



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE QUETOGNATOS
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGÍA DE
SISTEMAS Y RECURSOS ACUÁTICOS)**

P R E S E N T A:

BIÓLOGA IVETTE RUIZ BOIJSEAUNEAU

Director de Tesis: Dra. María Ana Fernández Álamo

MÉXICO, D.F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**Lo que importa de una persona, no es
cuantas veces se cae, si no cuantas logra
levantarse.**

**La educación no es una cosa que uno adquiere,
sino un proceso de toda la vida. Gloria Steinem**

**Uno mira hacía atrás con aprecio para los
maestros brillantes, pero con gratitud para
aquellos que hicieron mella en nuestros
sentimientos humanos. Carl Jung**

**Una vez que te cautiva, el mar te deja
prendido para siempre en su red de
maravillas. J. Cousteau**

DEDICATORIAS

Quiero dedicar este momento

a mi madre con todo mi amor y cariño por todos estos años que me ha dado algo más que la vida.

a mi familia, mis hermanos Viviana, Guillermo y Geraldine, mi hija del alma Anya, mis tíos Enna y Jorge, a mis primos y sobrinos; a todos ellos por su apoyo incondicional en todo momento.

a mis amigos de toda la vida, con los que he compartido alegrías, tristezas, problemas, logros y que ni el tiempo ni la distancia nos han separado, por su apoyo y comprensión, pero más que nada por su amistad.

de manera muy especial a un piara que tocó mi vida transformándola para siempre y al ser que le dió sentido y luz a mi existir hace trece años, a Diego por su infinita paciencia y comprensión, no siempre voluntaria pero al final aceptada, por todo su tiempo, amor y cariño a ustedes mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. María Ana Fernández Álamo por permitirme conocer el maravilloso mundo del zooplancton y por todo el apoyo durante la elaboración de este trabajo

A la Dra. Marina Sánchez Ramírez y el Dr. Cesar Flores Coto quienes fueron miembros del comité tutorial durante el desarrollo del presente trabajo, gracias por sus comentarios y guía en todo momento pero principalmente por su apoyo, paciencia y amistad.

A la Dra. Laura Sanvicente Añorve y el Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta quienes formaron parte del jurado, mi más sincero agradecimiento por la asesoría y revisión de este trabajo pero principalmente por su apoyo, paciencia y amistad.

A la Secretaría de Pesca y el Instituto Nacional de la Pesca quienes donaron las muestras utilizadas en este trabajo y a el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para los estudios de posgrado.

A Efraín Tovar por su amistad y su ayuda en este trabajo; a Lucrecia Orenzans por la corrección del abstract; a Maricela Vicencio por la revisión de la literatura citada; a Jacsani Pérez por la elaboración de los mapas de salinidad y temperatura; a Karla J. Rodríguez por toda la ayuda dada durante la elaboración de este documento; a Gerardo Rivas por sus comentarios, ayuda, apoyo y los empujones para terminar este trabajo, a todos ellos mi más sincero agradecimiento.

A Maricela Vicencio, Gerardo Rivas, Carmen Letechepia, Marcia Ramírez, Juan Morales, Alicia Rojas, Eva Muñoz, Patricia Salinas, José Luis Bortolini por su apoyo en esta etapa pero principalmente por la gran oportunidad de haberlos conocido y con ello enriquecer mi vida muchas gracias.

A mis alumnos del taller del Estudio Sistemático y Biogeográfico del Zooplancton Marino quienes me permitieron crecer profesionalmente y enriquecieron mi vida con su amistad, muchas gracias.

A mis amigos, todos aquellos que han compartido un momento de mi vida, de quienes siempre he recibido apoyo y cariño, sin importar la distancia, ni el tiempo siempre están cerca de mí, gracias por su amistad, comprensión y cariño.

A mi madre quien le debo algo más que la vida, le debo llegar a este momento, donde concluye una etapa e inicia otra, por su paciencia, cariño, comprensión y apoyo. De igual forma quiero agradecer a mi familia por su apoyo, comprensión y amor incondicional, por soportarme y aceptarme como soy, muchas gracias. Pero principalmente a Diego quien ha recorrido este largo camino conmigo dándole un sentido a mi vida a cada momento, a todos ellos los quiero, muchas gracias.

Contenido

	Página
Resumen	i
Abstract	ii
Introducción	1
Objetivos	2
Área de Estudio	3
Método	12
Resultados y Discusión	18
Hidrología	18
Variaciones estacionales de la densidad de quetognatos	21
Composición, distribución y densidad de quetognatos	22
Definición de grupos de quetognatos y su relación con las condiciones ambientales	30
Riqueza, diversidad y dominancia de quetognatos	37
Conclusiones	41
Literatura Citada	42

Índice de Tablas

	Página
Tabla 1. Posición geográfica de las estaciones de muestreo de los cruceros AA7704 (verano) y AA7802 (invierno) en el Golfo de California, México.	13
Tabla 2. Lista de especies de quetognatos recolectadas durante invierno y verano en el Golfo de California. Clasificación taxonómica tomada de Casanova (1999).	23
Tabla 3. Densidad promedio (indvs. 1000m ⁻³) y porcentual (%) de las especies de quetognatos recolectadas durante febrero (invierno) y agosto (verano) en el Golfo de California, México.	23
Tabla 4. Variables físico-biológicas de mayor contribución a la formación de los tres primeros ejes factoriales de un ACP aplicado a matrices de dos épocas de muestreo en el Golfo de California, México. COR correlación de las variables con cada eje, CTR contribución de las variables a la formación de cada eje, □ mayores contribuciones.	32
Tabla 5. Densidad promedio y frecuencia de aparición de las especies presentes en las asociaciones 'G1' y 'G2' durante el invierno de 1978 y verano de 1977 en el Golfo de California, México. \bar{x} = densidad promedio (indvs. 1000 m ⁻³), F = frecuencia de aparición (%).	35
Tabla 6. Promedio \pm desviación estándar de temperatura (°C), de salinidad (ups) y de densidad total (indvs. 1000 m ⁻³) de quetognatos en los grupos G1 y G2 definidos en invierno y verano en el Golfo de California, México.	35
Tabla 7. Especies epipelágicas (Epipel.) y mesopelágicas (Mesopel.) de quetognatos encontradas en el Golfo de California, México y en las aguas adyacentes del Océano Pacífico	40

Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Localización del Golfo de California, México.	4
Figura 2. Regiones y batimetría del Golfo de California, México (modificado de Lavín <i>et al.</i> , 1997).	6
Figura 3. Esquema general de corrientes superficiales en el Pacífico Tropical Oriental. CC. Corriente de California. CNE Corriente NorEcuatorial. CCNE. Contracorriente NorEcuatorial. CCCR. Corriente Costera de Costa Rica. CSE. Corriente Ecuatorial del Sur (modificado de Baumgartner y Christensen, 1985).	7
Figura 4. Variaciones estacionales de las corrientes superficiales en el Pacífico Tropical Oriental (tomado de Wyrтки, 1966).	9
Figura 5. Distribución de las masas de agua en el Golfo de California, México (modificado de Lavín <i>et al.</i> , 1997).	10

Figura 6. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a lo largo del Golfo de California. (Tomado de Roden y Emilsson, 1979).	11
Figura 7. Localización de las estaciones de muestreo en el Golfo de California, México. A. Verano de 1977 B. Invierno de 1978.	13
Figura 8. Salinidad (ups) a distintas profundidades en el Golfo de California, México durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B).	19
Figura 9. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a distintas profundidades en el Golfo de California, México durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B).	20
Figura 10. Masas de Agua presentes en el área de estudio durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B). AGC: Agua del Golfo de California, México. ASsT: Agua Subsuperficial Subtropical. ASE: Agua Superficial Ecuatorial.	21
Figura 11. Densidad total (indvs. 1000 m^{-3}) de quetognatos en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	22
Figura 12. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de <i>Sagitta enflata</i> , <i>S. decipiens</i> y <i>S. minima</i> en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	25
Figura 13. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de <i>Sagitta bedoti</i> y <i>S. euneritica</i> en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	26
Figura 14. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de <i>Sagitta neglecta</i> , <i>S. regularis</i> , <i>S. pacifica</i> y <i>S. pseudoserratodentata</i> en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	27
Figura 15. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de <i>Kronhitta pacifica</i> y <i>K. subtilis</i> en el Golfo de California; México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	28
Figura 16. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de <i>Pterosagitta draco</i> , <i>Sagitta bierii</i> y <i>S. robusta</i> en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.	29
Figura 17. Definición y localización de las asociaciones de quetognatos en el Golfo de California; México durante el verano de 1977, basado en el índice de similitud de Bray-Curtis.	31
Figura 18. Definición y localización geográfica de las asociaciones de quetognatos en el Golfo de California, México durante el invierno de 1978, de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis.	31
Figura 19. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-II de un ACP efectuado para datos de invierno de 1978. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-II del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).	33
Figura 20 A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-III de un ACP efectuado para datos de invierno de 1978. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-III del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).	33

Figura 21. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-II de un ACP efectuado para datos de verano de 1977. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-II del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis). 34

