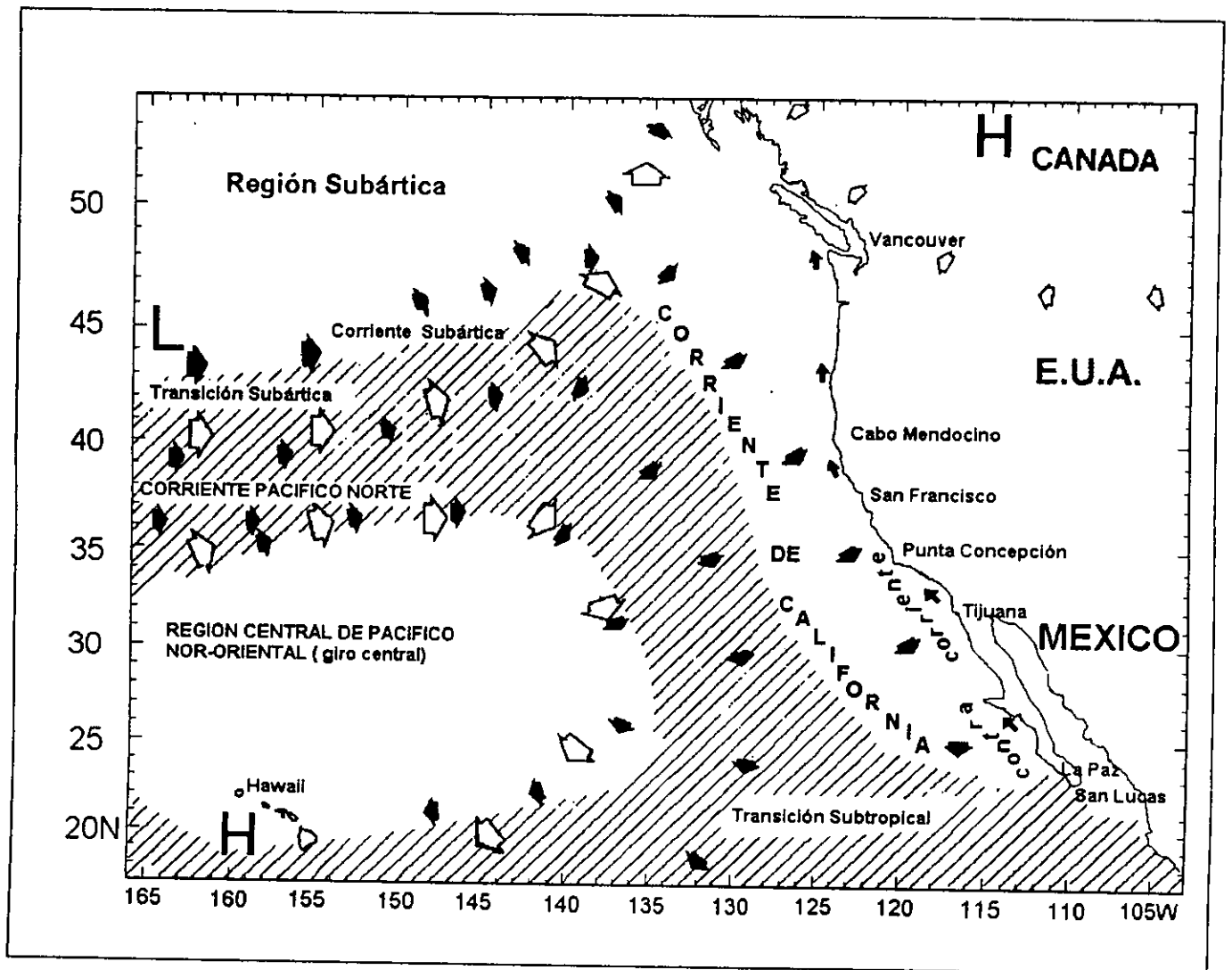
La variación estacional del campo de viento esta está dominada por la variación y movimiento de los sistemas de presión atmosférica antes mencionados desde los 25°N hasta los 40°N, por lo que el viento mensual promedio a lo largo del año es hacia el ecuador, favoreciendo el afloramiento de agua fría y rica en nutrientes. Durante el otoño y el invierno el centro de baja

presión Aleutiano es fuerte y los vientos se debilitan; en la primavera el bajo Aleutiano se debilita y se mueve al norte, causando la intensidad del anticiclón y su migración al norte. La baja presión térmica se intensifica y migra hacia el suroeste de Estados Unidos.

Posteriormente, el viento costero sopla persistentemente hacia el sureste y marca el inicio de las surgencias en la zona. El estudio de las surgencias en la costa occidental de Baja California fue hecho por Bakun y Nelson (1977) con base en los campos de viento estimados a partir de observaciones de barcos mercantes, encontrando que las surgencias más intensas se presentan entre marzo y junio. Para la estimación de la velocidad e intensidad de las surgencias se emplea un indicador del volúmen de agua transportado, conocido como el índice de surgencias de Bakun:

$$ISB = m^3/\text{segundo}/100 \text{ m de línea de costa}$$

La Corriente de California es reconocida biogeográficamente como una entidad particular muy compleja que contiene su propia biota cálido-templada y subtropical, que se encuentra influenciada por la Corriente del Pacífico Norte, el giro anticiclónico del Pacífico Central, y en una menor extensión, por la masa de agua ecuatorial (Brinton et al. 1986, Brinton y Reid, 1986).



**Figura 3. Sistema de la Corriente de California y su asociación con los vientos superficiales (flechas abiertas), corrientes superficiales (flechas solidas) y principales sistemas de presión atmosférica: Baja Aleutiana, alta del Pacífico norte y alta de norteamérica. Las zonas de transición están sombreadas. Modificado de Norton et al. 1985.**

Semina (1972) incluyó a California y Baja California dentro de la región de agua Tropical y agua parcialmente Ecuatorial del Hemisferio Norte. Beklemishev (1971), McGowan (1971) y van der Spoel y Pierrot-Bults (1979) por su parte, localizan a la región como parte de un centro de distribución faunística denominada Centro californiano, el que a su vez el propio Beklemishev (1971) lo incluye como parte de la denominada Masa de Agua Californiana. Para Loeb et al. (1983) el área de estudio forma parte de un régimen biológico-costero de la parte centro-meridional de Baja California.



## 5. MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo utilizando las muestras de zooplancton obtenidas en los cruceros oceanográficos efectuados en la costa occidental de la península de Baja California en el periodo 1984-1989, y septiembre de 1991; la Tabla 1 se muestra la información relativa a estas campañas. Al final del capítulo, en la figura 4 (a-I) se presentan los mapas ilustrando la posición geográfica de las estaciones de muestreo analizadas. Como se observa en el número de estaciones ocupadas en cada crucero fue distinto debido a que el tiempo de buque disponible en cada campaña era distinto, a las condiciones meteorológicas que impidieron cubrir toda el área programada, por pérdida ó daño del equipo científico y por averías en los propios buques.

Tabla 1. Datos generales de los cruceros oceanográficos empleados en el estudio de 1984 a 1991. N= No. de estaciones ocupadas.

CAMPAÑA	FECHA	N	BUQUE
CICIMAR 8401	20-27 ENERO/1984	51	B.H. MARIANO MATAMOROS
CICIMAR 8405	26 MAYO - 7 JUNIO/1984	68	B/O EL PUMA
CICIMAR 8505	23 MAYO - 9 JUNIO/1985	43	B.H. MARIANO MATAMOROS
CICIMAR 8508	23 AGOSTO - 2 SEPTIEMBRE/1985	48	B/O EL PUMA
CICIMAR 8605	26 MAYO - 7 JUNIO/1986	61	B/O EL PUMA
CICIMAR 8606	15-21 JUNIO /1986	28	B.D. G-1 ZAMORA
CICIMAR 8608	9 - 24 AGOSTO/1986	23	G.C. SANTOS DEGOLLADO
CICIMAR 8611	17 - 26 NOVIEMBRE/1986	59	G.C. J. GONZALEZ ORTEGA
CICIMAR 8707	10 - 17 JULIO/1987	39	B/O EL PUMA
CICIMAR 8710	9 - 16 OCTUBRE/1987	62	B/O EL PUMA
CICIMAR 8807	24 JULIO - 5 AGOSTO/1988	40	B/O EL PUMA
CICIMAR 8906	22 - 29 JUNIO/1989	38	B/O EL PUMA
CICIMAR 9109	16 - 23 SEPTIEMBRE/1991	26	B.H. ALTAIR

El procedimiento de obtención y preservación de las muestras fue el descrito por Smith y Richardson (1977) y que básicamente consistió en el arrastre oblicuo (225-0 m, en promedio) de una red gemela ("bongo") provista de flujómetros digitales y de mallas filtrantes de 333 y 505µm. La manga empleada para el estudio fue en todos los casos la de 505µm.

El proceso de separación y preclasificación de los organismos fue el señalado por Hernández-Trujillo (1991a, b) y Fleminger (1967a). Posteriormente se procedió a su identificación, de acuerdo a los criterios de Brodsky (1950), Esterly (1905, 1911 y 1924), Fleminger (1967b, 1975), Grice (1961), Johnson (1935), Kasturirangan (1963), Mori (1964), Rose (1933), Tanaka (1964), Tanaka y Omori (1971), Uye (1982) y Zamora-Sánchez (1974).

Después se contaron todos los organismos por especie en la muestra. En algunos casos, para evidenciar y confirmar rasgos morfológicos taxonómicamente distintivos, se llevaron a cabo disecciones; se emplearon agujas entomológicas del número 3 y el microscopio óptico. En algunos casos, las especies fueron identificadas por especialistas de la colección de invertebrados del Marine Life Research Group de Scripps Institution of Oceanography y del Smithsonian Institution.

Para determinar los grupos de especies recurrentes se empleó la técnica estadística multivariada denominada Análisis de Componentes Principales (ACP), en las que las abundancias específicas se ordenan en una matriz y se transforman sus valores a logaritmo base 10 ( $X+1$ ). Este método representa un conjunto numeroso de caracteres mediante un reducido número de variables hipotéticas llamadas componentes principales.

Estos componentes principales no están correlacionados entre sí y, por tanto, se interpretan independientemente unos de otros; el número de dichos componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al del número de éstos últimos. La contribución individual de un carácter (en este caso una especie) a un componente principal, está expresado por el coeficiente de regresión del componente con respecto a ese carácter.

Todos los caracteres contribuyen a todos los componentes, pero de manera diferencial, es decir, el carácter 1 puede ser un importante aporte para el primer componente, pero no para el 2. En la matriz de datos por campaña se eliminaron las especies que ocurrieron en una sola estación, debido principalmente a que el tener muchos ceros en la matriz de datos afecta los valores de los coeficientes de correlación y dificulta su interpretación.

Para medir el grado de complejidad de la taxocenosis de copépodos en la zona de estudio, se llevó a cabo el análisis de diversidad específica mediante el modelo de Shannon-Wiener (Ludwig y Reynolds, 1988; Omori e Ikeda, 1992).

La determinación de las especies clave se llevó a cabo tomando tres criterios: 1) frecuencia de aparición del 100% en las campañas oceanográficas, sin importar su distribución espacial; 2) la abundancia total más alta en cada mes y 3) el resultado del ACP de la comunidad mediante la formación de agrupamientos con mayor aporte a la varianza total.

El agrupamiento biogeográfico de las especies se efectuó tomando como base los estudios de Alameda (1980), Brinton et al. (1986), Brodsky (1950), Chen (1986), Dawson y Knatz (1980), Fleminger (1964, 1967b), Grice (1961), Mori (1964), Owre y Foyo (1967) y Tanaka (1964). Las clasificaciones encontradas son diversas y a menudo contradictorias ya que las especies estaban contemplada en más de un tipo biogeográfico. Para resolver esto se agruparon a las especies

empleando la caracterización más frecuente que en la literatura se encontró para cada una de las especies; a partir de este criterio se definieron los cinco grupos siguientes: Subártico, Transicional, Subtropical, Tropical, Ecuatorial y un apartado donde se contabilizaron las especies que en la literatura no son ubicadas biogeográficamente.

La biomasa zooplanctónica fue medida en cada crucero; se usó el método de volumen desplazado (Beers, 1981). Se le consideró una variable biológica dentro del marco ambiental general; los datos se usaron para establecer el nivel de variación global del zooplancton intra e interanualmente, así como su patrón estacional.

Los datos del fitoplancton que se emplearon fueron obtenidos de muestras colectadas en superficie con una botella Niskin de 1.8 l; los análisis cuantitativos fueron hechos con el método de Utermöhl (Hasle, 1978), obteniéndose la abundancia por fracción de tamaño: microfitoplancton (MP, células > 20 $\mu$ ) y nanofitoplancton (NP, células entre 5 y 20 $\mu$ ; Gómez-Ochoa y Verdugo Díaz, comunicación personal). Para llevar a cabo el análisis latitudinal de las variables antes mencionadas, se siguió un criterio similar de agrupación que el empleado por Cole y McLain (1989).

Respecto a las condiciones hidrológicas en la zona de estudio, se emplearon los datos de temperatura superficial del mar medida en cada campaña oceanográfica, para así obtener su distribución espacial, conocer su variación intra e interanual y el patrón estacional para el lapso que comprende esta investigación.

Para ubicar los resultados del análisis de la temperatura superficial del mar registrada en cada campaña, en el contexto de la variación al nivel de mesoescala entre 1980 y 1990, se emplearon los datos obtenidos por Cole y McLain (1989), complementándose con el CD-ROM COAD (*Comprehensive Ocean Dataset*) generado por ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*) y la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

Los bloques latitudinales comparados fueron los que Cole y McLain (1989) identificaron como las zonas costeras 8 (21 a 24°N), 9 (24 a 27°N) y 10 (27-30°N) y que sirvieron para el estudio de la variabilidad interanual de la temperatura superficial en la región de frontera del Pacífico nor-oriental. Los datos del índice de surgencia de Bakun en las latitudes 24°N y 27°N (Bahía Magdalena y Punta Eugenia) para el lapso de 1980 a 1990 fueron extraídos de la base datos generada por el PFIG (*Pacific Fisheries Environmental Group*). Con esta información se llevó a cabo un análisis del patrón latitudinal mensual e interanual de estas variables y sus respectivas anomalías. El procedimiento para el cálculo de anomalías se describe en Gómez-Gutiérrez et al. (1995).

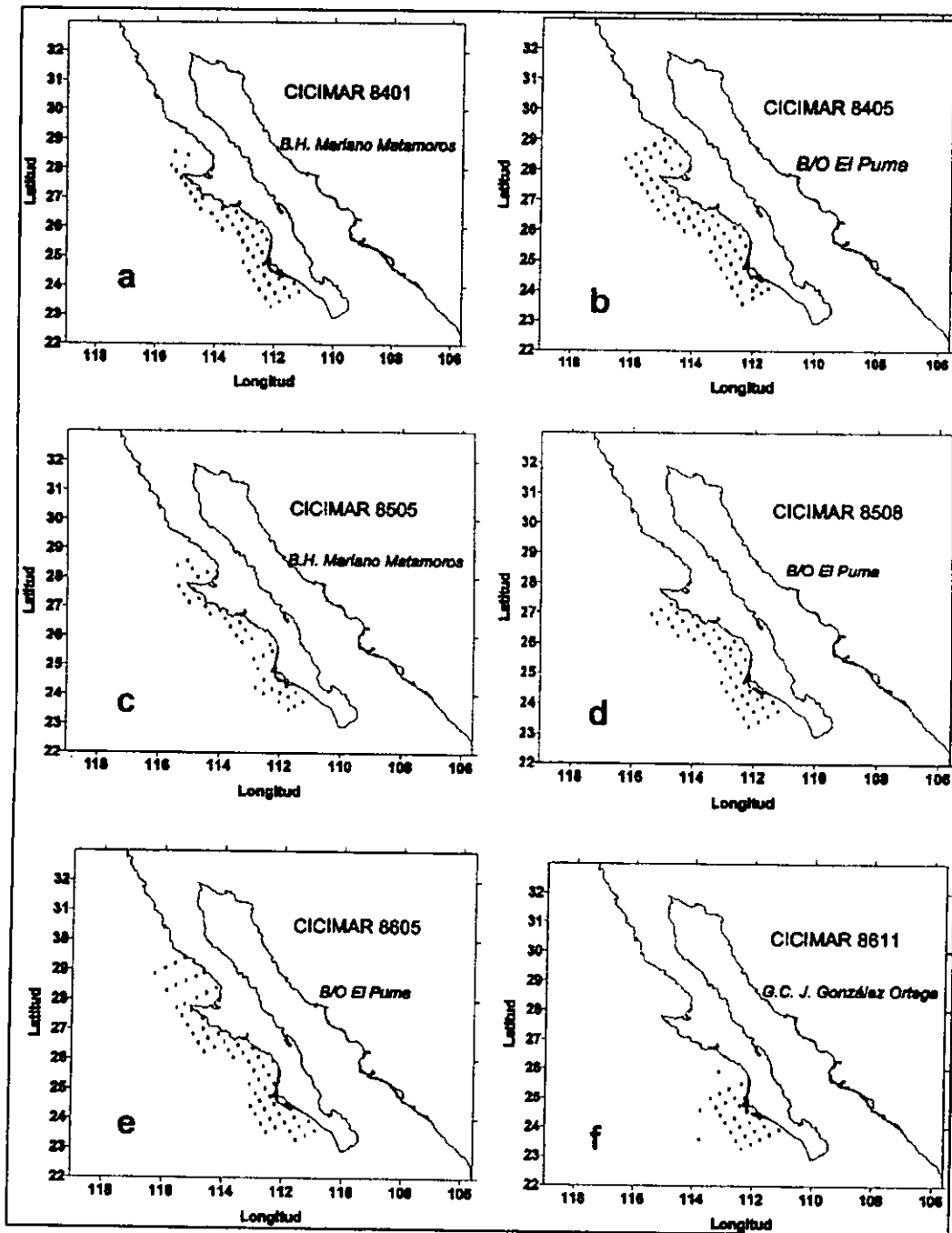
El análisis estacional de las variables se realizó agrupando los meses de muestreo, independientemente del año, de la siguiente forma: Invierno: Enero 1984. Primavera: Mayo de 1984, 1985, 1986; junio de 1989. Verano: Agosto de 1985, julio de 1987 y 1988; septiembre de 1991. Otoño: Noviembre de 1986 y octubre de 1987.

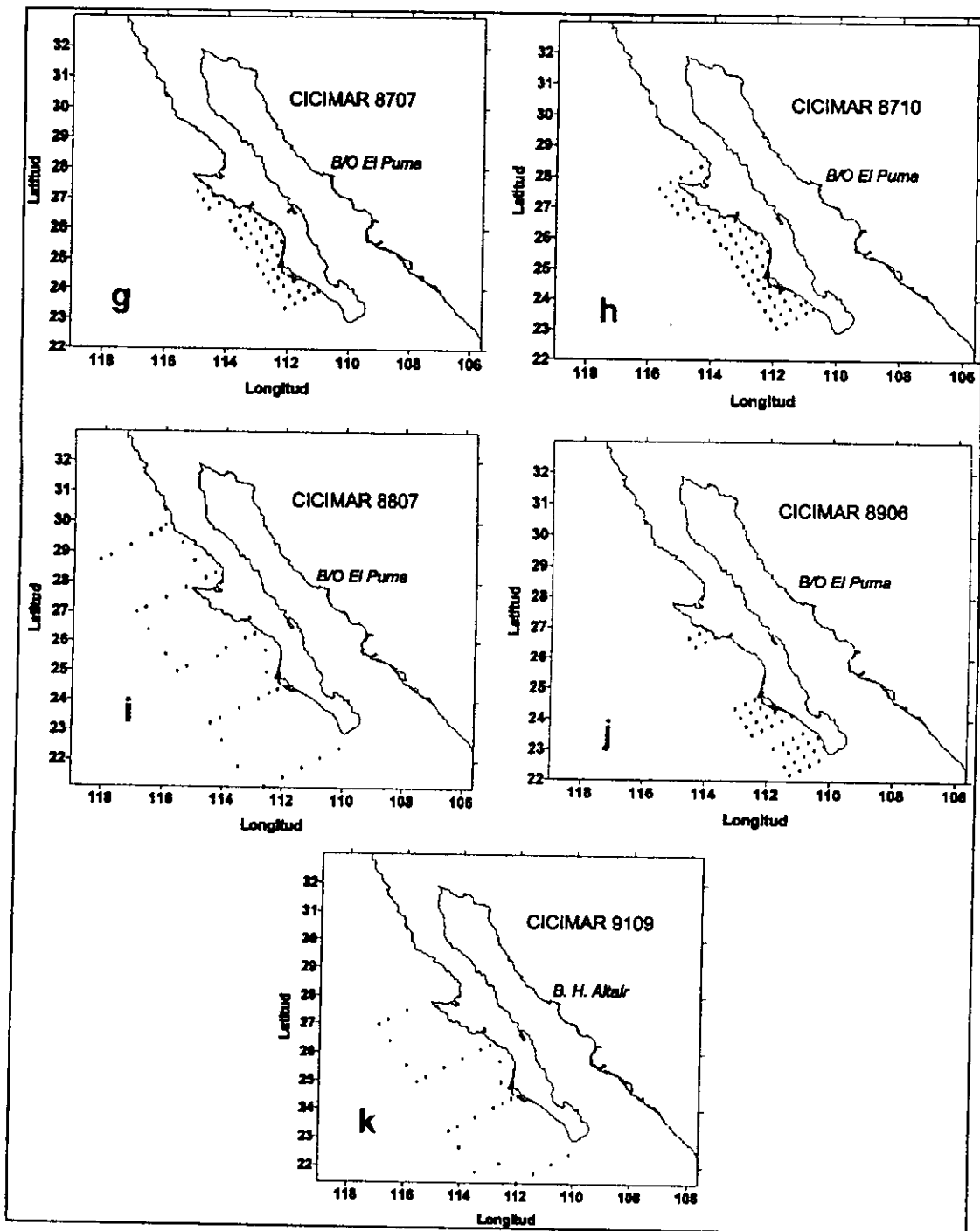
Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos de temperatura superficial del mar, biomasa zooplanctónica, fitoplancton y diversidad de copépodos se empleó el análisis de

varianza multifactorial (ANDEVA) entre campañas (mes) y latitud, así como entre épocas del año y latitud. La hipótesis nula fue de no diferencia de media de variables por efecto mensual, por época del año y por latitud. La hipótesis alterna fue de existencia de diferencia. Asimismo, el análisis de correlación producto-momento de Pearson entre las variables medidas fue llevado a cabo. El nivel de significancia al que se trabajó la regla de decisión fue de  $\alpha = 0.05$ .

Para la presentación gráfica de los resultados de la TSM, la abundancia de BZ, NF, MF y las especies clave, así como el análisis estadístico se empleó el programa STATISTICA 5.0 para Windows (StatSoft, 1995) y STATGRAPHICS 5.0 para DOS (Statistical Graphics Corporation, 1991).

Figura 4. Estaciones de muestreo del CICIMAR en la costa occidental de la península de Baja California





## 6. RESULTADOS

### 6.1 VARIABLES DEL ECOSISTEMA.

Los parámetros físicos considerados como parte del estudio de la comunidad de copépodos pelágicos fueron: 1) la temperatura superficial del mar obtenida durante las campañas oceanográficas, 2) el patrón térmico y sus respectivas anomalías, 3) el índice de surgencia de Bakun por mes, por década y por cuadrante latitudinal. Las variables biológicas tomadas en cuenta fueron: 1) la biomasa zooplanctónica y 2) la fracción micro y nanofitoplanctónica obtenidas en cada crucero oceanográfico.

La tabla 2 muestra el número de observaciones obtenidas para cada variable por latitud y por mes. La diferencia que resulta entre las estaciones ocupadas (Tabla 1) y el total de observaciones por variable, para el caso de la TSM, es debida a que en algunas de las estaciones de muestreo no se hizo la actividad de registro, los datos no fueron confiables por deficiencias de los equipos o impericia en su utilización; en el caso de las variables biológicas las causas principales fueron condiciones meteorológicas que impidieron tomar la muestra, el extravío de las mismas entre la recolecta y el análisis en el laboratorio, y la no disponibilidad de información por diversas causas.

Tabla 2. Número de observaciones por campaña oceanográfica y por latitud de: Temperatura superficial del mar (TSM), biomasa de zooplancton (BZ), microfitoplancton (MF) y nanofitoplancton (NF). SD= Sin dato. SM= Sin muestreo.

21 – 24°N				
MES/AÑO	TSM	BZ	MF	NF
ENERO 1984	8	11	18	18
MAYO 1984	14	19	SD	SD
MAYO 1985	13	15	12	12
AGOSTO 1985	19	19	16	16
MAYO 1986	18	18	19	19
JUNIO 1986	19	19	SM	SM
AGOSTO 1986	11	11	SM	SM
NOVIEMBRE 1986	22	20	10	26
JULIO 1987	28	28	18	11
OCTUBRE 1987	24	24	15	14
JULIO 1988	14	14	13	15
JUNIO 1989	32	32	31	SD
SEPTIEMBRE 1991	13	13	10	13
24 – 27°N				
MES/AÑO	TSM	BZ	MF	NF
ENERO 1984	36	32	26	26
MAYO 1984	32	35	SD	SD
MAYO 1985	18	18	24	24
AGOSTO 1985	29	28	8	8

MAYO 1986	31	31	30	30
JUNIO 1986	9	9	SM	SM
AGOSTO 1986	12	12	SM	SM
NOVIEMBRE 1986	37	37	29	27
JULIO 1987	15	15	12	23
OCTUBRE 1987	36	36	33	21
JULIO 1988	13	13	13	9
JUNIO 1989	6	6	6	SD
SEPTIEMBRE 1991	13	13	11	11
<b>27 - 30°N</b>				
MES/AÑO	TSM	BZ	MF	NF
ENERO 1984	4	4	2	2
MAYO 1984	14	14	SD	SD
MAYO 1985	5	5	4	4
MAYO 1986	12	12	12	12
OCTUBRE 1987	2	2	2	2
JULIO 1988	10	10	10	8

### Temperatura superficial del mar (TSM).

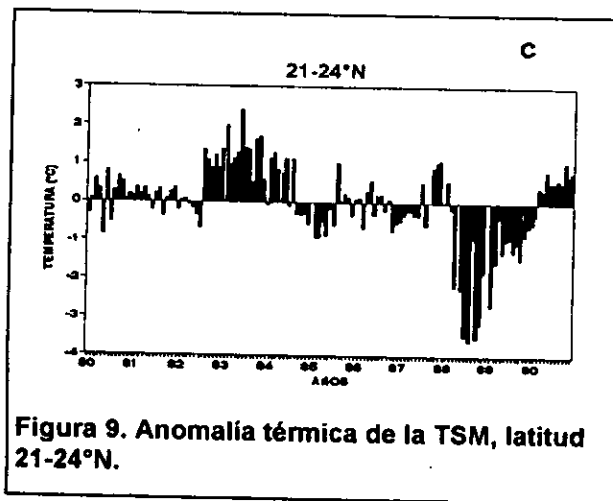
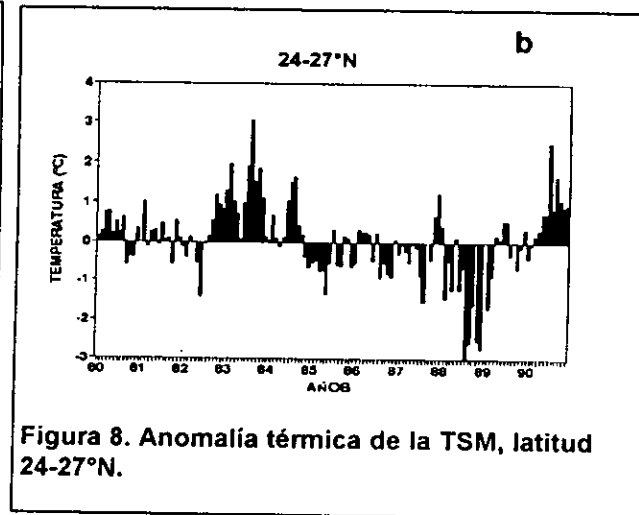
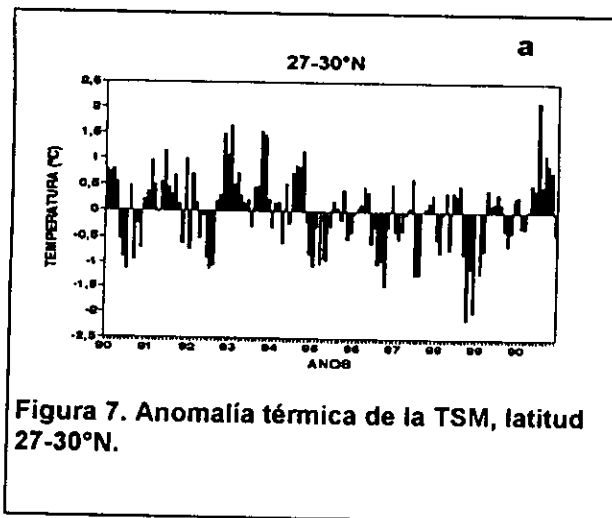
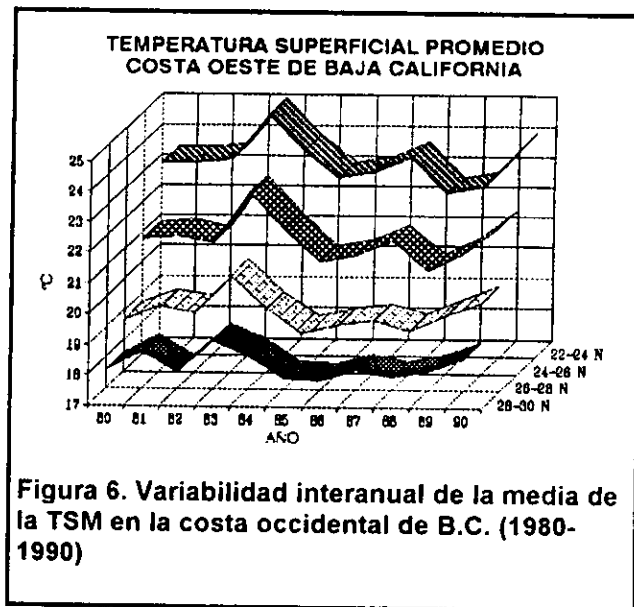
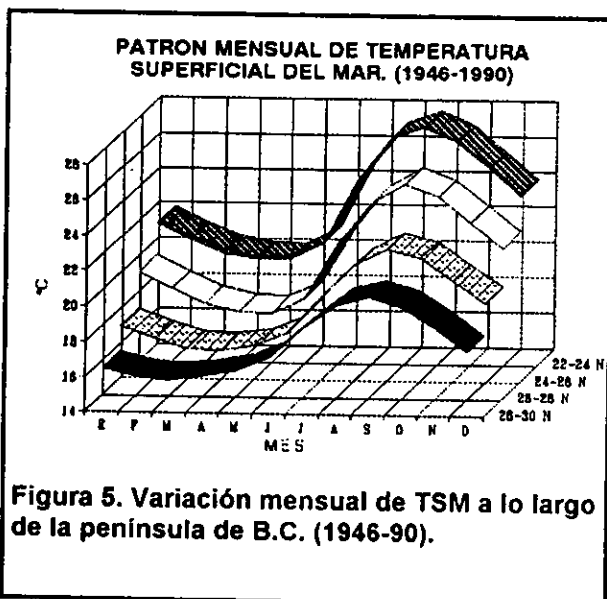
Las condiciones locales de este parámetro en los meses de muestreo en la zona de estudio ya han sido descritas parcialmente por varios autores (Esqueda-Escárcega *et al.* 1984, Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo 1989, CICIMAR 1991, Funes-Rodríguez 1991, Funes Rodríguez *et al.* 1995, Gómez-Gutiérrez 1992, Gómez-Gutiérrez *et al.* 1995, Haro 1991, Hernández-Trujillo 1985, 1989, 1991a, b, c, 1995). En este capítulo se analiza el patrón intra e interanual y se presenta la tendencia de la variable en el período 1980-1990 y el patrón mensual para el lapso 1946-1990.

### Patrón mensual y variabilidad interanual a lo largo de la Península de Baja California.

El análisis del patrón mensual de la temperatura en un lapso de varias décadas (1946-1990), a partir de los datos del COAD, indicó que el incremento de la temperatura superficial del mar es franco a partir de mayo y sostenido hasta septiembre cuando inicia el descenso (Fig. 5); se completa el ciclo en abril. Este patrón es detectado igualmente para todos los cuadrantes latitudinales.

Lo más relevante para este estudio es que la variabilidad interanual de la temperatura superficial del mar en la década de los 80's (Fig. 6) estuvo marcada por tres periodos de calentamiento: 1982-83, 1986-87, 1990 y seguramente 1991. Para todos los cuadrantes latitudinales empleados en el análisis (2 x 2°) se observaron, en distintas magnitudes, esos periodos de calentamiento.





El análisis de anomalías térmicas (ATSM) de 1980 a 1990, mostró tres periodos de calentamiento: 1983-84, 1987-1988 y 1990 (hasta +3 °C), para todos los cuadrantes latitudinales (Figs. 7-9). En contraste, las anomalías negativas mas pronunciadas se registraron de 1988-1990 (hasta -3.5 °C), especialmente entre los 21-24°N.

## Indice de Surgencias de Bakun (ISB).

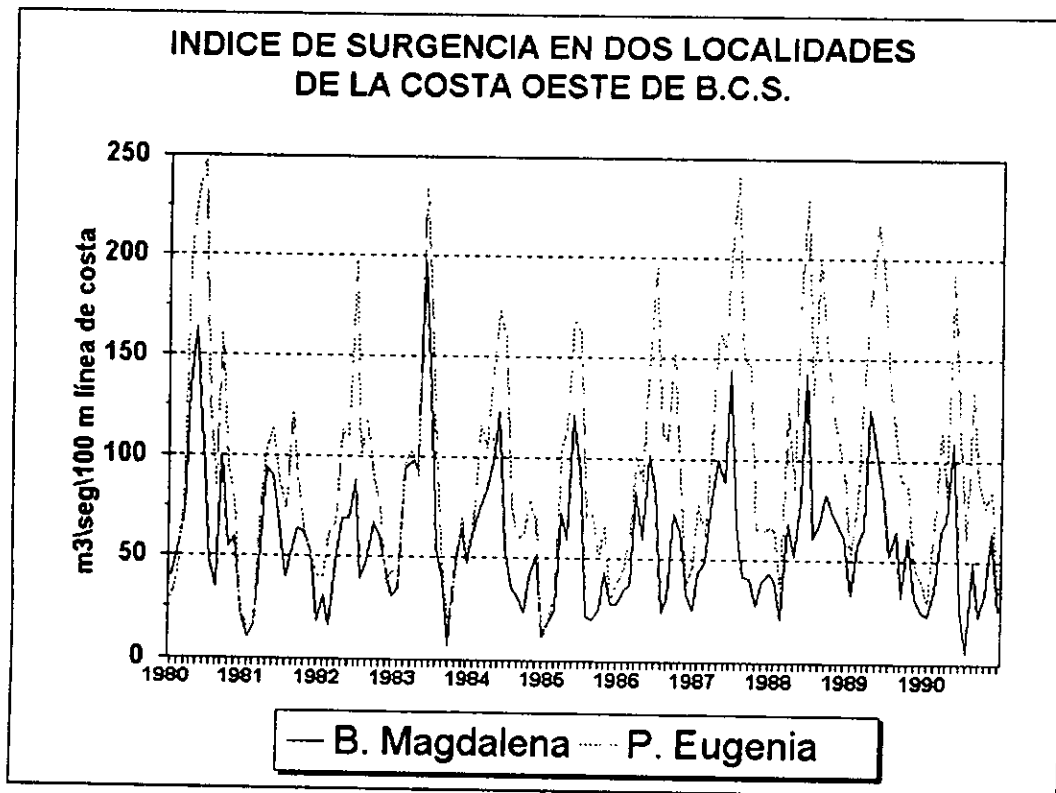


Figura 10. Variación anual del índice de surgencia de Bakun en Bahía Magdalena y Punta Eugenia, B.C.S. (1980-90)

Respecto al índice de surgencia de Bakun en el periodo 1980-1990 (Fig. 10), se observó que la variación fue de 50 a casi 250  $\text{m}^3/\text{seg}/100 \text{ m}$  de línea de costa para Punta Eugenia ( $27^\circ\text{N}$ ) y de 48 a poco más de 150  $\text{m}^3/\text{seg}/100 \text{ m}$  de línea de costa hacia el sur, en Bahía Magdalena ( $24^\circ\text{N}$ ).

Se reconocieron dos pulsos importantes de surgencias: en mayo y octubre (Fig. 11). El patrón mensual del índice (1946-1994) es marcadamente mayor en mayo, para ambas localidades.

En este mes se movilizan más de 180  $\text{m}^3/\text{seg}/100 \text{ m}$  de línea de costa en Punta Eugenia y más de 130  $\text{m}^3/\text{seg}/100 \text{ m}$  de línea de costa para Bahía Magdalena.

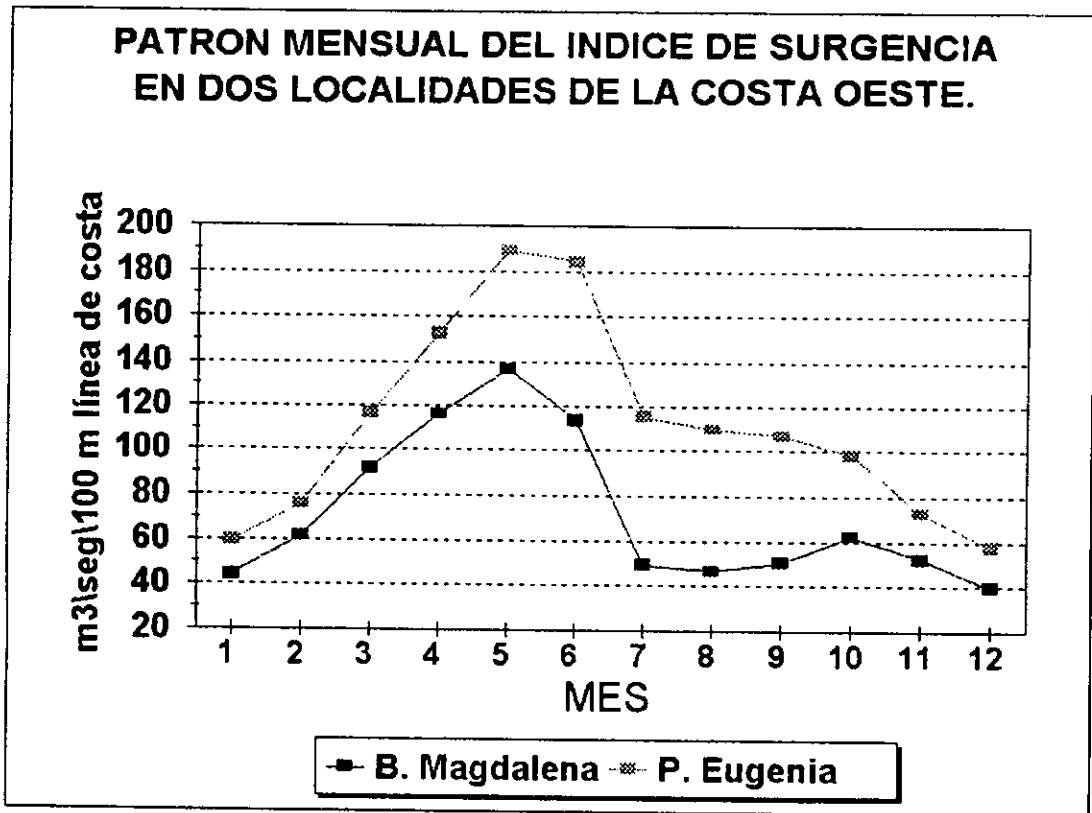
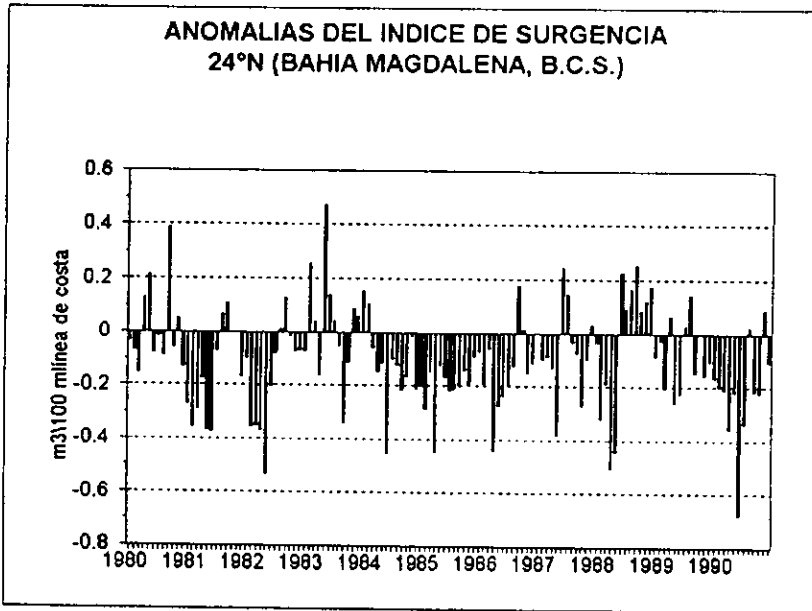


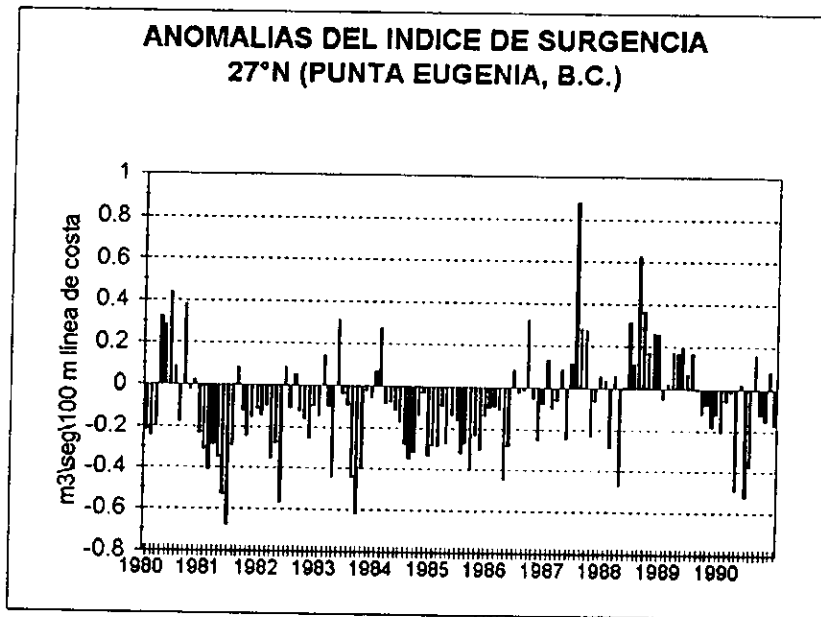
Figura 11. Patrón de variación mensual del índice de surgencia de Bakun en Bahía Magdalena y Punta Eugenia, B.C.S. (1980-90)

El significado de lo anterior se evidencia al analizar las anomalías decadales del índice de surgencia de Bakun (AISB) durante los 80's. Así, en el área de Bahía Magdalena (24°N) han sido más frecuentes las desviaciones negativas del índice que las positivas (Fig. 12). Lo anterior significa que la intensidad de las surgencias en esta zona es sensiblemente baja y que en general se trata de una zona de convergencia de aguas.

En el caso de Punta Eugenia (27°N) la magnitud de la anomalía positiva es mayor que a los 24°N, pero la mayor frecuencia de anomalías aún es de tipo negativo (Fig. 13). En ambos casos, de 1984 a 1986 se registró un descenso permanente en la intensidad de las surgencias que alcanzó hasta  $-0.5 \text{ m}^3/\text{seg}\backslash 100 \text{ m}$  de línea de costa.



**Figura 12. Anomalia del ISB en el área de Bahía Magdalena, B.C.S. (1980-90)**



**Figura 13. Anomalia del ISB en el área de Punta Eugenia, B.C.S. (1980-90)**

### Condiciones durante el periodo de estudio (1984-1991).

En la costa occidental de Baja California, de enero de 1984 a septiembre de 1991, se registró un intervalo de la temperatura superficial de 12 a 31 °C, con una media global de 21.1 °C (Fig. 14a).

El mes con menor temperatura promedio fue mayo de 1985 (15.2 °C) y octubre de 1987 fue el del mayor (25.4 °C).

La revisión del patrón térmico en el mismo periodo a distintos bloques latitudinales, mostró que en el de 27 a 30°N (Fig. 14b), la frecuencia de muestreo fue desigual y el número de observaciones fue reducido; no obstante esta situación, se logró detectar que los promedios menores se registraron en meses de invierno y primavera y el mayor en verano. Destaca la diferencia interanual para mayo, en los años 1984 a 1986, con una clara tendencia al incremento del valor medio. El intervalo general para esta zona fue de los 14.5 a 23.7 °C.