Figura 22. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-III de un ACP efectuado para datos de verano de 1977. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-III del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis). 34

Figura 23. Distribución de la diversidad (H') y la riqueza (S) de especies de quetognatos en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978. 37

Lista de Abreviaturas y Símbolos

AGC = Agua del Golfo de California	indvs. 1000m^{-3} = Cantidad de individuos en 1000 m^3
AIP = Agua Intermedia del Pacífico	λ = valor propio (eigenvalor)
APP = Agua profunda del Pacífico	m = masa del elemento
ASE = Agua Superficial Ecuatorial	ml L^{-1} = mililitros por litro
ASS = Agua Subsuperficial Subtropical	m = metros
CC = Corriente de California	N = abundancia total
CCCR = Corriente Costera de Costa Rica	N_i = abundancia de la especie i
CCNE = Contracorriente Norecuatorial	RHO = distancia de un elemento al centro de gravedad del plano factorial
CES = Corriente Ecuatorial del Sur	S = número total de especies
CM = Corriente Mexicana	S = Salinidad (ups)
cm s^{-1} = centímetros por segundo	T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
CNE = Corriente Norecuatorial	ups = Unidades prácticas de salinidad
COO = coordenada de un elemento en el eje	\bar{x} = densidad promedio
$^{\circ}\text{C}$ = Grados centígrados	X_{ij} = densidad de la especie i en la muestra j
D = Índice de dominancia	X_{ik} = densidad de la especie i en la muestra k
D_{jk} = valor de similitud entre las estaciones j y k	ZCI = Zona de Convergencia Intertropical
F = frecuencia de aparición (%)	% = Porcentaje
H' = índice de Shannon-Weaver	

RESUMEN

El Golfo de California es una región oceánica de importancia económica y científica, debido a su posición geográfica en el Pacífico Oriental, a su alta productividad biológica y a los interesantes fenómenos oceanográficos que en él ocurren. A pesar de esto, los trabajos científicos sobre la fauna planctónica son escasos y más aun aquellos referentes a los quetognatos. Debido a ello, la propuesta de este estudio es el establecer la estructura ecológica de la comunidad de quetognatos durante dos periodos del año.

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas en 40 localidades durante el verano de 1977 y el invierno de 1978, utilizando redes estándar de 505 μm con un contador de flujo acoplado a la entrada de la boca; estas muestras se fijaron y conservaron en una solución de formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio. De cada muestra, se extrajo la totalidad de quetognatos y se identificaron a nivel específico, se cuantificaron y se estandarizaron los datos al número de individuos en 1000 m^{-3} de agua filtrada. La estructura ecológica se determinó con el uso de los índices de Shannon-Weaver (H'), dominancia de Simpson (D), Bray-Curtis y un Análisis de Componentes Principales (ACP).

Al comparar las dos temporadas del año en términos de densidad de quetognatos, la temporada de invierno fue significativamente mayor que la de verano. Se separaron en total 218,280 quetognatos pertenecientes a 14 especies: *Kronhitta pacifica*, *K. subtilis*, *Sagitta enflata*, *S. decipiens*, *S. minima*, *S. bedoti*, *S. euneritica*, *S. neglecta*, *S. regularis*, *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata*, *S. bieri*, *S. robusta* y *Pterosagitta draco*; estas dos últimas especies no se habían registrado previamente dentro del Golfo de California sin embargo es común encontrarlas en las aguas adyacentes al área de estudio.

El índice de Bray-Curtis definió dos grupos (G1 y G2) de estaciones los cuales variaron su posición geográfica entre épocas del año. El Análisis de Componentes Principales (ACP) reveló que la temperatura fue el factor físico más importante en la formación de las asociaciones de quetognatos en ambas temporadas. La riqueza de especies (S) fue similar en las dos temporadas (14 especies en invierno y 13 en verano), el índice de diversidad (H') fue bajo en las dos temporadas por que *Sagitta enflata* fue la especie dominante en toda el área de estudio.

ABSTRACT

The Gulf of California is an oceanic region of economic and scientific importance, due to its geographical position in the Eastern Pacific Ocean, to its high biological productivity, and to the occurrence of complex oceanographic processes. However, scientific studies on its zooplankton are scarce, and more so those regarding chaetognaths. The aim of this study is to define the ecological structure of chaetognath populations during two seasons.

Zooplankton samples were collected in 40 sites during the summer of 1977 and winter of 1978, using a standard 505 μm mesh net with a flux counter at the mouth. Samples were fixed in a 4% formaldehyde solution neutralized with sodium borate. In each sample, all chaetognaths were sorted out and identified to the species level; data was standardized to the number of individuals per 1000 m^{-3} of filtered water. Shannon-Weaver (H'), Simpson's dominance (D) and Bray-Curtis indexes, and Principal Components Analysis (PCA) were used to describe the ecological structure.

Chaetognath density during winter was significantly higher than in summer. A total of 218,280 specimens were identified, belonging to 14 species: *Kronhitta pacifica*, *K. subtili*, *Sagitta enflata*, *S. decipiens*, *S. minima*, *S. bedoti*, *S. euneritica*, *S. neglecta*, *S. regularis*, *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata*, *S. bieri*, *S. robusta*, and *Pterosagitta draco*; these last two species had not been registered before inside the Gulf of California, although they are usually found in nearby waters.

The Bray-Curtis index defined two chaetognath groups (G1 and G2), with different geographical positions in each season. Principal Component Analysis (PCA) revealed that temperature was the most important physical factor contributing to the formation of these two seasonal groups. Species richness (S) was similar in both seasons (14 species in winter and 13 in summer), whereas diversity index (H') was low in both periods because *Sagitta enflata* was the only dominant species throughout the survey area.

INTRODUCCIÓN

El Golfo de California es una región oceánica de importancia económica y científica, debido a su posición geográfica en el Pacífico Oriental, a su alta productividad biológica y a los interesantes fenómenos oceanográficos que en él ocurren. A pesar de esto, los trabajos científicos sobre la fauna planctónica son escasos.

El zooplancton representa uno de los componentes fundamentales de los ecosistemas acuáticos, ya que conforma una trama compleja de eslabones entre la producción primaria y los niveles tróficos superiores. Por tanto el estudio de su distribución y abundancia a distintas escalas de tiempo y espacio, es importante en la comprensión de los complejos fenómenos ecológicos que suceden en los océanos, tales como la dinámica y la estructura de las comunidades pelágicas y su relación con las pesquerías (Globec, 1995).

La composición del zooplancton marino es muy diversa, dentro de los grupos holoplanctónicos se encuentran los quetognatos o gusanos flecha, animales que figuran entre los organismos más ampliamente distribuidos del plancton (Bougis, 1976).

El *Phylum* Chaetognatha cuenta con aproximadamente 100 especies descritas. La gran mayoría de estas especies son de hábitos pelágicos, con excepción de algunas especies del género *Spadella* que son bénticas. Estos animales habitan tanto en la zona nerítica y oceánica de todos los mares del mundo (polares, templados y trópico ecuatoriales) (Alvariño, 1965). La distribución global de estas especies está parcialmente determinada por la temperatura y por el movimiento de las aguas. Así varias especies de quetognatos han sido consideradas como importantes indicadores biológicos al proporcionar valiosa información sobre las características de las masas de agua de determinadas zonas geográficas (Bieri, 1959; Sund, 1964; Alvariño, 1966).

Los quetognatos constituyen una parte importante de la biomasa de los océanos, en la zona pelágica, su biomasa es aproximadamente tres veces menor que la de los copépodos, grupo dominante en el plancton, llegando a constituir más del 40 % en peso del total (Kotori, 1972).

Aunque los quetognatos son el alimento de numerosos organismos carnívoros mayores (Gaughan y Fletcher, 1997), ellos también son depredadores activos de varios grupos del plancton como diatomeas, protozoos, medusas, crustáceos (copépodos, anfípodos, cladóceros, larvas de crustáceos y ostrácodos), moluscos (pterópodos y heterópodos), tunicados, huevos y larvas de peces, incluyendo el canibalismo (Alvariño, 1985; Boltovskoy, 1981; Pierrot-Bults, 1996). Por su impacto sobre las poblaciones de animales con importancia comercial (crustáceos,

huevos y larvas de varios peces), son considerados como perjudiciales a las pesquerías (Alvariño, 1985; Boltovskoy, 1981), sin embargo al realizarse la estimación cuantitativa del consumo realizado por los quetognatos en la Bahía de Sevastopol, en el Mar de Bering, se encontró que este es sólo del 0.5 % de la abundancia del zooplancton (Mironov, 1960 en Feigenbaum y Maris, 1984).

Como se mencionó anteriormente, los trabajos enfocados al estudio del zooplancton en el Golfo de California son escasos, y más aún aquellos referentes a los quetognatos. El primer trabajo en esta zona, es el de Alvariño (1963), enfocado a la taxonomía del grupo. Posteriormente Laguarda-Figuera (1965) describió la composición de quetognatos epipelágicos encontrados en la costa de Sinaloa. Alvariño (1969) realiza el primer estudio zoogeográfico de quetognatos en esta zona. Gómez-Aguirre y Rivero-Beltrán (1988) estudiaron la variación estacional de *Sagitta euneritica* en la Laguna de Agiabampo. Finalmente Brinton *et al.* (1986) y Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989) analizan la distribución y abundancia de los quetognatos en el golfo durante un ciclo anual, en el caso del primero y en una temporada del año en el segundo trabajo.