La zona entre los 24 y 27°N presentó una más amplia variación de la temperatura entre meses e interanual (Fig. 14c). Del mismo modo que en el cuadrante anterior, es notoria la tendencia al aumento de la temperatura a partir de mayo de 1986; a esta precede una tendencia a la disminución de enero de 1984 a mayo de 1985. También es notorio que en esta zona la temperatura es mayor que en latitudes mayores. En este caso el intervalo registrado fue de los 13.2 a 29.0 °C.

La zona de los 21 a 24°N, en términos generales, tiene un patrón de variación similar al cuadrante latitudinal anterior (Fig. 14d). En algunos meses se observaron valores medios menores y en otros mayores a los obtenidos en el anterior cuadrante. A pesar de esta peculiar situación, se mantuvo la tendencia de incremento en la temperatura superficial del mar. El intervalo registrado fue de 12 a 29 °C.

El ANDEVA (Tabla 3) dio como resultado el rechazo de la hipótesis de igualdad entre meses y entre latitudes ( $p < 0.05$ )

Tabla 3. ANDEVA multifactorial por campaña de la TSM en la costa occidental de B.C. (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	P	Ho
CAMPAÑA	15	478.22	194.918	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	137.58	56.076	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	586	2.45			

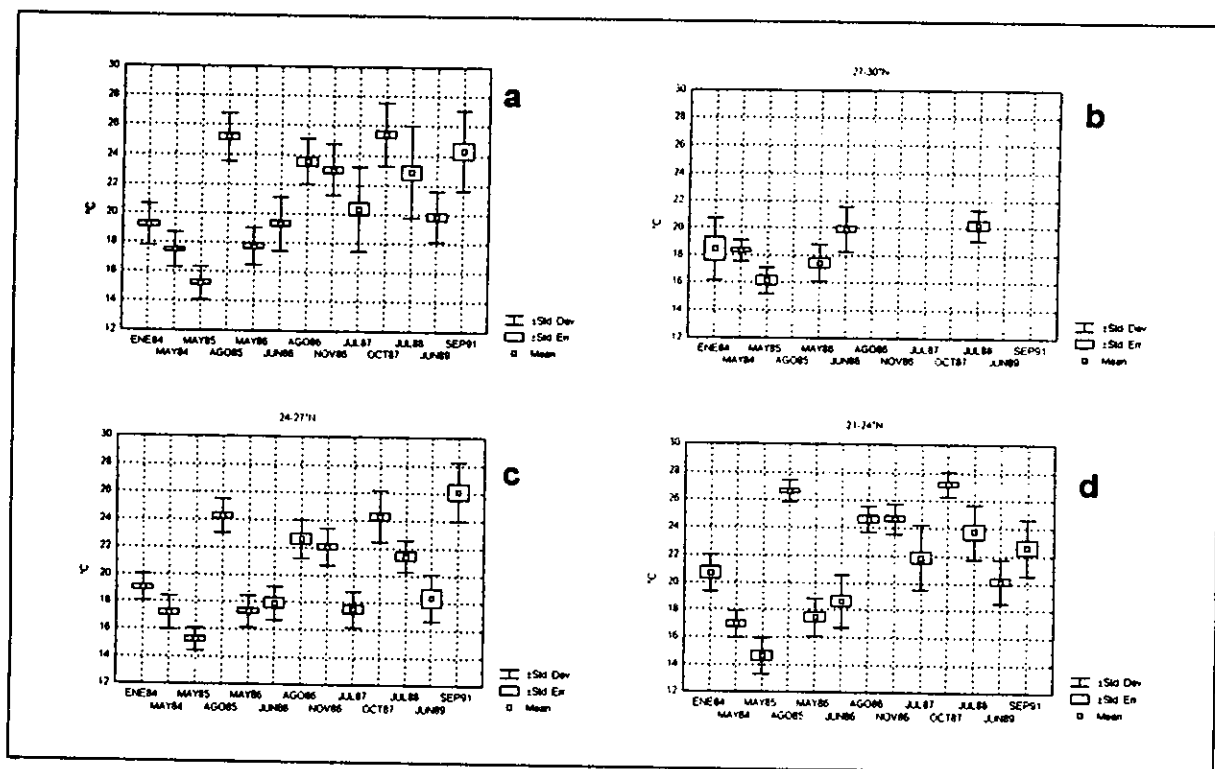
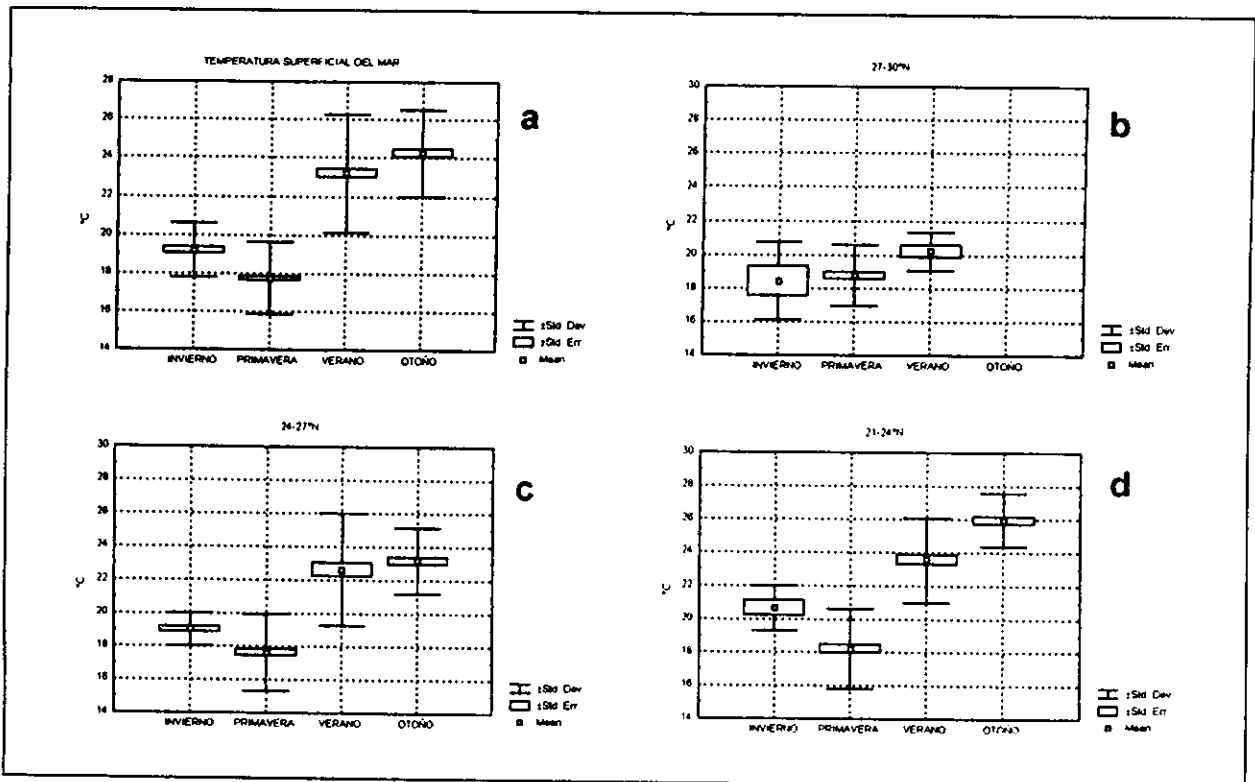


Figura 14. Variación de la temperatura superficial del mar en la costa occidental de Baja California, México: a) por campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, b) 24-27°N y c) 21-24°N.

Estacionalmente la frecuencia de registro de la temperatura fue mayor para primavera (N=5), seguida del verano (N=4) otoño (N=2) e invierno (N=1). En el invierno la temperatura media fue de 19.2 °C (con un intervalo de 17-2 °C); durante la primavera se observaron notables diferencias entre 1984 y 1989, y el valor estacional promedio fue de 17.9 °C (intervalo de 12 - 23.7 °C). Para el verano, también se detectaron cambios entre 1985 y 1991; para la época se obtuvo una temperatura promedio de 23.2 °C (intervalo de 15.5 - 31 °C). Finalmente, en el otoño, la temperatura media fue de 24.2 °C (intervalo de 20 - 29 °C) (Fig. 15a).



**Figura 15. Variación estacional de la temperatura superficial del mar en la costa occidental de Baja California, México: a) por época del año, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N, d) 21-24°N**

Latitudinalmente, en el cuadrante de los 27 a 30°N (Fig. 15b) la tendencia estacional es de aumentar a pesar de que el número de registros por época del año y latitud son reducidos. La temperatura media en el invierno fue de 18.4 °C (intervalo de 17 - 23.5 °C), en primavera fue de 18.7 °C (intervalo de 14.5 - 23.7 °C), en verano de 20.2 °C (intervalo de 17.5 - 21 °C); para el otoño no hubo registros.

Entre los 24 y 27°N el patrón de cambio estacional separa a las épocas de invierno-primavera de las de otoño-invierno (Fig. 15c); en las dos primeras sus valores medios fueron de 19 (intervalo de 17 - 21 °C) y 17.6 °C (intervalo de 13.2 - 25 °C), respectivamente. Para el verano la temperatura promedio fue de 22.6 °C (intervalo de 15.5 - 29 °C) y en el otoño de 23.1 °C (intervalo de 20 - 28.2 °C).

En la zona más meridional, se encontró un patrón de variación estacional similar al del cuadrante anterior, con la diferencia de que los valores medios de temperatura en todas las épocas son mayores (Fig. 15d). Así, en invierno la media térmica fue de 20.6 °C (intervalo de 18 - 22.1 °C), en la primavera de 18.2 °C (intervalo de 12 - 23.7 °C), en verano de 23.6 °C (intervalo de 18 - 28 °C) y en otoño de 25.9 °C (intervalo de 22 - 29 °C).

De acuerdo al ANDEVA estacional (Tabla 4) de la TSM, la hipótesis nula de igualdad entre las épocas del año de muestreo y entre los bloques latitudinales fue rechazada ( $p < 0.05$ ).

Tabla 4. ANDEVA estacional multifactorial de la TSM en la costa occidental de B.C. (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPANA	3	1504.105	239.689	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	94.039	14.986	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	586	6.275			

**Biomasa zooplanctónica (BZ).**

A lo largo del periodo de estudio, la biomasa del zooplancton presentó fluctuaciones alrededor de la media de 240 ml/1000 m<sup>3</sup>; los meses de mayo de 1985, junio de 1986, julio de 1987 y junio de 1989 (345, 308, 360 y 333 ml/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente) fueron los de mayor promedio de biomasa (Fig. 16a). En mayo de 1984, noviembre de 1986 y septiembre de 1991 fueron registrados los menores valores de biomasa promedio (178, 57 y 35 ml/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente). En general, el intervalo de biomasa registrado en cada mes es muy amplio y con valores extremos, excepto en noviembre de 1986 y septiembre de 1991.

La variación latitudinal de BZ fue amplia, y entre los 27-30°N la media mayor se obtuvo en mayo de 1985 (321 ml/1000 m<sup>3</sup>) y la menor en el mismo mes de 1984 (137 ml/1000 m<sup>3</sup>). El resto de los meses no fueron cubiertos por los muestreos (Fig. 16b). Entre los 24 y 27°N la mayor BZ se obtuvo en julio de 1987 (518 ml/1000 m<sup>3</sup>) y la menor en septiembre de 1991 (51 ml/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 16c). En los 21-24°N los meses de mayor y menor BZ fueron junio de 1989 y septiembre de 1991 (357 y 28 ml/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente; Fig. 16d).

El análisis de la variación mensual de la abundancia de biomasa zooplanctónica en la zona de estudio, mediante el ANDEVA (Tabla 5) mostró que la hipótesis de igualdad entre meses y entre latitudes fue rechazada (p<0.05).



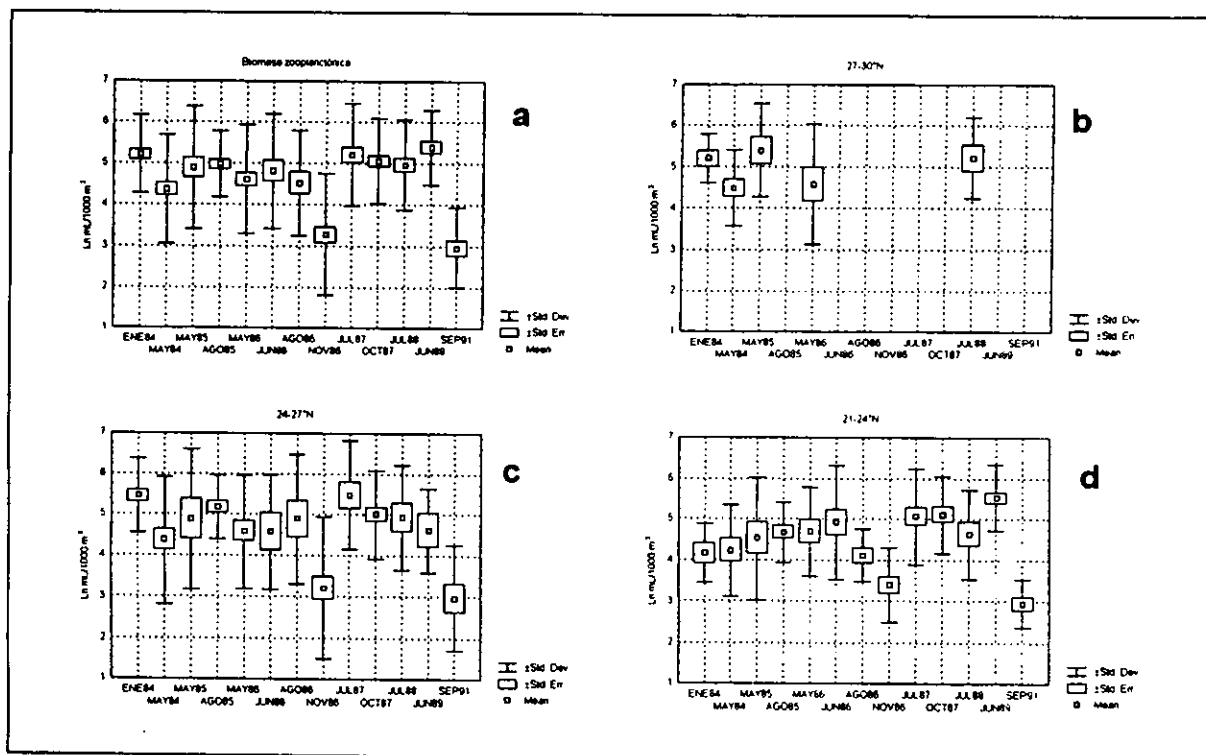


Figura 16. Variación de la abundancia de biomasa zooplanctónica en la costa occidental de Baja California (1984-91). a) Durante las campañas, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y c) 21-24°N

Tabla 5. ANDEVA multifactorial mensual de la biomasa zooplanctónica en la costa occidental de B.C. (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	P	Ho
CAMPAÑA	14	2.2E+07	26.427	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	2748027	3.384	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	586	0.691			

La variación estacional de la biomasa zooplanctónica (Fig. 17a) mostró que en invierno el valor promedio fue de 281 ml/1000 m<sup>3</sup> (intervalo de 27-1339); Este fue el promedio mayor. En primavera se registró un valor de 255 ml/1000 m<sup>3</sup> (intervalo de 4-2545); para el verano fue de 177 ml/1000 m<sup>3</sup> (intervalo de 3.91-2241) y para el otoño se registraron 166 ml/1000 m<sup>3</sup> (intervalo de 0.19-2665). La tendencia estacional en el periodo 1984-1991 es a la disminución de la biomasa del zooplancton durante el ciclo anual, desde el invierno hasta el otoño.

Latitudinalmente, se observaron cambios estacionales en la abundancia de la biomasa de zooplancton. En el cuadrante más septentrional (27-30°N) el volumen zooplanctónico se incrementó a partir del invierno (207 ml/1000 m<sup>3</sup>, promedio) hasta el verano (283 ml/1000 m<sup>3</sup> de media). Se observó que la variabilidad dentro de cada época es alta, en virtud de las desviaciones estadísticas que están afectadas por el reducido número de observaciones (Fig. 17b). No se tienen datos para el otoño.

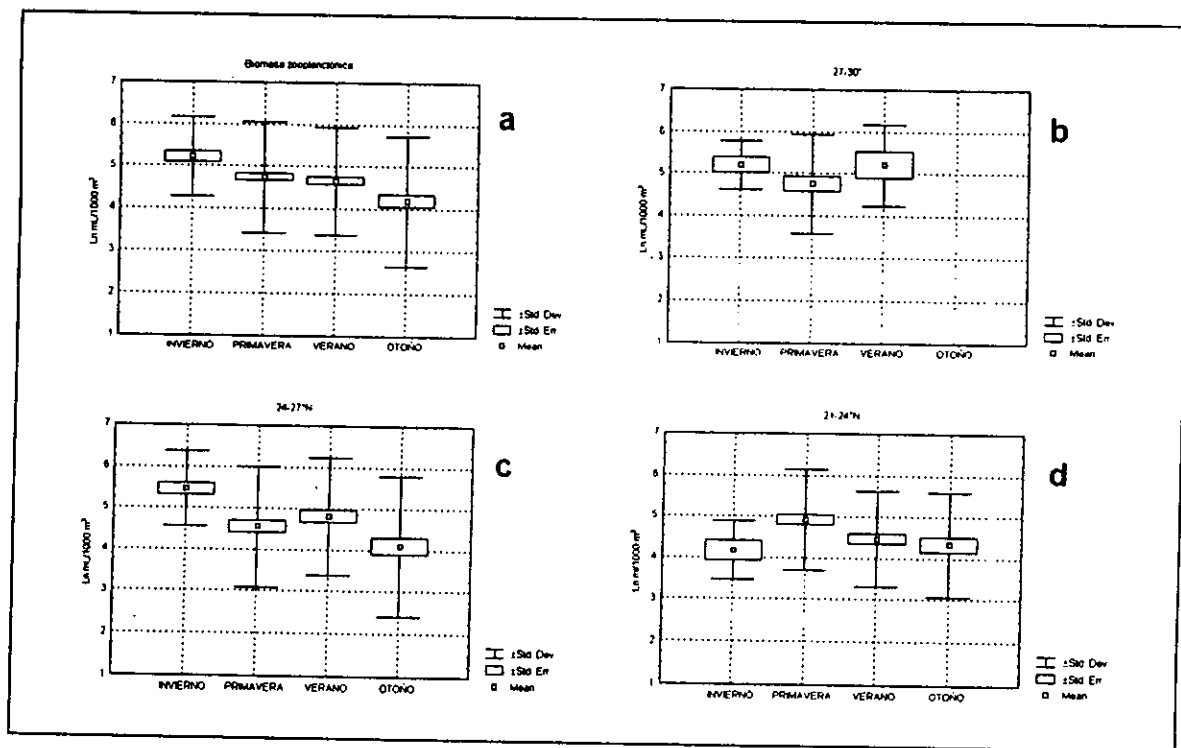


Figura 17. Variación estacional de la abundancia de la biomasa zooplanctónica en la costa occidental de Baja California, (1984-91). a) por época del año, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N.

En la zona entre los 24° y 27°N, los cambios estacionales se reflejaron en la reducción de la biomasa a partir del invierno (media de 346 ml/1000 m<sup>3</sup>), con relativa estabilidad en primavera y verano para cerrar el ciclo en el otoño (274, 293 y 177 ml/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente); de modo similar que en el cuadrante anterior, se obtuvieron intervalos de biomasa sumamente amplios, que se reflejan en las desviaciones estándar de la biomasa (Fig. 17c).

El patrón de variación estacional que se obtuvo en la zona más meridional del área de estudio

es distinto a los anteriores (Fig. 17d); aquí el invierno fue el de menores densidades de biomasa (82 ml/1000 m<sup>3</sup> de media) y la primavera fue la época más abundante (276 ml/1000 m<sup>3</sup> de media). En verano y otoño los volúmenes promedio de zooplancton fueron similares (165 y 156 ml/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente). La heterogeneidad de la abundancia de biomasa en cada época del año es también alta, especialmente en primavera y verano.

De acuerdo al análisis estadístico de la BZ (Tabla 6) en la zona de estudio, la hipótesis nula de igualdad entre épocas de año y los cuadrantes latitudinales fue rechazada ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 6.** ANDEVA multifactorial estacional de la biomasa zooplanctónica en la costa occidental de B.C. (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
EPOCA DEL AÑO	3	1.9E+07	7.626	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	1.3E+07	5.237	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	586	2492033			

## Fitoplancton.

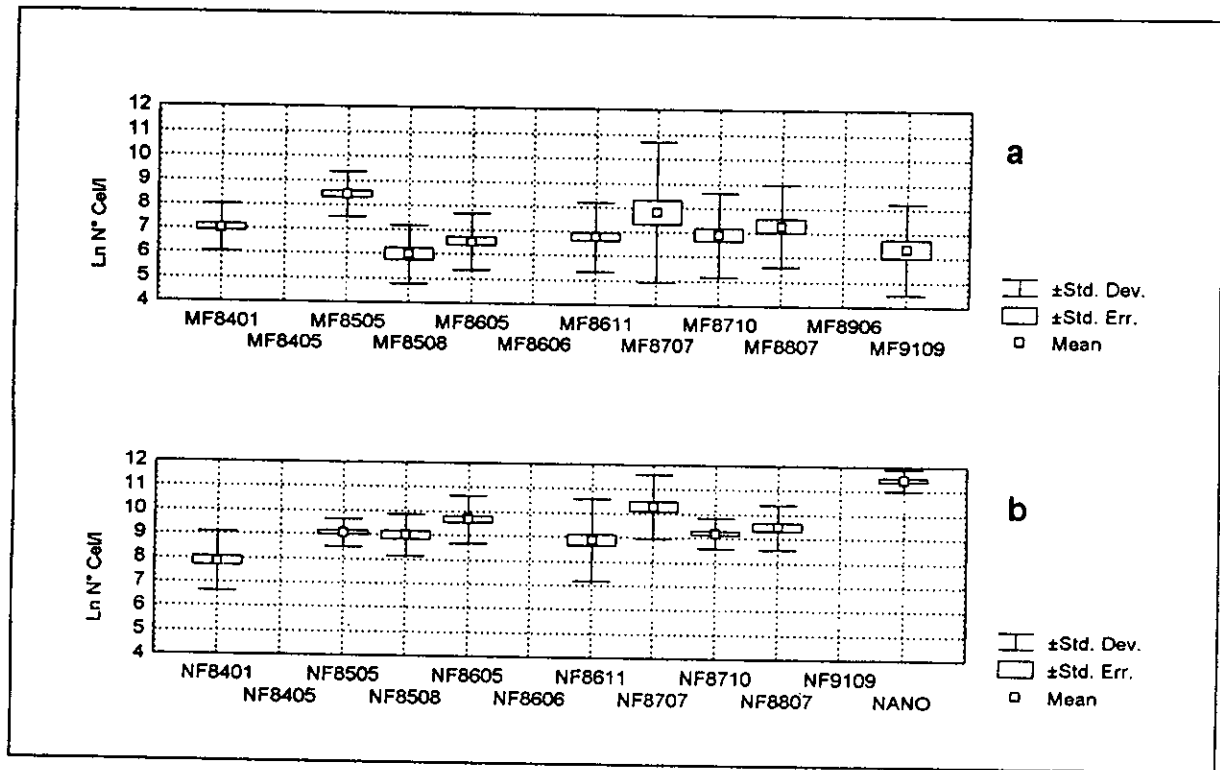


Figura 18. Cambios de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton, en la costa occidental de Baja California.

Las fracciones micro (MF) y nanofitoplanctónicas (NF) registradas en el periodo de estudio tuvieron importantes diferencias de abundancias entre ellas (Fig. 18a, b). Así, el mes con mayor densidad promedio de MF fue enero de 1984 (2073 cel/l) y el de la menor agosto de 1985 (716 cel/l); para el caso del NF el mes de mayor abundancia fue septiembre de 1991 (106265 cel/l) y el de menor septiembre de 1983 (2002 cel/l).

La abundancia del fitoplancton en la latitud de 27-30°N, en los cinco meses en que fue recolectado (Fig. 19), mostrò que la mayor abundancia de MF se obtuvo en mayo de 1985 (media de 12400 cel/l) y la menor en enero de 1984 (540 cel/l). Respecto al NF los meses de mayor y menor densidad fueron julio de 1988 (25555 cel/l) y enero de 1984 (2300 cel/l).

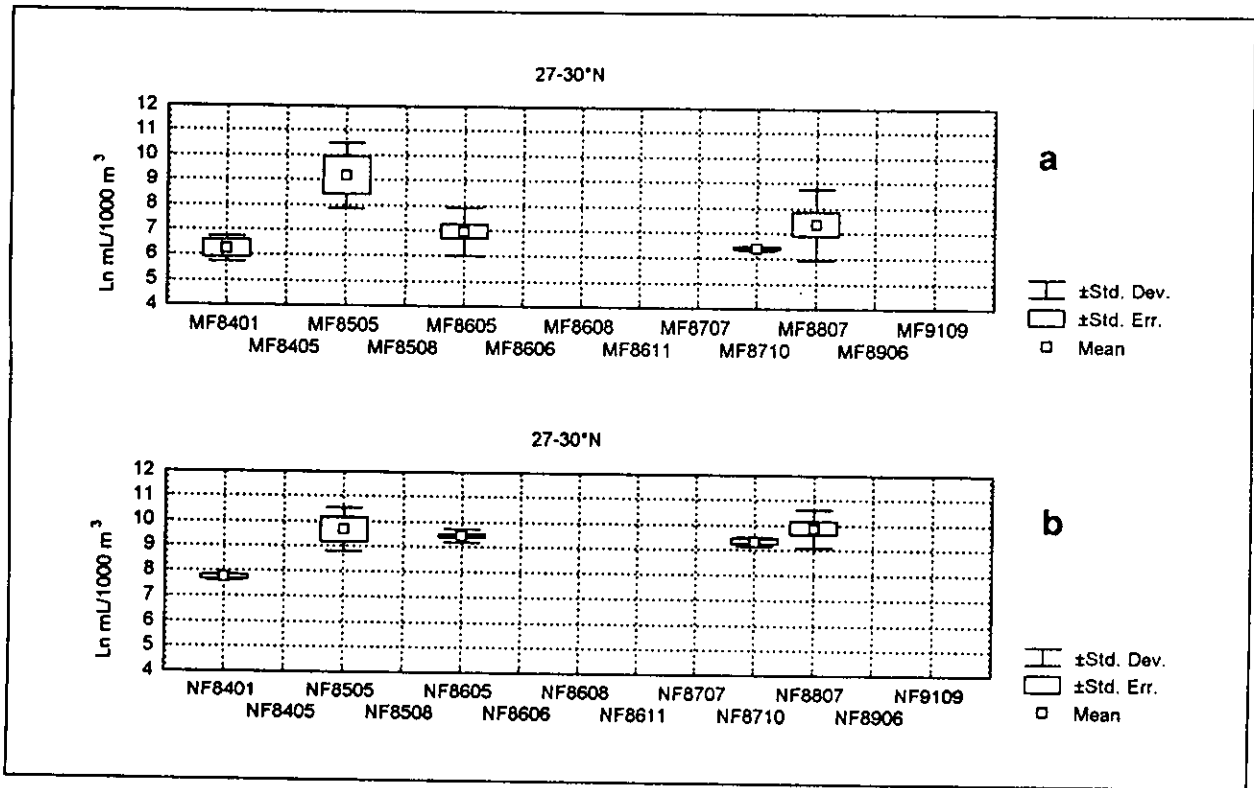


Figura 19. Cambio de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 27-30°N.

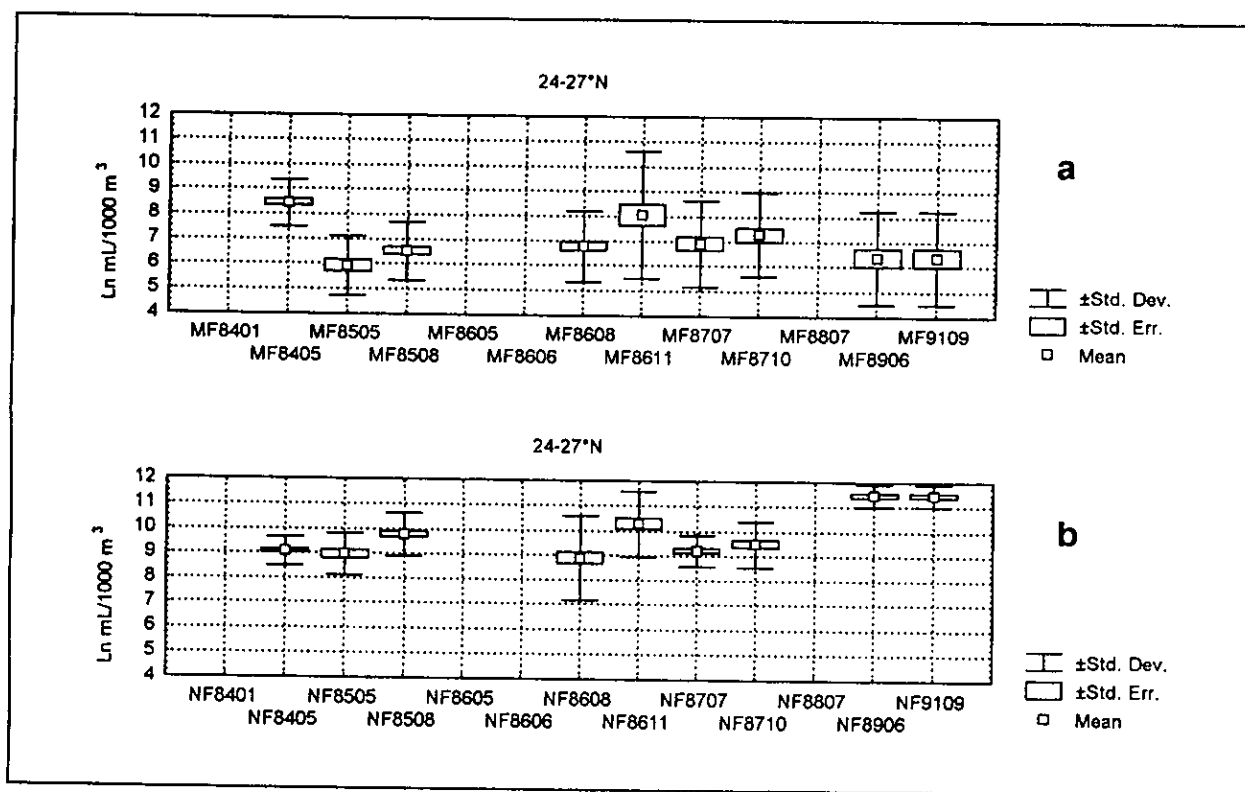


Figura 20. Cambio de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 24-27°N.

La abundancia de fitoplancton en el cuadrante de 24 a 27°N fué relativamente alta. En esta zona, el mínimo de MF (487 cel/l) se obtuvo en septiembre de 1991 y el de NF en enero de 1984 (1946 cel/l). La mayor densidad de MF y NF se obtuvo en septiembre de 1983 y septiembre de 1991 (120814 cel/l, respectivamente). Se puede observar que la abundancia de ambas fracciones presentó un patrón de variación similar, pero de distinta magnitud, y que los intervalos en cada mes son muy amplios, lo que produce que las desviaciones estándar sean muy altas (Fig. 20).

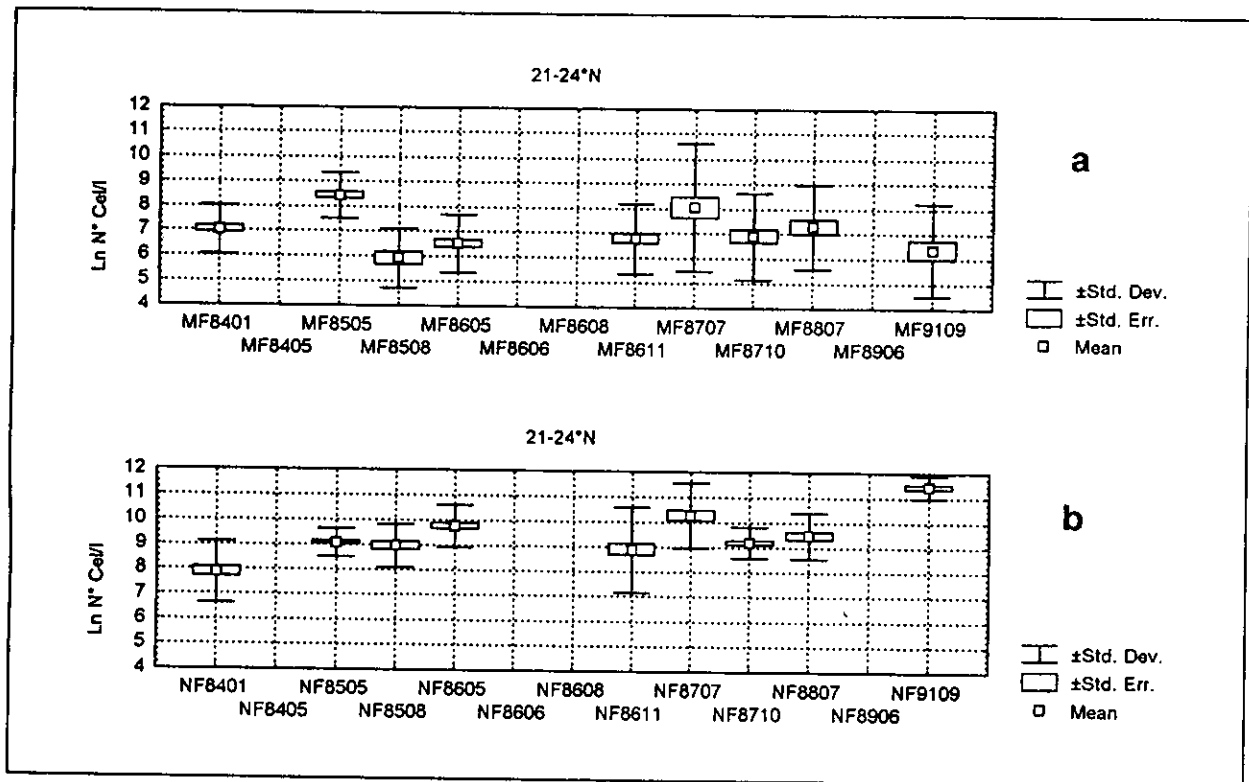


Figura 21. Cambio de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 24-27°N.

En la zona de los 21 a 24°N se encontró la mayor variabilidad en la abundancia de ambas fracciones y sin un patrón determinado (Fig. 21); el NF en algunos meses es más abundante que el MF y en otros no. En esta región se encontró la máxima concentración de MF en septiembre de 1991 y la mínima en agosto de 1985 (medias de 32510 y 392 cell/l, respectivamente). Respecto al NF el máximo y mínimo se obtuvieron en septiembre de 1991 y julio de 1987 (medias de 94834 y 1494 cell/l, respectivamente). Así mismo, los intervalos mensuales de ambas fracciones fueron muy amplios.

El ANDEVA de la abundancia del fitoplancton por mes y latitud (Tabla 7), se llevó a cabo de manera independiente para cada fracción de tamaño; así se obtuvo que para el microfitoplancton la hipótesis nula de igualdad se rechazó para los meses ( $p < 0.05$ ) y se aceptó para la latitud ( $p > 0.05$ ). En el caso del nanofitoplancton (Tabla 8) el análisis mostró los mismos resultados que para el microfitoplancton.

Tabla 7. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de microfitoplancton, por fracción de tamaño (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	11	1.9E+10	7.481	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	6E+09	2.431	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	406	2.5E+09			

Tabla 8. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de nanofitoplancton, por fracción de tamaño (1984-1991)

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	11	2.8E+10	4.547	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	4E+08	0.066	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	406	6.1E+09			

Estacionalmente, el MF y el NF son poco abundantes en primavera e invierno (medias de 4251 y 7598 cel/l, respectivamente), ambas alcanzan su máxima densidad en verano (media de 39812 y 38506 cel/l). En primavera se obtuvo una diferencia notable entre MF y NF (media de 4251 y 21142 cel/l); en otoño el MF y NF presentaron la misma situación de primavera (media de 5368 y 20556 cel/l, respectivamente). El patrón general de la abundancia estacional de fitoplancton (Fig. 22) es de valores bajos en invierno, ascenso paulatino en primavera para llegar al máximo en el verano y disminuir en el otoño a niveles similares a los de invierno-primavera.



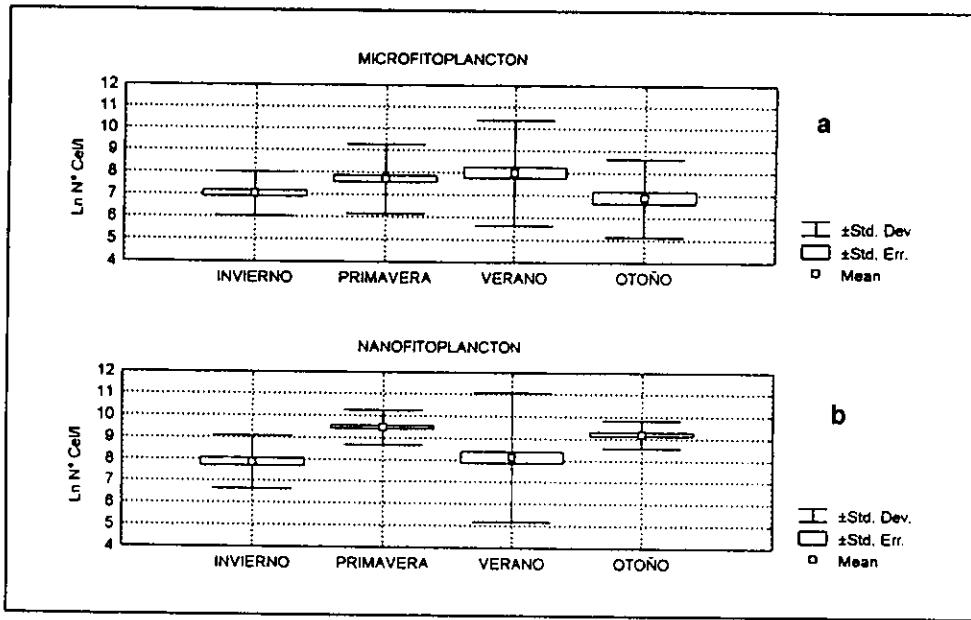


Figura 22. Cambio estacional de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en la costa occidental de Baja California.

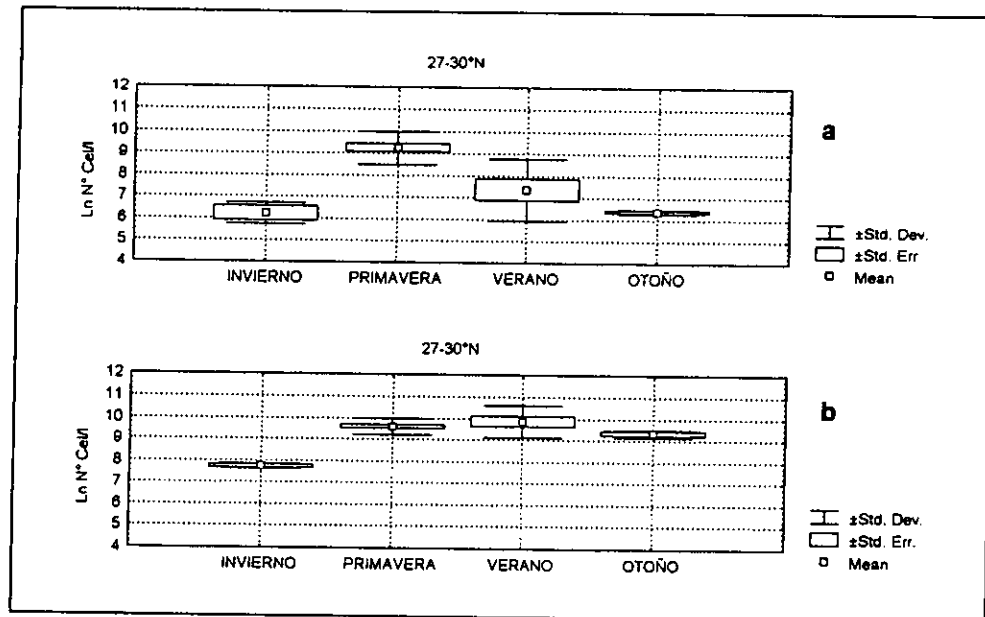


Figura 23. Cambio estacional de la abundancia de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 27-30°N

La variación estacional de MF y NF en el cuadrante de 27 a 30°N mostró una separación entre ambas a partir de la primavera (Fig. 23). En invierno MF promedió 540 cel/l y NF 2300 cel/l; en primavera la diferencia de abundancia entre las fracciones se acentuó al obtenerse para MF 4585 cel/l y para NF 14505 cel/l. En verano y otoño se redujo notablemente la abundancia de MF (3360 y 600 cel/l, respectivamente), en tanto que NF aumentó aún en verano y se redujo lentamente hacia el otoño (media 25555 y 11320 cel/l, respectivamente).

El patrón estacional del fitoplancton entre los 24 y 27°N (Fig. 24) mostró que el MF mínimo se obtuvo en primavera (media de 4205 cel/l), aumentando rápidamente en verano (54227 cel/l) y disminuir drásticamente en otoño e invierno (7405 y 7396 cel/l). En el caso del NF su mínima densidad se obtuvo en invierno (4015 cel/l) y tuvo un rápido aumento en primavera y verano (16482 y 54839 cel/l, respectivamente) para así cerrar el ciclo.

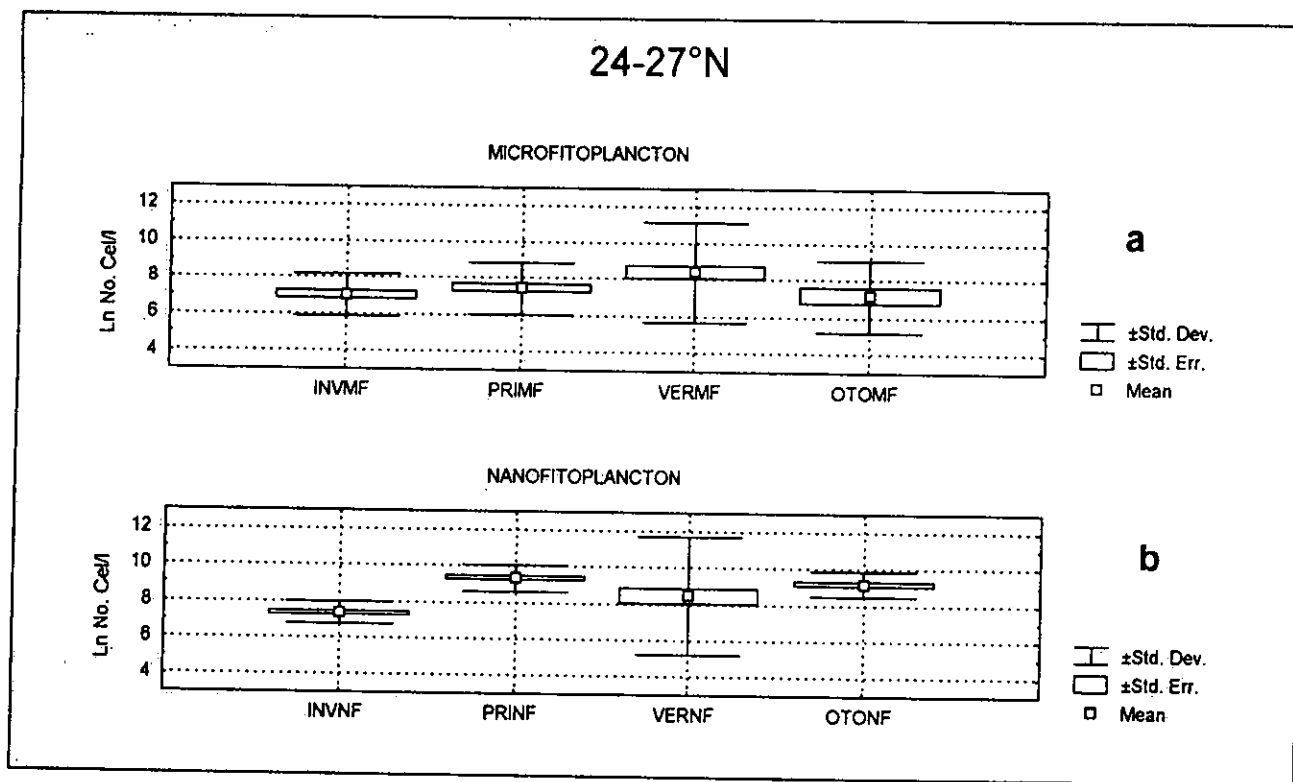


Figura 24. Abundancia estacional de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 24-27°N

La variación estacional de abundancia del fitoplancton en la zona más meridional, mostró que el MF siguió, en términos generales el patrón estacional general (Fig. 25); no sucedió así para el NF. En invierno la media de MF fue de 6648 cel/l), en primavera se reduce hasta 4251 (cel/l) para aumentar rápidamente hasta alcanzar 39812 cel/l) y de nuevo disminuir drásticamente en otoño al nivel de 5368 cel/l). Respecto al NF, se observó que a partir del nivel mínimo de 7598 cel/l registrado en invierno se registró un aumento notable hacia primavera y verano con medias de 21142 y 38506 cel/l, respectivamente; en otoño la disminución de abundancia (20556 cel/l) es menos pronunciada que el MF.

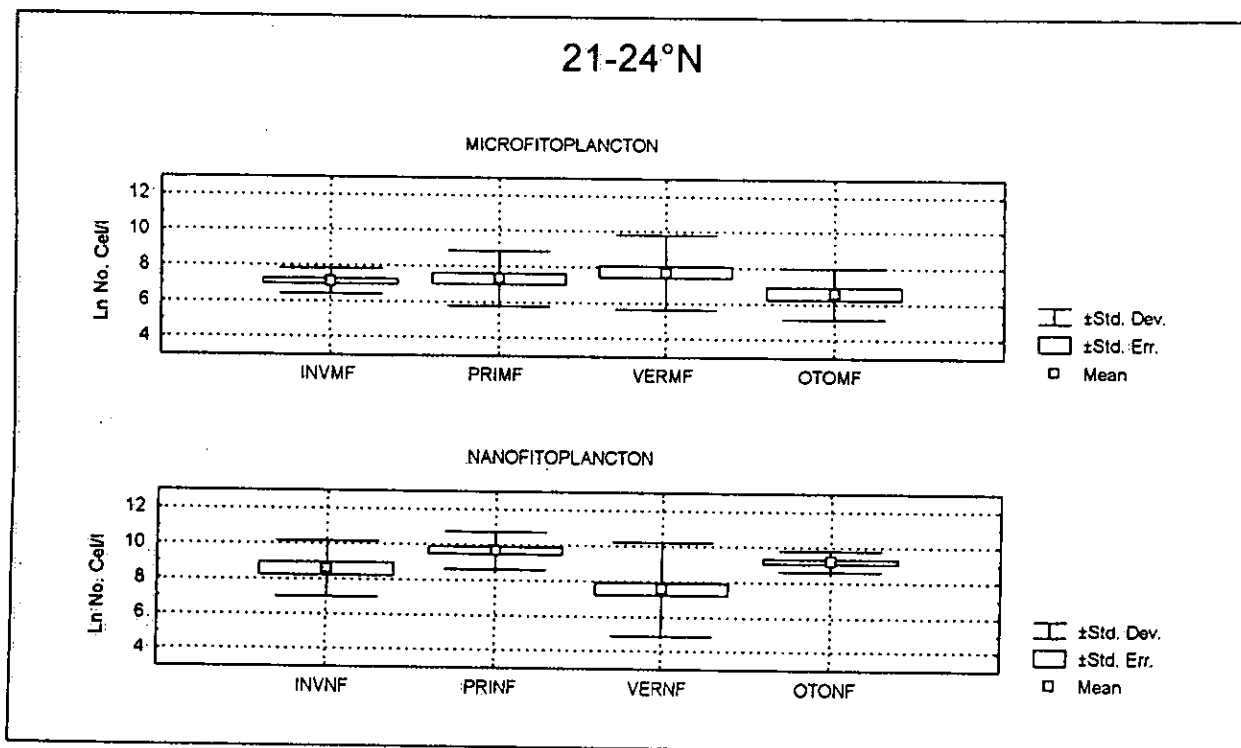


Figura 25. Abundancia estacional de a) microfitoplancton y b) nanofitoplancton en latitud 21-24°N.

El ANDEVA efectuado para el análisis de la abundancia estacional de fitoplancton mostró que, para el caso del microfitoplancton (Tabla 9) la hipótesis nula de igualdad entre épocas del año se rechazó ( $p > 0.05$ ), y se aceptó para la latitud ( $p < 0.05$ ). Respecto al nanofitoplancton (Tabla 10), se obtuvo el mismo resultado.

Tabla 9. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de microfitoplancton, por fracción de tamaño (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
EPOCA DEL AÑO	3	1.3E+10	5.447	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	1.6E+09	0.681	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	287	2.5E+09			

Tabla 10. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de nanofitoplancton, por fracción de tamaño (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
EPOCA DEL AÑO	3	2.3E+10	2.763	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	6.5E+09	0.77	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	287	8.5E+09			

El análisis de correlación entre TSM, BZ, MP y NP por mes se llevaron a cabo con todas las observaciones registradas en la campaña, debido a que el número de datos era mínimo en algunos cuadrantes latitudinales. Se obtuvo que la TSM estuvo negativamente correlacionada con las otras tres variables en agosto de 1985, julio de 1988 y septiembre de 1991; los meses restantes no tuvieron alguna tendencia a éste respecto (Tabla 11). La BZ estuvo inversamente relacionada con las otras variables en enero de 1984, mayo de 1985, 1986, julio de 1987, octubre de 1987 y julio de 1988.

En el resto de los meses se obtuvieron principalmente correlaciones positivas. Para el MP, se obtuvieron relaciones positivas con las otras variables en mayo de 1985, y en los otros meses estuvo negativamente relacionada. El NP tuvo una tendencia bastante similar al MP en el tipo de relaciones con las otras variables.

Tabla 11. Coeficientes de correlación. Valores resaltados son significativos ( $p < 0.05$ ). MF= Microfitoplancton, NF= Nanofitoplancton, TSM= Temperatura superficial del mar, BZ= Biomasa zooplanctónica. SD= Sin datos.

	MES/AÑO	NF	MF	BZ
<b>TEMPERATURA</b>	ENE84	<b>0.32</b>	0.08	<b>-0.47</b>
	MAY84	SD	SD	<b>0.24</b>
	MAY85	<b>0.41</b>	0.29	0.11
	AUG85	-0.08	-0.01	-0.32
	MAY86	0.08	-0.06	-0.21
	NOV86	0.25	0.02	0.09
	JUL87	0	-0.13	-0.1
	OCT87	-0.11	0	0.22
	JUL88	-0.29	-0.03	0.16
	JUN89	SD	SD	-0.23
	SEP91	-0.1	-0.25	-0.43
		NF	MF	TSM
<b>BIOM. ZOOPLANCTON</b>	ENE84	-0.17	0.06	<b>-0.47</b>
	MAY84	SD	SD	<b>0.24</b>
	MAY85	SD	SD	0.11
	AUG85	-0.11	<b>0.74</b>	-0.32
	MAY86	-0.1	-0.02	-0.21
	NOV86	-0.11	0.01	0.09
	JUL87	-0.14	-0.16	-0.1
	OCT87	-0.09	-0.14	0.22
	JUL88	0.17	-0.11	0.16
	JUN89	SD	SD	-0.23
	SEP91	0.12	0.09	-0.43
		NF	TSM	BZ
<b>MICROFITOPLANCTON</b>	ENE84	-0.03	0.08	0.06
	MAY85	<b>0.54</b>	0.29	0.22
	AGO85	-0.19	-0.01	<b>0.74</b>
	MAY86	-0.1	-0.06	-0.02
	NOV86	-0.05	0.02	0.01
	JUL87	0	-0.13	-0.16
	OCT87	0.11	0	-0.14
	JUL88	0.18	-0.03	-0.11
	SEP91	0.36	-0.25	0.09
		MF	TSM	BZ
<b>NANOFITOPLANCTON</b>	ENE84	-0.03	<b>0.32</b>	-0.17
	MAY85	<b>0.54</b>	<b>0.41</b>	-0.11
	AGO85	-0.19	-0.08	-0.11
	MAY86	-0.1	0.08	-0.1
	NOV86	-0.05	0.25	-0.11
	JUL87	0	0	-0.14
	OCT87	0.11	-0.11	-0.09
	JUL88	0.18	-0.29	0.17
SEP91	0.36	-0.1	0.12	

## **Discusión.**

### **Características generales.**

#### **Temperatura.**

En la región de la CC la década de los 80's representó un período de cambios climáticos importantes por su número, duración e intensidad en comparación a los registrados en décadas anteriores (Cayan 1980, Chelton 1981, Cannon et al. 1985, Huyer y Smith, 1985, Kawabe 1985, Norton et al. 1985, Huato-Soberanis y Lluch-Belda 1987, Lluch-Belda et al. 1992, Hernández-Vázquez 1995).

Estas variaciones tuvieron especial relevancia por ser ésta una zona de transición subártica-subtropical en la que sus límites norte y sur tienen características de zonas de frentes en los cuales se dan cambios rápidos en la estructura termohalina, en la estabilidad hidrostática y en la composición biológica (Roden 1991).

En esta zona, las fluctuaciones cíclicas interanuales de la TSM se han correlacionado con incrementos y/o descensos de abundancia de poblaciones pelágicas (Tont y Delistraty 1980, Brinton 1981, Brinton y Reid 1986, Moser et al. 1987, Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo 1989, Hernández-Trujillo 1991c, Baumgartner et al. 1992, Gómez-Gutiérrez 1992, Lluch-Belda et al. 1992, Holmgren y Baumgartner 1993, Funes-Rodríguez et al. 1995, Hernández-Vázquez 1995, Roemmich y McGowan 1995, Félix-Uraga et al. 1996, MacCall 1996, McGowan et al. 1996, entre muchos otros) poniendo de manifiesto la importancia de esta variable en el sistema de la CC.

El Niño 1982-83 fue el evento oceanográfico de mayor influencia a lo largo de la década; se manifestó en el aumento del nivel del mar, de la TSM, de la profundidad de la termoclina, en el abatimiento de nutrientes, la reducción de las surgencias y en la modificación espacial de la distribución horizontal y vertical de los organismos pelágicos (Hernández-Trujillo 1989, Fielder 1984).

El Niño 1982-83 fue el de mayor intensidad (Taft 1985, Cannon et al. 1985, Ripa 1991, Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996) y propició importantes cambios en la fauna y flora (Vélez y Zeballos 1985, CICIMAR 1991, Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo 1989, Funes-Rodríguez et al. 1995, Miller et al. 1985). En la segunda mitad de la década se registraron dos eventos más, que aunque de menor fuerza, también modificaron la estructura horizontal y vertical del agua marina (Gómez-Gutiérrez et al. 1995, Smith 1995, O'Lenic 1988).

Las condiciones de la TSM en la región sur de la Corriente de California de 1980 a 1991 estuvieron influenciadas por aguas cálidas (El Niño) de agosto de 1982 al de 1984 y de octubre de 1987 a febrero de 1988; por aguas frías (La Niña) de septiembre de 1984 a julio de 1985, de agosto de 1986 a septiembre de 1987, de marzo de 1988 a febrero de 1990 (Gómez-Gutiérrez

et al. 1995, Ripa 1991, Taft 1985, Leetmaa, 1989).

Entre agosto de 1985 y octubre de 1987 se presentaron condiciones térmicas cálidas y frías que no permitieron ubicarlas como representativas de otros eventos El Niño, lo que concuerda con el análisis sobre ATSM, anomalías de vientos y variaciones de temperaturas subsuperficiales efectuados por McPhaden et al. (1990) para la región oriental del Pacífico ecuatorial. A partir de marzo de 1990 las ATSM indican el inicio del desarrollo de un nuevo evento cálido que, de acuerdo a la literatura, es franco en 1991 y dura hasta 1993 (Halpert y Bell 1993, Kousky 1993, Wang 1993, Mo 1994, Mo y Wang 1994).

Los datos de la TSM obtenidos en los cruceros analizados, reflejaron la ocurrencia de estos fenómenos en el área durante el periodo de estudio.

### **Biomasa zooplanctónica.**

En el área de la Corriente de California, desde Oregon a Baja California Sur, a partir del programa CalCOFI, iniciado en 1949 y concluido en 1988, la BZ es una de las variables biológicas sobre la cual se tiene la serie temporal más grande de distribución espacial de su densidad (McGowan et al. 1996). Esto ha permitido determinar patrones de abundancia a diferentes escalas en tiempo y espacio (Roesler y Chelton 1987, Hernández-Vázquez 1995, Roemmich y McGowan 1995) así como la reducción de biomasa de macrozooplancton en el sur de California de hasta 80% desde 1951 a 1993, acoplada al aumento de la temperatura superficial del mar hasta en más de 1.5 °C (Roemmich y McGowan 1995).

Entre 1950 y 1988, las características más importantes que se han obtenido de la BZ a partir del análisis del patrón espacial son: 1) la gran densidad que alcanza en lapsos cortos y áreas restringidas, 2) el gradiente de abundancia norte-sur y costa-océano, 3) la gran variabilidad de la biomasa asociada a niveles altos de diversidad de especies de zooplancton (McGowan et al. 1996).

El análisis de McGowan et al. (1996) del patrón interanual mostró puntos interesantes: 1) una relación inversa entre BZ y TSM, 2) la correlación entre BZ excepcionalmente altas con el transporte anormalmente intenso de aguas frías y de baja salinidad provenientes del Pacífico norte, y 3) la existencia de mecanismos de control de la variabilidad interanual de BZ en el norte y en el sur del sistema de la CC.

En el norte de la CC, se reconoce una respuesta trófica del zooplancton local a la advección de biomasa; en el sur hay un efecto observable en las poblaciones locales a los cambios ambientales causados por cambios en la advección y la probable influencia del cambio climático como promotor de la advección del zooplancton.

El patrón interdecadal mostró el descenso de la BZ en un 70 % entre 1950-1991, asociado con el incremento de la temperatura en los primeros 100 m de profundidad (0.8°C en promedio) y con el incremento anual (0.9± 0.2mm) de la altura dinámica del nivel del mar.

## **Fitoplancton y pigmentos fotosintéticos.**

El fitoplancton es el productor primario dominante del ambiente pelágico, al convertir material inorgánico en compuestos orgánicos nuevos mediante el proceso de fotosíntesis e iniciar así la cadena trófica marina (Lalli y Parsons, 1993). Para la mejor comprensión de la biología y dinámica de una región determinada es preciso tener conocimiento sobre la cantidad y distribución del fitoplancton, en virtud de que es la principal fuente de alimento en el océano (Peláez, 1984).

En la CC el estudio de fitoplancton se ha efectuado mediante estimaciones *in situ* de clorofila (Torres-Moye y Alvarez-Borrego 1987, Fargion et al. 1993, Haury et al. 1993, Lechuga-Deveze et al. 1993, Millán-Núñez et al. 1996), del número de células por unidad de volumen (Reid et al. 1978, Torres-Moye y Alvarez-Borrego 1987, Martínez-López 1993a, b), de producción primaria por  $^{14}\text{C}$  (Gaxiola-Castro 1986, Fargion et al. 1993, Longhurst 1995; Mantyla et al. 1995) y el análisis de imágenes de pigmentos por sensores remotos (Stevenson et al. 1979, Peláez 1984, Peláez y McGowan 1986, Strub et al. 1990, Longhurst et al. 1995; Zuria-Jordan et al. 1995). No obstante, a excepción de este último método, las demás estimaciones sólo se han llevado a cabo discretamente en algunas áreas dentro de la CC.

El análisis más completo sobre producción primaria en la CC es el de Millán-Núñez et al. (1996) ya que integraron los datos de perfiles de clorofila obtenidos entre 1978-1992 en el área delimitada entre los 25-37°N y 114-126°W. Asimismo determinaron que el patrón estacional de la abundancia de clorofila *a* es el típico de aguas templadas, con el máximo en invierno-primavera, que existen diferencias importantes norte-sur y costa-océano y que hay una relación inversa entre la concentración de clorofila *a* superficial y la temperatura. Estas relaciones son más pronunciadas en la zona más meridional del área de estudio, que corresponde a Baja California.

Mediante el análisis de imágenes de satélite de pigmentos fitoplanctónicos, en algunas áreas del Pacífico oriental se han obtenido resultados parciales en tiempo y espacio (Peláez 1984, Peláez y McGowan 1986, Strub et al. 1990, Longhurst 1995, Longhurst et al. 1995; Zuria-Jordán et al. 1995).

## **Características locales.**

El análisis de la variabilidad de la temperatura superficial del mar, de la biomasa zooplanctónica, del micro y nanofitoplancton en la zona de estudio entre 1984 y 1991, tiene como limitante el que su registro en el tiempo fue discreto y no continuo, en comparación a la serie de TSM de Cole y McLain (1989) y del COAD y con la del índice de surgencias del PFEG. Esta situación tiene como consecuencia lógica que los patrones estacionales y latitudinales resultantes estén afectados por el número y la frecuencia de las observaciones.

La descripción a mesoescala de la TSM, el ISB y sus correspondientes anomalías, permitieron



ubicar nuestras observaciones en perspectiva para proceder al análisis de las condiciones ambientales locales e inferir, así sea limitadamente, las consecuencias que estas ejercen en la taxocenosis de copépodos pelágicas, ya que las poblaciones siguen el continuo que les impone la dinámica del ecosistema.

### **Temperatura superficial del mar.**

Como se ha mencionado, resalta el dominio de aguas cálidas en el lapso 1983-1984, 1987-1988 y 1990, y de aguas frías en 1985-1987 y 1988-1990 (Gómez-Gutiérrez et al. 1995, Murphree y Reynolds 1995, NOAA 1994, Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996, Santa María del Angel et al. 1994, Taft 1985). A lo largo de la serie de cruceros se encontraron condiciones térmicas atípicas; algunas de nuestras observaciones concordaron con esta situación.

Una de las posibles explicaciones es que sean respuesta a fenómenos locales como fluctuaciones de vientos que impactan fuertemente la estructura vertical de la columna de agua en los primeros 100 m (McPhaden et al. 1990). Por otro lado, el ANDEVA de la TSM indicó que hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de ésta variable física entre los cruceros, las épocas del año y entre los bloques latitudinales, lo que es coincidente con los cambios de la TSM encontrados por otros autores en la zona de estudio (Gómez-Gutiérrez et al. 1995, Murphree y Reynolds 1995, NOAA 1994, Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996).

Las anomalías térmicas de la TSM (ATSM) y del índice de surgencia de Bakun (AISB) mostraron diferencias notables entre cuadrantes latitudinales y entre meses; así, de los 27 a 30°N la ATSM y la AISB fueron principalmente de signo negativo. Esto significa que en los meses analizados, el área de estudio estuvo dominada por aguas superficiales frías; a pesar de que las AISB negativas fueron más frecuentes, sus magnitudes no alcanzaron a 0.5, lo que sí sucede en el caso de las AISB positivas. En términos generales y de acuerdo a Hernández-Vázquez (1995), las AISB positivas representan transporte de agua hacia afuera de la costa y las negativas hacia ella. Esto quiere decir que el enfriamiento de la TSM puede asociarse a surgencias más intensas de lo normal.

Para nuestro caso, esta condición no se cumple en mayo de 1984 ni en agosto y noviembre de 1986, ya que las ATSM tienen el mismo signo de las AISB. Esta situación quizá se deba a condiciones locales más que al patrón obtenido.

En el cuadrante de los 24 a 27°N, las ATSM son negativas, excepto en enero y mayo de 1984 y mayo de 1986, y las AISB son negativas en la mitad de los meses analizados y positivas en la otra. Las ATSM de signo negativo se observaron indistintamente en meses de primavera a otoño y sólo en un caso sobrepasan el valor de 1.0.

Respecto a las AISB es más complicado dar una explicación del valor y signo de la anomalía, ya que se presentaron situaciones de convergencia de aguas en meses fríos. No obstante, si se toma en consideración para la AISB el criterio empleado por Hernández-Vázquez (1995) para la tipificación de años cálidos ( $> 2.0$ , respecto a la media), fríos ( $< 2.0$ ) y promedio ( $< 0.5$ ) mediante el uso de las ATSM, entonces resultaría que las variaciones de ambas anomalías pueden obedecer más a situaciones de tipo estacional o bien local, que a la influencia de algún

calentamiento y/o enfriamiento global, ya que los valores de ATSM y AISB indican variaciones que pueden catalogarse como normales.

En la zona de los 21 a 24°N las ATSM en los meses de estudio fueron principalmente positivas; en contraste, el mes de julio de 1988 sobresale por tener un valor negativo de más de -3.0. Las AISB tuvieron preponderantemente valores negativos, muy cercanos a 0.0, en la mayoría de los meses estudiados.

Lo anterior indica que la región más meridional del área de estudio estuvo constantemente influenciadas por la Contracorriente Ecuatorial y que el transporte de agua hacia la costa fue mínimo en comparación a latitudes mayores; esta característica había sido esbozada anteriormente al relacionarse disminuciones del valor promedio del ISB con el aumento de la TSM para el periodo de 1951-1989 (Lluch-Belda et al. 1991).

### **Biomasa zooplanctónica.**

El análisis de la variación espacial y mensual de BZ entre 1982 y 1985, realizado por Hernández-Trujillo et al. (1987), refiere que las mayores abundancias de biomasa se asociaron a temperaturas menores a 20°C, y se ubicaron en la región costera. Entre Monterey California y Bahía Magdalena, B.C.S., y en el periodo 1951-1989, Hernández-Vázquez (1995) encontró homogeneidad en toda el área, con valores mínimos entre octubre y marzo (invierno) y máximos de mayo a julio (primavera-verano); nuestra área de estudio se localiza en el extremo sur de la CC y el patrón estacional obtenido en un lapso y área geográfica reducidos en comparación al empleado por Hernández-Vázquez (1995), mostró un patrón inverso global. Sin embargo, el análisis por bloques latitudinales indicó variabilidad intraestacional en función de la latitud.

Análisis más detallados de los valores de BZ en la zona de estudio, entre 1986 y 1991, mostraron que la combinación del componente estacional y la latitud son los factores que más influyen en la variabilidad (Hernández-Trujillo y Gómez-Gutiérrez, en preparación). En la zona adyacente a Punta Eugenia (30-26.7°N), Lavaniegos et al. (en revisión) encontraron que a mesoescala el ciclo estacional 1951-1996 mostró biomasa mayores entre verano-otoño y menores de invierno a primavera. Nuestros resultados no concuerdan con estos autores, ya que se observó exactamente lo contrario.

El análisis de los datos disponibles de biomasa en la zona de estudio entre 1984 y 1991 permite observar diferencias mensuales y estacionales significativas ( $p < 0.05$ ) de abundancia de biomasa, las que son menos pronunciadas en las zonas meridionales que en las septentrionales; ello coincide con lo encontrado por Roesler y Chelton (1987).

El ANDEVA mostró las diferencias existentes en el tiempo y en el espacio, lo que significa que la biomasa zooplanctónica estuvo heterogéneamente distribuida a lo largo del área de estudio y que solo se modificó por efecto estacional.

Ocurre así un nivel de abundancia zooplanctónica relativamente constante a lo largo del año,

que se incrementa en la época primaveral (abril-junio) cuando las surgencias son más intensas y la Corriente de California tiene el máximo flujo hacia el ecuador (Lynn y Simpson 1987); todo esto aunado al efecto del incremento de las horas de iluminación y de la temperatura del agua.

Las condiciones anteriores permiten florecimientos de fitoplancton que son aprovechados por el zooplancton que es transportado estacionalmente por la Corriente de California desde el norte y por la Contra Corriente de Davidson desde el sur.

Esto refuerza la hipótesis de Roesler y Chelton (1987) respecto a que en la región de la Corriente de California los cambios en las condiciones ambientales y la advección de nutrientes son los principales mecanismos controladores de la abundancia de zooplancton.

### **Fitoplancton y pigmentos fotosintéticos.**

En la región de Baja California, Zuria-Jordán (1994) y Zuria-Jordan et al. (1995) estimaron para la zona de Bahía Magdalena (24°30'N, 112°20'W), la concentración de pigmentos fotosintéticos a partir de los datos de radiancia del CZCS (Coastal Zone Color Scanner) obtenidos entre noviembre de 1978 a junio de 1986 mediante el satélite Nimbus-7. La serie de datos de pigmentos mostró que, de la segunda mitad de 1982 al fin de 1985, las concentraciones fueron menores con relación a otros años (0.5-3.0 mg/m<sup>3</sup>).

Esta situación concuerda con los niveles de abundancia de células fitoplanctónicas obtenidas entre febrero de 1983 y mayo de 1986, al coincidir bajas concentraciones de pigmentos con reducidas abundancias de células y viceversa. Además, durante 1982, Martínez-López (1993b) encontró que de abril a diciembre hubo un marcado descenso de la abundancia de MF, pero no de NF, lo que coincide con la estimación de la concentración de pigmentos de Zuria-Jordán et al. (1995).

A pesar de esta correlación debemos tomar con reserva la coincidencia, ya que no siempre la concentración de clorofila será un indicador directo de la abundancia de células. Esto deriva de que la comunidad fitoplanctónica puede variar la síntesis de pigmentos de acuerdo a la intensidad luminosa a que se encuentre, así como de su estado fisiológico (Lancelot-Van Beveren, 1980; Darley, 1991). Por otra parte, los conteos fitoplanctónicos no estiman la abundancia de la fracción fitoplanctónica menor a 2 micras y tal fracción puede ser un importante productor primario (Verdugo-Díaz, 1997).

Los cambios observados en las abundancias de las fracciones fitoplanctónicas reflejaron la variación ambiental, especialmente en el nanofitoplancton. El ANDEVA de la abundancia de micro y nanofitoplancton, en ambos casos, mostró la existencia de diferencias en el tiempo ( $p < 0.05$ ), pero no en el espacio ( $p > 0.05$ ), lo que significa que la abundancia estuvo homogéneamente distribuida en el área de estudio, y que los cambios de abundancia estuvieron bajo la influencia del tiempo y de la época del año en que se llevaron a cabo los muestreos.

Respecto al nanofitoplancton, éste se desarrolló más rápidamente (Dawes, 1986) y proliferó aún bajo condiciones oligotróficas al tener mayor eficiencia para aprovechar los nutrientes (Mann y

Lazier, 1991). Asimismo tuvo la capacidad de proliferar y ser la fracción dominante durante el fenómeno de El Niño, contrariamente a lo observado para la fracción microfitoplanctónica (Martínez-López, 1993b) y en concordancia con la estimación de la concentración de pigmentos obtenida por Zuria-Jordán (1995).

El efecto de disminución de la abundancia microfitoplanctónica en aguas oligotróficas se relaciona generalmente con los mayores requerimientos de nutrientes de esta fracción. En los trabajos de Digby (1953) y Gotsis-Skretas y Satsmadjis (1989) las células del microfitoplancton dominaron, sin embargo no es frecuente la literatura en la que se mencione a ésta fracción como responsable principal de la producción primaria.

Por otro lado, la mayor abundancia estacional de pigmentos y la de micro y nanofitoplancton están desfasadas ya que en el caso de los primeros es en la primavera y para los segundos en el verano; en ambos casos hay coincidencia en que el otoño-invierno es la época de menor abundancia.

La dominancia del nanofitoplancton puede ser importante al tratarse de células de pequeño tamaño, por lo que pueden ser consumidas por diferentes grupos del zooplancton entre ellos larvas de peces de importancia comercial (Rojas de Mendiola, 1981). En contraste, cuando el microfitoplancton es dominante, puede no ser consumido por algunos organismos filtradores y presentarse un acortamiento de la cadena trófica al ser el macrozooplancton la unión entre consumidores y productores (Malone 1980, Varela y Costas 1987).

## Conclusiones.

Los resultados que acerca de las características ambientales en términos generales, reflejaron la tendencia del cambio latitudinal y temporal que ha sido descrito para la región sur del sistema de la CC. Así, estas características pueden resumirse de la siguiente manera:

1. La TSM, en la región sur de la CC y entre 1980-1991, reflejó condiciones de El Niño y La Niña; sin embargo, el periodo de agosto de 1985 - octubre de 1987 puede considerarse como intermedio entre ambos fenómenos.
2. El Niño 1982-84 fue el evento oceanográfico de mayor importancia en la década de 1980 y su impacto en la región de la CC fue diferencial en función de la latitud, con un menor efecto en la zona más septentrional.
3. El patrón estacional de la BZ, para toda el área, mostró mayores volúmenes en invierno, disminuyendo hacia el otoño; sin embargo, latitudinalmente éste patrón se ve modificado al observarse desfasamiento entre las épocas de mayor biomasa.
4. En la zona sur del área de estudio se encontró que el nivel de

abundancia de BZ es constante a lo largo del año y que en la primavera es cuando puede incrementarse a niveles mayores por efecto de la intensidad de la CC.

5. Las fracciones de MF y NF son poco abundantes en invierno, tuvieron ascenso paulatino a través de la primavera y alcanzaron su máxima abundancia en verano. Ambas presentaron un patrón espacial de abundancia homogéneo a lo largo del periodo de estudio; sin embargo el MF disminuyó en aguas oligotróficas y el NF proliferó en las mismas condiciones.
6. De los 27 a 30°N la TSM promedio estuvo inversamente relacionada con las del ISB, la BZ, MF y NF; la BZ y ambas fracciones de fitoplancton presentaron un patrón de variación similar al del ISB, y los niveles de abundancia de la BZ estuvieron inversamente relacionados a los del MF y NF. En este cuadrante latitudinal es menester tomar en cuenta que los niveles de abundancia y patrones de variación de BZ, MF y NF pueden ser distintos en la medida de que la frecuencia y el número de observaciones es reducido.
7. De los 24 a 27°N, los promedios más altos de la TSM coincidieron con los mínimos de las otras variables consideradas; la BZ tuvo un patrón de variación similar al del ISB; con el MF y NF la relación inversa entre sus abundancias se presentó solamente entre enero de 1984 y mayo de 1986, en el resto de los meses se observó correspondencia en el aumento y disminución de sus densidades. No obstante, la fracción NF tuvo variación distinta en algunos meses.
8. De 21 a 24°N, las medias mayores de TSM se asociaron inversamente con las mínimas de la BZ, MF, NF y el ISB. La BZ y el NF estuvieron relacionados inversamente, y a su vez el ISB con MF. La BZ y el ISB siguieron prácticamente el mismo patrón de variación, excepto en el verano de 1985 y otoño de 1987.

## 6.2 ELENCO SISTEMATICO

Se identificó y censó a la comunidad de copépodos pelágicos en el área de estudio; se identificaron 144 taxa, de los cuales 123 correspondieron al nivel de especie, 19 a género, uno a familia y uno más que no fue identificado (Anexo I). Estos organismos provinieron del análisis de 571 muestras obtenidas en las campañas oceanográficas a las que se hizo referencia en la sección de material y métodos.

No todas las especies tuvieron la misma frecuencia de aparición en el área. Resulta importante destacar que 11 especies: *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Candacia curta*, *Corycaeus speciosus*, *Pareucalanus sewellii*, *Subeucalanus subcrassus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Pleuromamma abdominalis*, *Rhincalanus nasutus* y *Scolecithrix danae* estuvieran presentes en todas las campañas estudiadas. La situación fue distinta cuando se observaron sus abundancias. Estas variaron para cada campaña y se ubicaron en posiciones distintas dentro de la comunidad en ocasiones con abundancias relativas menores al 1%.

Las especies identificadas en el periodo estudiado se encuentran relacionadas en la Tabla 12, su abundancia relativa en el Anexo II y su afinidad biogeográfica en la Tabla 13. La descripción detallada de la estructura de la comunidad se aborda a continuación para cada campaña en el lapso de 1984 a 1991. Asimismo, se presenta la lista taxonómica de las especies encontradas en el área.

**Tabla 12.** Clasificación taxonómica de las especies de copépodos pelágicos encontradas a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California, México (1984-1991).

### CLASE CRUSTACEA

#### SUBCLASE COPEPODA Milne-Edwards, 1840

#### InfraClase NEOCOPEPODA Huys y Boxshall, 1991

#### Superorden GYMNOPLEA Giesbrecht, 1882

#### ORDEN CALANOIDA G. O. Sars, 1903

#### FAMILIA ACARTIIDAE Sars, 1900

*Acartia clausi* Giesbrecht, 1889

*Acartia danae* Giesbrecht, 1889

#### FAMILIA AETIDEIDAE Giesbrecht, 1892

*Aetideus pacificus* Brodsky, 1950

*Aetideus* sp Brady, 1883

*Aetideus acutus* Farran, 1929

*Aetideus armatus* (Boeck, 1872)

*Aetideus giesbrechti* (Cleve, 1904)

*Chiridius poppei* Giesbrecht, 1892  
*Chiridius* sp Giesbrecht, 1892  
*Euchirella amoena* Giesbrecht, 1888  
*Euchirella curticauda* Giesbrecht, 1892  
*Euchirella rostrata* (Claus, 1866)  
*Gaetanus armiger* Giesbrecht, 1888  
*Gaetanus minor* Farran, 1905  
*Gaetanus miles* Giesbrecht, 1888  
*Gaetanus pungens* Giesbrecht, 1895  
*Gaetanus robustus* Giesbrecht, 1892  
*Gaetanus secundus* Esterly, 1911  
*Gaetanus simplex* Brodsky, 1950  
*Gaetanus* sp Giesbrecht, 1895  
*Undeuchaeta intermedia* Scott 1909  
*Undeuchaeta* sp Giesbrecht 1888

**FAMILIA ARIETELLIDAE** Sars, 1903

*Arietellus setosus* Giesbrecht, 1892  
*Phyllopus bidentatus* Brady, 1883

**FAMILIA AUGAPTILIDAE** Sars, 1905

*Augaptilus megalurus* Giesbrecht, 1892  
*Haloptilus acutifrons* (Giesbrecht, 1892)  
*Haloptilus longicornis* Claus, 1863  
*Haloptilus mucronatus* Claus, 1863  
*Haloptilus ornatus* (Giesbrecht, 1892)  
*Heterorhabdus papilliger* Claus, 1863

**FAMILIA CALANIDAE** Dana, 1849

*Calanus cristatus* Kroyer, 1848  
*Calanus pacificus* Brodsky, 1948  
*Calanus*(=*Nannocalanus*) *minor* (Claus, 1863)  
*Calanus*(=*Canthocalanus*)*pauper* (Giesbrecht, 1888)  
*Calanus* sp Leach, 1819  
*Calocalanus pavo* Dana, 1852  
*Clausocalanus* sp Giesbrecht, 1888  
*Neocalanus tenuicornis* Dana, 1849  
*Undinula* (= *Cosmocalanus*) *darwini* (Lubbock, 1860)  
*Undinula vulgaris* (Dana, 1849)

**FAMILIA CANDACIIDAE** Giesbrecht, 1892

*Candacia aethiopica* Dana, 1849  
*Candacia bipinnata* (Giesbrecht, 1889)  
*Candacia catula* Giesbrecht, 1889  
*Candacia curta* (Dana, 1849)  
*Candacia discaudata* Scott, 1909  
*Candacia pacifica* Mori, 1937

*Candacia pachydactyla* (Dana, 1852)  
*Candacia pectinata* Brady, 1878  
*Candacia varicans* Giesbrecht, 1889  
*Candacia* sp Dana, 1846  
*Paracandacia simplex* (Giesbrecht, 1889)  
*Paracandacia truncata* (Dana, 1849)

**FAMILIA CENTROPAGIDAE** Giesbrecht, 1892

*Centropages bradyi* Wheeler, 1899  
*Centropages furcatus* (Dana, 1849)  
*Centropages gracilis* (Dana, 1849)  
*Centropages longicornis* Mori, 1966

**FAMILIA EUCALANIDAE** Giesbrecht, 1892

*Eucalanus bungii californicus* Johnson, 1938  
*Eucalanus elongatus* (Dana, 1849)  
*Eucalanus giesbrechti* Mori, 1937  
*Eucalanus inermis* Giesbrecht, 1892  
*Mecynocera clausi* Thompson, 1888  
*Subeucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888)  
*Subeucalanus subcrassus* (Giesbrecht, 1888)  
*Pareucalanus sewelli* (Fleminger, 1973)  
*Rhincalanus nasutus* Giesbrecht, 1888

**FAMILIA EUCHAETIDAE**

*Euchaeta acuta* Giesbrecht, 1892  
*Euchaeta indica* Wolfenden, 1905  
*Euchaeta longicornis* Giesbrecht, 1888  
*Euchaeta marina* (Prestandrea, 1833)  
*Euchaeta media* Giesbrecht, 1888  
*Euchaeta plana* Mori, 1966  
*Euchaeta* sp Philippi, 1843

**FAMILIA LUCICUTIIDAE** Sars 1903

*Lucicutia flavicornis* (Claus, 1863)

**FAMILIA METRIDINIDAE** Sars, 1902

*Metridia princeps* Giesbrecht, 1892  
*Metridia*, sp  
*Pleuromamma abdominalis* (Lubbock, 1856)  
*Pleuromamma gracilis* (Claus, 1863)  
*Pleuromamma quadrungulata* (Dahl, 1893)  
*Pleuromamma robusta* (Dahl, 1893)  
*Pleuromamma xiphias* (Giesbrecht, 1889)  
*Pleuromamma* sp Giesbrecht, 1898



**FAMILIA PARACALANIDAE** Giesbrecht, 1892

- Acrocalanus gracilis* Giesbrecht, 1888
- Acrocalanus monachus* Giesbrecht, 1888
- Acrocalanus* sp Giesbrecht, 1888
- Paracalanus parvus* (Claus, 1863)
- Paracalanus* sp Boeck, 1864

**FAMILIA PHAENNIDAE** Sars, 1903

- Phaenna spinifera* Claus, 1863
- Phaenna* sp Claus, 1863

**FAMILIA PONTELLIDAE** Dana, 1852

- Labidocera acuta* (Dana, 1849)
- Labidocera acutifrons* (Dana, 1849)
- Labidocera detruncata* (Dana, 1849)
- Labidocera diandra* Fleminger, 1967
- Labidocera johnsoni* Fleminger, 1964
- Labidocera jollae* Esterly, 1906
- Labidocera minuta* Giesbrecht, 1892
- Labidocera quadrungulata*
- Labidocera trispinosa* Esterly, 1905
- Labidocera* sp Lubbock, 1852
- Labidocera* sp 2
- Labidocera* sp 3
- Pontella securifer* Brady, 1883
- Pontella spinicauda* Mori, 1966
- Pontella princeps* Giesbrecht, 1892
- Pontella yamadae* Mori, 1937
- Pontella* sp Dana, 1846
- Pontellina plumata* (Dana, 1849)
- Pontellina* sp Dana, 1853
- Pontellopsis perspicax* Dana, 1852
- Pontellopsis tenuicauda* Giesbrecht, 1892
- Pontellopsis regalis* (Dana, 1849)
- Pontellopsis occidentalis*
- Pontellopsis villosa* Brady, 1883
- Pontellopsis* sp Brady, 1883

**FAMILIA SCOLECITHRICIDAE** Giesbrecht 1892

- Lophothrix frontalis* Giesbrecht, 1895
- Scolecithrix bradyi* Giesbrecht, 1892
- Scolecithricella ctenopus* Giesbrecht, 1892
- Scolecithrix danae* (Lubbock, 1856)
- Scolecithricella tenuiserrata* Giesbrecht, 1892
- Scolecithricella vittata* Giesbrecht, 1892
- Scolecithricella* sp Sars, 1902

*Scottocalanus helenae* Lubbock, 1856  
*Scottocalanus securifrons* (T. Scott, 1912)  
*Scottocalanus* sp Sars, 1905

**FAMILIA TEMORIDAE** Giesbrecht, 1892  
*Temora discaudata* Giesbrecht, 1889

**Superorden Podoplea**

**ORDEN CYCLOPOIDA** Burmeister, 1843

**FAMILIA OITHONIDAE** Dana, 1853

*Oithona fallax* Farran, 1913

*Oithona plumifera* Baird, 1843

**ORDEN HARPACTICOIDA** Sars, 1903

**FAMILIA AEGISTHIDAE** Giesbrecht, 1892

*Aegisthus* sp Giesbrecht, 1891

**FAMILIA CLYTEMNESTRIDAE** Scott, 1909

*Clytemnestra scutellata* Dana, 1847

**ORDEN POECILOSTOMATOIDA**

**FAMILIA CORYCAEIDAE** Dana, 1849

*Corycaeus amazonicus* F. Dahl, 1894

*Corycaeus flaccus* Giesbrecht, 1891

*Corycaeus furcifer* Claus, 1863

*Corycaeus gibbulus* Giesbrecht, 1891

*Corycaeus lautus* Dana, 1852

*Corycaeus ovalis* Claus, 1863

*Corycaeus subtilis* M. Daw, 1912

*Corycaeus speciosus* Dana, 1848

*Corycaeus truckicus* Mori

*Corycaeus typicus* Kroyer, 1849

*Corycaeus* sp Dana, 1845

*Farranula* sp Wilson, 1936

**FAMILIA ONCAEIDAE** Giesbrecht, 1892

*Lubbockia squillimana* Claus, 1863

*Lubbockia* sp Claus, 1863

*Oncaea conifera* Giesbrecht, 1891

*Oncaea media* Giesbrecht, 1891

*Oncaea venusta* Philippi, 1843

**FAMILIA SAPPHIRINIDAE** Thorell, 1859

*Copilia longistylis* Mori, 1852  
*Copilia mirabilis* Dana, 1852  
*Copilia quadrata* Dana, 1852  
*Pachysoma dentatum* Mori, 1966  
*Pachysoma* sp Claus, 1863  
*Sapphirina angusta* Dana, 1852  
*Sapphirina gastrica* Claus, 1863  
*Sapphirina gemma* Dana, 1852  
*Sapphirina intestinata* Giesbrecht, 1891  
*Sapphirina metallina* Dana, 1849  
*Sapphirina nigromaculata* Claus, 1863  
*Sapphirina stellata* Giesbrecht, 1891  
*Sapphirina* sp Thompson, 1830

### Características de la taxocenosis de copépodos.

En enero de 1984 (CICIMAR 8401) se identificaron 77 especies de las cuales *Pleuromamma abdominalis*, *Euchaeta marina* y *Paracalanus parvus* conformaron el 19.6, 13.6 y 10.2 % de la abundancia total de la comunidad. Las especies pertenecen a 4 tipos biogeográficos: tropicales (68.8%), transicionales (12.9%), subtropicales (10.3%) y subárticas (1.3%); del restante 6.4% de la comunidad no se definió estirpe biogeográfica.

En mayo de 1984 (CICIMAR 8405) se identificaron 38 especies y las más abundantes fueron *Calanus pacificus* (85.8%), *Pleuromamma gracilis* (4.9%) y *P. abdominalis* (3.3 %). La comunidad se constituyó por especies tropicales (51.3%), transicionales (24.3%), ecuatoriales (13.5%) y subtropicales (10.8%).

En mayo de 1985 (CICIMAR 8505) se encontraron 37 especies; *Calanus pacificus* (81.5%), *Rhincalanus nasutus* (7.7%) y *Paracalanus parvus* (2.2%) fueron las que contribuyeron en mayor proporción a la abundancia del grupo. La afinidad biogeográfica de la comunidad tuvo cuatro tipos: el tropical (45.9%), transicional (24.3%), subtropical (16.2%) y ecuatorial (13.5%).

Durante agosto de 1985 (CICIMAR 8508) se encontraron 42 taxa; las especies más importantes por su abundancia fueron *Calanus pacificus* (60.2), *Euchaeta marina* (13.3%) y *Rhincalanus nasutus* (4.7%). La afinidad biogeográfica de las especies fue de tipo tropical (68.8%), transicional (12.9%), subtropical (10.4%), subártica (1.3%) y el restante 6.5% no fue ubicado.

En mayo de 1986 (CIB-CICIMAR 8605) *Calanus pacificus* (96.2%) fue la especie dominante; las restantes 67 especies en conjunto sumaron el 3.8% de la abundancia total. Las especies se ubicaron en cinco tipos biogeográficos: tropical (51.5%), transicional (19.1%), subtropical (13.2%), ecuatorial (10.3%) y subártico (4.4%); el restante 1.5% no fue ubicado.

Durante noviembre de 1986 (CICIMAR 8611) fueron identificadas 68 especies y de estas *Euchaeta marina* (13.8%), *Labidocera acutifrons* (11.3%) y *Euchaeta longicornis* (10.8%) fueron las más importantes por su abundancia. Respecto a la afinidad biogeográfica, las especies

fueron del tipo tropical (47.8%), transicional (21.7%), subtropical (15.9%), ecuatorial (10.1%) y subártico (4.3%).

En julio de 1987 (CICIMAR 8707), se identificaron 52 especies y las dominantes fueron *Calanus pacificus* (92.7%), *Acartia danae* (3.3%), *Paracalanus parvus* (1.1%) y *Calanus minor* (1.1%). La comunidad estuvo constituida por especies de estirpe tropical (57.7%), transicional (19.2%), subtropical (11.5%), ecuatorial (9.6%) y subártica (1.9%).

En octubre de 1987 (CICIMAR 8710) se identificaron 72 especies y dominaron *Calanus pacificus* (36.2%), *Subeucalanus subcrassus* (8.8%), *Euchaeta marina* (8.7%) y *Subeucalanus crassus* (8.2%). La comunidad estuvo constituida por especies tropicales (48.7%), transicionales (18.9%), subtropicales (16.2%), ecuatoriales (12.2%) y subárticas (4.1%).