El Golfo de California se caracteriza por sus marcados cambios estacionales, dados principalmente por la presencia de distintas masas de agua y con ello distintas características físico-químicas a lo largo del año, ocasionando modificaciones en la estructura de las distintas comunidades zooplanctónicas que en él habitan, por lo que se esperaría que la estructura de la comunidad de quetognatos sea distinta entre el verano y el invierno, con tal fin se han planteado los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura de la comunidad de quetognatos en el Golfo de California durante dos estaciones del año: verano de 1977 e invierno de 1978.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Establecer la composición específica de los quetognatos recolectados en el Golfo de California durante dos épocas del año.
- Analizar la distribución y la abundancia de los quetognatos durante las dos épocas del año en el área de estudio.

- Determinar la presencia de asociaciones de quetognatos en cada época del año y su relación con los factores físico-químicos.
- Identificar y comparar los estimadores ecológicos (riqueza específica, diversidad y dominancia) de los quetognatos entre ambas épocas.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California es un mar marginal localizado en la región noroccidental de México, entre las latitudes norte de 20° 30' y 32° 00' y las longitudes oeste 105° 30' y 114° 30', siendo la única cuenca de evaporación en el Océano Pacífico. Es una cuenca marina de forma alargada orientada de noroeste a sudeste, con una superficie aproximada de 1,500 km² y una anchura promedio de 150 km. Hacia el oriente, está delimitada por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, al occidente por la península de Baja California, al norte por la desembocadura del río Colorado y hacia el sur abre al Océano Pacífico entre Cabo San Lucas, Baja California Sur y Cabo Corrientes, Jalisco. Esta comunicación libre con el Océano Pacífico influye en gran parte sus características oceanográficas (Fig. 1).

Condiciones Climáticas

El Golfo de California se encuentra rodeado por cadenas montañosas, al este por la Sierra Madre Occidental y al oeste por la presencia de montañas que corren a lo largo de la Península de Baja California; está rodeado por zonas semidesérticas lo que ocasiona fuertes descensos de temperatura en invierno. El efecto termorregulador del Océano Pacífico sobre este mar marginal está restringido por las cadenas montañosas a lo largo de la península, lo que provoca que el clima sea más continental que oceánico (Osorio-Tafall, 1946; Roden, 1958).

El clima desde la desembocadura del río Colorado a la parte media del estado de Sinaloa es en general BWh(x') muy árido, semicálido con temperaturas entre 18 y 22 °C con lluvias entre verano e invierno, mientras que en la zona comprendida desde la parte media de Sinaloa a Cabo Corrientes es principalmente AW(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano y la estación más seca en invierno (García, 2004).

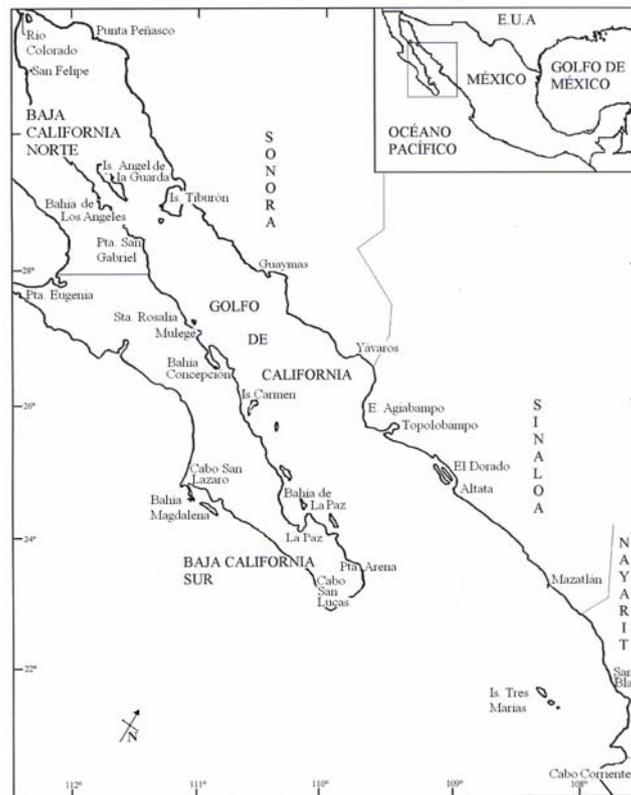


Figura 1. Localización del Golfo de California, México.

En la porción norte del golfo llueve poco o nada, hacia el sur, la precipitación aumenta y es más abundante sobre la costa oriental (promedio anual de 101 mm en Sonora y 950 mm en Cabo Corrientes) que en la occidental (101 mm en Mulegé y 173 mm en La Paz) (Osorio-Tafall, 1946). La evaporación excede a la precipitación dando como resultado que la salinidad es de 1 a 2 ups mayor que en el Pacífico adyacente a la misma latitud (Bray, 1988a).

En el Golfo de California los vientos tienen un marcado ciclo estacional. Durante el invierno, el viento sopla del noreste (aire frío y seco) generando surgencias costeras del lado del continente y durante el verano del sureste (aire húmedo y tibio) generando surgencias costeras del lado de la península (Douglas *et al.*, 1993; Lavín *et al.*, 1997).

Batimetría

El Golfo de California se caracteriza por presentar una plataforma en la costa oriental relativamente estrecha mientras que en la costa oeste es casi inexistente (Osorio-Tafall, 1946). Topográficamente, presenta una serie de cuencas y trincheras, separadas entre sí por umbrales

(crestas); en él se distribuyen numerosas islas, entre ellas las más grandes de México (Tiburón y Ángel de la Guarda) y un sin número de islotes (Secretaría de Gobernación/UNAM, 1988).

Lavín *et al.* (1997) proponen una división del Golfo de California basada principalmente en la topografía del fondo y en la diferencia en los procesos físicos que controlan la circulación y la estructura termohalina (Fig. 2). Esta división marca cinco regiones:

1. El Alto Golfo comprende desde el delta del Río Colorado hasta la línea imaginaria que va de San Felipe, B. C. N. a Puerto Peñasco, Sonora su profundidad media es de aproximadamente 15 m y está sujeta a fuertes corrientes de marea.
2. La zona norte abarca desde la línea que va de San Felipe, B. C. N. a Puerto Peñasco, Sonora hasta las grandes islas, su profundidad media es de aproximadamente 200 m, considerándose sobre la plataforma continental.
3. La zona entre las islas se caracteriza por umbrales someros y canales angostos que comunican la parte norte y la parte sur del golfo, a través de los cuales se realiza el intercambio de agua entre ambas zonas. Los canales de Ballenas y Salsipuedes entre la Península de Baja California y la cadena de Islas que va desde San Lorenzo hasta Ángel de la Guarda, son muy profundos con máximos de 1600 m con umbrales tanto en el norte como en el sur, esto hace que las condiciones oceanográficas en esta área sean especiales; en esta zona también se encuentra la Cuenca San Esteban con 800 m y la parte más profunda de la Cuenca Tiburón con 600 m.
4. La parte sur abarca desde la línea imaginaria que va de Punta San Gabriel, B. C. N. a Punta Kino, Sonora y la línea imaginaria de Cabo San Lucas, B. C. S. a el Dorado, Sinaloa. Esta zona contiene una serie de cuencas cuya profundidad aumenta hacia la boca del golfo: cuenca de San Pedro Mártir (1, 000 m), la cuenca de Guaymas (2,000 m), la cuenca del Carmen (2,000 m), la cuenca de Farallón (3,000 m) y la cuenca de Pescadero (3,000 m). En esta región, la plataforma continental del lado peninsular es casi inexistente mientras que del lado continental es más extensa, llegando en algunas partes ha tener hasta 30 km de ancho. El área de estudio de este trabajo está comprendida principalmente en esta zona.
5. La boca del golfo abarca el triángulo formado por las líneas imaginarias entre Cabo San Lucas, Baja California Sur y el Dorado, Sinaloa, y Cabo San Lucas y Cabo Corrientes, Jalisco. Su principal característica hidrográfica es que en ella se encuentran en contacto varias masas de agua, lo cual genera frentes termohalinos.

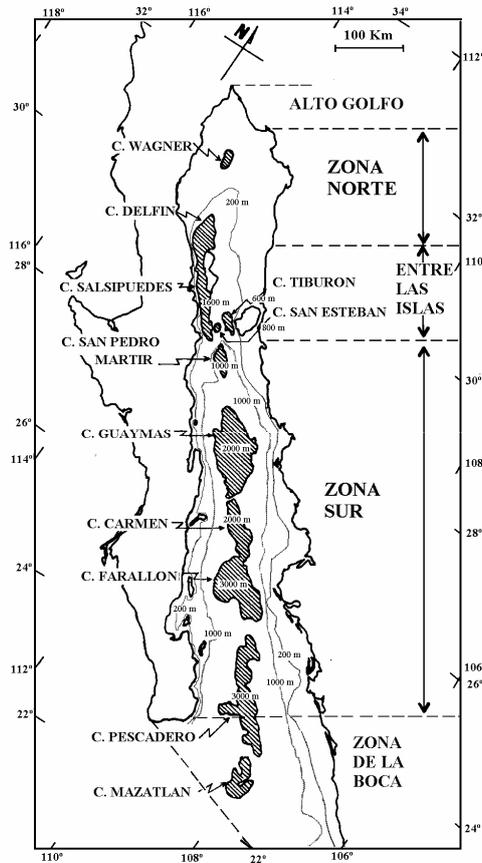


Figura 2. Regiones y batimetría del Golfo de California, México (modificado de Lavín *et al.*, 1997).