En julio de 1988 (CICIMAR 8807) fueron identificadas 68 especies y las más importantes fueron *Calanus pacificus* (84.5%), *Paracalanus parvus* (4.5%) y *Pleuromamma abdominalis* (2.0%). Durante este mes se encontraron especies de tipo tropical (52.9%), transicional (16.2%), subtropical (14.7%) y ecuatorial (13.2%); el restante 2.9% no fue ubicado.

En junio de 1989 (CICIMAR 8906) se encontraron 58 especies; *Calanus pacificus* (88.2%), *Pleuromamma abdominalis* (1.9%) y *Rhincalanus nasutus* (1.5%), fueron las más abundantes. La afinidad biogeográfica de las especies fue de tipo tropical (49.2%), transicional (20.3%), subtropical (18.6%), ecuatorial (8.5%) y subártica (3.4%).

En septiembre de 1991 (CICIMAR 9109), se encontraron 70 especies y las más abundantes fueron *Calanus pacificus* (14.3%), *Euchaeta marina* (10.3%) y *Scolecithrix danae* (9.8%). Los tipos biogeográficos encontrados fueron el tropical (54.3%), transicional (18.6%), ecuatorial (11.4%), subtropical (11.4%) y subártico (2.9%); el restante 1.4% no fue ubicado.

Tabla 13. Afinidad Biogeográfica de los copépodos pelágicos en la costa occidental de la península de Baja California, México. Número de especies por crucero.

	1984		1985		1986		1987		1988	1989	1991
AFINIDAD BIOGEOGRAFICA	ENE	MAY	MAY	AGO	MAY	NOV	JUL	OCT	JUL	JUN	SEP
SUBARTICA	1			1	3	3	1	3		2	2
TRANSICIONAL	10	9	9	8	12	14	10	13	11	11	13
SUBTROPICAL	8	4	6	6	9	11	6	12	10	11	8
TROPICAL	53	19	17	20	35	33	30	35	36	29	38
ECUATORIAL		5	5	6	7	7	5	9	9	5	8
NO UBICADAS	5	1		1	1				2		1
TOTAL	77	38	37	42	67	68	52	72	68	58	70

## Discusión.

El llevar a cabo censos de especies en una zona o región, tiene el objetivo básico de saber cuántas especies conforman una comunidad. Al repetir el inventario en tiempos distintos, o en un ciclo temporal y en una área geográfica determinados, se obtiene una visión más cercana de la composición global de la comunidad; ello permite estimar su nivel de biodiversidad.

Actualmente, esta primera fase del estudio de las comunidades pelágicas es indispensable para tener mayor claridad en su estructura y función, ya que así pueden identificarse las vías de recuperación del Carbono, lo que significa identificar las fases del proceso de flujo de energía y de materiales a través de la red trófica, el reciclaje de nutrientes esenciales para el fitoplancton, la incorporación de metales traza y el flujo de gases disueltos como el oxígeno y bióxido de carbono (McGowan y Walker, 1993). Todos estos procesos están relacionados indefectiblemente por el número y tipo de especies presentes en los ecosistemas, de ahí la importancia de contar con inventarios de especies lo más completos y confiables posible.

De todo el zooplancton marino, como ya se ha mencionado, la clase Copepoda es dominante hasta en más del 70% de la fauna planctónica, por lo cual es uno de los grupos de metazoarios más abundantes del mundo (Raymont, 1983), representando así la principal vía de transferencia de energía a niveles tróficos superiores, ya que son alimento de consumidores secundarios.

También es uno de los grupos zooplanctónicos más ampliamente estudiados; se han efectuado estimaciones del número de especies a nivel mundial; Kaestner (1970) calculó en

7500 las especies de copépodos, Bowman y Abele (1982) estimaron en 8400 el número de especies, posteriormente Brusca y Brusca (1990) lo elevaron a 9000; Huys y Boxshall (1991) calcularon en más de 10000 las formas del grupo. Más recientemente Bourguet et al. (1993) calcularon en aproximadamente 13000 especies y Humes (1994) en 11500.

En este marco general, es importante ubicar la riqueza específica de copépodos pelágicos marinos en el Océano Pacífico mexicano. McGowan y Walker (1993) mencionan que el análisis taxonómico del zooplancton en el Pacífico norte entre 1950 y 1960, en los primeros 200 m de profundidad, ayudó a obtener un esquema razonablemente amplio sobre el número de especies en esa zona, y especialmente para cuatro taxa: eufáusidos (80 especies), quetognatos (50 especies), pterópodos (poco más de 40 especies) y copépodos (poco menos de 200 especies).

En el litoral del Pacífico mexicano, en la región noroeste de esta zona Hernández-Trujillo (1991b) y este trabajo, identificaron 144 especies y Palomares et al. (1998) registraron 176. En total para la zona del Pacífico mexicano, se han estimado entre 236 (Suárez-Morales y Gasca 1997) y 293 especies (Hernández-Trujillo, en revisión), lo que significa que, de acuerdo a la estimación de que se trate, entre el 49 y 73% de la fauna copepodológica reconocida en aguas del Pacífico de México se encuentra representada en la región noroeste.

El porcentaje de participación a nivel zonal debe ser solo un marco de referencia que debe revisarse en el futuro en virtud del aumento en el número de investigaciones que de manera importante, están tomando en cuenta la identificación del zooplancton a nivel específico. Una de las limitaciones más importantes para la obtención de un inventario más preciso es que la gran mayoría de la literatura nacional, si bien resalta la importancia del grupo por su abundancia en los ambientes estuarinos, lagunares, costeros y oceánicos, no determina las especies encontradas, lo que impide obtener precisión en la estimación de la riqueza específica de este y otros grupos del zooplancton marino.

Lo anterior limitación también se aplica a la ubicación biogeográfica de las especies. En este sentido, globalmente, la distribución geográfica del zooplancton pelágico se ha relacionado directamente a las propiedades físicas del mar e indirectamente a la influencia que ejerce una especie sobre otra u otras.

El patrón de distribución de una especie o de un grupo, frecuentemente está limitado por masas de agua, lo que se constituye en una o varias fronteras latitudinales y meridionales (Pearcy, 1991). De este modo las fronteras físicas son consideradas como fronteras biogeográficas (Backus 1986) ya que la aparición, ausencia o el cambio drástico en la abundancia de una especie en un transecto de una zona determinada indica límites, biogeográficos y físicos lo que ha permitido construir un esquema acerca de la distribución de los organismos pelágicos marinos y la consecuente regionalización biogeográfica.

En el océano Pacífico norte la existencia del giro ciclónico subártico y del anticiclónico subtropical ocasiona que distintas masas de agua contengan biota característica a ambos giros. De este modo para los hemisferios norte y sur las regiones biogeográficas marinas consideradas

en la actualidad son la ártica, subártica, templada, subtropical y tropical (Backus, 1986). Los límites de estas regiones no son precisos ni definitivos ya que la dinámica del océano puede promover el solapamiento de dos ó más regiones por efecto de la invasión temporal de masas de agua provenientes de latitudes septentrionales y/o meridionales.

De acuerdo a la regionalización referida, el área de estudio forma parte a su vez de una más amplia zona de transición entre las regiones subártica y subtropical; el alto número de especies tropicales encontradas en las campañas analizadas (46 – 69%) corresponde a esta situación. Sin embargo, en la mayoría de las campañas la taxocenosis estuvo caracterizada por *Calanus pacificus*, especie transicional, particularmente abundante y de amplia distribución.

Esta condición está relacionada con los resultados que sobre la riqueza específica se obtuvieron a lo largo del estudio, ya que el número de especies aumentó al reducirse la abundancia y área de distribución de *C. pacificus*, lo que también se observó en la variación porcentual de los tipos biogeográficos presentes en cada campaña, especialmente el tropical.

Actualmente, el estudio de la biodiversidad en el ambiente pelágico se enmarca en las presiones ecológicas y evolutivas que están cambiando la estructura y organización de las comunidades marinas. Esto es bastante claro al estudiar el plancton marino, ya que el patrón de variación en espacio y tiempo de las especies muestra cambios fuertemente asociados a la variabilidad climática (McGowan y Walker 1993, McGowan et al. 1996); sin embargo, la ganancia y/o pérdida de la biodiversidad solo puede determinarse para aquellas zonas en las que existe conocimiento previo.

Así, la estabilidad y el eficiente funcionamiento de la cadena fitoplancton-zooplancton-necton-bacterias en los ecosistemas pelágicos están sujetas a la estructura de las comunidades, producto de una larga historia evolutiva (McGowan y Walker 1993), por lo que si la pérdida y subsecuente rearrreglo de jerarquías de dominancia ocurren, la cadena y el ciclo del Carbón son afectados de alguna forma. El conocer estos aspectos permite monitorear las comunidades clave en la dinámica marina ante fenómenos globales como el calentamiento.

Las características de la taxocenosis en la zona de estudio muestran una dinámica importante en la riqueza de especies, en la abundancia relativa y en su jerarquía de dominancia; al mismo tiempo se presenta la paradoja biogeográfica de la constancia de las formas tropicales, por lo que la variabilidad de éstas en la composición de la taxocenosis de copépodos puede ser la clave en la estructura de la comunidad zooplanctónica en la región.

## Conclusiones.

1. La comunidad de copépodos pelágicos en el área y periodo de estudio estuvo constituida por 144 taxa.
2. En relación con el total de especies de copépodos identificados en el Pacífico mexicano, la zona noroeste comprendió el 49%, cifra que podría elevarse hasta el 73%

3. *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Candacia curta*, *Corycaeus speciosus*, *Pareucalanus sewelli*, *Subeucalanus subcrassus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Pleuromamma abdominalis*, *Rhincalanus nasutus* y *Scolecithrix danae* fueron las especies de mayor presencia en el tiempo, pero su jerarquía por dominancia fue muy variable en cada campaña.
4. El componente tropical de la comunidad de copépodos contribuyó entre el 46 y 69 % en la constitución de la misma en el área y periodo de estudio.
5. *Calanus pacificus*, especie transicional, fue dominante en el 82% de los meses estudiados con abundancia relativa que varió entre el 14 y el 96%. Se sugiere que esta especie constituyó un factor biótico que influyó indirectamente en la distribución y abundancia del resto de las especies de la taxocenosis.



### 6.3 VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE COPEPODOS

#### Diversidad específica.

La estimación de la diversidad, mediante el índice de Shannon-Wiener, mostró que la comunidad presentó distintos niveles de complejidad entre meses y entre años de recolecta en distintas zonas a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur (Fig. 26a).

El valor del índice en enero de 1984 fluctuó entre 0 y 3.9 bits/ind. y en mayo de ese año fue de 0 a 3.1. En mayo de 1985, la diversidad fue de 0 a 2.7 bits/ind. y en agosto de 0 a 2.58 bits/ind. En mayo y noviembre de 1986 hubo diferencia notable entre los valores ya que variaron entre 0.002 y 3.13 y entre 1.4 y 3.5 bits/ind., respectivamente. La misma situación se presentó entre julio y octubre de 1987, con intervalos de 0.02 a 3.12 y de 0.33 a 3.84 bits/ind., respectivamente. Para julio de 1988 la estimación de la diversidad varió de 0.003 a 3.49 bits/ind., en junio de 1989 fue de 0.23 a 3.05 bits/ind. y en septiembre de 1991 fluctuó entre 1.98 y 3.76 bits/ind.

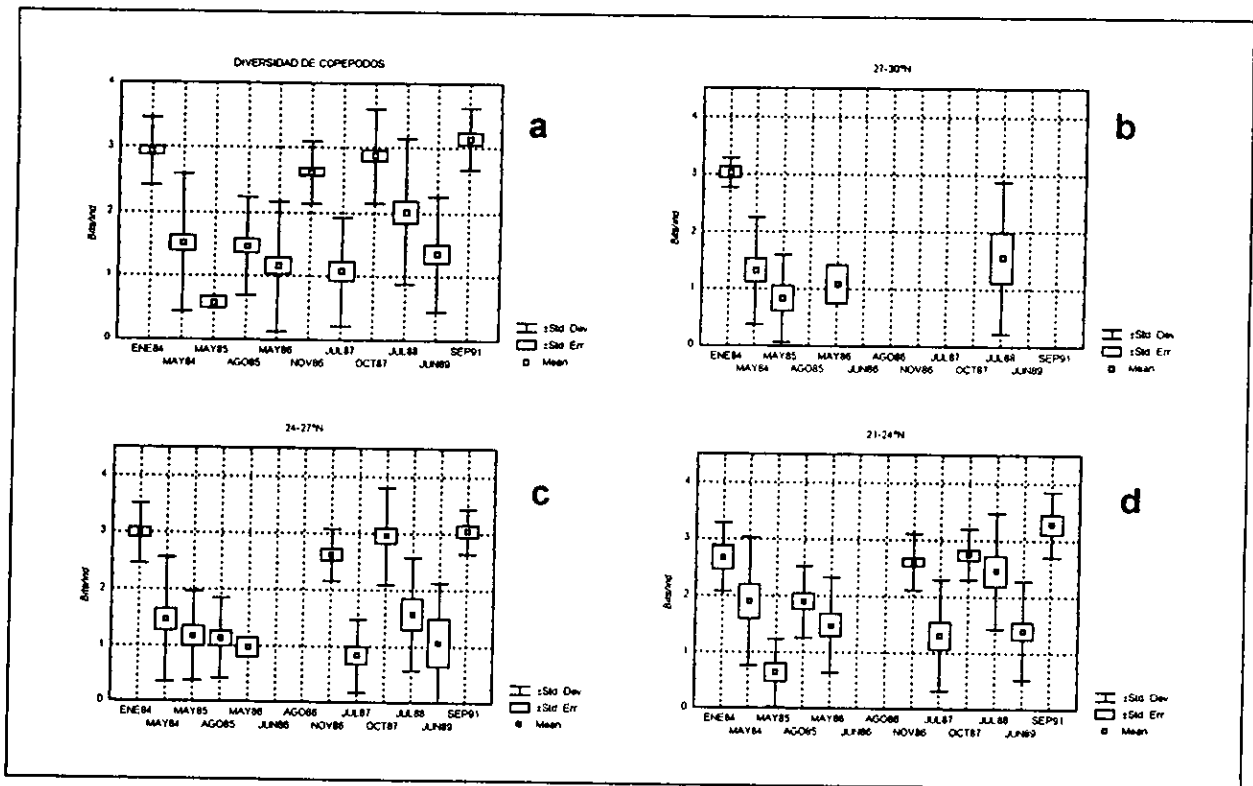


Figura 26. Diversidad específica de copépodos por a) campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N.

Latitudinalmente se observaron diferencias interanuales que identifican a cada región de forma distinta. Así, entre los 27-30°N el índice de diversidad promedio fue mayor en enero de 1984 (3

bits/ind) y menor en mayo de 1985 (0.8 bits/ind.). Notablemente alto fue el valor del índice de Shannon en enero de 1984, respecto a los otros meses en este bloque latitudinal (Fig. 26b).

En el cuadrante de los 24 a 27°N, el mes con la diversidad promedio mayor fue septiembre de 1991 (3 bits/ind.) y con la menor mayo de 1986 (0.9 bits/ind.). La variación del índice mostró tendencia a reducirse de enero de 1984 a mayo de 1986, pero de noviembre de 1986 a septiembre de 1991 la tendencia es moderada ya que se obtuvo una mayor variación intra e interanualmente (Fig. 26c).

En la región meridional del área de estudio (21-24°N) el valor promedio más alto del índice de Shannon-Wiener fue obtenido nuevamente para septiembre de 1991(3.2 bits/ind.) y el menor en mayo de 1985 (0.6 bits/ind.). En este cuadrante latitudinal se observó una mayor heterogeneidad en el valor medio del índice, aunque persiste la tendencia a reducirse entre enero de 1984 y mayo de 1986; en contraparte, la diversidad tendió a aumentar entre noviembre de 1986 y septiembre de 1991 (Fig. 26d).

El ANDEVA (Tabla 14) mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de diversidad entre los meses de muestreo y entre los bloques latitudinales, al rechazarse la hipótesis nula de igualdad.

**Tabla 14. ANDEVA multifactorial mensual de la diversidad ( $H'$ ) en la costa occidental de Baja California (1984-1991).**

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	10	29.090566	42.096	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	3.344669	4.840	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	494	0.691048			
TOTAL	506				

Respecto al patrón estacional de diversidad entre 1984 y 1991 el índice de Shannon-Wiener mostró que la comunidad más diversa y con menor variación (2.4-3.4 bits/ind.; Fig. 27a) fue la de invierno. De primavera a otoño se observó un aumento gradual del índice y la reducción del intervalo de variación de los valores calculados, especialmente en el otoño. El menor nivel estacional de diversidad de los copépodos en el área de estudio fue durante la primavera.

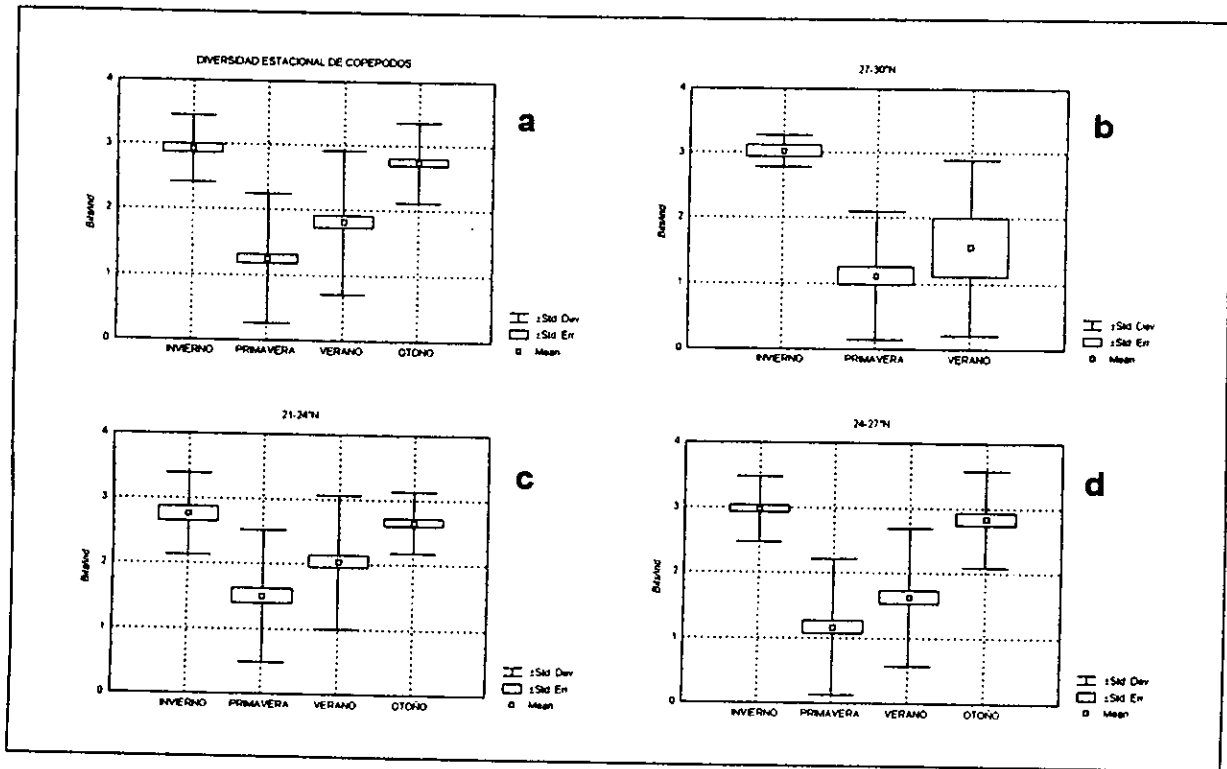


Figura 27. Cambio estacional de la diversidad específica de copépodos por a) época del año, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N

El patrón estacional de diversidad de copépodos entre 27-30°N (Fig. 27b) mostró que la comunidad fue más diversa en el invierno (media de 3 bits/ind.) para de aquí reducirse notablemente en primavera (1.1 bits/ind) y repuntar ligeramente en verano (1.5 bits/ind.). Durante el otoño no hubo cobertura de muestreo.

De los 24-27°N (Fig. 27c), el patrón de variación estacional siguió la misma tendencia general: mayor diversidad en invierno (media de 2.9 bits/ind.) seguida de una notable reducción del valor del índice de Shannon-Wiener en primavera (1.1 bits/ind) para repuntar en verano (1.6 bits/ind.) y en otoño (2.8 bits/ind.).

Entre los 21-24°N (Fig. 27d) se repite nuevamente el patrón estacional descrito anteriormente, con la diferencia de los valores medios del índice en cada época: invierno con la máxima diversidad de copépodos (2.7 bits/ind.), reducción importante en primavera (1.5 bits/ind.), repuntes del valor del índice en verano (2 bits/ind.) y otoño (2.6 bits/ind.).

El ANDEVA efectuado dio como resultado que las hipótesis de igualdad de diversidad entre las épocas del año y entre los bloques latitudinales se rechaza ( $p < 0.05$ ), detectándose así que hubo diferencias significativas del valor del índice de Shannon (Tabla 15).

Tabla 15. ANDEVA multifactorial estacional de la diversidad ( $H'$ ) en la costa occidental de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
EPOCA DEL AÑO	3	85.905513	101.794	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	3.056861	3.622	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	501	0.843918			
TOTAL	506				

Como es habitual en este tipo de comunidades, se encontró que pocas especies pueden ser las dominantes, otras tener una abundancia media y el resto estar representadas por solo unos pocos individuos. En nuestro caso, el análisis de diversidad y los resultados del capítulo precedente, nos inducen a examinar más detalladamente si las diferencias encontradas en el valor del índice de Shannon-Wiener reflejaron efectivamente la estructura de la comunidad de copépodos.

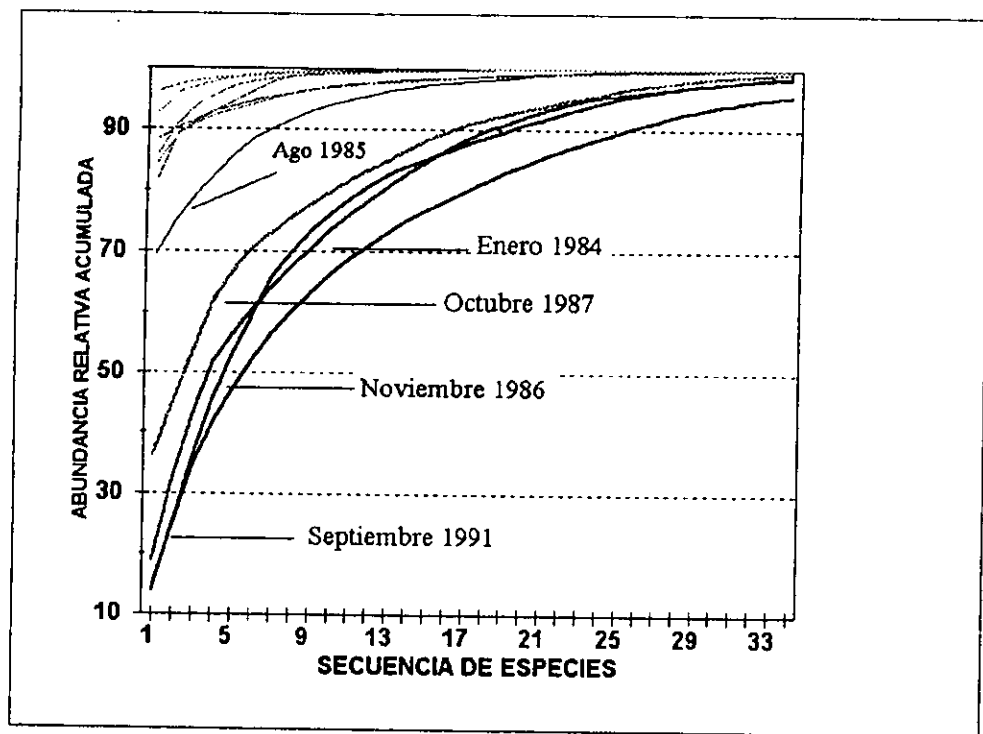


Figura 28. Rango-Abundancia de copépodos en la costa oeste de B.C. (1984-91)

Para tal fin, se examinó la distribución de la abundancia de las especies en relación al modelo

de rango-abundancia (Magurran, 1988). El modelo fue alimentado con la abundancia relativa acumulada de las especies presentes en cada campaña, contra las especies en orden decreciente de abundancia (Anexo II).

Denominador común para todos los meses fue que, a partir del rango 30 las curvas se transforman en una línea asintótica sobre el eje X, razón por la cual la figura 28 solo considera hasta el valor de 35 en la secuencia de especies.

El resultado de este análisis mostró la separación entre meses de baja y alta dominancia (=diversidad); así se observó que enero de 1984, agosto de 1985, noviembre de 1986, octubre de 1987 y septiembre de 1991 fueron los meses más diversos, en virtud de la participación de varias especies en alcanzar una abundancia relativa acumulada de hasta el 80%. En contraste, los seis meses restante son claramente menos diversos ya que más del 80% de abundancia estuvo dada por no más de cuatro especies.

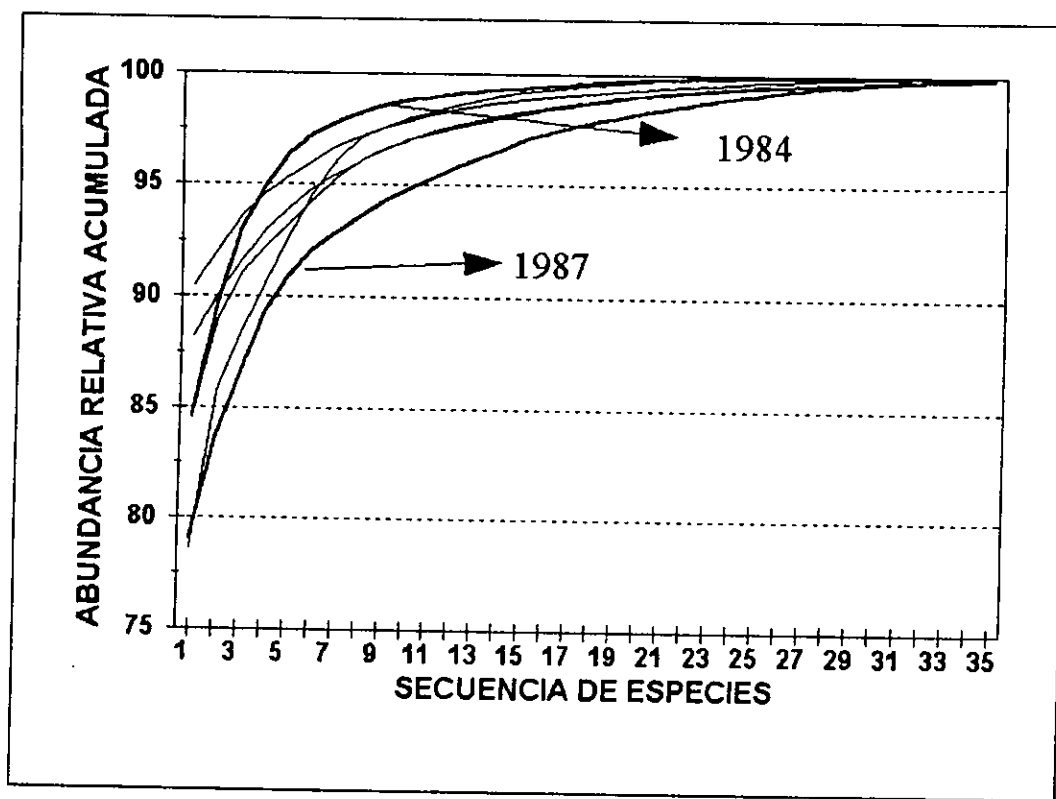


Figura 29. Rango-Abundancia anual de copépodos en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

Para resaltar la variación de la diversidad interanualmente, se llevó a cabo un análisis similar al anterior y se obtuvo que, 1984 fue menos diverso que 1987 (Fig. 29), el resto de los años (excepto 1991) tuvieron una diversidad intermedia, o dicho de otra manera la dominancia de no más de 3 especies en 1987 y de 2 en 1984, aportaron el 90% de la abundancia para las campañas efectuadas en esos años.

El análisis de la distribución de frecuencias del valor del índice de diversidad de Shannon-

Wiener mostró que, en general los valores mayores a 2.0 bits/ind se registraron en 1984, 1986, 1987, 1988 y 1991, y que los valores menores a 2.0 se observaron con mayor frecuencia en 1985 y 1989.

El mejor ajuste de los datos fue el de una distribución con tendencia a la normalidad, en todos los casos. Se observó el desplazamiento de la media anual en los años más diversos de 1.85 a 3.14 bits/ind y  $\delta$ , como evaluación de la dispersión de los valores, de 0.47 a 1.15. En cuanto a los años con menor diversidad, el desplazamiento de la media fue de 0.92 a 1.3 bits/ind y la  $\delta$  de 0.86 a 0.90.

La aparente contradicción entre los resultados de rango-abundancia entre años y la distribución de frecuencias del valor del índice Shannon, se resuelve al considerar que el índice de diversidad es mayor en tanto se incrementa el número de especies y sus abundancias sean proporcionales, o dicho de otra manera que tan homogéneas sean sus proporciones.

En este caso, el análisis de rango-abundancia indica una alta dominancia de pocas especies y se esperaría que la diversidad fuera baja, lo que no ocurre debido a que el análisis de frecuencia del valor del índice y el número de especies presentes en cada campaña sugieren que la comunidad mantuvo un nivel de uniformidad en sus proporciones de abundancia, lo que le permitió sustentarse como una taxocenosis con relaciones interespecíficas definidas en el uso de recursos.

Esto significa que las especies dominantes al estar participando preponderantemente en la estructura de la taxocenosis, el resto de las especies a su vez ajustan sus niveles de abundancia y área de distribución.

## Análisis de Componentes Principales (ACP).

ENERO DE 1984. El ACP mostró que la mayor varianza correspondió a los dos primeros componentes, para dar un acumulado del 56.7% (Fig. 30).

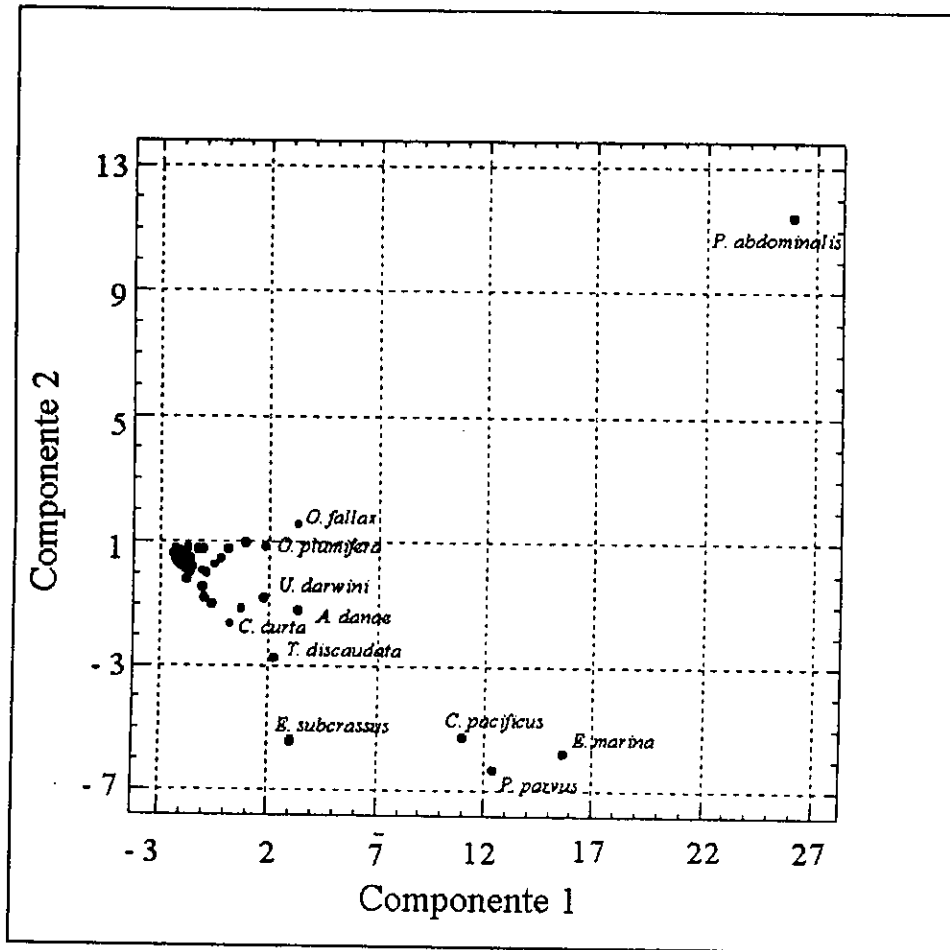


Figura 30. ACP de la comunidad de copépodos en enero de 1984.

De acuerdo al ordenamiento, se obtuvo la formación de cuatro conglomerados, uno de los cuales es uniespecífico y está aislado completamente (*P. abdominalis*), el segundo está constituido por tres especies; el tercero por siete y las restantes 63 especies estuvieron en el cuarto.

La distribución y correlación negativa con el componente 2 de especies neríticas como lo son *E. subcrassus*, *C. pacificus* y *P. parvus* a lo largo del componente 1 dan relevancia a la asociación obtenida. Por otro lado, la correlación positiva de *P. abdominalis* especie oceánica y de hábitat templado-tropical con el componente 1 y 2, es el rasgo más importante obtenido durante este mes.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

MAYO DE 1984. De acuerdo al ACP, los dos primeros componentes acumularon el 83% de la varianza total y se obtuvieron tres agrupamientos (Fig. 31). Nuevamente *P. abdominalis* estuvo aislado y forma por sí sola un grupo.

En sentido opuesto se ubicó *C. pacificus* a lo largo del primer componente. El resto de las especies está constituyendo el tercer grupo. Las especies oceánicas se posicionaron a lo largo del componente 2.

La ubicación de *P. abdominalis*, oceánica y templada-tropical, asociada positivamente con el componente 2, y por el otro lado, la de *C. pacificus* nerítica y transicional, relacionada negativamente con el componente 1 y 2, dan idea de una separación clara entre las especies de hábitat y afinidad biogeográfica opuestas.

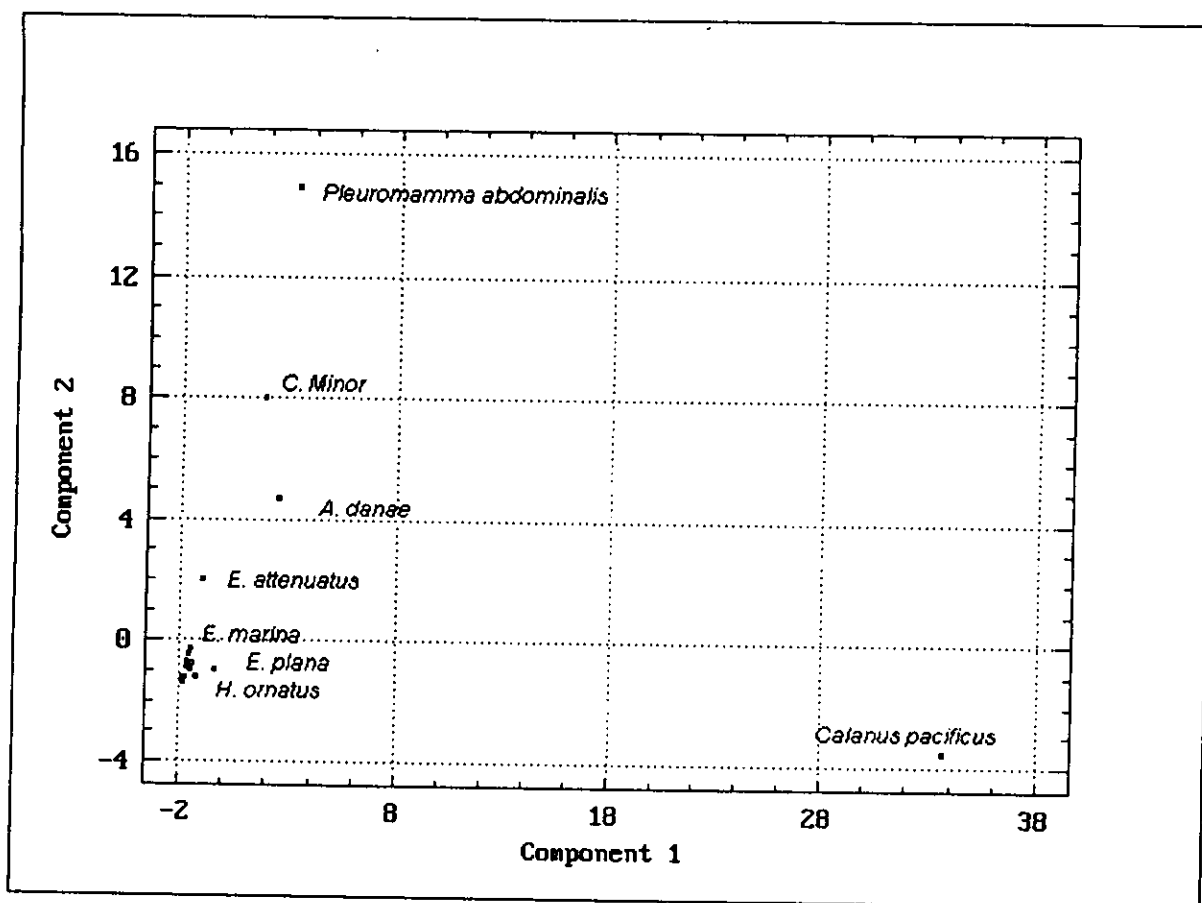


Figura 31. ACP de la comunidad de copépodos en mayo de 1984.



MAYO DE 1985. El ACP mostró que los dos primeros componentes acumularon el 82% de la varianza. *Calanus pacificus* se ubicó en el sector negativo del componente 2 y en el positivo del componente 1; en contraste, *Acartia clausi* se ubicó en el sector positivo del componente 2 y en el negativo del componente 1 (Fig. 32).

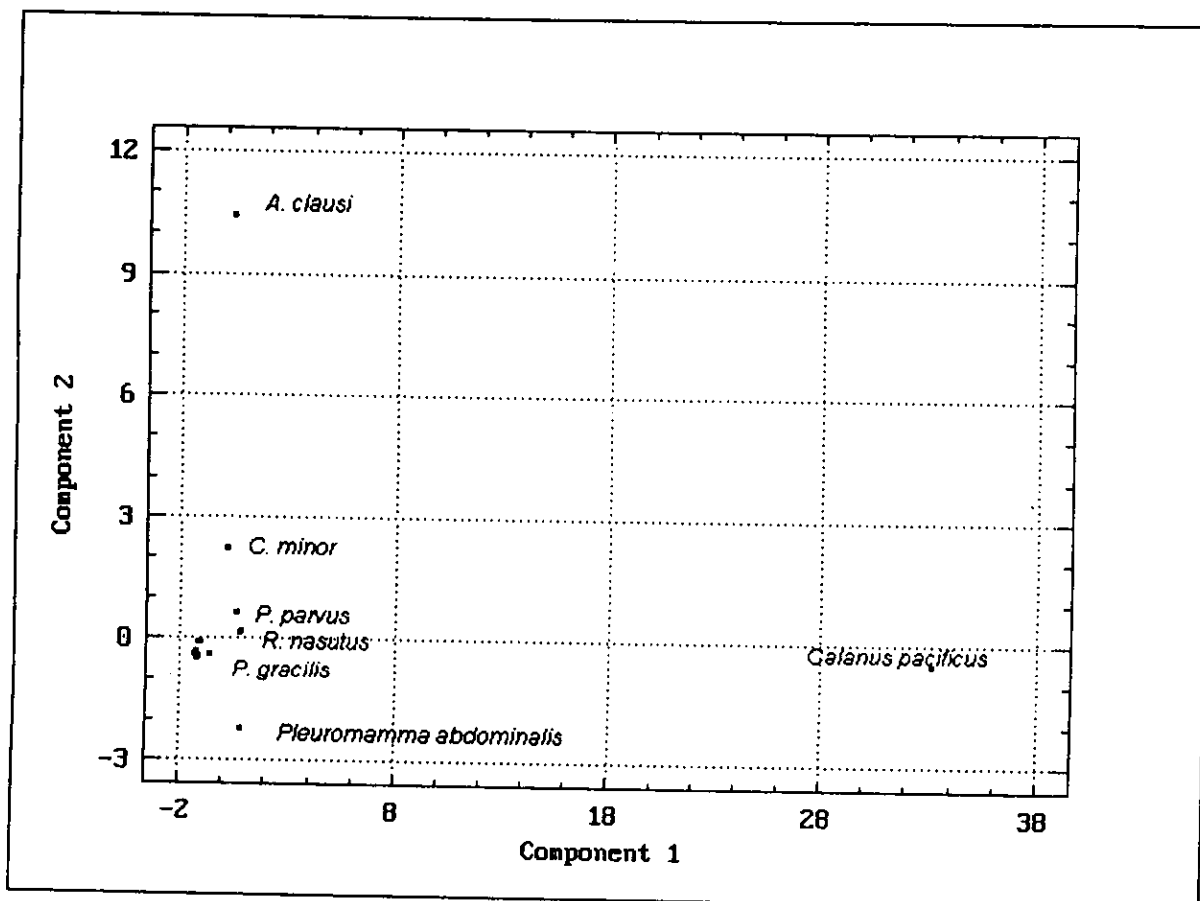


Figura 32. ACP de la comunidad de copépodos en mayo de 1985.

Las especies restantes se distribuyeron a lo largo del segundo componente en los sectores positivo y negativo. Se obtuvo la asociación por el hábitat nerítico de especies como *P. parvus*, *R. nasutus* y *C. minor*.

La relación negativa de *C. pacificus* con los componentes 1 y 2 fue opuesta a las especies templado-tropicales; sin embargo, la presencia de otra especie transicional como *R. nasutus* sugiere que la abundancia de las especies fue otro de los elementos importantes en los resultados del ACP.

AGOSTO DE 1985. De acuerdo al ACP, la varianza acumulada del primer y segundo componentes fue de 92%. Se formaron tres grupos, *C. pacificus* formó uno de ellos y se ubicó en el extremo negativo del componente 1; los otros dos estuvieron ubicados a lo largo del componente 2 (Fig. 33).

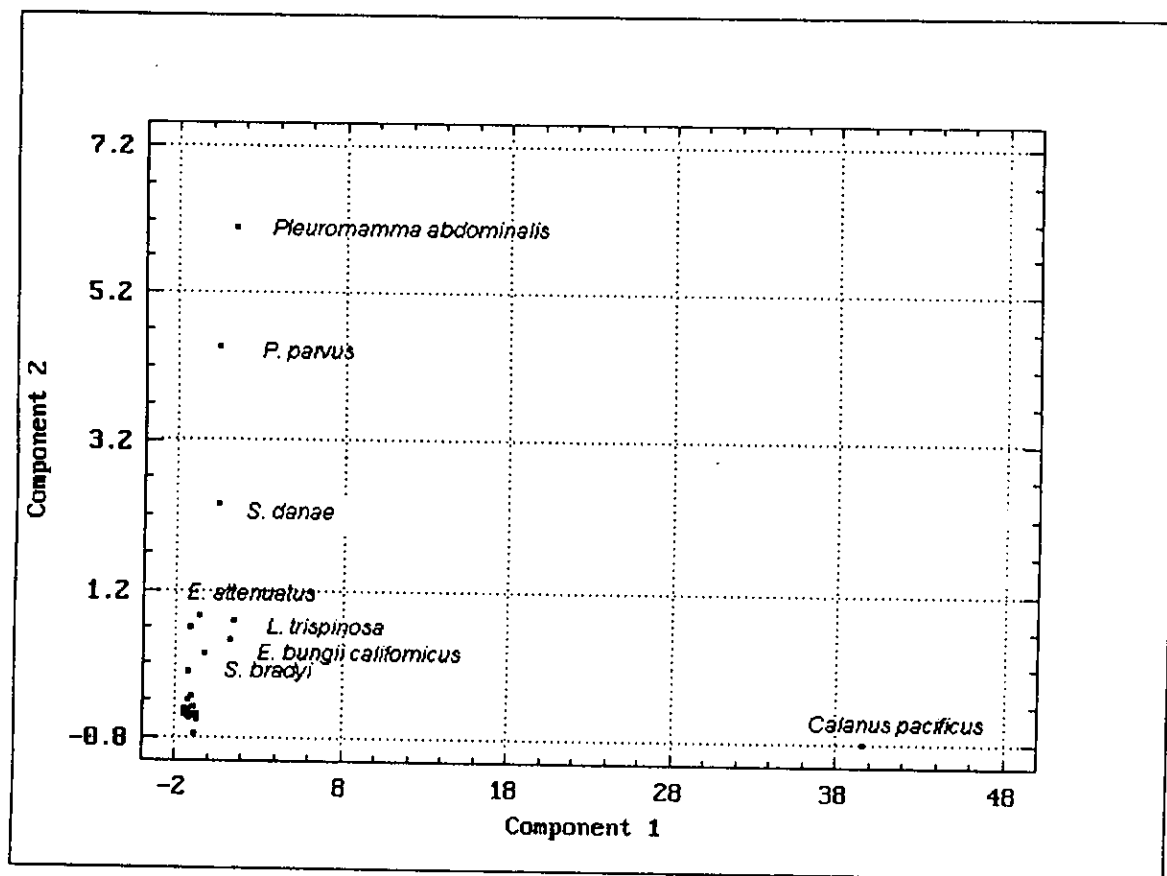


Figura 33. ACP de la comunidad de copéodos en agosto de 1985

A lo largo del componente 2 la distribución en proporción similar de especies neríticas (*P. parvus*, *L. trispinosa*, *E. bungii californicus*, y *S. bradyi*) y oceánicas (*P. abdominalis*, *S. danae* y *P. sewelli*) y templado-tropical, aunado a la correlación positiva, permite inferir el grado de mezcla horizontal que probablemente presentó el área en este muestreo.

La posición de *C. pacificus* y su relación negativa con el primer y segundo componente, vuelve a ser recurrente para este mes.

MAYO 1986. La suma de varianzas obtenidas por medio del ACP, fue de 92% entre el primer y segundo componentes. Los grupos formados en este caso fueron 5: el de *C. pacificus* en el extremo y zona negativa del componente 1 y 2, el de *P. abdominalis*, aislado sobre el componente 2, el de *C. speciosus* y *P. parvus*, el de *R. nasutus*, *E. bungii californicus* y *A. danae* y uno más conteniendo al resto de las especies (Fig. 34); todos ellos están asociados positivamente a ambos componentes. Estos últimos grupos están distribuidos a lo largo del componente 2.

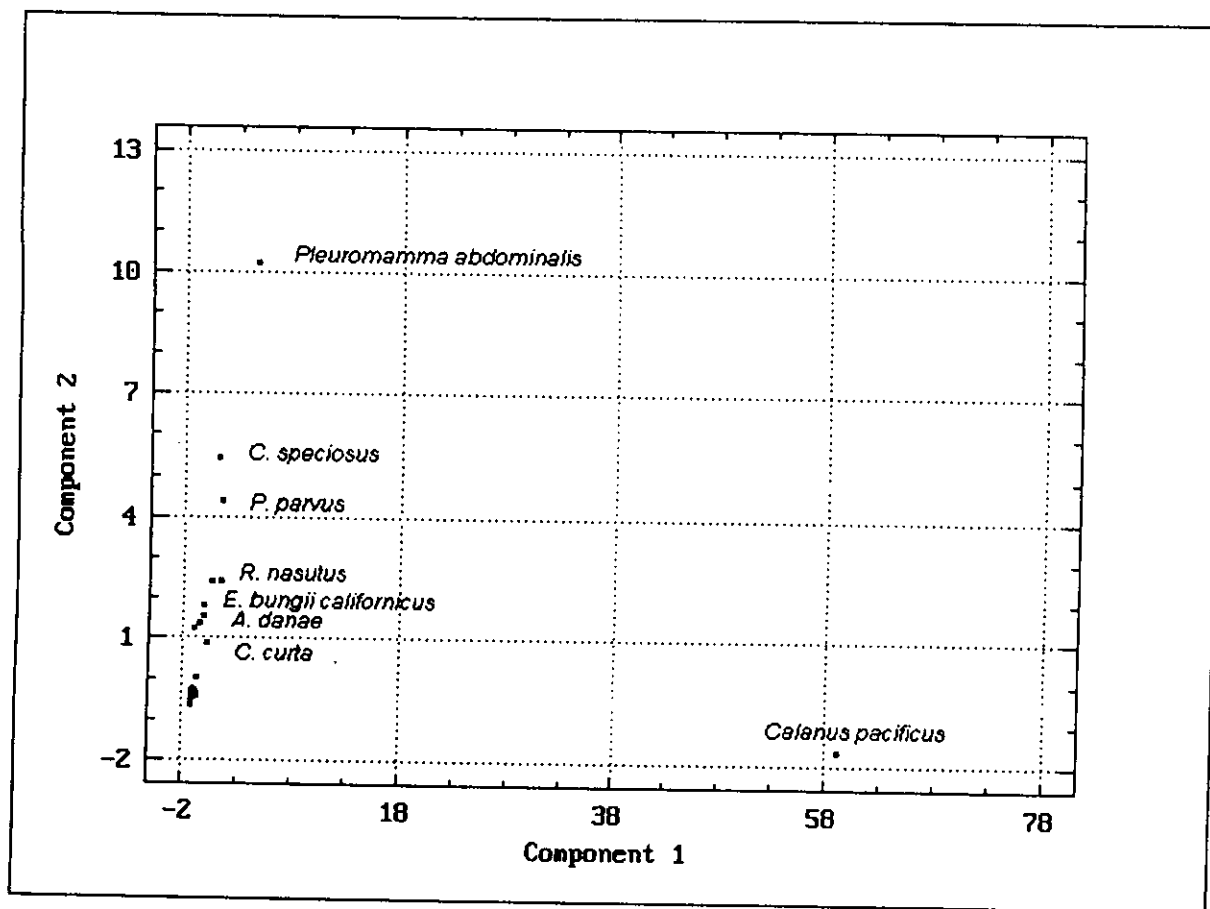


Figura 34. ACP de la comunidad de copéodos en mayo de 1986.

En general las especies de los 3 últimos grupos fueron neríticas. La especie transicional, *C. pacificus* volvió a ubicarse en posición opuesta a la especie templado-tropical *P. abdominalis*; este es un esquema similar al de los meses anteriores.

NOVIEMBRE 1986. El ACP mostró que la varianza acumulada de los dos primeros componentes sumó sólo el 52% de total. Los grupos formados fueron el de *P. abdominalis*, especie oceánica y templado-tropical (Fig. 35).

El de *P. parvus*, nerítica y templado-tropical, y *C. pacificus*, nerítica y transicional. Otro formado por *E. longicornis*, mesopelágica y tropical, y *E. marina*, oceánica y tropical. *Eucalanus bungii californicus*, nerítica y transicional, *S. danae*, oceánica y tropical, *L. minuta*, oceánica y tropical, *L. acutifrons*, oceánica y tropical, y *P. gracilis*, oceánica y tropical formaron una cuarta asociación.

Las especies restantes conformaron el quinto agrupamiento. *Pleuromamma abdominalis* estuvo aislado y totalmente separado de las otras especies, en el sector positivo del componente 2; los otros grupos se distribuyeron a lo largo del componente 1, tanto en su sector positivo como en el negativo.

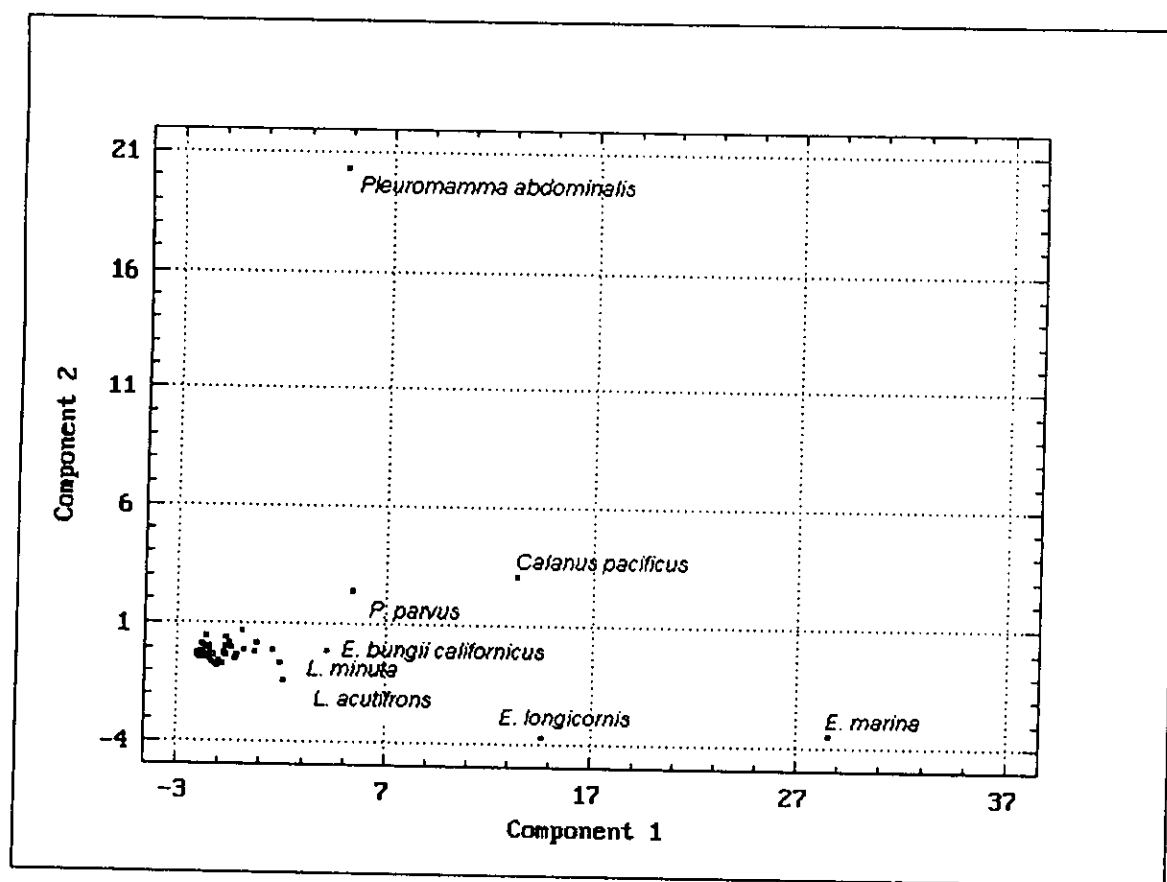


Figura 35. ACP de la comunidad de copépodos en noviembre de 1986.

JULIO DE 1987. Los dos primeros componentes acumularon el 92% de la varianza total. Los grupos que se formaron fueron el constituido por *C. pacificus*, el de *A. danae* y *P. parvus*, el de *C. minor* y *P. abdominalis* y el resto de las especies en uno más (Fig. 36). El primero, tercero y cuarto grupos se ubicaron en el sector negativo del primer y segundo componente.

El carácter predominantemente tropical de las especies ordenadas a lo largo del componente 2 y la posición, recurrente, de *C. pacificus* en el sector negativo de ambos ejes y por tanto relacionada inversamente con los otros grupos formados, sugieren condiciones ambientales latitudinalmente promotoras de estas asociaciones.

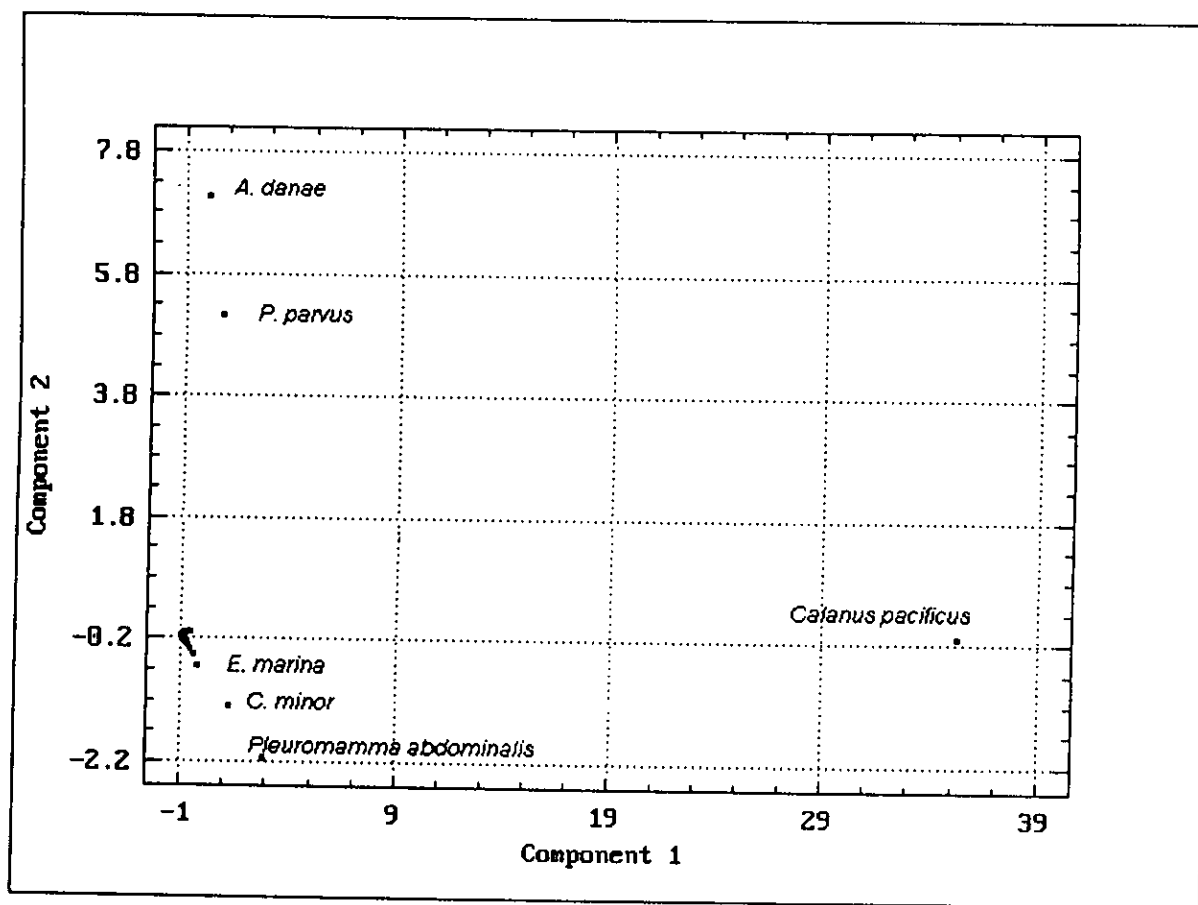


Figura 36. ACP de la comunidad de copépodos en julio de 1987-

OCTUBRE 1987. Para este crucero, los dos primeros componentes sumaron el 65% de la varianza total. Se formaron cuatro agrupaciones: *C. pacificus* en el sector negativo del componente 1; el de *P. abdominalis*, *P. parvus*, *L. trispinosa* y *E. crassus*, a lo largo del mismo componente 1. Otro grupo fue el de *E. subcrassus* y *E. marina* sobre el sector positivo del eje del componente 2 (Fig. 37). El ultimo grupo estuvo compuesto por el resto de las especies y se localizó en la sección positiva de ambos ejes.

En la conformación de los grupos de especies se obtuvo que el tipo de hábitat fue mayoritariamente nerítico y templado-tropical. *C. pacificus* se ubicó nuevamente en la sección negativa de ambos componentes y en posición opuesta a una especie ecuatorial como lo es *S. subcrassus*.

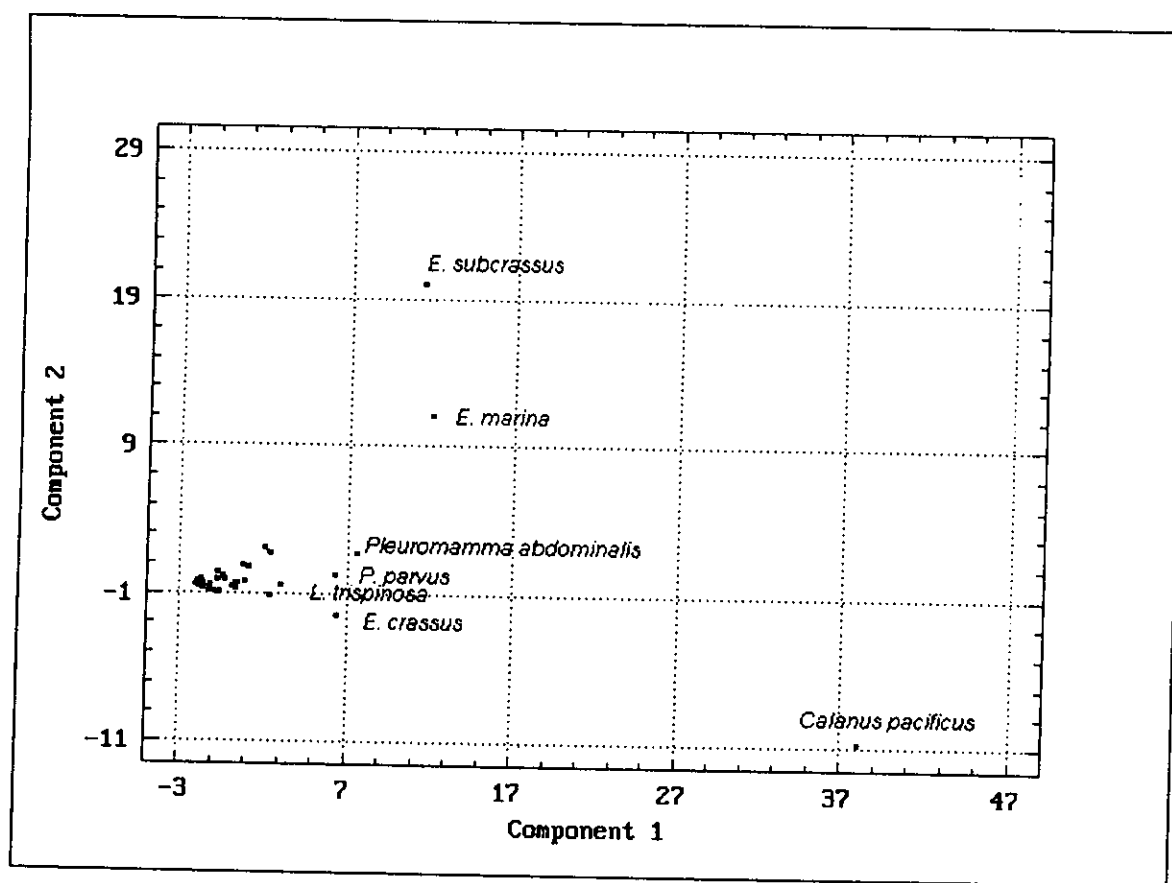


Figura 37. ACP de la comunidad de copépodos en octubre de 1987.

JULIO 1988. La varianza acumulada por los dos primeros componentes fue del 68%. Se formaron 4 agrupaciones.

La primera, constituida por *C. pacificus*, correlacionada positivamente con los componentes 1 y 2, la segunda por *P. parvus* y *P. abdominalis*, asociadas positivamente con el componente 1 y negativamente con el 2; la tercera agrupación incluyó a *S. danae*, *R. nasutus*, *P. gracilis*, *E. armatus*, y *C. speciosus*, relacionados negativamente con el componente 2 y positivamente con el 1 (Fig. 38).

Finalmente, el cuarto grupo estuvo constituido por el resto de las especies. En este mes, el predominio de las especies neríticas y tropicales en todos los grupos fue evidente.

En esta ocasión, *C. pacificus* se posicionó en el sector positivo de ambos componentes, a diferencia de *P. parvus* y *P. abdominalis* que estuvieron en la sección negativa del componente 2.

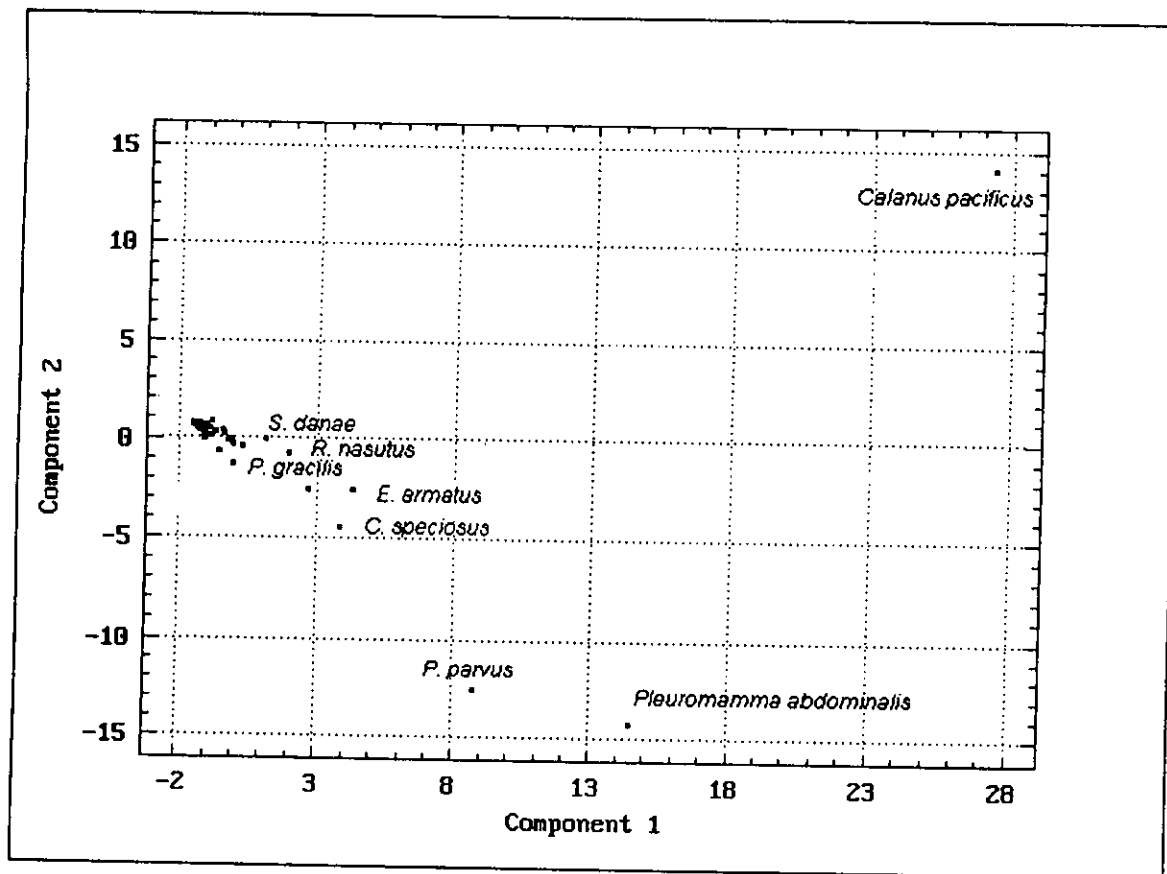


Figura 38. ACP de la comunidad de copépodos en julio de 1988.

JUNIO 1989. El ACP dio como resultado que la suma de la varianza del primer y segundo componente fue de 88%.

En este caso, *C. pacificus* estuvo relacionado positivamente con ambos componentes y *P. abdominalis* se correlacionó negativamente con ellos (Fig. 39).

Fue notable que ambas especies estuvieron diametralmente ubicadas una respecto de la otra; el resto de las especies conformó un tercer grupo, entre las cuales destacan las tropicales como *S. crassus*, *E. giesbrechti*, *T. discaudata*, *E. marina* y *A. gracilis*, la subártica *H. acutifrons* y la templada *C. minor*, la mayoría son neríticas.

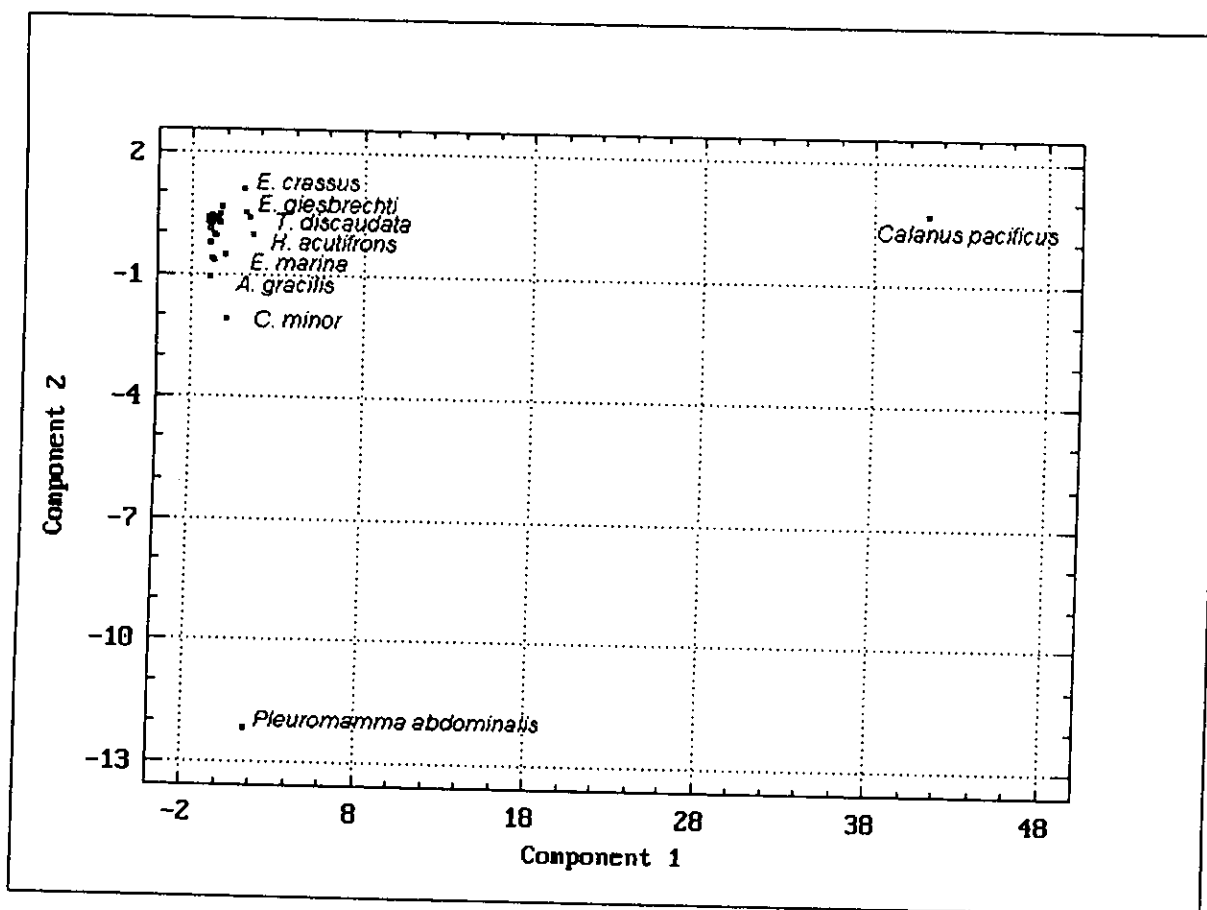


Figura 39. ACP de la comunidad de copépodos en junio de 1989.



SEPTIEMBRE 1991. En este mes el primer y segundo componentes principales, tuvieron una varianza acumulada de sólo el 45%.

*Calanus pacificus* y *E. marina* se correlacionaron negativamente al componente 2 y positivamente con el 1. *Pleuromamma abdominalis*, al estar alejada de todas las demás especies en el sector positivo del componente 1, formó otro grupo (Fig. 40).

Un tercer grupo, ubicado a lo largo del eje 2, lo constituyeron ocho especies neríticas de afinidad tropical, ecuatorial, transicional y templada. Un cuarto grupo se conformó por el resto de la comunidad.

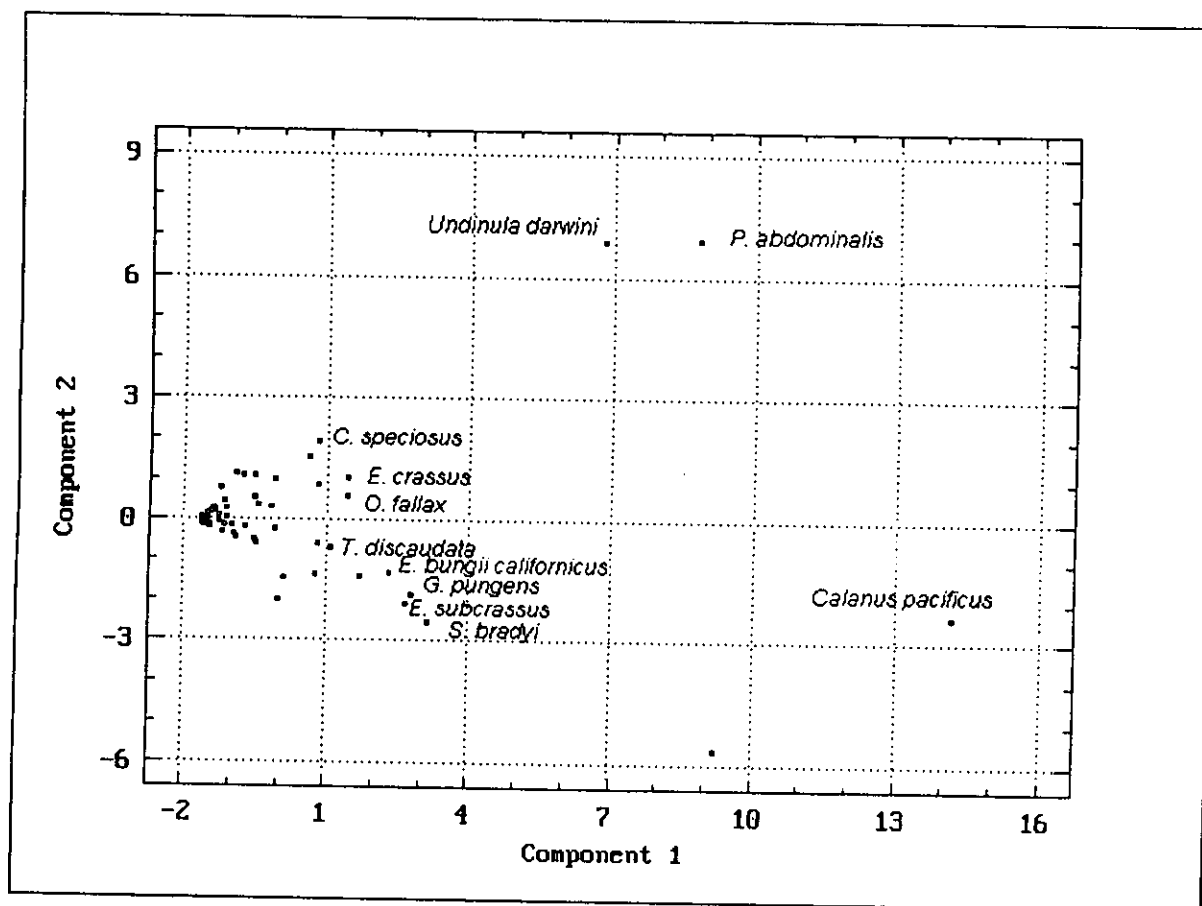


Figura 40. ACP de la comunidad de copéodos en septiembre de 1991.

Los primeros dos componentes en las figuras del ACP en cada mes mostraron que la mayoría de las especies estuvieron correlacionadas positivamente al primer componente e indistintamente al segundo.

El primer componente identificado como la temperatura superficial del mar, explicó del 34 al 88%

varianza total en el periodo estudiado.

El seguimiento del cambio de la varianza explicada, mes a mes (Fig. 41), mostró que la abundancia de la comunidad tuvo un notorio descenso (en relación con  $\mu = 0$ ) en enero de 1984, noviembre de 1986, octubre de 1987, julio de 1988 y septiembre de 1991, que puede ser asociada al calentamiento del agua, promoviendo la reducción de la densidad de las especies en la comunidad y aumentando el del número de estas.

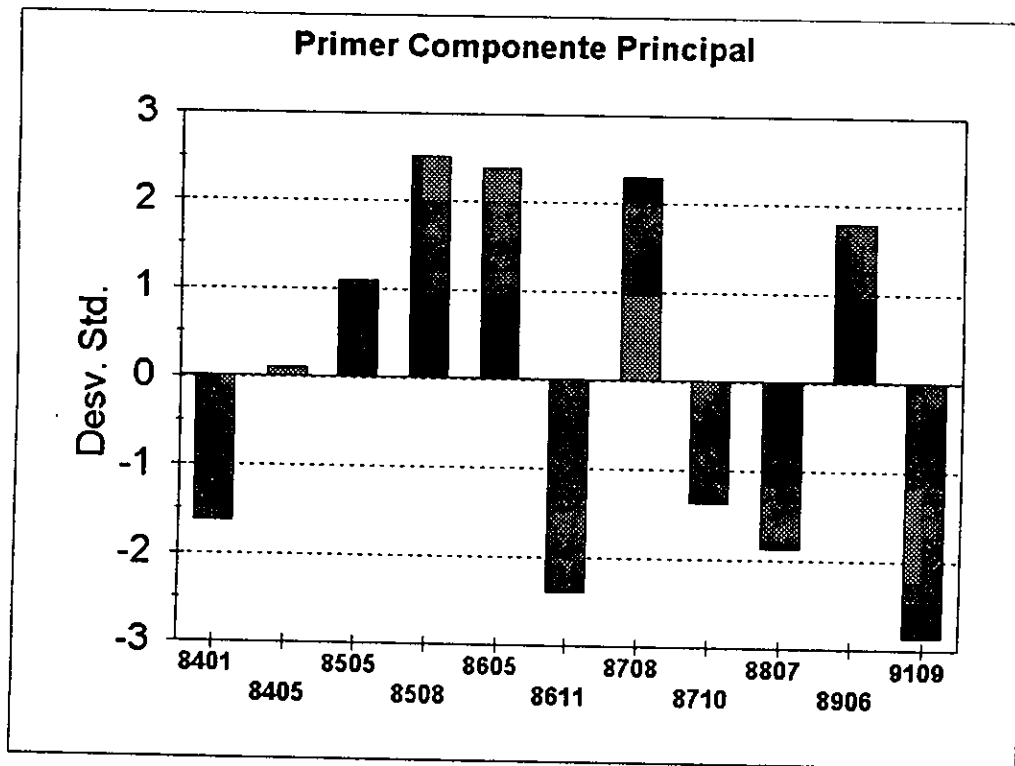


Figura 41. Desviación estándar por campaña, del primer componente principal.

Con relación a los otros meses (de primavera, principalmente) pudo observarse que entre 1984 y 1986, la abundancia tendió a aumentar paulatinamente, lo que puede relacionarse al avance meridional de la CC en mayo, así como al progresivo enfriamiento de las aguas.

Noviembre de 1986 reflejó la condición estacional de verano y sale de la tendencia de enfriamiento de la TSM que aparentemente se observó hasta julio de 1987, en virtud del aumento de la abundancia de la comunidad.

De octubre de 1987 a septiembre de 1991, la situación se revierte, y junio de 1989 sale del patrón al reflejar condiciones de primavera.

## Especies Clave.

Se aplicaron los criterios establecidos para la determinación de las "especies clave" para seleccionar un grupo de especies que cumpliera con éstas premisas. Fueron 11 especies que estuvieron presentes en todos los cruceros analizados.

Las especies más abundantes en todo el periodo de estudio fueron 10 y, de acuerdo a los resultados del ACP, cinco especies fueron las que sistemáticamente estuvieron correlacionadas positiva y/o negativamente con el primer o segundo componente principal (Tabla 16). Las cuatro especies que cubrieron todos los criterios de "especies clave" fueron *A. danae*, *C. pacificus*, *E. marina* y *P. abdominalis*.

Tabla 16. Especies clave de la comunidad de copépodos en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

ESPECIES	100% DE FRECUENCIA	MAS ABUNDANTE	ACP
<i>Acartia danae</i>			
<i>Calanus pacificus</i>			
<i>Candacia curta</i>			
<i>Corycaeus speciosus</i>			
<i>Eucalanus attenuatus</i>			
<i>Subeucalanus subcrassus</i>			
<i>Euchaeta longicornis</i>			
<i>Euchaeta marina</i>			
<i>Labidocera acutifrons</i>			
<i>Oithona plumifera</i>			
<i>Paracalanus parvus</i>			
<i>Pleuromamma abdominalis</i>			
<i>Pleuromamma gracilis</i>			
<i>Rhincalanus nasutus</i>			
<i>Scolecithrix danae</i>			

La información taxonómica y sistemática detallada, así como las ilustraciones de las 11 especies se pueden encontrar en Palomares et al. 1998, ya que en este capítulo se enfatizó hacia los cambios de la abundancia que presentaron éstas especies en la zona y periodo de estudio.

## *Acartia danae*

Especie oceánica, templado-tropical, se distribuye en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico. La hembra mide 1.0-1.2 mm y el macho 0.7-0.8 mm. La distribución y abundancia en la CC fue analizada por Fleminger (1975) en meses representativos de las estaciones del año: abril, julio y octubre de 1958, y enero de 1959. En los tres primeros meses mostró niveles de abundancia consistentes entre 5000 y 50000 org/1000 m<sup>3</sup> y amplia distribución norte-sur y costa-océano. En enero de 1959 se observó una reducción sensible de abundancia, especialmente en la porción sur de la península de Baja California ya que no sobrepasó del intervalo de 1 a 49 org/1000 m<sup>3</sup>.

### Abundancia por campaña.

La abundancia de esta especie en este estudio fue alta en los meses de mayo de 1984 (media de 9719 org/1000 m<sup>3</sup>) y julio de 1987 (4954 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 42a).

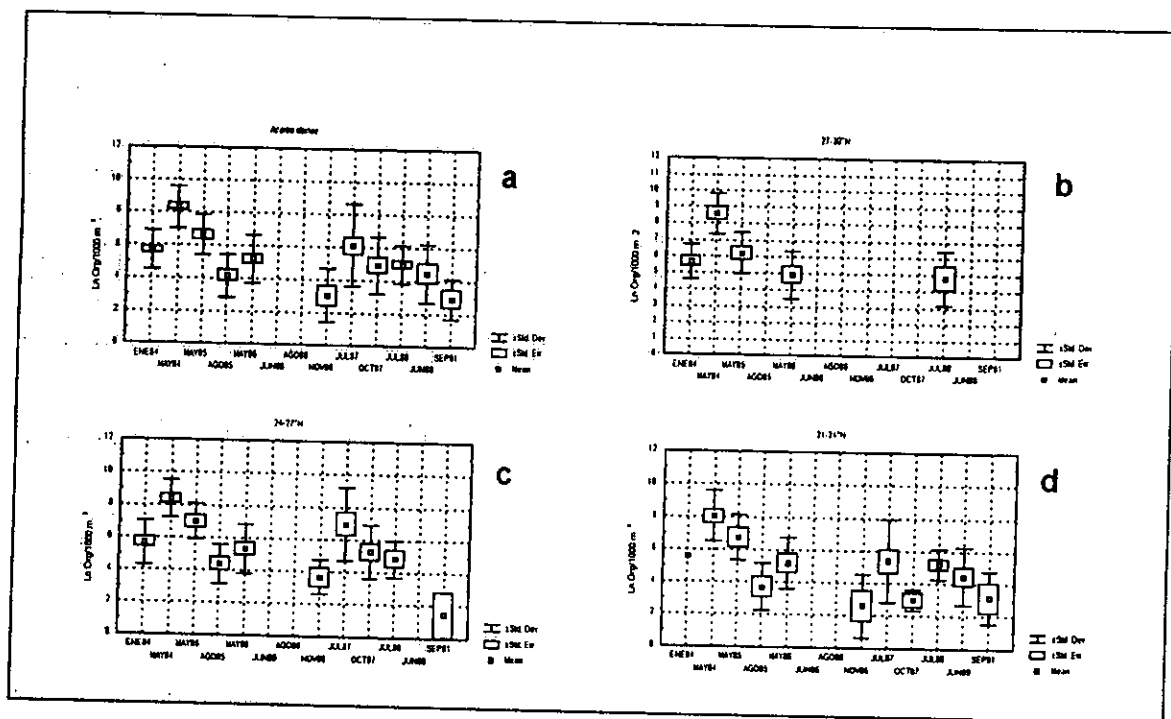


Figura 42. Abundancia de *Acartia danae* por a) campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N.

En contraste, noviembre de 1986 y septiembre de 1991 fueron los de mínima abundancia (47 y 38 org./1000 m<sup>3</sup>, respectivamente). En el resto de los meses de estudio, se observó que su abundancia promedio estuvo por debajo de los 2000 org./1000 m<sup>3</sup>; en general, la tendencia fue

la reducción de la densidad de la especie a lo largo del periodo de estudio.

Abundancia por campaña por cuadrante.

Latitudinalmente, entre los 27-30°N la especie apareció en cinco meses (Fig. 42b), de los cuales mayo de 1984 fue el de mayor abundancia (media de 13603 org./1000 m<sup>3</sup>) y mayo de 1986 el de la menor (260 org./1000 m<sup>3</sup>). Las diferencias interanuales de la abundancia entre 1984 a 1986 pusieron de manifiesto la tendencia descrita de reducción de densidad de *A. danae*.

Entre 24-27°N la especie tuvo abundancia máxima en mayo de 1984 (7094 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 42c) y mínima en septiembre de 1991 (9 org/1000 m<sup>3</sup>). Aunque la variación mensual fue amplia, se observó nuevamente entre 1984 y 1986 la tendencia interanual de la densidad a disminuir, situación que se repitió para 1987-1988.

En la zona más meridional (21-24°N), la abundancia mensual de *A. danae* siguió el patrón observado en los cuadrantes septentrionales con ligeras variantes (Fig. 42d). El mes de mayor densidad fue mayo de 1984 (media de 9759 org/1000 m<sup>3</sup>) y el de menor en este cuadrante fue octubre de 1987 (21 org/1000 m<sup>3</sup>).

La persistencia de la tendencia a tener menores densidades de 1984-1986 se observó nuevamente algo similar se registró para 1987-1988, aunque amortiguada un poco. El ANDEVA efectuado (Tabla 17), mostró la existencia de diferencia de la abundancia entre los meses de muestreo ( $p < 0.05$ ), pero no entre los tres bloques latitudinales ( $p > 0.05$ ), lo que significa que los cambios de la abundancia de la especie estuvieron influenciados por el mes de colecta, en virtud de la homogeneidad espacial.

Tabla 17. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de *Acartia danae* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	10	2.66E09	3.530	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	1.69E07	0.225	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	194	75359057			
TOTAL	206				

Abundancia estacional.

Estacionalmente, la densidad global de la especie fue mayor en la primavera (media de 4368 org/1000 m<sup>3</sup>) y cayó drásticamente en el verano (183 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 43a). Para el otoño e invierno se registraron aumentos moderados (314 y 686 org/1000 m<sup>3</sup>) que cierran el ciclo estacional de abundancia en la zona.

Abundancia estacional por cuadrante.

4

El sentido latitudinal de la abundancia por época del año mostró que, entre 27-30°N, en invierno el nivel promedio de densidad fue de 481 org/1000 m<sup>3</sup> y aumentó en primavera a 5591

org/1000 m<sup>3</sup> para disminuir en verano hasta 402 org/1000 m<sup>3</sup>. No hubo cobertura para el otoño (Fig. 43b).

Entre los 24-27°N el patrón de variación estacional es similar que en el caso anterior: invierno con media de 879 org/1000 m<sup>3</sup>, aumentó en primavera hasta 4460 org/1000 m<sup>3</sup> para reducirse en el verano a 2168 org/1000 m<sup>3</sup> y terminar el ciclo en el otoño con una densidad de 449 org/1000 m<sup>3</sup> (Fig. 43c). De 21 a 24°N el patrón se vio modificado en términos de abundancia, respecto a los dos cuadrantes anteriores (Fig. 43d); fue notable la reducción progresiva de la densidad a lo largo del ciclo.

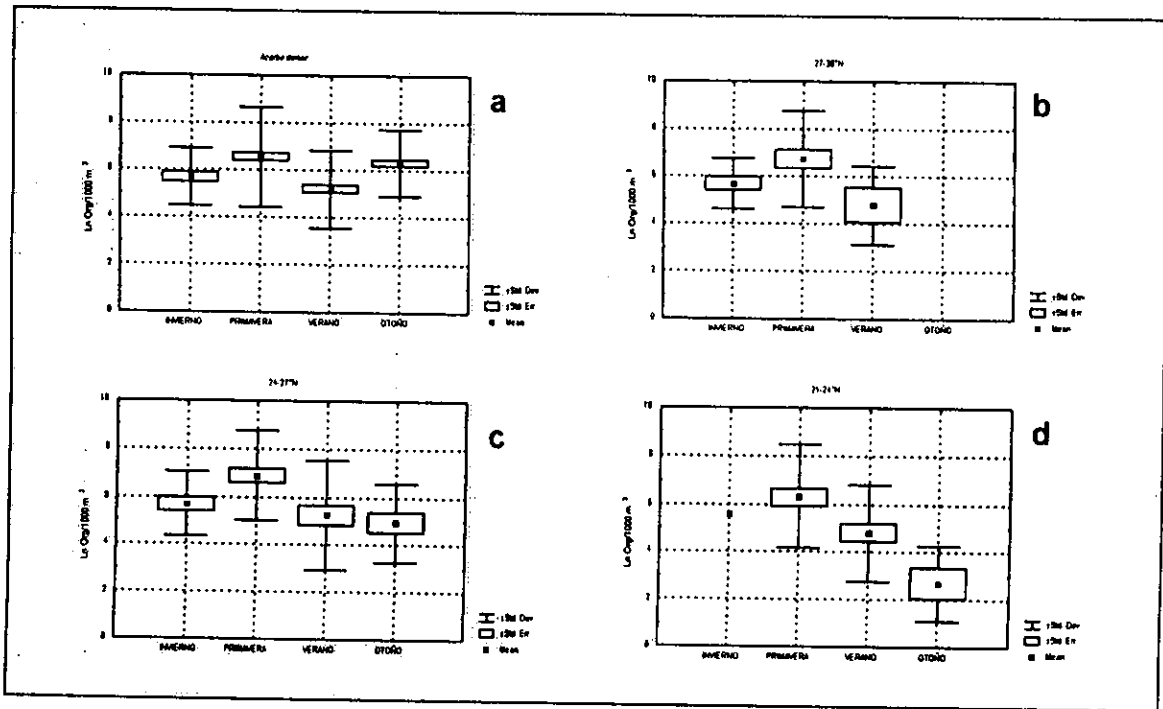


Figura 43. Abundancia estacional de *Acartia danae* por a) época del año, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N, d) 21-24°N

En invierno la densidad media fue de 266 org/1000 m<sup>3</sup>, y aumentó en primavera a 4166 org/1000 m<sup>3</sup>, para disminuir a través del verano (2052 org/1000 m<sup>3</sup>) y alcanzar el nivel mínimo en otoño (34 org/1000 m<sup>3</sup>).