Corrientes en el Pacífico Tropical Oriental

El sistema de corrientes y de masas de agua en el Pacífico Tropical Oriental, tiene una influencia directa en la circulación y la estructura hidrográfica de las aguas superficiales del Golfo de California (Wyrcki, 1966; Roden y Groves, 1959; Badan, 1997).

La Contracorriente Norecuatorial (CCNE) fluye hacia el este, entre los 4 y los 11 °N, pero su posición varía a lo largo del año. Durante noviembre es más intensa y llega alrededor del Domo de Costa Rica y en mayo está prácticamente ausente entre los 130 y los 100 °W. Aproximadamente a los 90 °W la CCNE se bifurca, una parte de su agua gira hacia el noroeste y el norte como la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) y otra parte toma rumbo hacia el sur y el oeste entrando en el sistema de la Corriente Ecuatorial del Sur (CES). La CES se desarrolla por

los vientos con dirección sureste en el Pacífico Sur; su límite norte es la CCNE aproximadamente a los 4 °N y al sur se extiende hasta los 10 °S (Wyrтки, 1966).

La CCCR se desplaza hacia el norte a lo largo de las costas continentales de Centroamérica y de México, donde se le conoce como Corriente Mexicana (CM), esta corriente es el mecanismo que acarrea tanto el Agua tropical de Superficie como el Agua Subtropical Subsuperficial. La CM se dirige hacia el norte hasta alcanzar Cabo Corrientes, durante junio y julio se separa de la costa a la altura del Golfo de Tehuantepec mientras que en abril y mayo penetra dentro de este golfo (Wyrтки, 1966).

La Corriente de California (CC) es una masa de agua subártica, que se desplaza al sur a lo largo de las costas de Norteamérica y a la altura de la península de Baja California, gira hacia el oeste en uno o varios ramales alimentando a la Corriente Norecuatorial (CNE), en esta zona se forman una serie de frentes marcados por intensos gradientes de salinidad (Wyrтки, 1966). Este sistema de frentes se encuentra generalmente frente a Cabo San Lucas y suele incluir algo del agua generada dentro del golfo (Griffiths, 1968) (Fig. 3).

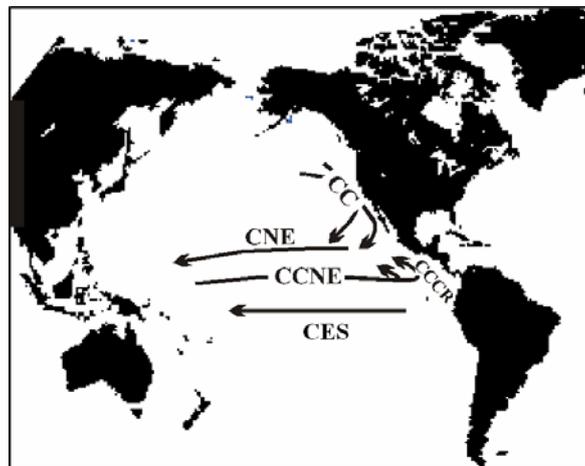


Figura 3. Corrientes superficiales en el Pacífico Tropical Oriental. CC. Corriente de California. CNE Corriente NorEcuatorial. CCNE. Contracorriente NorEcuatorial. CCCR. Corriente Costera de Costa Rica. CES. Corriente Ecuatorial del Sur (modificado de Baumgartner y Christensen, 1985).

Con base en los movimientos estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), se distinguen tres periodos distintos en la posición de las masas de agua del Pacífico a lo largo del año (Wyrтки, 1966) (Fig. 4):

1. Agosto-enero: Cuando la ZCI está en su posición más norteña cercana a los 10 °N, la Contracorriente NorEcuatorial (CCNE) se encuentra muy desarrollada, y la Corriente Ecuatorial del Sur (CES) es muy fuerte, especialmente en su parte situada al norte del ecuador. La Corriente Mexicana se dirige al norte hasta Cabo Corrientes penetrando en la Corriente NorEcuatorial (CNE) entre los 10 y los 20 °N. La Corriente de California (CC) abandona la costa de Baja California cerca de los 25 °N, alimentando la CNE. En enero la ZCI se desplaza al sur, la CNE se debilita y la CC se intensifica.

2. Febrero-Abril: La convergencia intertropical esta en su posición más sureña cerca de los 3 °N y en esta época la CCNE no está presente. La CC es fuerte llegando entre los 10 y 20 °N, la circulación es anticiclónica con un flujo al suroeste a lo largo de la costa. La CM es muy débil llegando solamente al Golfo de Tehuantepec en donde se desvía al oeste. La CES es más débil.

Mayo-julio: La ZCI se encuentra cerca de los 10 °N, la CCNE se forma otra vez llegando hasta Cabo Corrientes y la Corriente de California todavía es fuerte, contribuyendo con la CNE, la cual se debilita progresivamente de julio a agosto.

Masas de Agua del Golfo de California

Torres-Orozco (1993 en Lavín *et al.*, 1997) clasifica a las masas de agua dentro del Golfo de California de la siguiente manera (Fig. 5):

Agua Profunda del Pacífico (APP) que se encuentra desde el fondo hasta aproximadamente los 1200 m de profundidad, delimitada por la isoterma de 4 °C, y tiene una salinidad que aumenta hacia el fondo de 34.5 a 34.7 ups.

Agua Intermedia del Pacífico (AIP) que va de los 1200 m hasta aproximadamente 500 m de profundidad, delimitada por las isotermas de 4 a 9 °C, con una salinidad máxima de 34.8 ups y una mínima de 34.5 ups.

El AGC es agua del Pacífico que ha sido transformada en la superficie por una serie de mecanismos, dicha transformación se presenta principalmente en la zona norte del golfo (Roden y Groves, 1959; Bray, 1988b; Lavín *et al.*, 1995) de donde se desplaza hacia el exterior del golfo a través de un fenómeno de convección (Álvarez-Borrogo y Schwartzlose, 1979; Bray, 1988b; Lavín *et al.*, 1995). En la zona de la boca del golfo, el AGC se detecta como núcleos subsuperficiales de alta salinidad en los primeros 100 m de profundidad. Estos núcleos de AGC se detectan con más frecuencia pegados a las costas de la península (Roden y Groves, 1959; Roden y Emilsson, 1979), pero también han sido reportados en el centro y en la costa Oriental (Álvarez-Sánchez *et al.*, 1978).

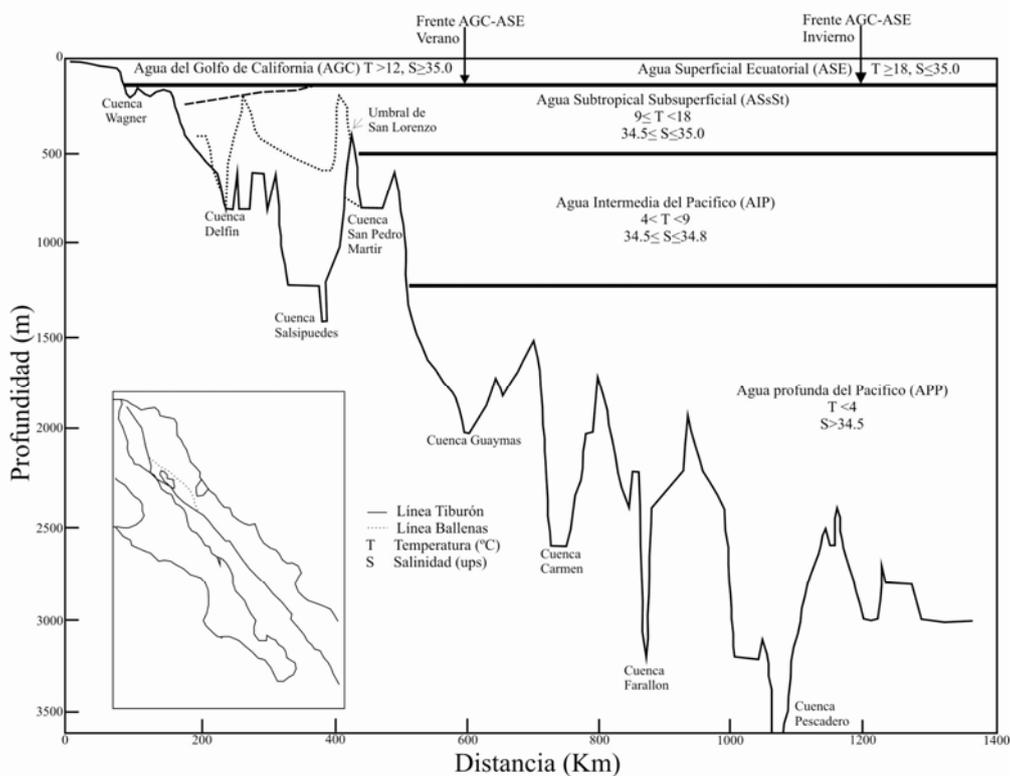


Figura 5. Distribución de las masas de agua en el Golfo de California, México (modificado de Lavín *et al.*, 1997).

Oxígeno disuelto en el Golfo de California

En el golfo, los valores de oxígeno se estratifican dependiendo de la profundidad; de la superficie hasta los 300 m las concentraciones de oxígeno disminuyen de 6 a 0.15 ml L⁻¹, por debajo de esta capa, entre los 300 y los 1100 m el oxígeno llega a su mínima concentración, alcanzando valores

de 0.8 ml L^{-1} (zona de mínimo oxígeno), después de los 1100 m el oxígeno vuelve a aumentar hasta llegar a los 2.4 ml L^{-1} (Álvarez-Borrego, 1983).

La distribución de la concentración del oxígeno disuelto es similar a lo largo del golfo, excepto en la zona entre las islas y en el alto golfo donde, en la superficie, los valores de oxígeno varían entre 5 y 6 ml L^{-1} , disminuyendo a 1 ml L^{-1} a partir de los 300 m, sin presentarse una zona de mínimo oxígeno (Roden y Emilsson, 1979; Álvarez-Borrego, 1983) (Fig. 6).

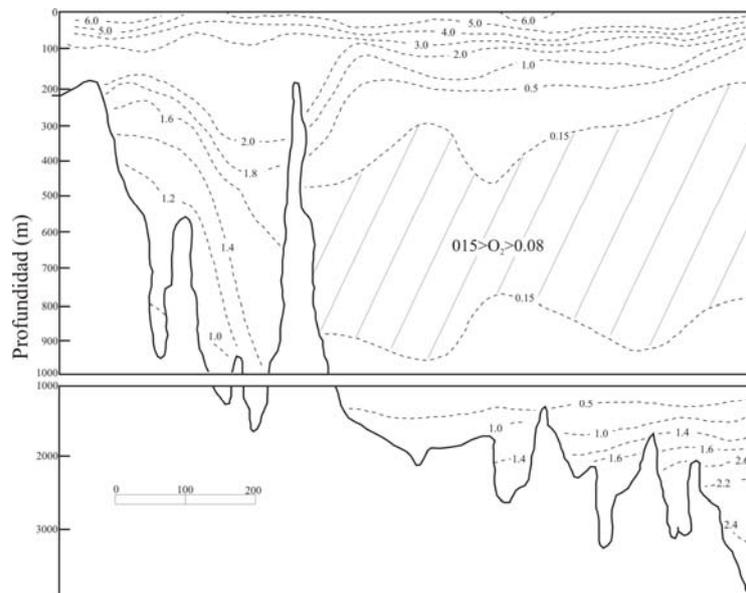


Figura 6. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a lo largo del Golfo de California (tomado de Roden y Emilsson, 1979).

Patrón general de las corrientes en el Golfo de California

La dinámica de la circulación en el Golfo de California varía fuertemente a lo largo del año. En invierno la circulación es anticiclónica y el flujo de entrada se lleva a cabo del lado de la península; en verano la circulación es ciclónica y el flujo de entrada es del lado del continente. A una escala espacial menor, pueden observarse patrones de circulación local que influyen sobre las capas superficiales del golfo, ocurriendo principalmente en el margen peninsular. En el extremo sur del golfo, la profundidad permite un libre intercambio de agua hasta los 2000 m, mientras que la parte norte, que es más somera, la mezcla de aguas superficiales y de fondo se produce principalmente por las corrientes de marea (Bray, 1988a).

Emilsson y Alatorre (1997), observaron de forma directa un remolino ciclónico superficial de mesoescala durante el verano (agosto, 1978) situado en la región entre la Bahía de La Paz y Topolobampo, cuya profundidad varía de 50 a 70 m, su centro se ubica cerca de la mitad del golfo, desplazado hacia el continente en la porción superficial y hacia la península en la porción profunda. Este remolino genera dos corrientes, una del lado continental que va hacia el interior del golfo, con una velocidad máxima de 30 a 40 cm s^{-1} , llevando aguas de salinidad entre 34.6 a 34.8 ups, la otra se encuentra del lado occidental, fluyendo hacia fuera del golfo con una velocidad de 20 a 30 cm s^{-1} , llevando aguas con una salinidad mayor a los 35 ups.

MÉTODO

Las muestras fueron recolectadas a bordo del Buque oceanográfico B/O “Antonio Alzate” de la Secretaria de Pesca en la parte central del Golfo del California dentro del área comprendida del sur de las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda hasta Altata, Sinaloa y Punta Arena, B. C. S. (Fig. 7), del 27 de agosto al 6 de septiembre de 1977 (verano) en una serie de 38 estaciones y del 22 de febrero al 3 de marzo de 1978 (invierno), en una serie de 47 estaciones.

Para este trabajo se revisaron 40 muestras, de las cuales la mitad corresponde a cada una de las épocas del año (20 en invierno y 20 en verano). La red de estaciones cubrió toda el área de estudio (Tabla 1, Fig. 7).

En cada estación oceanográfica se llevaron a cabo los arrastres oblicuos de zooplancton entre los 0 y los 200 m, utilizando una red estándar de 505 μm con un contador de flujo acoplado a la entrada de la boca, estas muestras se fijaron y conservaron en una solución de formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio. De cada muestra, se extrajo la totalidad de quetognatos bajo un microscopio estereoscópico, utilizando agujas de disección y pinzas de relojero. Se identificaron al nivel específico con la ayuda de los trabajos de Alvarino (1963, 1967b) y Casanova (1999). Separados los organismos a nivel específico se cuantificaron y se estandarizaron los datos al número de individuos en 1000 m^3 de agua filtrada.

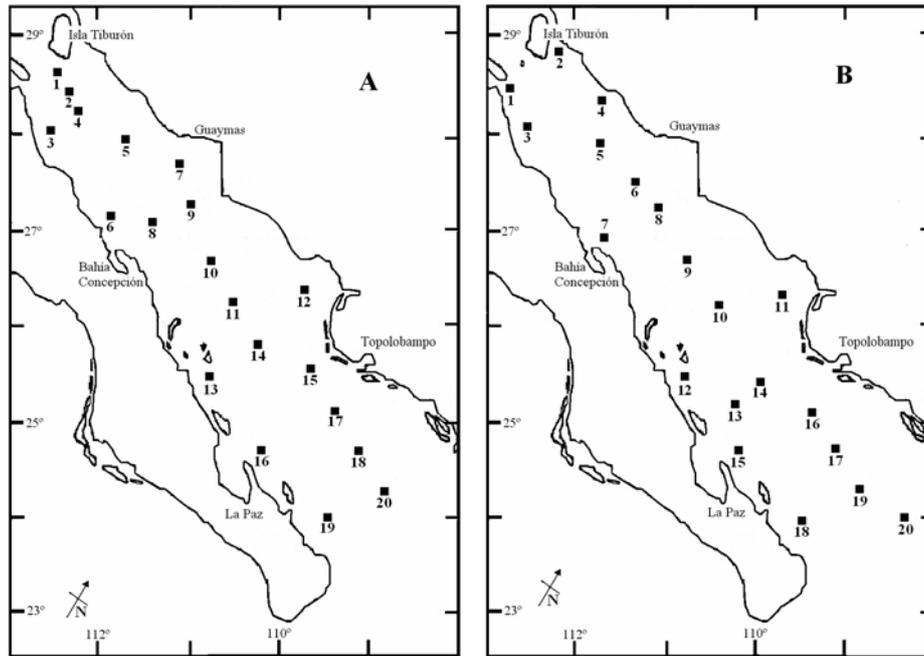


Figura 7. Localización de las estaciones de muestreo en el Golfo de California, México.
A. Verano de 1977 B. Invierno de 1978.

Tabla 1. Posición geográfica de las estaciones de muestreo de los cruceros AA7704 (verano) y AA7802 (invierno) en el Golfo de California, México.