En contraste a lo obtenido estacionalmente, de acuerdo al resultado del ANDEVA (Tabla 18), la abundancia de la especie no presentó diferencia significativa entre las épocas del año ni entre los bloques latitudinales ( $p > 0.05$ ), lo que puede explicarse de dos maneras: la primera es que debido al azar se obtuvo un conjunto de datos que dieron lugar a un evento raro, y la segunda a que el azar no está actuando, sino que en realidad refleja el hecho de que está actuando algo que no es el azar, por lo que se estaría hablando de una hipótesis nula falsa.

Tabla 18. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de *Acartia danae* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
MES	3	1.560E08	3.530	> 0.05	Aceptada
LATITUD	2	9.417E06	0.225	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	201	83639810			
TOTAL	206				

## *Calanus pacificus*

Especie distribuida desde el Pacífico Noroeste hasta las aguas de Baja California; de hábitat nerítico y en ocasiones oceánico, se localiza en aguas superficiales y subsuperficiales templadas. Es el principal componente de la dieta de peces pelágicos menores como la sardina y anchoveta.

La hembra de la especie mide en promedio 2.6 y el macho 2.8 mm. Fleminger (1975) la cataloga como especie transicional entre los ambientes biogeográficos subártico y subtropical, además la consideró como especie indicadora del avance meridional de la Corriente de California.

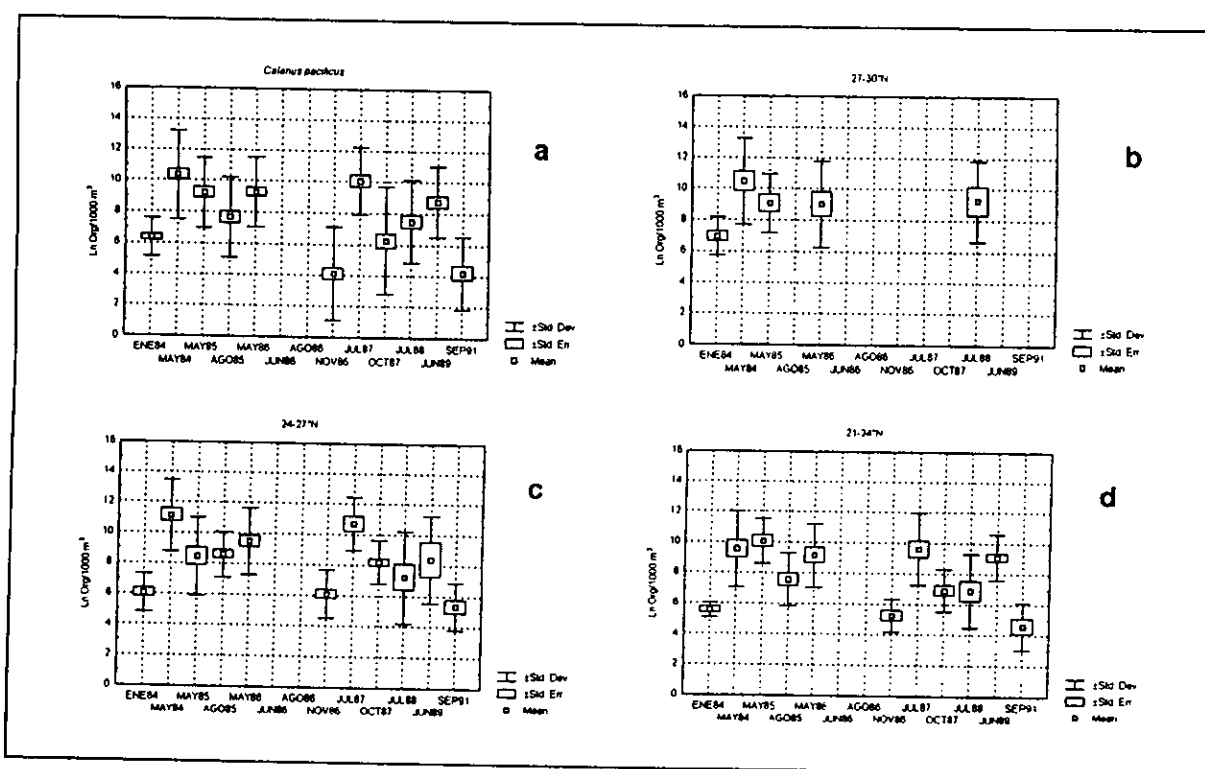


Figura 44. Abundancia de *Calanus pacificus* por campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N.

La distribución y abundancia de la especie en la CC fueron plasmadas en el trabajo de Fleminger (1964) para abril, julio y octubre de 1958 y enero de 1959, y el de Bowman y Johnson (1973) de mayo a octubre de 1949 y febrero de 1950 (solo hasta Punta Eugenia); en ambos la densidad de *C. pacificus* en todos los meses fue siempre mayor que la de las otras especies de calanoides.



Hernández-Trujillo (1991) llevó a cabo un estudio de la distribución y abundancia de la especie (1982-1986) de la zona de Bahía Sebastián Vizcaíno al sur de Bahía Magdalena y encontró que se distribuyó en función de la isoterma de 20 °C y en densidades máximas en febrero y mayo.

Abundancia por campaña.

La abundancia de este calanoide fue muy alta especialmente en mayo de 1984, 1985 y 1986 y en julio de 1987 (medias de 349765, 60965, 72353 y 105798 org/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente; Fig. 44a).

El resto de los meses tuvo abundancias notablemente diferentes a los ya mencionados (intervalo de medias de 378 a 40382 org/1000 m<sup>3</sup>). Se observaron altibajos secuenciales de su densidad durante el periodo estudiado.

Abundancia mensual por cuadrante.

Latitudinalmente, entre los 27 y 30°N el nivel de abundancia de la especie tuvo un amplio intervalo (Fig. 44b); el promedio fue mayor en mayo de 1984 (273525 org/1000 m<sup>3</sup>) y de 1986 (79099 org/1000 m<sup>3</sup>) y el mínimo se obtuvo en enero de 1984 (1789 org/1000 m<sup>3</sup>).

Entre los 24 y 27 °N, se registró el mayor nivel de abundancia de la especie, persistiendo mayo de 1984 como el mes con el mayor promedio global de densidad (452324 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 44c).

En enero de 1984 se obtuvo el promedio más bajo (760 org/1000 m<sup>3</sup>). Mención especial se hace de septiembre de 1983, ya que en ninguna de las estaciones de muestreo se encontraron organismos de ese calanoide. La especie presentó amplia variabilidad en este sector latitudinal. En el cuadrante de 21 a 24 °N se obtuvieron, en promedio, densidades menores a las del cuadrante anterior (Fig. 44d); no obstante, nuevamente la media máxima fue registrada en mayo de 1984 (207424 org/1000 m<sup>3</sup>) y la mínima en enero de 1984 (283 org/1000 m<sup>3</sup>). La especie estuvo heterogéneamente distribuida, tal y como se puede observar a través de las desviaciones estándar.

El resultado obtenido del ANDEVA de la abundancia mensual de la especie (Tabla 19), mostró que hubo diferencia debido al mes de colecta y a la latitud ( $p < 0.05$ ), reflejándose la heterogeneidad de la densidad en la zona de estudio.

**Tabla 19. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de *Calanus pacificus* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).**

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPANA	10	5.686E11	8.007	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	1.061E11	1.494	< 0.05	Rechazada
RESIDUAL	450	7.101E10			
TOTAL	462				

## Abundancia estacional.

El análisis estacional de la abundancia de *C. pacificus* en la zona de investigación en el lapso de 1984-91 mostró que la menor densidad de la especie se obtuvo en la época invernal (1083 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 45a). En primavera se registró la máxima abundancia (149944 org/1000 m<sup>3</sup>) y para el verano y otoño se registró un importante descenso en el número de organismos en más de un orden de magnitud ( 35871 y 3637 org/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente).

## Abundancia estacional por cuadrante.

Latitudinalmente, la variación estacional de la abundancia de la especie siguió un patrón similar al obtenido para toda la zona de estudio (Fig. 45b). Así, en el cuadrante de 27 a 30 °N la media obtenida para el invierno fue de 1789 org/1000 m<sup>3</sup>. Se incrementó hasta 147164 org/1000 m<sup>3</sup> en primavera para de aquí reducirse en verano a 61445 org/1000 m<sup>3</sup>. En otoño no hubo cobertura en estas latitudes (Fig. 45b).

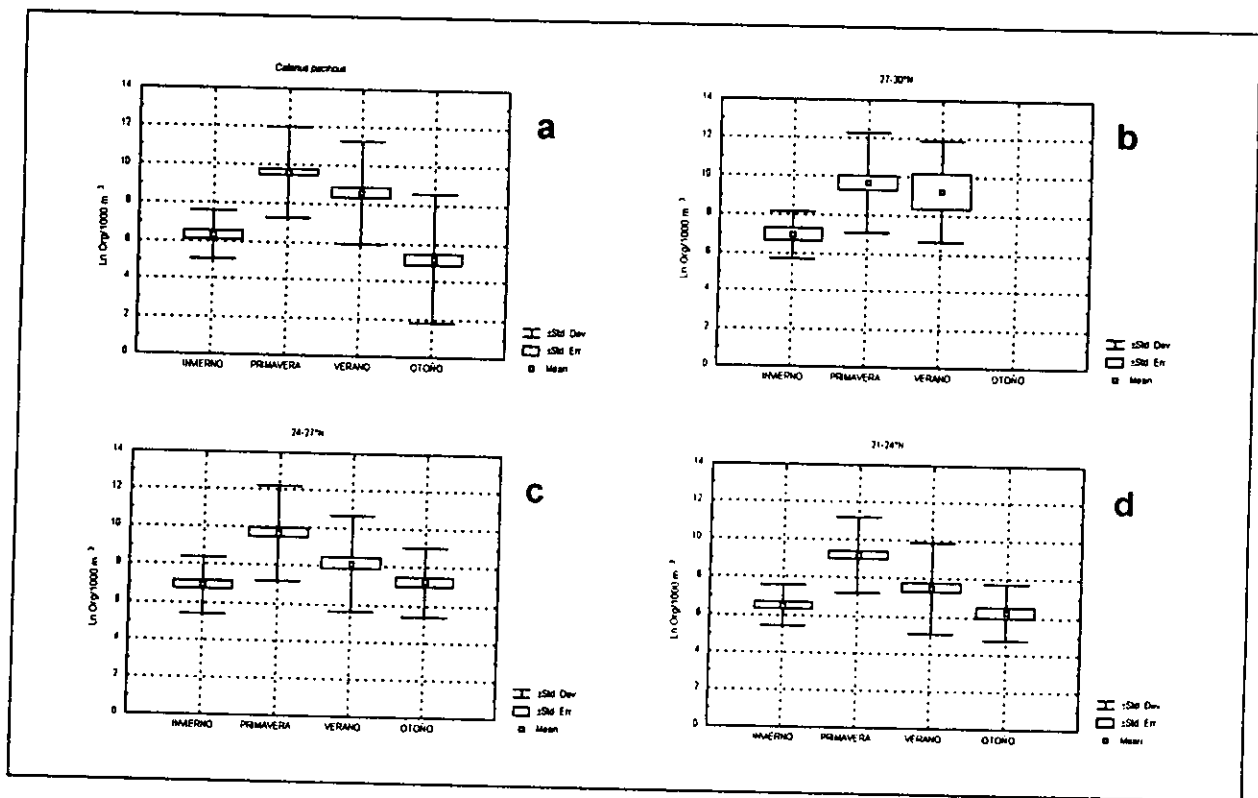


Figura 45. Abundancia estacional de *Calanus pacificus* por a) época del año, en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N

Entre los 24 y 27° N, en invierno se obtuvo el nivel de abundancia más bajo de *C. pacificus* con una media de 2643 org/1000 m<sup>3</sup>; (Fig. 45c). Le siguió un importante aumento en primavera llegando a 174611 org/1000 m<sup>3</sup>, bajando en el verano a 39858 org/1000 m<sup>3</sup> y en otoño a 5921

org/1000 m<sup>3</sup>.

De los 21 a 24° N, la variación estacional es prácticamente la misma que en la sección latitudinal de 25-27°N (Fig. 45d), con la diferencia de la abundancia, ya que el promedio fue considerablemente menor en todos los casos. En invierno fue de 1228 org/1000 m<sup>3</sup>, en primavera de 70827 org/1000 m<sup>3</sup>, en verano de 23502 org/1000 m<sup>3</sup> y en otoño de 2122 org/1000 m<sup>3</sup>.

Respecto al cambio estacional de la abundancia de la especie, el ANDEVA (Tabla 20) mostró diferencia entre las épocas del año ( $p < 0.05$ ), pero no así entre los bloques latitudinales ( $p > 0.05$ ); aquí se observó que efectivamente existió la influencia estacional y que la distribución espacial de la especie fue homogénea en el lapso estudiado.

Tabla 20. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de *Calanus pacificus* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
MES	3	6.082E11	7.760	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	1.742E11	2.223	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	457	7.838E10			
TOTAL	462				

*Euchaeta marina*

Es una especie oceánica batipelágica que se encuentra comúnmente en aguas superficiales y subsuperficiales. Principalmente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales. La hembra mide 2.25 - 3.9 mm y el macho 3 - 3.2 mm.

En la CC la distribución y abundancia fueron obtenidas por Fleminger (1975) para los meses de abril y octubre de 1958 y enero de 1959; en términos generales estuvo distribuida en la zona de la península de Baja California en abundancia que no fue mayor al intervalo de 500 a 5000 org./1000 m<sup>3</sup>. Especialmente en abril se localizó en la zona de San Juanico en mínima densidad, contrastando a lo encontrado en octubre cuando se distribuyó oceanicamente entre San Francisco, California y San Quintín, Baja California en mínima densidad y de aquí hacia el sur, notoriamente se pliega hacia la costa e incrementa su abundancia. En enero obtuvo que las mayores densidades estuvieron en la porción oceánica y en dos zonas costeras, entre estas se observó una amplia franja de mínima abundancia de norte a sur.

Abundancia por campaña.

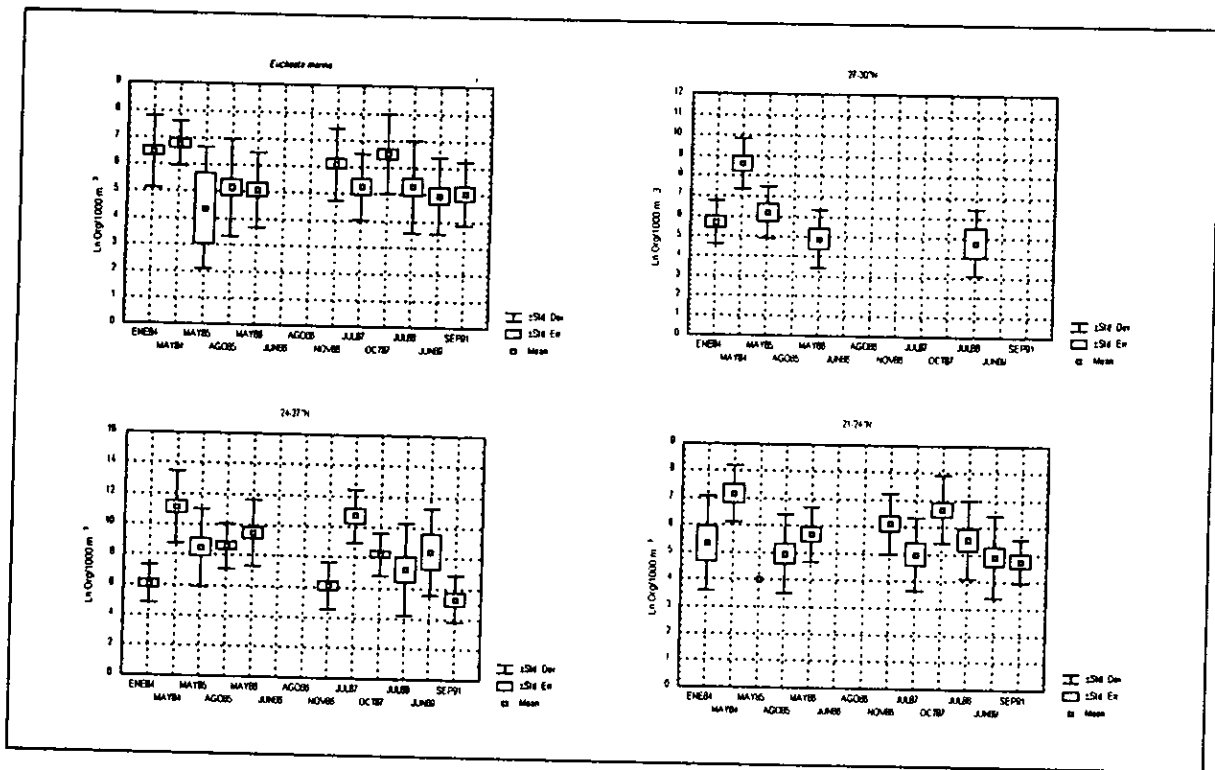


Figura 46. Abundancia de *Euchaeta marina* por a) campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N

A lo largo del período de estudio, esta especie presentó pocos cambios en su promedio de abundancia, ya que se mantuvo alrededor de los 1300 org./1000 m<sup>3</sup>. Mayo de 1984 y octubre de 1987 fueron los meses con mayor número de organismos (media de 1401 y 1786 org./1000 m<sup>3</sup>, respectivamente; Fig. 46a). En mayo de 1985 y septiembre de 1991 tuvo su menor abundancia (324 y 290 org./1000 m<sup>3</sup>, respectivamente). Fue también notable su tendencia a la reducción de su abundancia a lo largo del periodo de estudio.

#### Abundancia mensual por cuadrante.

La abundancia mensual de la especie entre 27-30°N (Fig. 46b) solo pudo registrarse en cuatro meses, de los cuales enero de 1984 fue el de mayor densidad (media de 1483 org./1000 m<sup>3</sup>) y mayo de 1986 el de menor (284 org./1000 m<sup>3</sup>); no obstante la diferencia interanual observada muestra una tendencia a la reducción de la abundancia.

En el sector de 24-27°N, el mes de mayor abundancia media fue octubre de 1987 (1691 org./1000 m<sup>3</sup>) y el de menor fue mayo de 1986 (206 org./1000 m<sup>3</sup>). La diferencia interanual de la densidad poblacional entre 1984-1986 y 1987-1988 es notablemente a la baja (Fig. 46c).

En el cuadrante más meridional (21-24°N) la abundancia de la especie tuvo su máximo en mayo de 1984 (media de 2242 org./1000 m<sup>3</sup>) y el mínimo en mayo de 1985 (56 org./1000 m<sup>3</sup>; Fig. 46d). La diferencia interanual de densidad entre 1984-1986, en términos generales, tiende a la reducción, al igual que en el periodo 1988-1989.

El resultado del ANDEVA de la abundancia mensual de *E. marina* mostró que el cambio de la abundancia se debió más al mes de la colecta ( $p < 0.05$ ) que a la distribución espacial de los organismos ( $p > 0.05$ ), por lo que existió homogeneidad a lo largo del área de estudio (Tabla 21).

Tabla 21. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de *Euchaeta marina* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPANA	10	8359116	2.410	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	41191	0.012	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	300	3468813			
TOTAL	312				

#### Abundancia estacional.

En cuanto al patrón estacional, en invierno se observó alta abundancia de la especie (media de 1300 org./1000 m<sup>3</sup>) para llegar en primavera a su nivel más bajo dentro del ciclo (580 org./1000 m<sup>3</sup>; Fig. 47a).

A partir de esta época, reinicia su incremento en verano hasta alcanzar en el otoño un nivel similar al de invierno (667 y 1410 org./1000 m<sup>3</sup>, respectivamente).

## Abundancia estacional por cuadrante.

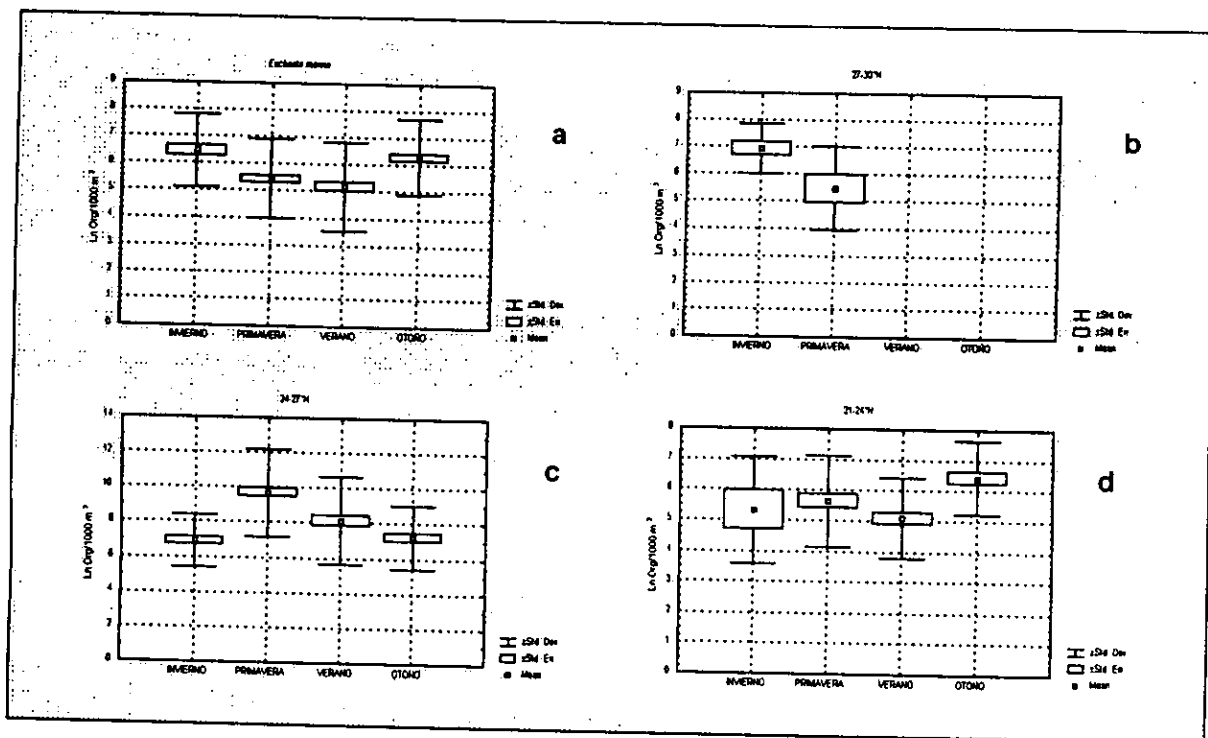


Figura 47. Abundancia de *Euchaeta marina* por a) época del año, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N

Latitudinalmente, el patrón estacional estuvo incompleto entre 27-30°N, ya que en verano y otoño no hubo cobertura de muestreo (Fig. 47b), de manera que se obtuvo solamente para invierno y primavera el nivel promedio de abundancia en que la especie estuvo presente: 1483 org./1000 m<sup>3</sup> para el primero y 433 org./1000 m<sup>3</sup> para la segunda.

Entre 24-27°N se alcanzó la máxima abundancia en el invierno (media de 1416 org./1000 m<sup>3</sup>; Fig. 47c). Se redujo en primavera (403 org./1000 m<sup>3</sup>) para iniciar un repunte en el verano (692 org./1000 m<sup>3</sup>) y llegar a un nivel de densidad en otoño (1416 org./1000 m<sup>3</sup>) similar al de primavera.

Aquí es necesario mencionar que el número de observaciones en otoño fue casi 2.5 veces el de primavera y con un intervalo más amplio. Es por ello que en términos estrictamente numéricos aritméticamente es coincidente que en ambas épocas se haya obtenido el mismo valor de media.

El patrón estacional de abundancia de la especie entre 21-24°N fue distinto al del cuadrante anterior, ya que en este sector el otoño fue la época de mayor abundancia (media 1438 org/1000

m<sup>3</sup>), seguida de la primavera (802 org/1000 m<sup>3</sup>), el invierno (643 org/1000 m<sup>3</sup>) y el verano (360 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 47d).

De acuerdo al ANDEVA de la abundancia estacional (Tabla 22) de la especie, se obtuvo que la época del año tuvo influencia en el nivel de densidad ( $p < 0.05$ ), pero que espacialmente no hubo efecto alguno ( $p > 0.05$ ), lo que significa homogeneidad en la distribución de la abundancia en los tres bloques latitudinales.

Tabla 22. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de *Euchaeta marina* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	3	16012152	4.568	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	173327	0.049	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	307	3505532			
TOTAL	312				

## *Pleuromamma abdominalis*

Especie oceánica distribuida epipelágicamente en aguas tropicales de los océanos Atlántico, Indico y Pacífico. Su intrusión hacia el Pacífico Norte indica corrientes cálidas. La hembra mide de 2.4 a 4.3 mm y el macho de 2.7 a 4.3 mm. Los trabajos de Bowman y Johnson (1973) y Fleminger (1975) sobre la distribución y abundancia de la especie en la CC entre 1949-50 y 1958-59, respectivamente, pusieron de manifiesto que es una especie de amplia distribución, principalmente en la zona oceánica, con niveles de densidad no mayores al intervalo de 5000 y 49999 org/1000 m<sup>3</sup>

### Abundancia mensual.

Esta especie presentó en mayo de 1984 una mayor abundancia a cualquier otra registrada a lo largo del periodo de estudio (media de 19690 org/1000 m<sup>3</sup>); su contraparte fue septiembre de 1991, con la menor (304 org/1000 m<sup>3</sup>).

La tendencia general observada de la densidad de *P. abdominalis* fue hacia la disminución del número de organismos durante el periodo de estudio (Fig. 48a).

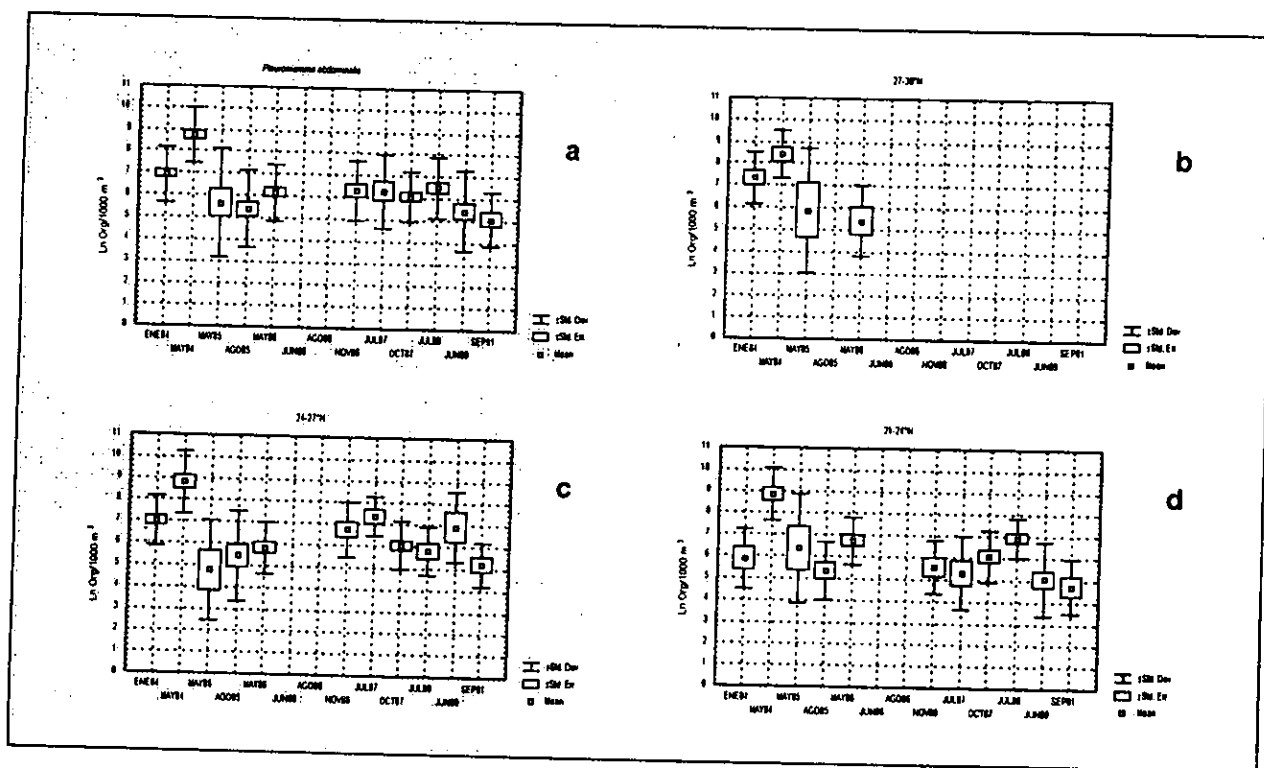


Figura 48. Abundancia de *Pleuromamma abdominalis* por a) campaña de muestreo, b) en latitud 27-30°N, c) 24-27°N y d) 21-24°N



### Abundancia mensual por cuadrante.

En el sector 27-30°N, la especie fue más abundante en mayo de 1984 (8508 org/1000 m<sup>3</sup>) y su mínima densidad se registró en mayo de 1986 (875 org/1000 m<sup>3</sup>). La tendencia fue hacia la reducción de la abundancia entre 1984-1986 (Fig. 48b). La variación intramensual fue notablemente alta. En los meses restantes no hubo muestreo.

De 24-27°N la máxima abundancia de esta especie se obtuvo en mayo de 1984 (media de 30853 org/1000 m<sup>3</sup>) y la mínima en mayo de 1985 (476 org/1000 m<sup>3</sup>). En este cuadrante se observó variabilidad moderada con tendencia a aumentar la densidad entre 1985-1986 y a reducirla entre 1984-1985 y 1987-1988 (Fig. 48c).

El análisis de la abundancia mensual, de acuerdo al ANDEVA (Tabla 23), dio como resultado diferencia entre los meses de muestreo ( $p < 0.05$ ), pero entre los bloques latitudinales se obtuvo que no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

Tabla 23Tabla 21. ANDEVA multifactorial mensual de la abundancia de *Pleuromamma abdominalis* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	10	1.331E09	3.246	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	3.893E08	0.949	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	287	4.410E08			
TOTAL	299				

### Abundancia estacional.

En cuanto a los cambios estacionales de la densidad media de la especie de 1984 a 1991, en invierno se registraron 1952 org/1000 m<sup>3</sup>, en primavera aumentó hasta 6904 org/1000 m<sup>3</sup>, el máximo de todo el ciclo (Fig. 49a). En verano la densidad disminuyó considerablemente hasta 913 org/1000 m<sup>3</sup>, y en otoño se observó el mínimo con 866 org/1000 m<sup>3</sup>. La tendencia estacional giro entorno al máximo promedio registrado en invierno, ya que se mantuvieron valores de abundancia muy bajos en las otras tres épocas del año.

### Abundancia latitudinal por cuadrante.

Latitudinalmente, entre 27-30°N solo estuvieron representadas las épocas de invierno y primavera (Fig. 49b); la especie fue más abundante en la primera (media de 3035 org/1000 m<sup>3</sup>).

Entre 24-27°N la especie tuvo abundancias que mediaron los 1804 org/1000 m<sup>3</sup> en invierno (Fig. 49c). En primavera registró un aumento de más de 7 veces la densidad del invierno para ubicarse en 13098 org/1000 m<sup>3</sup>; en verano la densidad disminuyó nuevamente hasta los 892 org/1000 m<sup>3</sup>) para repuntar en el otoño a 1016 org/1000 m<sup>3</sup> y cerrar así el ciclo.

De los 21-24°N el patrón estacional observado mostró que sólo la primavera se diferenció apreciablemente de las otras épocas del año (4220 org/1000 m<sup>3</sup>; Fig. 49d), ya que los niveles de abundancia de invierno, verano y otoño se mantuvieron en un nivel relativamente homogéneo

(909, 788 y 642 org/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente).

La abundancia estacional de la especie, mediante el ANOVA (Tabla 24), tuvo diferencias significativas entre los meses de muestreo ( $p < 0.05$ ), pero no se detectaron entre los bloques latitudinales ( $p > 0.05$ ), al existir homogeneidad en el área de estudio.

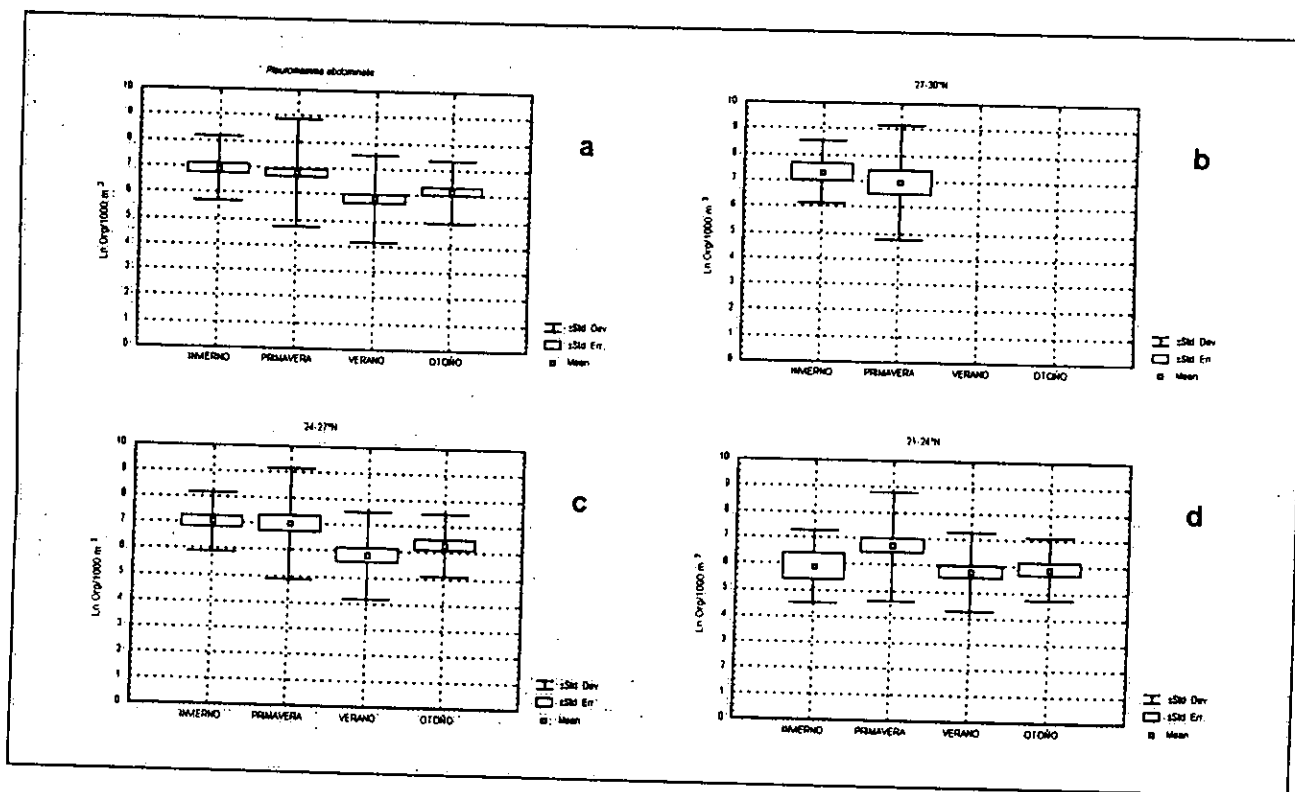


Figura 49. Abundancia estacional de *Pleuromamma abdominalis* por a) época del año, b) en latitud 27-30°, c) 24-27°N y d) 21-24°N

Tabla 24. ANDEVA multifactorial estacional de la abundancia de *Pleuromamma abdominalis* en la costa oeste de Baja California (1984-1991).

FUENTE	gl	CM	F	p	Ho
CAMPAÑA	3	1.193E09	2.753	< 0.05	Rechazada
LATITUD	2	4.665E08	1.076	> 0.05	Aceptada
RESIDUAL	294	4.336E08			
TOTAL	299				

## Discusión.

Para la zona de la CC, en general, el conocimiento de la estructura de la comunidad

zooplanctónica es aun relativamente limitado. Longhurst (1967) obtuvo un gradiente de aumento norte-sur y de disminución costa-océano de la diversidad e identificó como promotores de la misma a la mezcla de comunidades presentes y a las que son transportadas por el sistema de corrientes. McGowan y Miller (1980) obtuvieron grandes cambios en cuanto al dominio numérico y al elenco sistemático de un lugar a otro, además de que las especies dominantes fueron distintas en cada muestra.

Como pudo observarse a lo largo del periodo de estudio, el análisis latitudinal de la diversidad de copépodos mostró diferencias significativas entre los meses y entre las épocas del año, de manera tal que cada bloque latitudinal estaría representando situaciones distintas de la comunidad: la zona de estudio fue más diversa en la parte sur, y lo fue menos en la porción norte, lo que coincide con observaciones previas (Longhurst 1967, Hernández-Trujillo 1991 y Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera, 1997).

No obstante, se presentó una coincidencia en el patrón de diversidad: la tendencia interanual de la diversidad de 1984 a 1985, fue de reducirse sistemáticamente de manera significativa para después incrementarse y ubicarse en niveles que pueden asociarse al avance de aguas meridionales y/o septentrionales. Ello concuerda con el estudio de Hernández-Trujillo (1991a) a lo largo de la costa occidental de Baja California (1982-84) en el que mostró que la composición de especies de copepoda estuvo influenciada por el sistema estacional de corrientes y tiene un reflejo latitudinal.

Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1997) encontraron mezcla de distintos elementos faunísticos que se reflejó en los patrones de diversidad específica: los valores altos de diversidad se relacionaron con la influencia de las comunidades del Pacífico Central y del Pacífico Oriental Tropical, y los valores menores con el flujo de la CC. Esas observaciones y las que se obtuvieron en este trabajo coinciden con lo propuesto por McGowan y Walker (1993), quienes atribuyen el alto nivel de diversidad de zooplancton en la zona a la influencia de las condiciones físicas. Roden (1991) puntualizó que esta zona de transición (20°-43°N) está sometida a cambios asociados a las zonas de frente subártico y subtropical, que modifican sus límites de acuerdo a la dinámica del flujo en localidades geográficas particulares.

El análisis de diversidad rango-abundancia refuerza lo anterior, ya que se pusieron de manifiesto las diferencias de la comunidad en distintos tiempos, relacionadas a su vez a las condiciones ambientales, especialmente la TSM; lo anterior puede ser considerado, en términos de división de recursos, como la porción del espacio de nicho que la(s) especie(s) dominantes ocupan y que se modificará de acuerdo a las condiciones ambientales.

Otro aspecto del análisis indicó que del total de las especies encontradas por mes, los más diversos fueron aquellos que entre 10 y 17 especies sumaron más del 80% de la abundancia y que los de menor diversidad tuvieron entre una y tres especies para acumular casi el 100% de la abundancia. La identificación de los años 1984 y 1987 como los más diversos en especies de copépodos, está en concordancia con los altos valores del índice multivariado del ENOS (El Niño Oscilación del Sur)(Klaus Wolter<sup>1</sup> com. pers.), lo que refuerza una relación de causa-efecto, en términos de la invasión de fauna proveniente del ecuador que es expatriada a latitudes

---

<sup>1</sup> NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center. <http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI>

mayores por masas de agua de origen ecuatorial durante eventos de El Niño.

La distribución anual de frecuencias de los valores del índice de Shannon-Wiener, coincidió con lo anterior, al obtenerse que la mayor diversidad de copépodos se registró en años cálidos (1984, 1986, 1987) y la menor en años fríos y/o normales (1985, 1988, 1989), a pesar de que la zona de estudio forma parte de una región con una proporción constante de elementos tropicales (Brinton et al. 1986, Brodsky 1950, Chen 1986, Funes 1991, Funes et al. 1995, Hernández-Trujillo 1987, 1991, 1995, Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera 1997, Longhurst 1967, Martínez-López 1993, Palomares-García 1996, Palomares-García et al. 1998).

Debe hacerse notar que, a pesar de que el número de observaciones por año fue distinto para todos los meses, el análisis de frecuencia del índice de Shannon mostró tendencia a la normalidad en cada una de las campañas. Ello indica que la comunidad está influenciada permanentemente por un factor, ó conjunto de ellos, a lo largo del año lo que favorece un nivel de diversidad relativamente constante en la zona; estas observaciones fueron estadísticamente significativas.

Respecto al patrón estacional de la diversidad de copépodos, al obtenerse diferencias significativas entre las épocas del año y entre latitudes, es indicativo de la influencia del sistema de corrientes de la zona, ya que la primavera (abril-junio) es la época en que la CC alcanza su máximo límite meridional y en la que obtuvimos baja diversidad de la comunidad de copépodos, así como de baja proporción de especies tropicales.

Posteriormente la CC se retrae en verano (julio-septiembre) por el avance de aguas cálidas que se mantienen hasta el fin del otoño (octubre-diciembre); el aumento de diversidad y del porcentaje de formas tropicales de copépodos coincide con el patrón de verano de la CC y parcialmente para el de otoño, ya que en ésta época se observó una notoria disminución en la composición de taxa tropicales. Respecto a la diversidad, el incremento fue consistente con el patrón estacional de la CC (Fig. 50).

El Análisis de Componentes Principales permitió observar gráficamente, mes a mes, la representación espacial de su abundancia y las relaciones entre la distribución geográfica de cada especie de copépodo con respecto al primero de los dos componentes que, de acuerdo a la campaña, acumularon cierto porcentaje de la variabilidad de la distribución geográfica original.

Así, en cada campaña de muestreo el ACP ilustró, por ejemplo, la asociación de la o las especies aisladas del resto de la comunidad con alguno de los dos primeros componentes. Los resultados del análisis sugieren que un factor responsable fue la temperatura. Este parámetro explicó del 34-88% de la varianza, de la afinidad biogeográfica de las especies agrupadas, de su disposición a lo largo del eje y de la época del año en que se efectuó el levantamiento zooplanctónico. El análisis estadístico de la diversidad de copépodos y de la TSM concordaron con el ACP de la comunidad.

Otro de los factores que de manera importante contribuyó a la constitución de conjuntos de especies fue el hábitat, oceánico y nerítico, en que las especies se encontraron. Ejemplo de esto se observó en la disposición espacial en cada campaña de *Pleuromamma abdominalis*,

especie oceánica, y de *Calanus pacificus*, de hábitat oceánico y/o nerítico. Ambas especies fueron las que contribuyeron con la más alta varianza por su abundancia; se ubicaron en el plano cartesiano en posiciones regularmente opuestas. De sus posiciones respecto del componente 1 y 2, hacia la intersección de ambos se localizan agrupaciones de especies que en ocasiones tienen como denominador común el hábitat. Respecto a ésto, Colebrook (1977) encontró en el periodo 1955-59, resultados similares para los copépodos en el sistema de la CC.

En el periodo de estudio, una considerable proporción de la variación de la abundancia de la comunidad puede atribuirse a las condiciones hidrográficas y al vigor de la intrusión meridional de la CC, que en este caso se reflejó en la dominancia de un reducido número de especies cuyo entorno ecológico fue favorecido y/o acotado de acuerdo a la época del año, a la latitud y al sistema de corrientes que convergen en la zona estudiada.