No. Estación	verano		invierno	
	Latitud N	Longitud W	Latitud N	Longitud W
1	28°42.0'	112°28.5'	28°11.0'	112°47.5'
2	28°29.5'	112°20.5'	28°46.0'	112°12.7'
3	28°07.3'	112°30.3'	28°07.5'	112°30.0'
4	28°16.3'	112°12.0'	28°17.0'	112°35.0'
5	28°00.5'	111°37.0'	28°00.0'	111°36.5'
6	27°15.0'	111°56.2'	27°34.5'	111°20.0'
7	27°42.5'	111°01.0'	26°50.0'	111°37.0'
8	26°58.5'	111°21.0'	27°08.0'	111°03.0'
9	27°08.2'	111°03.0'	26°42.5'	110°46.0'
10	26°41.5'	110°45.2'	26°19.5'	110°30.0'
11	26°16.5'	110°28.0'	26°22.0'	109°41.0'
12	26°22.5'	109°42.0'	25°31.5'	110°50.0'
13	25°30.0'	110°48.0'	25°18.2'	110°15.5'
14	25°49.0'	110°11.5'	25°25.5'	110°04.5'
15	25°34.0'	109°36.5'	24°39.5'	110°17.5'
16	24°37.5'	110°18.0'	25°08.0'	109°22.0'
17	25°09.0'	109°21.0'	24°46.0'	109°04.0'
18	24°42.0'	109°05.5'	23°57.0'	109°25.5'
19	24°09.0'	109°19.0'	24°12.5'	108°45.5'
20	24°22.0'	108°50.0'	24°04.0'	108°09.0'

Tratamiento de la información

Hidrología

En cada estación oceanográfica, se tomaron los datos de temperatura por lecturas dobles de termómetros reversibles protegidos y de salinidad con botellas Nánsen espaciadas a 0, 10, 25 y 50 m durante el verano y espaciadas a 0, 10, 25, 50, 75, 100 y 150 m durante el invierno, dependiendo de la profundidad de cada estación de muestreo; la salinidad se determinó con un salinómetro de inducción (Pleasy modelo 6230 N) en el laboratorio de Oceanografía del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM estación Mazatlán (Álvarez, 1988a y 1988b).

Para observar la distribución de los valores de estos parámetros en el área de estudio se elaboraron mapas señalando las distintas isolíneas. Con base en los valores de salinidad y temperatura, Torres-Orozco (1993, citado en Lavín *et al.*, 1997) define las masas de agua presentes en el Golfo de California como: Agua del Golfo de California (AGC) cuyos valores de salinidad son mayores o iguales a las 35 ups; Agua Ecuatorial (AE) en la que la salinidad es menor a las 35 ups y la temperatura es mayor o igual a los 18 °C y Agua subsuperficial Subtropical (AssSt) en la que los valores de salinidad son menores a las 35 ups y con temperaturas entre 9 - 18 °C.

Variaciones estacionales de la densidad de quetognatos

Los datos de densidad del verano e invierno se compararon mediante la técnica no paramétrica de Mann-Whitney (T_+) la cual se utiliza para determinar diferencias significativas al comparar dos poblaciones independientes (Infante y Zárate, 1984):

$$T_+ = \sum_{i=1}^n R(X_i) - \frac{n(n+1)}{2}$$

donde,

X_i = i-ésima observación

$R(X_i)$ = Es el rango que corresponde a X_i en el ordenamiento de las $n + m$ observaciones

Composición, distribución y densidad de los quetognatos

Con los datos de densidad se elaboraron mapas de distribución y abundancia para cada especie y cada temporada.

Definición de grupos de quetognatos y su relación con las condiciones ambientales

Los datos de composición y abundancia de las especies de quetognatos se trataron mediante el Índice de Similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957), con el fin de identificar los principales grupos de estaciones de muestreo en cada una de las épocas de colecta. Este índice considera las diferencias en la abundancia relativa entre las especies, y de acuerdo a Field *et al.* (1982), esta es una técnica muy robusta en el tratamiento de datos marinos, ya que no está afectada por las ausencias múltiples y proporciona una mayor importancia a las especies abundantes que a las raras. Este índice está definido por:

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})}$$

donde,

D_{jk} = valor de similitud entre las muestras j y k

X_{ij} = densidad de la especie i en la muestra j

X_{ik} = densidad de la especie i en la muestra k

S = número total de especies

De este índice resulta que la máxima similitud es cero y la mínima uno antes de aplicar este índice, los datos se transformaron a fin de estabilizar sus varianzas (Taylor, 1967). De esta manera, los datos correspondientes al invierno se transformaron como $\ln(x+1)$, y aquellos correspondientes al verano, como \sqrt{x} , donde x representa los valores de densidad de las especies. A partir de la matriz de similitud generada por este índice, se construyeron dendrogramas de afinidad entre estaciones usando el método de ligamiento promedio, y el programa utilizado para la aplicación de este índice fue PRIMER.

Alternativamente, la información se trató mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), a fin de identificar las principales relaciones entre variables físicas (temperatura y salinidad) y biológicas (abundancia por especies), así como tratar de determinar grupos de estaciones oceanográficas con base en las afinidades de dichas variables. Para tal

efecto, se generaron matrices de variables físicas y biológicas para cada época de colecta. Así, la matriz correspondiente al mes de febrero-marzo de 1978 (invierno) estuvo conformada por 17 variables (temperatura, salinidad y 15 taxa) y 20 objetos (estaciones de muestreo), y aquella correspondiente a septiembre de 1977 (verano) estuvo constituida por 16 variables (temperatura, salinidad y 14 taxa) y 20 objetos (estaciones de muestreo).

Cada matriz de entrada al ACP se transformó en una *matriz de correlación*, de la cual se extrajeron los *valores propios* (eigenvalores) y sus correspondientes *vectores propios*. Estos últimos establecen la posición de nuevos ejes, y los valores propios la longitud de dichos ejes, la cual es proporcional a la varianza total del conjunto de datos (Legendre y Legendre, 1979). Los elementos de cada vector propio corresponden a los *pesos* de los descriptores originales en la combinación lineal de estos descriptores a partir de los cuales se estiman los componentes principales. Esto proporciona las *coordenadas (COO)* de los objetos en el nuevo sistema constituido por los componentes principales. La *correlación (COR)* entre los descriptores y los ejes (componentes) está dada por el ángulo entre el descriptor y el eje, y la *contribución (CTR)* de cada descriptor es proporcional a su masa:

$$COR = \left(\frac{COO}{RHO} \right)^2 \quad CTR = m \left(\frac{COO}{\lambda} \right)^2$$

donde,

COO = coordenada de un elemento en el eje

RHO = distancia de un elemento al centro de gravedad del plano factorial

m = masa del elemento

λ = valor propio (eigenvalor)

Una práctica común e inmediata posterior a este análisis, es tratar las coordenadas de los objetos del nuevo sistema de coordenadas mediante una técnica de agrupamiento (cluster) a fin de facilitar la identificación de los grupos de objetos (estaciones oceanográficas). Sin embargo, en este estudio se optó por identificar en los planos factoriales del ACP, los grupos previamente propuestos por el índice de similitud de Bray-Curtis, y posteriormente definir las variables que influyen en la formación de dichos grupos mediante el análisis de su contribución a la formación de los ejes. El programa de cómputo utilizado para la aplicación del ACP fue ADDAD.

Estimadores ecológicos (riqueza, diversidad y dominancia)

La riqueza de especies (S) dada como el número de especies presentes y la diversidad de especies por estación de muestreo se estimó mediante el índice de Shannon-Weaver (H') (Shannon y Weaver, 1963):

$$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N}$$

donde,

S = número total de especies

N = abundancia total

N_i = abundancia de la especie i

La dominancia fue estimada a través del índice de Simpson (D). Este índice está basado en la probabilidad de sacar al azar de una muestra, dos individuos de la misma especie, y está definido por la ecuación siguiente (Magurran, 1988):

$$D = \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

donde,

S = Número total de especies

N = abundancia total

N_i = abundancia de la especie i

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidrología

Durante el verano el valor promedio de temperatura fue de 26.72 ° C y el de salinidad de 34.95 ups, su distribución no presentó ningún patrón, aunque hay que tomar en cuenta que durante esta temporada sólo se obtuvieron valores de salinidad y temperatura en los primeros 50 m de profundidad, mientras que, durante el invierno los valores obtenidos fueron hasta profundidades de los 150 m (Figs. 8 y 9). Durante el invierno el valor promedio de temperatura fue de 17.31 ° C, con los valores menores en la parte norte del área de estudio aumentando hacia el sur. El valor promedio de salinidad fue de 35.15 ups con los valores mayores en la parte central del Golfo de California, disminuyendo tanto hacia el sur como hacia el norte (Figs. 8 y 9).

Al comparar los valores de salinidad y temperatura obtenidos en cada estación de muestreo, con la clasificación que da Torres-Orozco (1993, citado en Lavín *et al.*, 1997) de las masas de agua para esta zona, se observó que durante el invierno se presentaron tres masas de agua; la masa de Agua del Golfo de California (AGC) (≥ 35 ups), se localizó entre los 0 y los 100 m de profundidad en toda el área de estudio, siendo la única masa de agua presente en las estaciones al norte de la cuenca de Guaymas y en la costa peninsular hasta Isla Carmen; el Agua subsuperficial Subtropical (ASsSt) (<35 ups; $9 \leq ^\circ\text{C} < 18$) se presentó a partir de la cuenca de Guaymas y hacia el sur en el resto del área de estudio, desde los 100 hasta los 150 m y el Agua Superficial Ecuatorial (ASE) (>18 °C) solo se localizó como un núcleo aislado en la boca del golfo, a los 70 m de profundidad (Fig. 10). Durante el verano, sólo se detectó la presencia del AGC, en la mitad norte del golfo, hasta la Isla Santa Catalina en la zona peninsular y Yávaros en la zona continental, hacia el sur se observó la presencia de ASE en la capa superficial (<35 ups; ≥ 18 °C) (Fig. 10). Al comparar la distribución de estas masas de agua con lo que señala Lavín *et al.* (1997) en esta zona, encontramos una distribución similar, donde AssSt tiene una mayor presencia durante el invierno (150 - 350 m) y una menor durante el verano (300 - 350 m); la presencia de las corrientes superficiales se modifica de manera estacional, llegando ASE hasta la cuenca de Guaymas durante el verano y hasta la cuenca de Mazatlán durante el invierno.

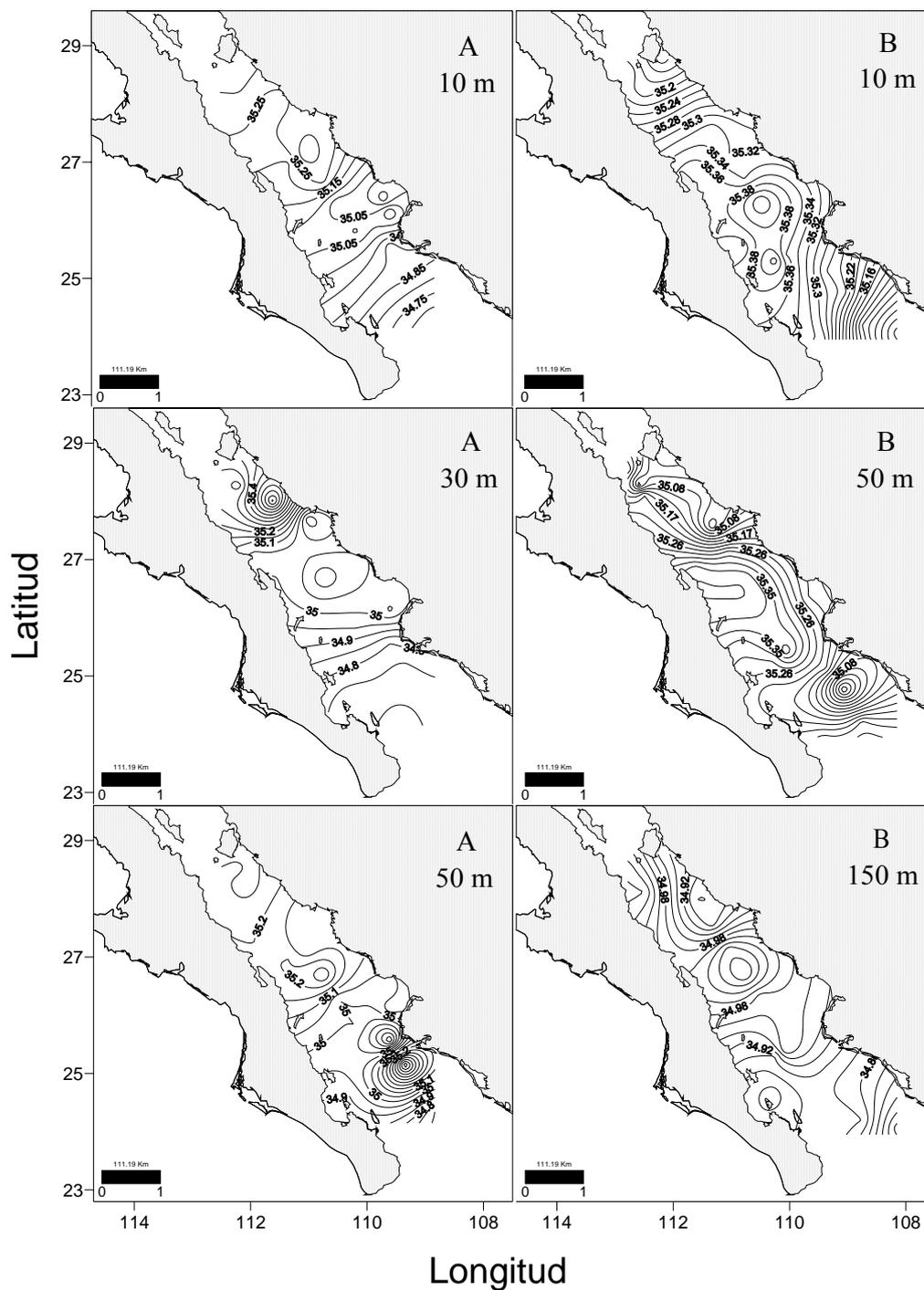


Figura 8. Salinidad (ups) a distintas profundidades en el Golfo de California, México durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B).

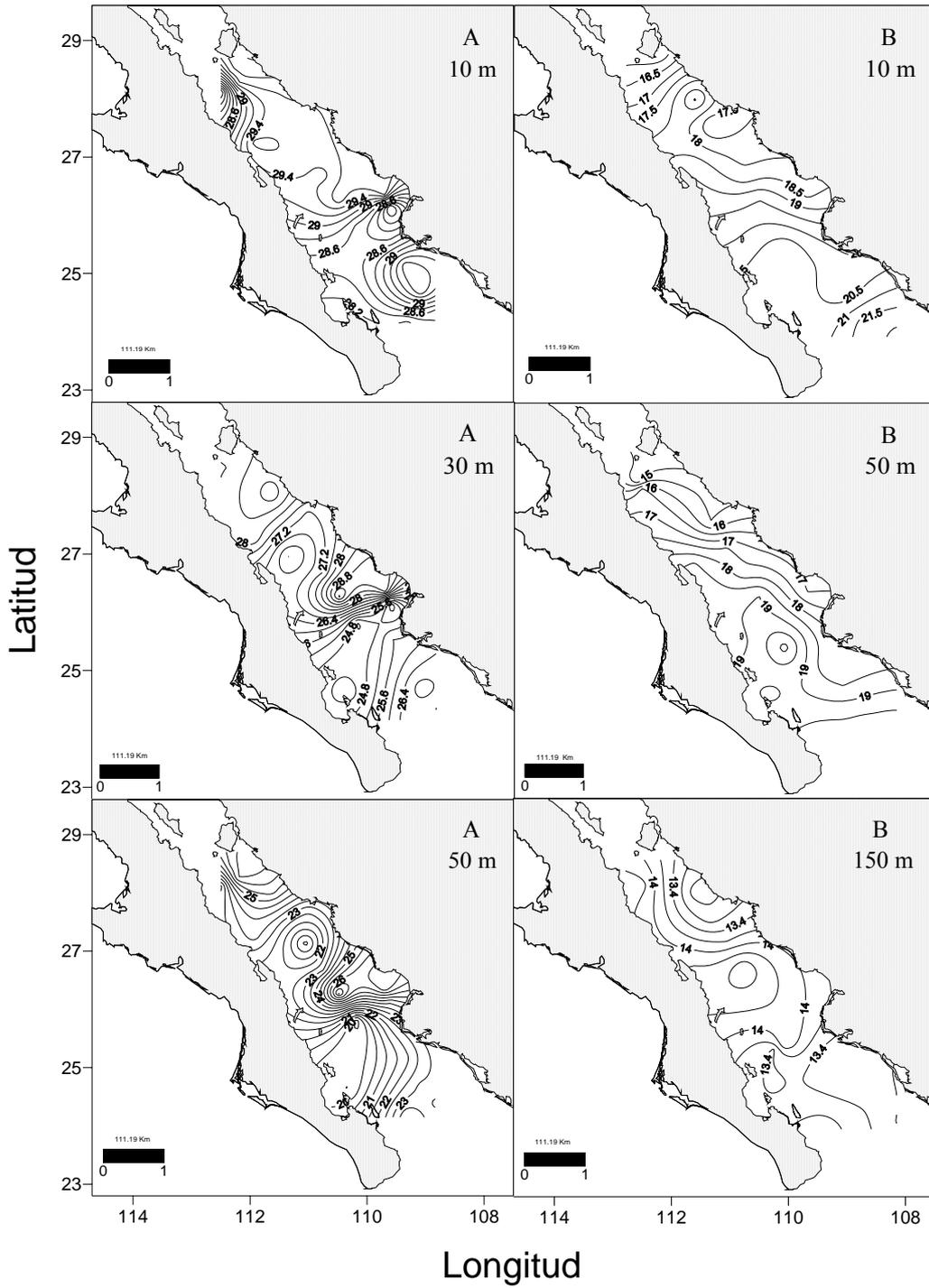


Figura 9. Temperatura (°C) a distintas profundidades en el Golfo de California, México durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B).