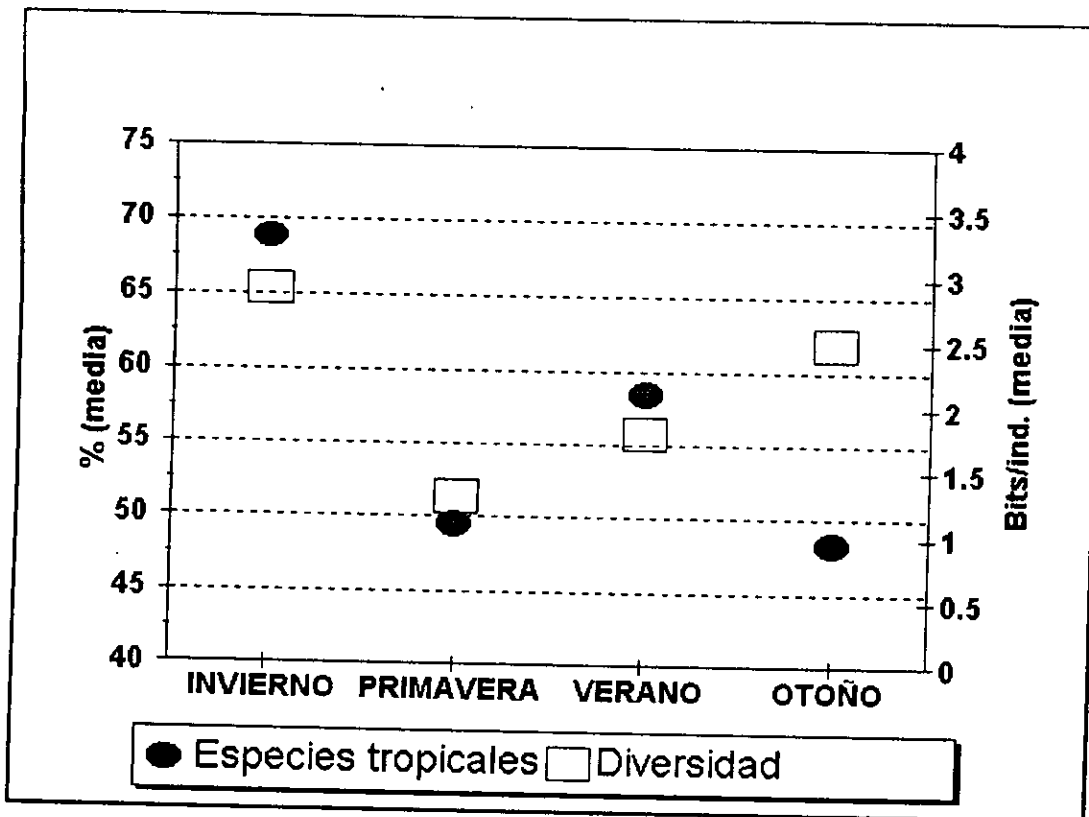


Figura 50. Variación estacional del índice de diversidad de Shannon y de la proporción de especies tropicales en la costa oeste de Baja California (1984-1991)

La dominancia de *Calanus pacificus* sobre las otras especies en el área y lapso de estudio, quedó manifiesta mensual y latitudinalmente. La abundancia fue mayor septentrionalmente en prácticamente todos los meses estudiados y la diferencia de la abundancia con *Acartia danae*, *Euchaeta marina* y *Pleuromamma abdominalis* tendió a reducirse latitudinalmente. Estas tres especies se mantuvieron en niveles de abundancia similares y se presentaron, entre ellas, cambios en jerarquía de abundancia mes a mes y por latitud.

La afinidad biogeográfica y el hábitat de las especies clave puede ayudar a explicar el por qué de lo anterior: *C. pacificus* de ambiente transicional, nerítico-oceánica y subsuperficial concurre con *A. danae* que es templado-tropical y de amplia distribución norte-sur y costa-océano, con *E. marina* tropical-subtropical, oceánica y de distribución subsuperficial, y con *P. abdominalis*, tropical, oceánica y epipelágica. Este conjunto por sí mismo refleja la complejidad de la comunidad de copépodos en el área estudiada, además de la dinámica de su estructura.

Por otra parte, la diferencia significativa de la abundancia mensual de las cuatro especies indica condiciones ambientales distintas que promueven el aumento o descenso de la densidad; los datos presentados sobre la variación mensual de la TSM y el fitoplancton son parte de este esquema. Sin embargo, a excepción de *C. pacificus*, la significativa homogeneidad latitudinal de las especies clave, concuerda con la observada para la distribución geográfica del NF y MF, lo que sugiere un desfase de la respuesta biológica en relación a los cambios de TSM, ya que esta última sí presentó diferencias latitudinales, o bien tolerancia a esos cambios, además de su dinámica estructura.

En este tenor, las especies subtropicales y/o tropicales mantuvieron sus niveles de densidad notablemente separadas de la transicional a lo largo del periodo estudiado (excepto en meses de verano franco) en cada uno de los bloques latitudinales. La naturaleza nerítico-oceánica de su distribución horizontal y la subsuperficial de la vertical, sugieren una distribución de recursos y ocupación de nicho sesgados hacia *C. pacificus*, como ha sido inferido por Hernández-Trujillo (1991) y Mullin (1991, 1993, 1994, 1995).

En la abundancia estacional de las especies clave, la diferencia significativa entre épocas del año indica ajustes de densidad en función de las condiciones ambientales medidas en la zona de estudio, pero al igual que en el análisis mensual, la homogeneidad espacial de la abundancia de todas las especies indica que el efecto geográfico no es suficientemente fuerte para modificar sus densidades. En este contexto de las cuatro especies clave, *C. pacificus* resaltó como la de mayor abundancia en la zona y en todas las épocas del año, en tanto que las especies tropicales y subtropicales aumentaron su abundancia en otoño e invierno.

## Conclusiones.

1. El análisis latitudinal de la diversidad de copépodos mostró diferencias significativas entre meses y años; la zona de estudio fue más diversa en la parte sur que en el norte.
2. La tendencia interanual de la diversidad de 1984 a 1985, fue de reducción sistemática asociada al enfriamiento del agua marina superficial, para después aumentar y ubicarse en niveles relacionados al avance hacia el norte de aguas meridionales.
3. El nivel de diversidad de los copépodos está sometido a cambios asociados a las zonas de frente subártico y subtropical, que modifican sus límites de acuerdo a la dinámica del flujo en localidades geográficas particulares.
4. Fueron obtenidas diferencias de la comunidad en distintos tiempos, relacionadas a su vez a las condiciones ambientales; del total de especies encontradas en meses poco diversos de 1-3 especies definieron la estructura de la comunidad, y en meses muy diversos de 10-17 especies fueron las que definieron la estructura de la comunidad.
5. La mayor diversidad de copépodos se registró en años cálidos (1984, 1986, 1987) y la menor en años fríos y/o normales (1985, 1988, 1989).
6. La tendencia a una distribución normal de la diversidad indica que la comunidad estuvo influenciada permanentemente por un conjunto de factores (aguas cálidas principalmente) que permitieron mantener un nivel de diversidad relativamente constante en la zona.
7. El patrón estacional de la diversidad de copépodos estuvo influenciado por el sistema de corrientes de la zona.
8. El análisis multivariado mostró que fueron la TSM y el tipo de hábitat (oceánico y nerítico) los factores principales que influyeron sobre la variabilidad de la abundancia y de la distribución geográfica de las especies en virtud de que ambos explicaron entre 45 y 92% de la varianza total.
9. Una considerable proporción de la variación de la abundancia de la comunidad se atribuye a las condiciones hidrográficas y al vigor de la intrusión meridional de la CC.
10. Se identificaron cuatro especies clave: *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Euchaeta marina* y *Pleuromamma abdominalis*, que permitieron dar un seguimiento global a la comunidad de copépodos estudiada.

11. La dominancia de *Calanus pacificus* sobre las especies otras tres especies clave se manifestó mensual y latitudinalmente. *Acartia danae*, *E. marina* y *P. abdominalis* presentaron niveles de abundancia similares entre ellas, mostrando cambios en jerarquía mensual y latitudinalmente.
12. Las especies subtropicales y/o tropicales tuvieron abundancias notablemente distintas con respecto a la transicional en cada bloque latitudinal. La naturaleza oceánica de su distribución horizontal y la subsuperficial de la vertical, sugieren una distribución de recursos y ocupación de nicho sesgados hacia *C. pacificus*.
13. La afinidad biogeográfica y el hábitat de las especies clave refleja la complejidad de la comunidad de copépodos en el área estudiada, además de la dinámica de su estructura inducida por los cambios estacionales de la hidrología de la región.



## 6.4. *DISCUSION GENERAL.*

En los estudios de plancton marino la escala espacial y temporal sobre las cuales se efectúan las observaciones biológicas y físicas, a menudo determinan el alcance de los resultados e inferencias sobre la dinámica de las poblaciones y sus posibles relaciones en un ecosistema.

El establecimiento del marco de referencia espacio-temporal se da de acuerdo al interés del problema específico a resolver y tomando en cuenta que las características físicas influyen de manera determinante en el proceso ecológico (Mann y Lazier, 1991).

En el caso del plancton, esta es una situación particularmente importante en virtud de que, en comparación a otros organismos pelágicos, su ciclo vital puede completarse en cuestión de días o semanas. La literatura sobre dinámica planctónica, recientemente ha enfatizado la importancia que esta fauna y flora tiene en procesos locales, regionales y hemisféricos, con duración proporcional a esas escalas espaciales. Así, por ejemplo Cushing (1995) ha relacionado el tipo de alimento presente con la fluctuación de poblaciones de peces de importancia comercial como el bacalo y el arenque en Atlántico norte; la macarela, la anchoveta peruana, la anchoveta norteña y la sardina monterey en el Pacífico.

La tendencia actual en el estudio de la variabilidad planctónica es hacia una mayor frecuencia de observaciones a costa de la cobertura, de manera que pueda llevarse a cabo la identificación de los patrones de variación y su asociación a los cambios físicos en una escala menor. La contraparte es la mayor cobertura espacial posible a expensas de la frecuencia; ambas estrategias tienen beneficios y limitaciones que son ponderados tomando en cuenta el nivel de conocimiento que del grupo o especie planctónica se trate, así como del de los procesos físicos involucrados en la investigación.

En la identificación de patrones de variabilidad biológica y física es necesario contar con la mayor cantidad de observaciones y de la manera más continua posible, es decir una serie histórica obtenida con métodos comparables.

Por lo anterior, la medición de las variables biológicas ha sido fragmentaria en escalas disímboles y ello dificulta la integración de información sobre la dinámica de los ecosistemas marinos. Los avances tecnológicos han ayudado a remontar algunas de estas limitaciones por medio de dispositivos automáticos que miden de forma continua las variables biológicas, como por ejemplo los sensores remotos que detectan campos clorofilianos, los fluorímetros que miden clorofila, los muestreadores continuos y los contadores electrónicos de zooplancton.

Todos estos procedimientos tienen como fin el detectar las variaciones ecológicas en los ecosistemas, o en una parte de ellos, para separar los fenómenos episódicos de los sistemáticos y que, eventualmente, definen ciclos o son parte de una tendencia. El propósito de este trabajo estuvo encaminado al estudio de la variabilidad de la comunidad de copépodos en espacio y tiempo, e intentó llegar a la definición de patrones de cambio dentro de la taxocenosis por efecto de las condiciones ambientales que en algunas campañas reflejaron lo que podemos denominar eventos sistemáticos, como el patrón de circulación, el patrón de variación mensual y estacional de la TSM, NF, MF y BZ. En otras campañas, fenómenos como el de El Niño introdujo sesgos

que continuamente deben ser evaluados y ubiucados en un contexto de variación global, para comparar los atributos de la comunidad sin la influencia de este tipo de eventos.

Los datos obtenidos sobre los atributos de la comunidad, al ser analizados mensual, estacional y latitudinalmente mostraron concordancia general con la dinámica física, es decir que hubo cambios en la comunidad relacionados a los aumentos y descensos de temperatura, mayor o menor intensidad de surgencias y el patrón estacional del sistema de corrientes.

Coinciden también con lo encontrado por Zuria-Jordán et al. (1995) por medio de sensores remotos para la estimación de la biomasa fitoplanctónica, por Gárate-Lizárraga (1992) para la abundancia de fitoplancton; por Hernández-Trujillo et al. (1987) para la biomasa zooplanctónica, por Gómez-Gutiérrez (1992) para los eufaúsidos, por Félix-Uraga et al. (1996) para la sardina monterey y por Hernández-Vázquez (1995) para la abundancia de huevos y larvas de la sardina monterey y de la anchoveta.

Así mismo, el ISB, la BZ, el MF y NF, variables ambientales incluidas en el estudio de los copépodos, presentaron relaciones entre ellas (positivas y/o negativas) con una magnitud distinta en función de las escalas espacial y temporal consideradas. Todas las interrelaciones anteriores estuvieron de una u otra manera influyendo en la estructura de la comunidad de copépodos, que estuvo constituida por 144 taxa.

El análisis latitudinal de la diversidad de copépodos mostró diferencias significativas entre meses y años; la zona de estudio fue más diversa en la parte sur que en la norte. La mayor diversidad de copépodos se registró en años cálidos (1984, 1986, 1987) y la menor en años fríos y/o normales (1985, 1988, 1989), coincidentemente con lo encontrado para la concentración de clorofila entre los 28-37°N por Millán-Núñez et al. (1996).

La tendencia a una distribución normal de la diversidad indicó que la comunidad estuvo influenciada permanentemente por un conjunto de factores como el sistema de corrientes de la zona, condiciones de El Niño (1987-88) y La Niña (1985-86), entre los más relevantes, que le permitieron mantenerse en un nivel de diversidad relativamente constante en la zona.

En la CC las especies subárticas y transicionales son transportadas por aguas frías y de baja salinidad desde el norte hacia el sur, para mezclarse en el sector central de la CC con las especies ecuatoriales que a su vez son transportadas por aguas cálidas y de alta salinidad. En esta zona se han obtenido las mayores diversidades zooplanctónicas que en cualquier otra porción de la Corriente (McGowan et al. 1996, McGowan y Miller, 1980, Longhurst 1967).

De este modo una considerable proporción de la variación de la abundancia de la comunidad podría ligarse con las condiciones hidrográficas y al vigor de la intrusión meridional de la CC, determinadas a su vez por el giro ciclónico subártico (45°N) y con el giro anticiclónico del Pacífico Norte en latitudes subtropicales (Pearcy 1991).

A partir de lo anterior, la inferencia.lógica es que la diversidad obedece más a este factor de simple mezcla que a un proceso ecológico (McGowan et al. 1996); en consecuencia, al ser

este proceso el responsable del mantenimiento relativamente constante del nivel de diversidad en la zona, entonces en años de El Niño el avance de aguas ecuatoriales a la región septentrional incrementa la diversidad aunado a la tropicalización general de la comunidad. Esta condición se observó en nuestros resultados, al igual que ha sido obtenida en la zona estudiada para el fitoplancton (Gárate-Lizárraga 1992), los eufáusidos (Brinton 1981, Gómez-Gutiérrez et al. 1995) y el ictioplancton (Funes-Rodríguez et al. 1995).

Este circuito de corrientes promueve, entonces, que masas de agua con su biota propia asociada con esos sistemas de giros y las asociaciones de especies se presenten constantemente. Como resultado de esta interacción se obtuvo un conjunto de especies integrado por *Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Candacia curta*, *Corycaeus speciosus*, *Pareucalanus sewelli*, *Subeucalanus subcrassus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Pleuromamma abdominalis*, *Rhincalanus nasutus* y *Scolecithrix danae* que fueron las de mayor frecuencia, pero su jerarquía por dominancia fue mensualmente variable.

De este conglomerado se identificó a un grupo de especies recurrente (*Acartia danae*, *Calanus pacificus*, *Euchaeta marina* y *Pleuromamma abdominalis*), cuya afinidad biogeográfica y hábitat reflejó la complejidad de la comunidad de copépodos en el área y la dinámica de su estructura inducida por la variación de la hidrología regional.

Así, el componente tropical de la comunidad contribuyó entre el 46 y 69% en el área en la constitución de la misma en el área y periodo de estudio. Las especies subtropicales y tropicales tuvieron abundancia notablemente distinta de la transicional en cada bloque latitudinal. De acuerdo a Percy (1991) las especies de estirpe subártica, transicional, central y ecuatorial en la zona de transición usualmente pueden estar presentes cientos de millas al norte y sur de los 40°N a lo largo del año. Estas "fronteras" eventualmente pueden verse alteradas por fenómenos de calentamiento como el de El Niño y de enfriamiento como La Niña (Leetma 1989, Miller et al. 1985, Murphree y Reynolds 1995, Norton et al. 1985, Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996, Zuria-Jordán et al. 1995, entre muchos más).

En la zona estudiada el evento de El Niño fue el de mayor impacto, en virtud de que se le identifica como un calentamiento generalizado de la zona oriental del océano Pacífico por el influjo de aguas ecuatoriales a regiones septentrionales que en su avance modifican a la región fundamentalmente en tres aspectos: biogeográficamente, biomasa de una sola especie y la producción pesquera (Arenas, 1992).

El cambio ambiental durante los eventos de El Niño y su impacto en las comunidades biológicas ha motivado muchos estudios de la distribución y abundancia de las poblaciones como una medida de su habilidad de respuesta a las variaciones físicas extremas en el océano (Arntz et al. 1985, Dessier y Donguy 1987, Gárate-Lizárraga y Siqueiros-Beltrones 1998, Gómez-Gutiérrez et al. 1995, Martínez-López 1993, Palomares-García y Gómez-Gutiérrez 1996, Torres-Moye y Alvarez-Borrego 1987, Wooster y Fluharty 1985).

A lo largo de la costa occidental de Baja California los eventos de El Niño, dependiendo de su intensidad, se manifiestan con la invasión de aguas tropicales y una reducción en el vigor de la Corriente de California, sumado al hundimiento de la termoclina y nutriclina que dan como resultado global una reducción de la producción primaria y secundaria en la zona eufótica

(Norton et al., 1985). Otra característica importante es que el fenómeno de El Niño es más intenso en la región oceánica que en la costera, ya que en esta zona el calentamiento del agua se reduce por efecto de procesos locales de mezcla que mantienen un aporte relativamente constante de nutrientes que permite niveles altos de producción primaria y secundaria (Petersen et al. 1986).

La zona de estudio se caracterizó por contar un elemento más de complejidad al sistema al ser *C. pacificus* una especie transicional dominante en 82% de los meses de estudio, en una comunidad con una proporción cercana al 50% de especies de estirpe tropical; la co-ocurrencia de *C. pacificus* con especies de diferente estirpe biogeográfica es un indicador de su capacidad para adaptarse a las variaciones del ambiente.

Sin embargo, su resistencia a las condiciones desfavorables tiene un límite, como lo han reportado Brinton et al. (1986) para el Golfo de California cuando se ve invadido por agua cálida, ya que la especie modifica su distribución vertical de los 0-100 m para ubicarse entre 200-300 m. En este trabajo y en otros previos (Hernández-Trujillo 1991a, c) se reconoce que su distribución horizontal esta limitada por la isoterma de 25 °C y que su máxima abundancia se presenta entre 15-19 °C

Por otro lado, su constante gran abundancia es también muestra de su capacidad de transformar recursos disponibles en nuevos individuos a lo largo del año (Mullin, 1991), situación que le permite aventajar aún sobre especies ecológicamente similares como es *Rhincalanus nasutus* (Mullin, 1993).

La importancia numérica de *C. pacificus* se modificó mensual y estacionalmente en concordancia a los cambios de las condiciones ambientales, manteniéndose en la comunidad como la especie más importante. Esto significa que el resto de las especies de copépodos tuvieron limitaciones para mantener sus poblaciones en niveles de abundancia constantes o sin grandes fluctuaciones, lo que les impidió contribuir de forma similar a la especie dominante a la constitución de la estructura de la comunidad.

De hecho, su presencia puede explicarse en términos de su capacidad de explotar los recursos que no son utilizados por la especie dominante. La distribución horizontal oceánica (Hernández-Trujillo 1991, Mullin 1991) y vertical subsuperficial de *C. pacificus* (Mullin, 1994, 1995), aunado a lo obtenido en esta investigación, sugieren una distribución de recursos y ocupación de nicho favorable hacia *C. pacificus*, que se mantiene aun en condiciones desfavorables para la especie, confiriéndole un carácter ecológico de primer nivel en la cadena trófica pelágica en el área de estudio.

El análisis multivariado mostró que la variabilidad espacio-temporal de *C. pacificus* estuvo muy asociada a los cambios en las condiciones ambientales. El incremento de su abundancia coincidió con el avance estacional de la CC y su disminución con el influjo de aguas ecuatoriales; sin embargo, la dominancia de la especie en el área y periodo de estudio no solo estuvo regulada por las condiciones físicas, sino también por el alimento y el o los mecanismos para consumirlo (Mullin 1963, Cox et al. 1983, Hakanson 1987, Bollens y Frost 1989). En este sentido, la variación concurrente de la abundancia mensual y estacional de MF y NF en los tres

bloques latitudinales con la de *C. pacificus*, ilustra la influencia que ejerció la abundancia del fitoplancton en los niveles poblacionales del calanoide a lo largo del ciclo estacional.

*Calanus pacificus* es una especie que se alimenta por filtración y con capacidad selectiva de acuerdo a la composición y disponibilidad en el medio (Mullin 1963, Huntley et al. 1983), no obstante el fitoplancton es su principal fuente de nutrición a pesar de que en ciertas condiciones puede transformarse en depredador de sus propios nauplios (Landry 1981). Por otro lado, ha manifestado su preferencia alimenticia sobre células de NF en comparación al MF (Huntley et al., 1983), lo que concuerda con la frecuente correlación de tipo inverso obtenida para el NF en este trabajo a lo largo del periodo de estudio.

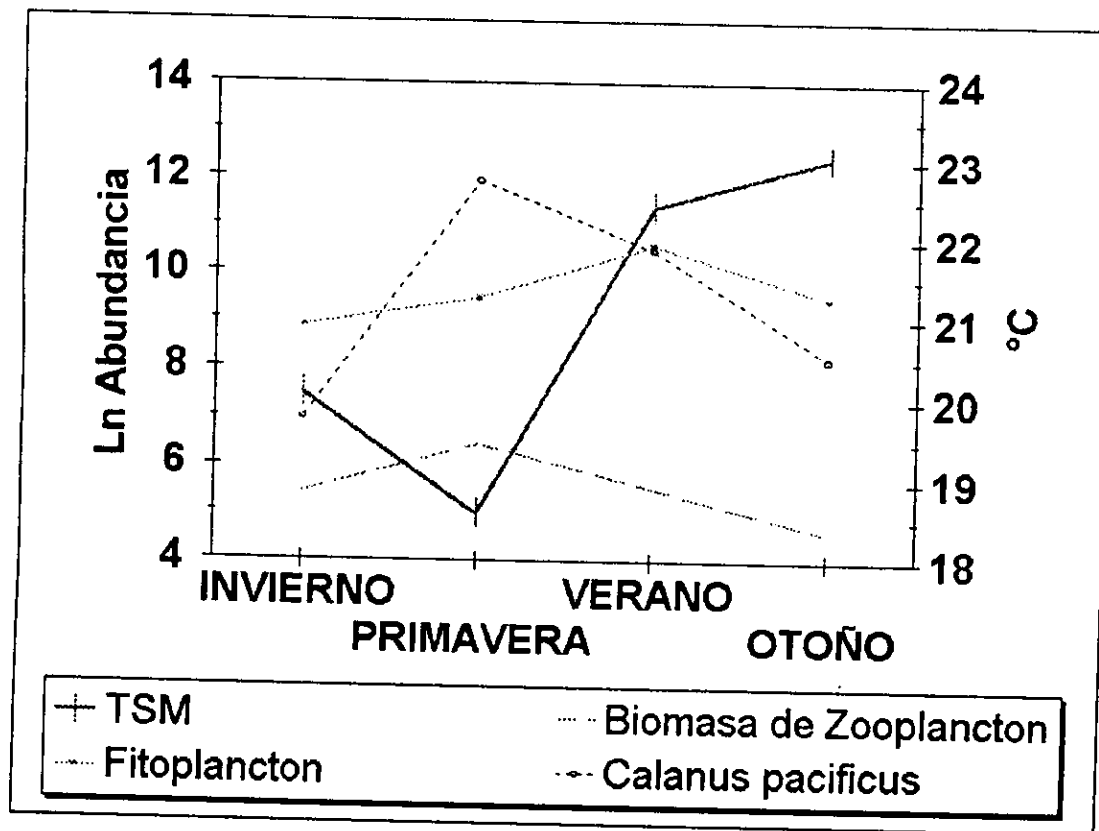


Figura 51. Ciclo estacional del plancton en la costa occidental de Baja California Sur (1984-1991)

En este tenor es posible, entonces, identificar la abundancia de NF como la fracción del fitoplancton que pudo determinar el nivel de densidad de la especie en la zona ya que el contenido proteico del nanoplancton se mantuvo siempre por encima del microplancton en el verano (68-86% vs 8-18%) y otoño (74-79% vs 13-16%) de 5 a 35 m de profundidad (López-Cortés et al. 1990); asimismo, la alternativa alimenticia pudo ser materia particulada no fotosintética de similar contenido calórico (Lechuga-Deveze et al. 1993), la cual es también abundante en los primeros 25 m de profundidad en la región costera de Baja California Sur.

La conformación y transformación de la comunidad en la región sur de la CC, se observó en dos escalas temporales, apoyando la hipótesis de trabajo de esta investigación, ya que

efectivamente se detectó la variabilidad mensual y estacional. Las diferencias interanuales se dieron no sólo en la abundancia, sino en la riqueza de especies y diversidad. El grupo de especies recurrentes, en virtud de su importancia en la conformación de la comunidad, reflejó la complejidad ecológica de la zona de estudio que es parte de la zona de transición subártica-tropical.

El esquema general obtenido de los cambios de la comunidad de copépodos pelágicos entre 1984 y 1989 en la costa occidental de Baja California, puede ser representado por el ciclo estacional de la abundancia de una de las especies clave, en combinación con el de las variaciones de la temperatura superficial del mar, la abundancia de la biomasa del zooplancton y la del fitoplancton (Fig. 51).

El patrón de variabilidad de los copépodos, la biomasa zooplanctónica y el fitoplancton tiene que ser, obviamente, redefinido con la incorporación de más datos para obtener un patrón más detallado, en virtud de que para varios meses no se tiene información. Así mismo, los episodios de El Niño y La Niña, necesitan aislarse para obtener el patrón "normal" de variación de la comunidad. No obstante, el patrón obtenido puede considerarse como el que describe de manera general la tendencia de los cambios estacionales de la comunidad, en la zona de estudio.

En el futuro debe comprobarse lo siguiente:

- ◆ La existencia o no de diferencias espaciales de la comunidad de copépodos y de las variables física y biológicas consideradas en este trabajo en la costa occidental de Baja California.
- ◆ Que la dinámica general del plancton, sigue el patrón de variabilidad de la TSM y del circuito de corrientes en la costa occidental de Baja California.
- ◆ Que la estacionalidad de la proporción de especies tropicales y la de la estimación de la diversidad de copépodos siguen el mismo patrón de variación.
- ◆ La constancia, a mesoescala, del grupo de especies recurrentes.

## LITERATURA CITADA.

- ALAMEDA, M.G. 1980. Sistemática y distribución de los copépodos (Crustacea) del Golfo de Tehuantepec (México). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 359 p.
- ANRAKU, M. y M. OMORI. 1963. Preliminary survey of the relationship between the feeding and the structure of the mouth-parts of marine copepods. *Limnol. Oceanogr.* 8:116-126.
- ARENAS, F.V. 1992. Ecosistemas de surgencia. Importantes sumideros de carbono. *Ciencia*. 43, núm. Esp. :91-95
- BACKUS, R.H. 1986. Biogeographic boundaries in the open ocean. In: Pierrot-Bults, van der Spoel, Zahuranec y Johnson (eds.) *Pelagic biogeography*. UNESCO Technical Papers in marine Science # 49, :9-13
- BADAN, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano. In: M.F. Lavín (ed) *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana. :99-112
- BAKUN, A. y C.S. NELSON. 1977. Climatology of upwelling related processes off Baja California. *CalCOFI Rep.* 19:107-127
- BAUMGARTNER, R.T y N. CHRISTENSEN. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Jour. Marine Res.*, 43:825-848
- BAUMGARTNER, R.T., A. SOUTAR y V. FERREIRA-BARTRINA. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and Northern anchovy populations over the past two millenia from sediments of the Santa Barbara Basin, California. *CalCOFI Rep.* 33:24-40
- BEERS, J.R. 1976. Volumetric methods. In: H.F. Steedman (ed.) *Zooplankton fixation and preservation*. Monographs on oceanographic methodology, No. 4. UNESCO Press, Paris, :54-60
- BEKLEMISHEV, C.W. 1971. Distribution of the plankton related to micropalaentology of oceans. Cambridge Univ. Press.:75-78
- BOLLENS, S.M. y B.W. FROST. 1989. Zooplanktivorous fish and variable diel vertical migration in the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. *Limnol. Oceanogr.* 34(6):1072-1083
- BOURGUET, D., A. LAMBERT, A. RAIBAUT y F. RENAUD. 1993. L' insolite nanisme de crustacés parasites. *La Recherche* 24:454-456
- BOWMAN, T.W. y L.G. ABELE. 1982. Classification of the recent crustacea. In: L.G. Abele (Ed.) *The Biology of Crustacea, systematics, the fossil record and biogeography*. Academic Press. Nueva York. 1:1-27
- BOWMAN, T.W. y N.W. JOHNSON. 1973. Distributional Atlas of Calanoida in the California Current Region. *CalCOFI Atlas N° 19*. La Jolla, Ca.
- BRINTON, E. 1981. Euphausiid distributions in the California Current during the warm winter-spring of 1977-78, in the context of a 1949-1966 time series. *CalCOFI Rep.* 22:135-154
- BRINTON, E., A. FLEMINGER y D. SIEGEL-CAUSEY. 1986. The temperate and Tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 27:228-266.
- BRINTON, E. y J.L. REID. 1986. On the effects of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of the California Current. In: A.C. Pierrot-Bults, S. van der Spoel, B.J. Zahuranec y R.K. Johnson (Eds.) *Pelagic Biogeography*. UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci. N° 49:25-34.
- BRODSKY, K. 1950. Calanoida of the far eastern seas and polar basins of the USSR. Key to the fauna of the USSR N° 35 *Inst. Acad. Sci. USSR* (Translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations. Jerusalén 1967) 440 p.
- BRUSCA, R.C. y G.J. BRUSCA. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates. Inc. Publ., 922 p.
- CANNON, G.A., R.K. REED y P.E. PULLEN. 1985.

- Comparison of the El Niño events off the Pacific Northwest. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) El Niño North. Niño effects on the Eastern subarctic Pacific Ocean. University of Washington, Seattle. :75-84
- CAYAN, D.R. 1980. Regimes and events in recent climatic variables. CalCOFI Rep. 21:90-101
- CERVANTES-DUARTE, R. y S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1989. Características hidrográficas de la parte sur de la Corriente de California y su relación con algunas especies de copépodos en 1983. Inv. Mar. CICIMAR. 4(2):211-224.
- CERVANTES-DUARTE, R., S. AGUIÑIGA y S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1993. Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipólito, B.C.S. Ciencias Marinas 19(1):117-135.
- CICIMAR 1991. Estudio planctónico en la Zona Económica Exclusiva mexicana del Pacífico frente a Baja California Sur. Informe Anual de Proyecto. CICIMAR-DEPI-IPN. México 106p.
- CHELTON, D.B. 1981. Interannual variability of the California Current-Physical factors. CalCOFI Rep. 22:34-48
- CHEN, YA-QU. 1986. The vertical distribution of some pelagic copepods in the eastern tropical Pacific. CalCOFI Rep. 27:205-227.
- COLEBROOK, J.M. 1977. Annual fluctuation in biomass of taxonomic groups of zooplankton in the California Current, 1955-59
- COPLEY, N.J. y P.H. WIEBE. 1990. Drawings and descriptions of some deep-sea copepods living above the Guaymas Basin hydrothermal vent field. Tech. Rep. Woods Hole Oceanogr. Inst. 67 p
- COX, J.L., S. WILLASON y L. HARDING. 1983. Consequences of distributional heterogeneity of *Calanus pacificus* grazing. Bulletin of Marine Science. 33(2):213-226.
- CUSHING, D.H. 1995. The long-term relationship between zooplankton and fish. ICES Journal of Marine Science, 52(3,4):611-626
- DARLEY, M.D. 1991. Biología de las algas. Enfoque fisiológico. Ed. Limusa, México. 236 p.
- DAVIS, C. Ch. 1984. Planktonic copepoda (Including Monstrilloida) In: K.A. Steidinger y L.M. Walker (Eds.) Marine plankton life cycles strategies. C. R. C. Press. Florida. Boca Ratón. :67-91.
- DAWES, C.J. 1986. Botánica marina. Ed. Limusa, México. 673 p.
- DAWSON, J.K. Y G. KNATZ. 1980. Illustrated key to the planktonic copepods of San Pedro Bay, California. Technical Reports of the Allan Hancock Foundation. University of Southern California. California. 106 p.
- DEETS, G.B. y G.W. BENZ. 1988. *Lernanthropinus nematistii* sp.nov. (Lernanthropidae) and *Caligus tenuifurcatus* Wilson 1937 (Caligidae), siphonostomatoid copepod parasites of roosterfish (*Nematistius pectoralis* Gill, 1864) from the Sea of Cortez.
- DIGBY, P.S.B. 1953. Plankton production in Scoreby Sound, Esat Greenland. Jour. Anim. Ecol. 22:131-153
- ESQUEDA, E.G., A. ESQUIVEL, R. FUNES, Y. GREEN, R. GONZALEZ, M. HARO, M. HERNANDEZ, S. HERNANDEZ-TRUJILLO, R. SALDIERNA, M. SANCHEZ-HIDALGO, C. SANCHEZ y R. VERA. 1984. Atlas de distribución y densidad de huevos y larvas de clupeidos y engraulidos en la costa pacífica de Baja California Sur (1982-1984). Atlas CICIMAR N° 1. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S.
- ESQUEDA-ESCARCEGA, G. y S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1995. Características del hábitat del desarrollo larval de tres especies de peces batilágidos (Pisces:Salmoniformes). Ciencias Marinas. 21(4):427-438
- ESTERLY, O.C. 1905. The pelagic Copepods of the San Diego Region Univ. Cal. Publ. in Zoology. 2(4):113-233.
- ESTERLY, O.C. 1911. Third report on the Copepoda of San Diego Region. Univ. Cal. Publ. in Zoology 6(14):313-352.
- ESTERLY, O.C. 1924. The free-swimming copepoda of San Francisco Bay. Univ. Cal. Publ. in



Zoology. 26(25):81-129.

FARFAN, C. y S. ALVAREZ-BORRERO. 1992. Biomasa del zooplancton del alto golfo de California. *Ciencias Marinas*. 18(3):17-36

FARGION, G.S., J.A. MCGOWAN y R.H. STEWART. 1993. Seasonality of chlorophyll concentrations in the California Current: a comparison of two methods. *CalCOFI Rep.* 34:35-50

FELIX-URAGA, R., R. ALVARADO-CASTILLO, R. CARMONA-PIÑA. 1996. The sardine fishery along the western coast of Baja California, 1981-1994. *CalCOFI Rep.* 37:188-192

FIELDER, P.C. 1984. Satellite observations of the 1982-83 El Niño along the U.S. Pacific coast. *Science*, 224:1251-1254.

FLEMINGER, A. 1964. Distribution Atlas of Calanoid copepods in the California Current region. Part 1 *CalCOFI Invest. Atlas 2*, La Jolla CA. 313 p.

FLEMINGER, A. 1967a. Distributional Atlas of Calanoid copepods in the California Current Region. *CalCOFI Atlas N° 7*. La Jolla, Ca.

FLEMINGER, A. 1967b. Taxonomy, distribution and polymorphism in the *Labidocera jollae* group with remarks on evolution within the group (Copepoda:Calanoida). *Proc. U.S. National Museum. Smithsonian Institution. Washington, D.C.* 120(3567). 61 p.

FLEMINGER, A. 1975. Geographical distribution and morphological divergence in american coastal-zone planktonic copepods of the genus *Labidocera* In: L.E. Cronin (Ed.) *Estuarine Research* 1:392-419.

FLEMINGER, A. 1983. Description and phylogeny of *Isaacsicalanus paucisetus* N. Gen., N. Sp., (Copepoda:Calanoida:Spinocalanidae) from an East Pacific Hydrothermal vent site (21°N). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 96(4):605-622

FLEMINGER, A. y K. HULSEMAN. 1973. Relationship of Indian Ocean epiplanktonic Calanoids to the world oceans. IN: B. Zeitzschel (Ed.) *Ecological Studies. Analysis and Synthesis*, Vol. 3, Springer-Verlag, Berlin. :339-347

FLEMINGER, A. y K. HULSEMANN. 1974.

Systematics and distribution of the four sibling species comprising the genus *Pontellina* DANA (Copepoda, Calanoida). *Fishery Bulletin* 72(1):63-120.

FUNES, R.R. 1991. Abundancia ictioplanctónica de algunas especies pelágicas de la costa occidental de Baja California Sur. Abril de 1982 a enero de 1984. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 30 p+29 figs.

FUNES, R.R., R. GONZALEZ y A. ESQUIVEL. 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

GARATE-LIZARRAGA, I. 1992. Variación espacio temporal de la abundancia fitoplanctónica y de la estructura de las asociaciones microfitoroplanctónicas en el sistema lagunar Magdalena-Aimejas durante 1984-1986. Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B.C.S. México.

GARATE-LIZARRAGA, I. y D. SIQUEIROS-BELTRONES. 1998. Time variation in phytoplankton assemblages in a subtropical lagoon system after the 1982-1983 "El Niño" event (1984 to 1986). *Pacific Science* 52(1):79-97

GAXIOLA-CASTRO, 1986. Productividad primaria del Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*. 12(3):26-33

GIESBRECHT, W. 1895. Reports on the dredging operations off the west coast of central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander. Z.L. Tanner, U.S.N., Commanding. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*. 25(12):243-263

GOMEZ-GUTIERREZ, J. 1992. Efectos de las condiciones ambientales sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de eufáusidos (Crustacea) en la costa occidental de Baja California, durante mayo de 1986, julio de 1987 y 1988. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 128pp.

GOMEZ-GUTIERREZ, J. y S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1994. Euphausiacea and Copepoda of the oceanic front off Cabo San Lucas B.C.S.

- Mexico (August 1988). Rev. Biol. Trop. 42(1/2):155-164
- GOMEZ-GUTIERREZ, J., S. HERNANDEZ-TRUJILLO y G. ESQUEDA-ESCARCEGA. 1995. Community structure of euphausiids and copepods in the distribution areas of pelagic fish larvae off the west coast of Baja California, Mexico. Scientia Marina. 59(3-4):381-390
- GOMEZ-GUTIERREZ, J., R. PALOMARES-GARCIA y D. GENDRON. 1995. Community structure of the euphausiid populations along the west coast of Baja California, Mexico, during the weak ENSO 1986-1987. marine Ecology Progress Series, 120:41-51.
- GOTSIS-SKRETAS, O. y J. SATSMADJIS. 1989. Notes on the environmental response of phytoplankton Greek lagoons. Oebalia, 15:99-115
- GRICE, D.G. 1961. Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. Fish and Wildlife Service. Spec. Sci. Rep. Fisheries. 61(186):167-246.
- HAKANSON, J.L. 1987. The feeding condition of *Calanus pacificus* and other zooplankton in relation to phytoplankton pigments in the California Current. Limnol. Oceanogr. 32(4):881-894
- HALPERT, M.S. y G.D. BELL. 1993. The global climate of June-August 1991: Tropical Pacific warm episode conditions evolve; new base period means established. Journal of Climate, 6(7):1434-1456.
- HARO, G.M. 1991. Análisis de algunos grupos del zooplankton para caracterizar el área del desove de las sardinias monterrey *Sardinops sagax* y crinuda *Opisthonema libertate* en el Pacífico de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 51 pp.
- HASLE, G.R. 1978. Using the inverted microscope. In: A. Sournia (ed.) Phytoplankton manual. UNESCO. Paris. :191-196.
- HAURY, L.R., E. VENRICK, C.L. FEY, J.A. MCGOWAN y P.P. NIILER. 1993. The Ensenada Front: July 1985. CalCOFI Rep., 34:69-88
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1985. Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de copépodos frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur, en el verano y otoño de 1982. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. U.N.A.M. 74 p.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1987. Los copépodos del Pacífico Sudcaliforniano (1982-1983). Mem. Simp. Inv. Biol. Oceanogr. Pesq en México. 28-30 Abril 1987. La Paz, B. C. Sur. :171-177.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1989a. Variación de la distribución de los copépodos en el Pacífico de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 80 p.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1989b. Los copépodos del Pacífico sudcaliforniano en enero de 1984. Inv. Mar. CICIMAR. 4(2):233-240.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1991a. Variación latitudinal de la diversidad de copépodos en la costa occidental de B.C.S. (1982-1984). Ciencias Marinas 17(4):83-103.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1991b. Análisis de la diversidad de copépodos en el Pacífico de B.C.S. (mayo, 1986). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. 18(2):279-288.
- HERNANDEZ-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). Rev. Inv. Cient. UABCS. 2(1):56-64
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1994a. Estudio sobre la diversidad de Pontellidae en la zona de confluencia del mar de Cortés y el océano Pacífico en julio de 1991. Inv. Mar. CICIMAR. 9(1):1-14
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1994b. Pontellidae copepods in the Pacific off Baja California, Mexico. July 1988. Inv. Mar. CICIMAR. 9(1):55-58
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. 1995. Cambios interanuales en la comunidad de copépodos en la costa occidental de Baja California Sur, México, (julio 1987 y julio 1988). Hidrobiológica. 5(1-2):127-134.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S., A. ESQUIVEL-HERRERA y R. SALDIERNA-MARTINEZ. 1987. Biomasa zooplanctónica en la costa Oeste de Baja California Sur (1982-1985). IN: E.M. Ramírez (Ed.) Simposium sobre investigación en biología y

- oceanografía pesquera en México, La Paz, B.C.S., México. :161-169
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. y A. ESQUIVEL-HERRERA. 1989. Los copépodos y Chaetognatos del Golfo de California en la primavera de 1985. *Inv. Mar. CICIMAR*. 4(2):151-164
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. y A. ESQUIVEL-HERRERA. 1997. Asociaciones interespecíficas de copépodos en la costa oeste de Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*, 7:65-74
- HERNANDEZ-VAZQUEZ, S. 1995. Distribución y abundancia de huevos y larvas de sardina y anchoveta en las costas de California y Baja California y su relación con factores ambientales:1951-89. Tesis Doctoral. CICESE. Ensenada, B.C. México. 179 p + 1 Anexo.
- HERNANDEZ-TRUJILLO, S. y J. GOMEZ-GUTIERREZ. (en preparación). Geographical and temporal changes in the zooplanktonic biomass in the Exclusive Economic Zone of Mexico during 1986-1991.
- HICKEY, B.M. 1987. The California current system -hypothesis and facts. *Progress in Oceanography*, 8:191-279
- HOLMGREN, U.D. y T.R. BAUMGARTNER. 1993. A 250 year history of pelagic fish abundances from the anaerobic sediments of the central Gulf of California. *CalCOFI Rep*. 34:60-68
- HUATO-SOBERANIS, L. y D. LLUCH-BELDA. 1987. Mesoscale cycles in the series of environmental indices related to the sardine fishery in the gulf of California. *CalCOFI Rep*. 28:118-124
- HUMES, A.G. 1987a. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents. *Bull. Mar. Sci.* 41(3):645-788
- HUMES, A.G. 1987b. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents and cold seeps. IN: G.A. Boxshall y H.K. Schminke (Eds.) *Biology of Copepods*. Boston Univ. Mar. Program, Mar. Biol. Lab., Woods Hole. 167-168:549-554
- HUMES, A.G. 1994. How many copepods? In: F.D. Ferrai y B.P. Bradley (eds) *Ecology and morphology of copepods*. *Hidrobiologia*. 292/293:1-7
- HUNTLEY, M.E., K.-G. BARTHEL y J.L. STAR. 1983. Particle rejection by *Calanus pacificus*: discrimination between similarly sized particles. *Marine Biology* 74:151-160
- HUYER, A. y R.L. SMITH. 1985. The apparition of El Niño off Oregon in 1982-83. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) *El Niño North. Niño effects un the Eastern subarctic Pacific Ocean*. University of Washington, Seattle. :73-74
- HUYS, R. y G.A. BOXSHALL. 1991. Copepod evolution. *Ray Soc. London. England*, 468 p.
- JIMENEZ-PEREZ, L. y J. LARA-LARA. 1988. Zooplankton biomass and copepod community structure in the Gulf of California during the 1982-1983 El Niño event. *CalCOFI Rep*. 29:122-128
- JIMENEZ-PEREZ, L. 1992. Distribución vertical del zooplancton sobre el borde del talud continental al sur de Punta Eugenia, Baja California, México. *Rev. Inv. Cient.* 3(1):23-36
- JOHNSON, M.W. 1935. The development stages of *Labidocera*. *Biol. Bull.* 63(3):397-421.
- KAESTNER, A. 1970. *Invertebrate Zoology. Crustacea*. Vol. III, Wiley and Sons, Inc. 523 p.
- KASTURIRANGAN, R.L. 1963. A key for the identification of more common plankton copepoda of Indian coastal waters. Council of Sci. and Ind. Res. Nueva Delhi. 87 p.
- KAWABE, M. 1985. El Niño effects in the Kuroshio and western north Pacific. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) *El Niño North. Niño effects un the Eastern subarctic Pacific Ocean*. University of Washington, Seattle. :31-43
- KOUSKY, V.E. 1993. The global climate of December 1991-February 1992: Mature-Phase warm (ENSO) EPISODE CONDITIONS DEVELOP. *Journal of Climate*, 6(8):1639-1655.
- LALLI, C.M. y T.R. PARSONS. 1993. *Biological oceanography an introduction*. Pergamon Press, 301 p.
- LANCELOT Van BEVEREN, C. 1980. A statistical method to estimate the chemical composition of phytoplankton in the southern bight of the north sea. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 10:467-478

- LANDRY, M.R. 1981. Switching between Herbivory and carnivory by the planktonic marine copepod *Calanus pacificus*. *Marine Biology*, 65:77-82
- LAVANIEGOS, E.B., J. GOMEZ-GUTIERREZ, J.R. LARA-LARA y S. HERNANDEZ-VAZQUEZ (en prensa). Long-term changes of zooplankton volumes in the California Current System.- The Baja California region. *Marine Ecology Progress Series*.
- LECHUGA-DEVEZE, C., D. LOPEZ-CORTES y J. BUSTILLOS-GUZMAN. 1993. Distribution of particulate organic matter in Baja California, west coast of Mexico. *Indian Jour. Mar. Sci.* 22:128-131
- LEETMAA, A. 1989. The interplay of El Niño and La Niña. :30-34.
- LOEB, V.J., P.E. SMITH y G.H. MOSER. 1983. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California Current Area 1975. *CalCOFI Rep.* 24:109-131.
- LONGHURST A.R. 1967. Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. *Deep-Sea Res.* 14:393-408
- LONGHURST, A.R. 1995. Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Prog. Oceanog.* 36:77-167
- LONGHURST, A.R., S. SATHYENDRANATH, T.PLATT y C. CAVERHILL. 1995. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *Jour. Plankton Res.* 17(6):1245-1271
- LOPEZ-CORTES, D., C. LECHUGA-DEVEZE y J. BUSTILLOS GUZMAN. 1990. Biomasa proteica de carbohidratos del mesoplancton en la costa occidental de Baja California Sur. *Rev. Lat.-amer. Microbiol.* 32:109-116
- LUDWIG, J.A. y J.F. REYNOLDS. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing.* John Wiley & Sons Inc. N.Y. 337 p.
- LLUCH-BELDA, D., DB. LLUCH-COTA, S. HERNANDEZ-VAZQUEZ, C. SALINAS-ZAVALA y R. A. SCHWARTZLOSE. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. *CalCOFI Rep.* 32:105-111
- LLUCH-BELDA, D., S. HERNANDEZ-VAZQUEZ, D.B. LLUCH-COTA, C. SALINAS-ZAVALA y R.A. SCHWARTZLOSE. 1992. The recovery of the California sardine as related to global change. *CalCOFI Rep.* 33:50-59
- MacCALL, A.D. 1996. Patterns of low-frequency variability in fish populations of the California Current. *CalCOFI Rep.* 37:100-110
- MALONE, T.C. 1980. Algal size. IN: T. Morris (ed.) *The physiological ecology of phytoplankton.* Blackwell Sci. Publ. :433-463
- MANTYLA, A.W., E.L. VENRICK y T.L. HAYWARD. 1995. Primary production and chlorophyll relationships, derived from ten years of CalCOFI measurements. *CalCOFI Rep.* 36:159-166
- MANN, K.H. y J.R.N. LAZIER. 1991. *Dynamics of marine ecosystems.* Blackwell Sci. Publ. U.S.A. 466 p.
- McPHADEN, M.J., SP. HAYES, L.J. MAGNUM y J.M. TOOLE. 1990. Variability in the western equatorial Pacific ocean during the 1986-87 El Niño/Southern Oscillation event. *Journal of Physical Oceanography*, 20:190-208.
- McGOWAN, J.A. 1971. Oceanic biogeography of the Pacific. In: Funnel y Riedel (Eds.) *Micropalaentology of Oceans.* Cambridge Univ. Press. Londres. :3-74
- McGOWAN, J.A. y Ch. B. MILLER. 1980. Larval fish and zooplankton community structure. *CalCOFI Rep.* 21:29-36
- McGOWAN, J.A. D.B. CHELTON y A. CONVERSI. 1996. Plankton patterns, climate and change in the California Current. *CalCOFI Rep.* 37:45-68
- McGOWAN, J.A. y P.W. WALKER. 1993. Pelagic diversity patterns. In: *Species diversity in ecological communities.* :203-214
- MARTINEZ-LOPEZ, A. 1993a. Distribución espacial del fitoplancton asociada con frentes en la costa occidental de Baja California Sur. *Inv. Mar. CICIMAR.* 8(2):71-86
- MARTINEZ-LOPEZ, A. 1993b. Efectos del evento "El Niño" 1982-83 en la estructura del fitoplancton

- en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 95 p.
- MILLAN-NUÑEZ, R., S. ALVAREZ-BORREGO y Ch. C. TREES. 1996. Relationship between deep chlorophyll maximum and surface chlorophyll concentration in the California Current System. CalCOFI Rep. 37:241-250
- MILLER, C.B., H.P. BATCHELDER, R.D. BRODEUR y W.G. PEARCY. 1985. Response of the zooplankton and ichthyoplankton off Oregon to the El Niño event 1983. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) El Niño North. Niño effects un the Eastern subarctic Pacific Ocean. University of Washington, Seattle. :185-187
- MO, K.C. y X.WANG. 1994. The global climate of June-August 1992: warm ENSO episode decays and colder than normal conditions dominate the Northern Hemisphere. Journal of Climate, 7(2):335-357.
- MORI, T. 1964. The pelagic Copepoda from neighbouring waters of Japan. Yokendo Co. Tokio. 150 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 Rep. 28:97-127
- MULLIN, M.M. 1963. Some factors affecting the feeding of marine copepods of the genus *Calanus*. Limnol. Oceanogr. 8:239-250.
- MULLIN, M.M. 1991. Production of eggs by the copepod *Calanus pacificus* in the southern California sector of the California Current System. CalCOFI Rep. 32:65-90
- MULLIN, M.M. 1993. Reproduction of the oceanic copepod *Rhincalanus nasutus* off southern California, compared to that of *Calanus pacificus*. CalCOFI Rep. 34:89-103
- MULLIN, M.M. 1994. Distribution and reproduction of the planktonic copepod *Calanus pacificus*, off southern California during winter-spring of 1992, relative to 1989-91. Fish. Oceanogr. 3:142-157.
- MULLIN, M.M. 1995. The Californian El Niño of 1992 and the fall of *Calanus*. CalCOFI Rep. 36:175-178.
- MURPHREE, T. y C. REYNOLDS. 1995. El Niño and La Niña effects on the northeast Pacific: the 1991-1993 and 1988-1989 events. CalCOFI Rep. 36:45-56
- NOAA. 1994. El Niño and climate prediction. Report to the Nation. Spring 1994. 25 p.
- NORTON, J., D. McLAIN, R. BRAINARD y D. HUSBY. 1985. The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its ocean climate context. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) El Niño North. Niño effects un the Eastern subarctic Pacific Ocean. University of Washington, Seattle. :44-71
- OHTSUKA, S., A. FLEMINGER y T. ONBE. 1987. A new species of *Pontella* (Copepoda:Calanoida) from the inland sea of Japan with notes on its feeding habits and related species. Journal of Crustacean Biology. 7(3):554-571.
- O'LENIC, E.A. 1988. The global climate for September-November 1987: Mature phase of tropical warm event continues amid global warmth and dryness. Journal of Climate. 1(5):548-568.
- OMORI, M. y T. IKEDA. 1992. Methods in marine zooplankton ecology. Krieger Publishing Co., Malabar Florida, 329 p.
- OWRE, H.B. y M. FOYO. 1967. Copepods of the Florida Current. Fauna Caribea. Institute of Marine Sciences University of Miami, Fla. 132 p.
- PARES-SIERRA, A., M. LOPEZ y E.G. PAVIA. 1997. Oceanografía física del Oceano Pacifico Nororiental. In: M.F. Lavín (de.) Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3 Unión Geofísica Mexicana. :1-24
- PALOMARES-GARCIA, R. 1991. Ampliación de la distribución de *Pseudodiaptomus culebrensis* (Calanoida:Copepoda) en el Golfo de California, México. Rev. Biol. Trop., 39(1):181
- PALOMARES-GARCIA, R. 1992. Análisis de la taxocenosis de los copépodos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., durante 1985-1986. Ciencias Marinas, 18(3):71-92
- PALOMARES-GARCIA, R. 1996. Estructura espacial y variación estacional de los copépodos en la ensenada de La Paz. Océanides, 11(1):29-43
- PALOMARES-GARCIA, R. y J. GOMEZ-

- GUTIERREZ. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, Mexico during El Niño 1983-84. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 43:583-595
- PALOMARES-GARCIA, R., E. SUAREZ-MORALES y S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1998. Catálogo de los copépodos (Crustácea) pelágicos del Pacífico noroeste de México y zonas adyacentes. CICIMAR-ECOSUR. 200 p.
- PARK, T. 1994. Geographic distribution of the bathypelagic genus *Paraeuchaeta* (Copepoda, Calanoida). IN: F.D. Ferrari y B.P. Bradley (Eds.) *Ecology and morphology of copepods*. *Hidrobiologia* 292-293:317-332
- PARK, T. 1995. Taxonomy and distribution of the marine Calanoid Copepod Family Euchaetidae. *Bull. SIO-UCSD*, Vol. 29. Univ. California Press. 198 p.
- PEARCY, W.G. 1991. Biology of the transition region. In: J.A. Wetherall (Ed.) *Biology, oceanography, and fisheries of the north Pacific transition zone and subarctic frontal zone*. NOAA Tech. Pap. 105:39-55
- PELAEZ, H. J. 1984. Phytoplankton pigment concentrations and patterns in the California Current as determined by satellite. Ph. D. Dissertation. University of California San Diego. 83 pp + Appendix.
- PELAEZ, H.J. y J. MCGOWAN. 1986. Phytoplankton pigment patterns in the California Current as determined by satellite. *Limnol. Oceanogr.*, 31(5):927-950
- PETERSEN, H.J.A., J.R. LAVENBERG, J. MCGOWAN y R. GROVE. 1986. Physical chemical characteristics and zooplankton biomass on the continental shelf of southern California. *CalCOFI Rep.* 27: 36-51
- PETERSON, W.T., Ch. B. MILLER y A. HUTCHINSON. 1979. Zonation and maintenance of copepod populations in the Oregon upwelling zone. *Deep-Sea Research*, 26A:467-494
- RAYMONT, J.E.G. 1983. Plankton and productivity in the oceans, Vol. 2 Zooplankton, 2a. ed. Pergamon, 824 p.
- REID, J.G., G. RODEN y J. WYLLIE. 1958. Studies of the California Current system. *CalCOFI Rep.* 1 July 1956-11 January 1958. :27-57.
- REID, F.M.H., E. STEWART, R.W. EPPLEY y D. GOODMAN. 1978. Spatial distribution of phytoplankton species in chlorophyll maximum layers off southern California. *Limnol. Oceanog.* 23(2):219-226
- RIPA, P. 1991. ¡Ay que Niño éste! *Ciencias*, 21:3-8
- RODEN, G.I. 1991. Subarctic-Subtropical transition zone of the North Pacific: Large-Scale aspects and Mesoscale structure. IN: Wetherall, J.A. (Ed.) *Biology, Oceanography, and Fisheries of the North Pacific Transition Zone and Subarctic Frontal Zone*. NOAA Technical Report NMFS 105:1-38
- ROEMMICH, D. y J. MCGOWAN. 1995. Climate warming and the decline of zooplankton in the California current. *Science*. 267:1324-1326
- ROESLER, C.S. y D.B. CHELTON. 1987. Zooplankton variability in the California Current, 1951-1982. *CalCOFI Rep.* 28:59-96
- ROJAS DE MENDIOLA, B. 1981. Seasonal phytoplankton distribution along the Peruvian coast IN: F.A. Richards (ed.) *Coastal Upwelling*. Am. Geophys. Union. Washington D.C. :348-356
- ROSE, M. 1933. Faune de France. Copepodes pelagiques. Federation francaise des Societes de Sciences Naturelles. Office Central de Faunistique. Paris. 372 p.
- RUSSEL-HUNTER, W.D. 1979. A life of invertebrates. Macmillan Publishing Co. N.Y. 650 p.
- SANTA MARIA-DEL ANGEL, E., S. ALVAREZ-BORREGO y K.F. MULLER. 1994. The 1982-1984 El Niño in the Gulf of California as seen in coastal zone color scanner imagery. *Jour. Geoph. Res.*
- SEMINA, H.J. 1972. The size of phytoplankton cells in the Pacific Ocean. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 77(2):177-205.
- SMITH, P.E. y S.L. RICHARDSON. 1977. Standard techniques for pelagic fish eggs and larval survey. *FAO Fish. Technical Paper*. 175. 100 p.
- SMITH, P.E. 1995. A warm decade in the southern

- California bight. CalCOFI Rep. 36:120-126.
- STEVENSON, M., C. BOOTH, J. SQUIRE y Y. IKEDA. 1979. Use of airborne radiometers for monitoring sea surface temperature and chlorophyll in a coastal fishing zone. CalCOFI Rep. 20:138-142
- STRUB, P.T., C. JAMES, A.C. THOMAS y M.R. ABBOTT. 1990. Seasonal and nonseasonal variability of satellite-derived surface pigment concentration in the California Current. Jour. Geoph. Res. 95(C7):11501-11530
- SUÁREZ-MORALES, E. y PALOMARES-GARCIA, R. 1995. A new species of Monstrilla (Copepoda: Monstrilloida) from a coastal system of Baja California Peninsula, México. J. Plank. Res. 17 (4):745-752.
- SVERDRUP, H.U., M.W. JOHNSON y R.H. FLEMING. 1942. The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall Inc. N.Y. 1087 p.
- TAFT, B.A. 1985. El Niño of 1982-83 in the Tropical Pacific. IN: Wooster W. S. y D.L. Fluharty (Eds.) El Niño North. Niño effects un the Eastern subarctic Pacific Ocean. University of Washington, Seattle. :1-8.
- TANAKA, O. 1964. The pelagic copepods of the Izu region middle Japan. Systematic Account XII. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 12(3):231-271.
- TANAKA, O. y M. OMORI. 1971. Additional report on Calanoida Copepods from the Izu region. Parts 3A, 3B. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 18(2,3):
- TONT, A.S. y D.A. DELISTRATY. 1980. The effects of climate on terrestrial and marine populations. CalCOFI Rep. 21:85-89
- TORRES-MOYE, G. y S. ALVAREZ-BORREGO. 1987. Effects of the 1984 El Niño on the summer phytoplankton of a Baja California upwelling zone. Jour. Geophys. Res. 92(C13):14383-14386
- TURNER, J.T. 1978. Scanning electron microscope investigations of feeding habits and mouthparts structures of three species of copepods of the family Pontellidae. Bulletin of Marine Science. 28(3):487-500.
- UYE, SHIN-ICHI. 1982. Population dynamics and production of *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda:Calanoida) in inlet waters. Jour. Exp. Mar. Biol. 57(1):55-83.
- VAN DER SPOEL, S. y A.C. PIERROT-BULTS. 1979. Zoogeography of the Pacific Ocean. In: Zoogeography and diversity in plankton. Halsted Press. Nueva York. :293-327.
- VARELA, M. y E. COSTAS. 1987. Distribución del tamaño de las especies del fitoplancton en un área de afloramiento. Inv. Pesq. 51:70-105
- VELEZ, M.H. 1982. Análisis cuantitativo de la variabilidad estacional y espacial de las masas de agua de 0 a 500 m en la región de la Corriente de California. Tesis Profesional. E.S.C.M.-U.A.B.C., Ensenada, México. 165 p.
- VELEZ, J.J. y J. ZEBALLOS. 1985. Ampliación de la distribuyción de algunos peces e invertebrados durante el fenómeno El Niño 1982-1983. IN: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds.) El Niño. Su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Perú.:173-180
- VERDUGO-DÍAZ, G. 1997. Cambios estacionales del fitoplancton y de la composición bioquímica del material orgánico particulado en Bahía Concepción, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B.C.S. México. 100 p.
- WALTER, T. C. 1989. Review of the new world species of Pseudodiaptomus (Copepoda:Calanoida), with a Key to the species. Bulletin of Mar. Sci. 45(3):590-628
- WANG, X. 1993. The global climate for March-May 1992: mature phase warm episode continues in the tropical Pacific. Jour. Of Climate 6:2465-2485
- WIEBE, P.H., N. COPLEY, C. VAN-DOVER, A. TAMSE y F. MANRIQUE. 1988. Deep-water zooplankton of the Guaymas Basin hydrothermal vent field. Deep-Sea Res. 35(6A):985-1013
- WOOSTER, S.W. y L.D. FLUHARTY. 1963. El Niño North. Niño effects in the eastern subarctic Pacific ocean. Washington Sea Grant Program. Univ. Of Washington, Seattle. 312 p.
- ZAMORA, S.M. 1974. Estudio de las especies del género *Acartia* (Copepoda:Acartidae) de la zona estuártica de Aqiabampo, Sonora. Taxonomía, distribución y notas ecológicas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 57 p.

ZAMORA-SANCHEZ, M. y S. GOMEZ-AGUIRRE. 1986. Una especie nueva del subgénero Acanthacartia Steuer 1915 (Copepoda:Acartiidae) de la laguna costera de Agiabampo, Sonora, México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Mex. 56(2):337-346.

ZURIA-JORDAN, I.L., S. ALVAREZ-BORREGO, E. SANTAMARIA-DEL-ANGEL y F.E. MULLER-KARGER. 1995. Estimación de biomasa fitoplanctónica, derivada de datos de satélite, frente a Baja California Sur. Ciencias Marinas, 21(3):265-280.



# ANEXOS

ANEXO I. ESPECIES DE COPEPODOS PELAGICOS ENCONTRADOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA (1984-1991)

	Afinidad Biogeog.	Habitat	1984		1985		1986		1987		1988	1989	1991
			ENERO	MAYO	MAYO	AGOSTO	MAYO	NOVIEM	JULIO	OCTUBR	JULIO	JUNIO	SEPTIEM
1	<i>Acartia clausi</i>	Costero	X		X			X	X	X	X	X	X
2	<i>Acartia danae</i>	Oceanico	X	X	X			X	X	X	X	X	X
3	<i>Acrocalanus gracilis</i>	Neritico						X	X	X	X	X	X
4	<i>Acrocalanus monachus</i>	Neritico	X					X					
5	<i>Acrocalanus sp.</i>	Ecuatorial	X					X					
6	<i>Aegisthus sp.</i>	Ecuatorial	X								X		
7	Aetideidae		X										
8	<i>Aetideus acutus</i>	Ecuatorial	X										
9	<i>Aetideus armatus</i>	Tropical						X	X				X
10	<i>Aetideus giesbrechti</i>	Ecuatorial	X		X			X	X	X	X	X	X
11	<i>Arietellus setosus</i>	Tropical	X	X	X			X	X	X	X	X	
12	<i>Augaptilus megalurus</i>	Tropical	X							X			
13	<i>Calanus cristatus</i>	Subartico						X	X				X
14	<i>Calanus minor</i>	Templado		X	X			X	X	X	X	X	X
15	<i>Calanus pacificus</i>	Transicional	X	X	X			X	X	X	X	X	X
16	<i>Caligus sp.</i>	Tropical	X	X	X			X	X	X	X	X	X
17	<i>Calocalanus pavo</i>	Tropical						X	X	X	X	X	
18	<i>Candacia aethiopica</i>	Temp-Trop	X	X						X			
19	<i>Candacia bipinnata</i>	Transicional	X	X	X			X	X	X	X	X	X
20	<i>Candacia calula</i>	Ecuatorial	X	X	X			X	X	X	X	X	X
21	<i>Candacia curta</i>	Ecuatorial	X	X	X			X	X	X	X	X	X
22	<i>Candacia discaudata</i>	Tropical						X	X	X	X	X	X
23	<i>Candacia pachydactyla</i>	Templado		X	X			X	X	X	X	X	X
24	<i>Candacia pacifica</i>									X			X
25	<i>Candacia pectinata</i>	Tropical	X		X								
26	<i>Centropages bradyi</i>	Tropical	X		X								
27	<i>Centropages furcatus</i>	Tropical	X		X			X	X	X	X	X	
28	<i>Centropages gracilis</i>	Tropical	X		X			X	X	X	X	X	X
29	<i>Centropages longicornis</i>	Tropical	X					X	X	X	X	X	X
30	<i>Chiridius poppei</i>	Tropical											
31	<i>Clausocalanus sp</i>	Templado						X					
32	<i>Copilia longistylis</i>	Tropical								X			
33	<i>Copilia mirabilis</i>	Tropical	X					X	X	X	X	X	X
34	<i>Copilia quadrata</i>	Tropical	X	X	X			X	X	X	X	X	X
35	<i>Corycaeus amazonicus</i>	Subtropical	X	X	X			X	X	X	X	X	X
36	<i>Corycaeus flaccus</i>	Tropical						X	X	X	X	X	X
37	<i>Corycaeus furcifer</i>	Temp-Trop	X					X	X	X	X	X	X
38	<i>Corycaeus gibbulus</i>	Tropical	X							X			
39	<i>Corycaeus lautus</i>	Tropical	X								X	X	X
40	<i>Corycaeus ovalis</i>	Tropical	X	X	X			X	X	X	X	X	X
41	<i>Corycaeus sp</i>	Tropical						X	X	X	X	X	X
42	<i>Corycaeus speciosus</i>	Tropical	X	X	X			X	X	X	X	X	X

	Afinidad Biogeog.	Habitat	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1991	
			ENERO	MAYO	MAYO	AGOSTO	MAYO	NOVIEM	JULIO	OCTUBR	JULIO	JUNIO	JULIO	JUNIO	SEPTIEM	
43	<i>Corycaeus subtilis</i>	NU		X												
44	<i>Corycaeus truckicus</i>	Subtropical														
45	<i>Corycaeus typicus</i>	Subtropical														
46	<i>Eucalanus bungii californicus</i>	Transicional	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
47	<i>Eucalanus crassus</i>	Tropical	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
48	<i>Eucalanus elongatus</i>	Tropical														
49	<i>Eucalanus giesbrechti</i>	Tropical	X									X				
50	<i>Euchaeta acuta</i>	Tropical														
51	<i>Euchaeta diegensis</i>	Templado					X									X
52	<i>Euchaeta indica</i>	Ecuatorial	X													
53	<i>Euchaeta longicornis</i>	Tropical				X				X						X
54	<i>Euchaeta marina</i>	Temp-Trop	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
55	<i>Euchaeta media</i>	Tropical	X													
56	<i>Euchaeta plana</i>	Subtropical	X	X												
57	<i>Euchirella amoena</i>	Tropical		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
58	<i>Euchirella curticauda</i>	Tropical														
59	<i>Euchirella rostrata</i>	Templado		X												
60	<i>Farranula sp</i>	Templado														
61	<i>Gaetanus armiger</i>	Templado						X								
62	<i>Gaetanus miles</i>	Tropical	X			X				X				X		X
63	<i>Gaetanus minor</i>	Templado														
64	<i>Gaetanus pungens</i>	Subartico	X			X										
65	<i>Gaetanus robustus</i>	NU	X					X				X				X
66	<i>Gaetanus secundus</i>	Templado						X								
67	<i>Gaetanus simplex</i>	Templado						X								
68	<i>Gaetanus sp.</i>	NU														
69	<i>Gaussia princeps</i>	Tropical	X													
70	<i>Haloptilus acutifrons</i>	Subartico														X
71	<i>Haloptilus longicornis</i>	Tropical											X			
72	<i>Haloptilus mucronatus</i>	Tropical	X	X				X								X
73	<i>Haloptilus ornatus</i>	Tropical	X	X				X								X
74	<i>Heterorhabdus pappilliger</i>	Tropical	X	X				X					X			X
75	<i>Labidocera acuta</i>	Ecuatorial	X			X										
76	<i>Labidocera acutifrons</i>	Tropical	X			X							X			X
77	<i>Labidocera johnsonii</i>	Templado	X										X			X
78	<i>Labidocera jollae</i>	Templado														
79	<i>Labidocera minuta</i>	Tropical	X											X		
80	<i>Labidocera sp</i>	Tropical	X													X
81	<i>Labidocera sp 2</i>	Tropical	X										X			
82	<i>Labidocera sp 3</i>	Tropical	X													
83	<i>Labidocera trispinosa</i>	Templado	X	X		X		X						X	X	X
84	<i>Lophothrix frontalis</i>	Templado	X											X	X	X

	Afinidad Biogeog.	Hábitat	1984		1985		1986			1987			1988	1989	1991
			ENERO	MAYO	MAYO	AGOSTO	MAYO	NOVIEM	JULIO	OCTUBR	JULIO	JUNIO	SEPTIEM		
85	<i>Lubbockia sp.</i>	Templado								X					
86	<i>Lubbockia squillimana</i>	Templado							X						
87	<i>Metridia princeps</i>	Tropical							X						
88	<i>Metridia sp.</i>	Temp-Trop							X						X
89	<i>Neocalanus tenuicornis</i>	Templado							X						X
90	No identificado	NU	X												
91	<i>Oithona fallax</i>	Temp-Trop	X									X			
92	<i>Oithona plumifera</i>	Tropical	X									X			X
93	<i>Oncaea conifera</i>	Tropical	X	X								X			X
94	<i>Oncaea media</i>	Temp-Trop										X			
95	<i>Oncaea venusta</i>	Tropical	X									X			X
96	<i>Pachysoma dentatum</i>	Topical							X			X			X
97	<i>Pachysoma sp.</i>	Tropical										X			X
98	<i>Paracalanus parvus</i>	Temp-Trop	X									X			X
99	<i>Paracalanus sp.</i>	Temp-Trop										X			X
100	<i>Paracandacia simplex</i>	Ecuatorial	X												
101	<i>Paracandacia truncata</i>	Ecuatorial	X									X			
102	<i>Pareucalanus sewelli</i>	Ecuatorial		X								X			X
103	<i>Phaenna sp.</i>	Subtropical	X									X			
104	<i>Phaenna spinifera</i>	Tropical	X	X								X			X
105	<i>Phyllopus bidentatus</i>	Tropical	X									X			X
106	<i>Pleuromamma abdominalis</i>	Temp-Trop	X									X			X
107	<i>Pleuromamma gracilis</i>	Tropical		X								X			X
108	<i>Pleuromamma quadrungulata</i>	Subtropical	X									X			X
109	<i>Pleuromamma sp.</i>	Tropical										X			
110	<i>Pleuromamma xyphyas</i>	NU													
111	<i>Pontella princeps</i>	Tropical													X
112	<i>Pontella securifer</i>	Tropical	X									X			X
113	<i>Pontella spinifera</i>											X			X
114	<i>Pontella sp.</i>	Tropical													X
115	<i>Pontella yamadæ</i>	Tropical													X
116	<i>Pontellina plumata</i>	Ecuatorial	X									X			X
117	<i>Pontellopsis occidentalis</i>	Subtropical										X			X
118	<i>Pontellopsis perspicax</i>	Tropical	X									X			
119	<i>Pontellopsis regalis</i>	Tropical	X									X			
120	<i>Pontellopsis sp.</i>	Tropical	X	X											X
121	<i>Pontellopsis tenuicauda</i>	Tropical	X												
122	<i>Pontellopsis villosa</i>	Tropical	X									X			X
123	<i>Rhincalanus nasutus</i>	Transicional	X	X								X			X
124	<i>Sapphirina angusta</i>	Tropical										X			X
125	<i>Sapphirina gastrica</i>	Tropical	X									X			X
126	<i>Sapphirina gemma</i>	Tropical		X								X			
127	<i>Sapphirina intestinata</i>	Tropical		X								X			X

	Afinidad Biogeog.	Hábitat	1984		1985		1986		1987			1988		1989		1991
			ENERO	MAYO	MAYO	AGOSTO	MAYO	NOVIEM	JULIO	OCTUBR	JULIO	JUNIO	JUNIO	SEPTIEM		
128	<i>Sapphirina metallina</i>	Oceanico		X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
129	<i>Sapphirina nigromaculata</i>	Nerítico			X	X							X	X	X	X
130	<i>Sapphirina sp</i>	Subtropical											X	X	X	X
131	<i>Sapphirina stellata</i>	Tropical														X
132	<i>Scolecithricella bradyi</i>	Tropical	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
133	<i>Scolecithricella ctenopus</i>	Tropical	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
134	<i>Scolecithricella sp</i>	Subártico							X	X	X					
135	<i>Scolecithricella tenuiserrata</i>	Tropical							X							
136	<i>Scolecithricella vittata</i>	Templado		X												
137	<i>Scolecithrix danae</i>	Tropical	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
138	<i>Scottocalanus helenae</i>	Tropical						X		X	X	X	X			
139	<i>Scottocalanus securifrons</i>	Subtropical						X								
140	<i>Scottocalanus sp.</i>	Tropical	X	X				X		X	X	X	X			
141	<i>Subeucalanus subcrassus</i>	Ecuatorial	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
142	<i>Temora discaudata</i>	Tropical	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
143	<i>Undeuchaeta intermedia</i>	Templado	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X
144	<i>Undinula darwini</i>	Ecuatorial	X									X	X	X	X	X
145	<i>Undinula vulgaris</i>	Tropical	X	X						X	X	X	X	X	X	X

ANEXO II. POSICION JERARQUICA DE LAS ESPECIES DE ACUERDO A SU ABUNDANCIA RELATIVA

ENERO DE 1984	MAYO DE 1984	MAYO DE 1985	
1 Pleuromamma abdominalis	18.9	1 Calanus pacificus	81.5
2 Euchaeta marina	13.7	2 Rhincalanus nasutus	7.7
3 Paracalanus parvus	10.2	3 Pleuromamma abdominalis	2.2
4 Calanus pacificus	8.9	4 Calanus minor	1.8
5 Acartia danae	4.8	5 Acartia danae	1.7
6 Temora discaudata	4.1	6 Pleuromamma abdominalis	1.6
7 Subeucalanus subcrassus	3.8	7 Calanus minor	1.5
8 Corycaeus speciosus	3.3	<b>ABUNDANCIA RELATIVA &lt;1%</b>	
9 Oithona fallax	2.9	8 Pleuromamma gracilis	
10 Undinula darwini	2.9	9 Eucalanus bungii californicus	
11 Oithona plumifera	2.5	10 Labidocera trispinosa	
12 Eucalanus crassus	2.4	11 Corycaeus speciosus	
13 Labidocera acuta	2.4	12 Labidocera sp	
14 Centropages furcatus	2.2	13 Eucalanus crassus	
15 Acrocalanus sp	2.0	14 Subeucalanus subcrassus	
16 Candacia curta	2.0	15 Undinula vulgaris	
17 Candacia truncata	1.5	16 Scolecithrix danae	
18 Acartia clausi	1.3	17 Euchaeta marina	
19 Undeuchaeta intermedia	1.2	18 Aetideus armatus	
20 Euchaeta indica	1.1	19 Pareucalanus sewelli	
<b>ABUNDANCIA RELATIVA &lt;1%</b>		20 Undeuchaeta intermedia	
21 Rhincalanus nasutus		21 Candacia curta	
22 Aetideus armatus		22 Candacia bipinnata	
23 Labidocera sp 2		23 Labidocera jollae	
24 Eucalanus bungii californicus		24 Paracandacia truncata	
25 Candacia bipinnata		25 Oncaea media	
26 Pleuromamma quadrangulata		26 Oithona plumifera	
27 Haloptilus ornatus		27 Caligus sp	
28 Pareucalanus sewelli		28 Candacia pectinata	
29 Undinula vulgaris		29 Sapphirina metallina	
30 Candacia aethiopica		30 Corycaeus sp	
31 Scolecithrix danae		31 Euchirella amoena	
32 Gaetanus pungens		32 Labidocera minuta	
33 Euchaeta plana		33 Oncaea venusta	
34 Corycaeus lautus		34 Labidocera acutifrons	
35 Candacia catula		35 Centropages bradyi	
36 Labidocera trispinosa		36 Pontellopsis occidentalis	
37 Corycaeus furcifer		37 Labidocera acuta	
38 Euchaeta media			
39 Labidocera acutifrons			
40 Pontellopsis perspicax			
41 Labidocera sp 3			
42 Copilia mirabilis			
43 Lophothrix frontalis			
44 Centropages gracilis			
45 Pontellopsis tenuicauda			
46 Scottocalanus sp			
47 Aetideidae			
48 Pontellopsis sp			
49 Labidocera minuta			
50 Corycaeus gibbulus			
51 Aetideus giesbrechti			
52 Aegisthus sp			
53 Eucalanus giesbrechti			
54 Candacia pectinata			
55 Pontellopsis regalis			
56 Scolecithricella ctenopus			
57 Scolecithricella bradyi			
58 Haloptilus mucronatus			
59 Calanus tenuicornis			
60 Gaetanus miles			
61 Sapphirina gastrica			
62 Phaenna spinifera			
63 Caligus sp			
64 Phaenna sp			
65 Pontellina plumata			
66 Centropages bradyi			
67 Augaptilus megalurus			
68 Copilia quadrata			
69 Paracandacia simplex			
70 Gaetanus robustus			
71 Gaetanus sp			
72 Paracandacia simplex			
73 Phyllopus bidentatus			
74 Pontella securifer			
75 No identificado			
76 Labidocera johnsoni			
77 Oncaea venusta			

ANEXO II. (Continuación). POSICION JERARQUICA DE LAS ESPECIES DE ACUERDO A SU ABUNDANCIA RELATIVA

AGOSTO DE 1985		MAYO-JUNIO DE 1986		NOVIEMBRE DE 1986	
1 Calanus pacificus	60.2	1 Calanus pacificus	96.2	1 Euchaeta marina	13.8
2 Euchaeta marina	13.3	2 Rhincalanus nasutus		2 Labidocera acutifrons	11.3
3 Rhincalanus nasutus	4.7	3 Pleuromamma nasutus		3 Euchaeta longicornis	10.8
4 Candacia pachyactyla	3.7	4 Acartia danae		4 Calanus pacificus	9.4
5 Pleuromamma abdominalis	3.1	5 Calanus cristatus		5 Paracalanus parvus	7.7
6 Paracalanus parvus	3	6 Acartia clausi		6 Labidocera trispinosa	6.5
7 Scolecithrix danae	2.2	7 Euchaeta marina		7 Pleuromamma abdominalis	6.4
8 Candacia bipinnata	1.4	8 Paracalanus parvus		8 Labidocera acuta	4
9 Centropages bradyi	1.3	9 Euchaeta media		9 Eucalanus bungii californicus	3.4
10 Eucalanus bungii californicus	1.1	10 Candacia curta		10 Scolecithrix danae	2.7
ABUNDANCIA RELATIVA <1%		11 Acrocalanus gracilis		11 Labidocera minuta	2.6
11 Pareucalanus sewelli		12 Corycaeus speciosus		12 Pleuromamma gracilis	2.1
12 Candacia catula		13 Oithona plumifera		13 Candacia curta	2
13 Aetideus armatus		14 Eucalanus bungii californicus		14 Corycaeus amazonicus	1.3
14 Corycaeus speciosus		15 Aetideus giesbrechti		15 Temora discaudata	1.2
15 Candacia curta		16 Scolecithricella bradyi		16 Centropages furcatus	1.2
16 Acartia danae		17 Pareucalanus sewelli		17 Euchaeta acuta	1.1
17 Labidocera trispinosa		18 Scolecithrix danae		18 Scolecithricella sp	1.1
18 Calanus minor		19 Gaetanus pungens		19 Calanus minor	1.1
19 Pleuromamma gracilis		20 Oithona fallax		20 Scolecithricella ctenopus	1
20 Eucalanus crassus		21 Metridia princeps		21 Centropages gracilis	1
21 Subeucalanus subcrassus		22 Corycaeus lautus		ABUNDANCIA RELATIVA <1%	
22 Temora discaudata		23 Candacia truncata		22 Aetideus armatus	
23 Oithona fallax		24 Aetideus armatus		23 Scolecithricella bradyi	
24 Scolecithricella bradyi		25 Pleuromamma gracilis		24 Aetideus acutus	
25 Euchaeta longicornis		26 Undeuchaeta intermedia		25 Corycaeus speciosus	
26 Centropages furcatus		27 Acrocalanus monachus		26 Eucalanus crassus	
27 Aetideus giesbrechti		28 Calanus cristatus		27 Paracalanus sp	
28 Labidocera acuta		29 Haloptilus mucronatus		28 Oithona fallax	
29 Scolecithricella ctenopus		30 Subeucalanus subcrassus		29 Subeucalanus subcrassus	
30 Metridia princeps		31 Labidocera trispinosa		30 Scolecithrix tenuiserrata	
31 Oithona plumifera		32 Candacia bipinnata		31 Gaetanus pungens	
32 Undeuchaeta intermedia		33 Scottocalanus sp		32 Acrocalanus gracilis	
33 Haloptilus ornatus		34 Haloptilus ornatus		33 Metridia sp	
34 Copilia quadrata		35 Labidocera sp3		34 Candacia pachyactyla	
35 Gaetanus pungens		36 Oncaea venusta		35 Acartia clausi	
36 Pachysoma sp		37 Scottocalanus helenae		36 Pontellina plumata	
37 Euchirella amoena		38 Corycaeus typicus		37 Pareucalanus sewelli	
38 Sapphirina metallina		39 Euchirella amoena		38 Acartia danae	
39 Candacia discaudata		40 Lophothrix frontalis		39 Candacia discaudata	
40 Sapphirina nigromaculata		41 Gaetanus secundus		40 Farranula sp	
41 Copilia mirabilis		42 Copilia mirabilis		41 Sapphirina nigromaculata	
42 Gaetanus armiger		43 Heterorhabdus papilliger		42 Eucalanus elongatus	
		44 Corycaeus flaccus		43 Undeuchaeta intermedia	
		45 Chiridius poppei		44 Candacia bipinnata	
		46 Phaenna spinifera		45 Sapphirina gemma	
		47 Sapphirina gemma		46 Haloptilus ornatus	
		48 Sapphirina metallina		47 Pontella securifer	
		49 Copilia quadrata		48 Paracandacia truncata	
		50 Centropages furcatus		49 Phaenna spinifera	
		51 Labidocera sp2		50 Oithona plumifera	
		52 Sapphirina nigromaculata		51 Metridia princeps	
		53 Eucalanus crassus		52 Lubbockia sp	
		54 Scottocalanus securifrons		53 Pontellopsis occidentalis	
		55 Euchirella curticauda		54 Copilia quadrata	
		56 Gaetanus simplex		55 Corycaeus flaccus	
		57 Gaetanus armiger		56 Rhincalanus nasutus	
		58 Pontellopsis villosa		57 Sapphirina metallina	
		59 Sapphirina gastrica		58 Gaetanus armiger	
		60 Pontellopsis perspicax		59 Oncaea media	
		61 No identificado		60 Lophothrix frontalis	
		62 Caligus sp		61 Pontella princeps	
		63 Candacia catula		62 Pontella yamadae	
		64 Haloptilus longicornis		63 Pontellopsis perspicax	
		65 Pontellopsis occidentalis		64 Candacia catula	
		66 Temora discaudata		65 Calanus cristatus	
		67 Pleuromamma sp		66 Euchirella amoena	
				67 Lubbockia squillimana	
				68 Sapphirina angusta	





ANEXO II. (Continuación). POSICION JERARQUICA DE LAS ESPECIES DE ACUERDO A SU ABUNDANCIA RELATIVA

JUNIO DE 1989		SEPTIEMBRE DE 1991	
1	<i>Calanus pacificus</i>	88.2	14.3
2	<i>Pleuromamma abdominalis</i>	1.9	10.3
3	<i>Rhincalanus nasutus</i>	1.5	9.8
4	<i>Paracalanus parvus</i>	1.4	7.1
ABUNDANCIA RELATIVA <1%			
5	<i>Eucalanus crassus</i>		5.6
6	<i>Subeucalanus subcrassus</i>		5.1
7	<i>Euchaeta marina</i>		4.3
8	<i>Scolecithricella bradyi</i>		3.8
9	<i>Calanus minor</i>		3
10	<i>Scolecithrix danae</i>		2.9
11	<i>Aetideus giesbrechti</i>		2.6
12	<i>Aetideus armatus</i>		2.2
13	<i>Pleuromamma gracilis</i>		2.2
14	<i>Corycaeus speciosus</i>		2.1
15	<i>Acartia danae</i>		1.6
16	<i>Acartia clausi</i>		1.6
17	<i>Pareucalanus sewelli</i>		1.6
18	<i>Candacia curta</i>		1.5
19	<i>Haloptilus ornatus</i>		1.4
20	<i>Temora discaudata</i>		1.3
21	<i>Corycaeus lautus</i>		1.3
22	<i>Haloptilus acutifrons</i>		1.2
23	<i>Scolecithricella ctenopus</i>		1
24	<i>Acrocalanus gracilis</i>		1
25	<i>Oithona plumifera</i>		1
26	<i>Candacia bipinnata</i>		1
27	<i>Metridia princeps</i>		1
28	<i>Corycaeus sp</i>		1
29	<i>Centropages bradyi</i>		1
30	<i>Oithona fallax</i>		1
31	<i>Candacia pachydactyla</i>		1
32	<i>Labidocera trispinosa</i>		1
33	<i>Eucalanus bungii californicus</i>		1
34	<i>Paracandancia truncata</i>		1
35	<i>Oncaea media</i>		1
36	<i>Haloptilus mucronatus</i>		1
37	<i>Corycaeus gibbulus</i>		1
38	<i>Phaenna sp</i>		1
39	<i>Euchaeta longicornis</i>		1
40	<i>Oncaea venusta</i>		1
41	<i>Euchirella amoena</i>		1
42	<i>Caligus sp</i>		1
43	<i>Undeuchaeta intermedia</i>		1
44	<i>Pontellopsis tenuicauda</i>		1
45	<i>Centropages furcatus</i>		1
46	<i>Candacia aethiopica</i>		1
47	<i>Pontellopsis occidentalis</i>		1
48	<i>Sapphirina metallina</i>		1
49	<i>Phaenna spinifera</i>		1
50	<i>Copilia mirabilis</i>		1
51	<i>Labidocera jollae</i>		1
52	<i>Scottocalanus helenae</i>		1
53	<i>Pachysoma sp</i>		1
54	<i>Sapphirina sp</i>		1
55	<i>Gaetanus armiger</i>		1
56	<i>Metridia sp</i>		1
57	<i>Sapphirina nigromaculata</i>		1
58	<i>Corycaeus ovalis</i>		1
ABUNDANCIA RELATIVA <1%			
26	<i>Candacia catula</i>		1
27	<i>Centropages furcatus</i>		1
28	<i>Candacia curta</i>		1
29	<i>Haloptilus ornatus</i>		1
30	<i>Centropages gracilis</i>		1
31	<i>Candacia pachydactyla</i>		1
32	<i>Labidocera acuta</i>		1
33	<i>Pleuromamma gracilis</i>		1
34	<i>Euchaeta acuta</i>		1
35	<i>Acartia clausi</i>		1
36	<i>Calanus minor</i>		1
37	<i>Acartia danae</i>		1
38	<i>Labidocera minuta</i>		1
39	<i>Candacia bipinnata</i>		1
40	<i>Eucalanus elongatus</i>		1
41	<i>Sapphirina metallina</i>		1
42	<i>Phaenna spinifera</i>		1
43	<i>Copilia mirabilis</i>		1
44	<i>Acrocalanus gracilis</i>		1
45	<i>Euchirella amoena</i>		1
46	<i>Metridia princeps</i>		1
47	<i>Undeuchaeta intermedia</i>		1
48	<i>Oncaea media</i>		1
49	<i>Metridia sp</i>		1
50	<i>Centropages longicornis</i>		1
51	<i>Pontella spinifera</i>		1
52	<i>Copilia quadrata</i>		1
53	<i>Oncaea venusta</i>		1
54	<i>Gaetanus armiger</i>		1
55	<i>Pontella princeps</i>		1
56	<i>Pontellina plumata</i>		1
57	<i>Pontellopsis regalis</i>		1
58	<i>Oithona plumifera</i>		1
59	<i>Copilia longistylis</i>		1
60	<i>Pontella securifer</i>		1
61	<i>Candacia discaudata</i>		1
62	<i>Lophothrix frontalis</i>		1
63	<i>Pleuromamma xiphias</i>		1
64	<i>Sapphirina stellata</i>		1
65	<i>Calanus cristatus</i>		1
66	<i>Pontella sp</i>		1
67	<i>Sapphirina sp</i>		1
68	<i>Gaussia princeps</i>		1
69	<i>Pachysoma dentatum</i>		1
70	<i>Haloptilus longicornis</i>		1