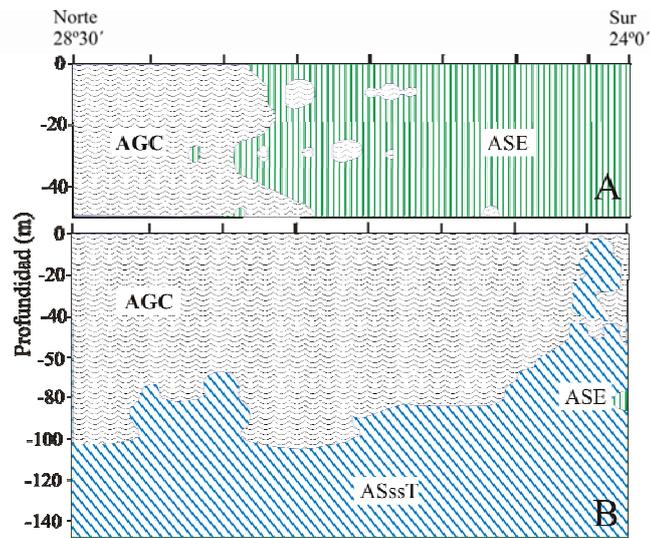


Figura 10. Masas de agua presentes en el área de estudio durante el verano de 1977 (A) e invierno de 1978 (B). AGC: Agua del Golfo de California. ASsSt: Agua Subsuperficial Subtropical. ASE: Agua Superficial Ecuatorial.

Variaciones estacionales de la densidad de quetognatos

Se separaron en total 218,280 quetognatos de las 40 muestras recolectadas durante las dos temporadas del año; al comparar estas dos en términos de densidad de quetognatos, la temporada de invierno fue significativamente mayor (prueba de Mann Whitney $U = -1.12$, g.l. = 12, $P < 0.05$) que la de verano, representando respectivamente 87.9 % y 12.1 % de la captura total (Fig. 11). Se ha observado que, en el Golfo de California, las variaciones estacionales de la biomasa zooplanctónica son más fuertes que las espaciales (Jiménez-Pérez, 1989). Estas variaciones están acopladas con aquellas del fitoplancton, el cual, de acuerdo a varios autores (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Gaxiola-Castro *et al.*, 1999), aumenta especialmente en invierno y primavera dentro del golfo. De la misma manera, Thunell *et al.* (1996) observó una disminución del zooplancton a finales del verano, y atribuye este hecho al agotamiento de los nutrientes por la actividad fitoplanctónica; en tanto que el incremento de zooplancton en el otoño lo atribuyó, a la ocurrencia de un periodo de inestabilidad atmosférica que causa la mezcla de la columna de agua y pone a disposición otros nutrientes.

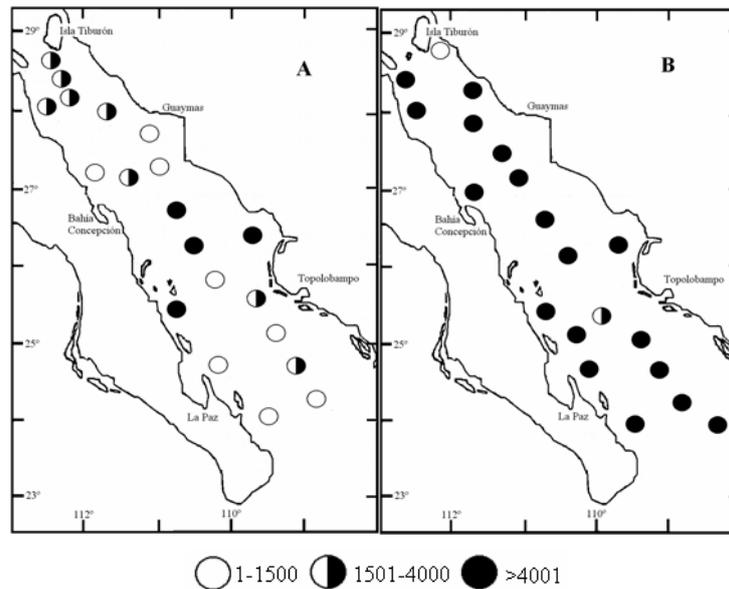


Figura 11. Densidad total (indvs. 1000 m^{-3}) de quetognatos en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Composición, distribución y densidad de los quetognatos

De los 218,280 quetognatos separados, se determinaron 14 especies pertenecientes a tres géneros y tres familias (Tabla 2).

La especie dominante fue *Sagitta enflata* durante ambas épocas (verano= 83.75 %, invierno= 76.12 %) representando el 77.05 % de la densidad promedio total; *Sagitta decipiens*, *Sagitta minima*, *Sagitta euneritica* y *Sagitta bedoti* registraron valores de densidad promedio entre el 2 y 7 % y el resto de las especies mostraron valores menores al 1 % (Tabla 3). De manera similar, Alvaríño (1969) encontró a *S. enflata* como la especie más abundante en el Golfo de California, seguida de *S. minima*, *S. decipiens* y *S. euneritica*.

Las cinco especies más abundantes, *Sagitta enflata*, *S. decipiens*, *S. minima*, *S. bedoti* y *S. euneritica*, presentaron una amplia distribución en la zona de estudio en ambas temporadas (Figs. 12 y 13).

Sagitta enflata se distribuyó en todas las estaciones de muestreo en ambas temporadas, con valores superiores a los $351\text{ indvs. }1000\text{m}^{-3}$. En verano e invierno presentó su mayor densidad en la zona norte del área de estudio, disminuyendo hacia el sur, sin embargo durante el invierno hubo una densidad menor al sur de la Isla San Lorenzo (Fig. 12). En general se ha reportado la presencia de esta especie a lo largo de todo el Golfo excepto en la desembocadura del Río Colorado, con su mayor densidad en la zona de las grandes islas disminuyendo hacia el

sur del golfo, situación similar a la que se presento en este trabajo (Alvariño, 1969; Brinton *et al.*, 1986; Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera, 1989).

Tabla 2. Lista de especies de quetognatos recolectadas durante invierno y verano en el Golfo de California. Clasificación taxonómica tomada de Casanova (1999).

- Phylum Chaetognatha (Leuckart, 1894)
 - Clase Sagittoidea Claus y Grobben, 1905
 - Subclase Chorismogonata Casanova, 1985
 - Orden Aphragmophora Tokioka, 1965
 - Familia Krohnittidae Tokioka, 1965
 - Género *Krohnitta* Ritter-Záhony, 1910
 - Especie *K. subtilis* Grassi, 1881
 - K. pacifica* Aida, 1897
- Familia Pterosagittidae Tokioka, 1965
 - Género *Pterosagitta* Costa, 1869
 - Especie *P. draco* Krohn, 1853
- Familia Sagittidae Claus and Grobben, 1905
 - Género *Sagitta* Quoy and Gaimard, 1827
 - Especie *S. enflata* Grassi, 1881
 - S. pacifica* Tokioka, 1940
 - S. bedoti* Beraneck, 1895
 - S. decipiens* Fowler, 1905
 - S. robusta* Doncaster, 1903
 - S. neglecta* Aida, 1897
 - S. bierii* Alvariño, 1961
 - S. euneritica* Alvariño, 1961
 - S. pseudoserratodentata* Tokioka, 1939
 - S. regularis* Aida, 1897
 - S. minima* Grassi, 1881

Tabla 3. Densidad promedio (indvs. 1000m⁻³) y porcentual (%) de las especies de quetognatos recolectadas durante febrero (invierno) y agosto (verano) en el Golfo de California, México.

Especie	INVIERNO		VERANO		GLOBAL	
	Densidad promedio	%	Densidad promedio	%	Densidad promedio	%
<i>Sagitta enflata</i>	13699.6	76.12	2080.3	83.75	7890.0	77.05
<i>S. decipiens</i>	1360.7	7.56	90.3	3.63	725.5	7.09
<i>S. minima</i>	1220.4	6.78	120.9	4.87	670.7	6.55
<i>S. euneritica</i>	869.9	4.83	7.9	0.32	438.9	4.29
<i>S. bedoti</i>	336.3	1.87	109.7	4.41	223.0	2.18
<i>S. pseudoserratodentata</i>	112.2	0.62	15.3	0.62	63.7	0.62
<i>S. regularis</i>	110.1	0.61	4.8	0.19	57.5	0.56
<i>S. neglecta</i>	85.9	0.48	26.7	1.07	56.3	0.55
<i>S. pacifica</i>	73.6	0.41	25.5	1.03	49.5	0.48
<i>Kronhitta pacifica</i>	60.4	0.34	0.3	0.01	30.3	0.30
<i>K. subtilis</i>	49.3	0.27	0.5	0.02	24.9	0.24
<i>S bierii</i>	12.4	0.07	0.7	0.03	6.6	0.06
<i>S. robusta</i>	3.9	0.02	0.6	0.03	2.2	0.02
<i>Pterosagitta draco</i>	1.3	0.007	—	—	0.6	0.01

Sagitta decipiens es una especie considerada como mesopelágica que se distribuye entre los 200 y 500 m en la mayoría de las regiones cálidas de los océanos (Casanova, 1999). En el Pacífico se localiza entre los 40 °N y los 34 °S (Bieri, 1959). En la zona de estudio representó el 7.56 % de la densidad en invierno y el 3.63 % en verano. Durante el verano sólo se presentó en quince de las veinte estaciones de muestreo, principalmente a lo largo del eje longitudinal del golfo, evitando la zona cerca de Guaymas y La Paz; mientras que durante el invierno estuvo presente en todas las estaciones, con una densidad superior a los 351 indivs. 1000 m⁻³ (Fig. 12). Su distribución y densidad es similar a lo encontrado por otros autores dentro del golfo (Alvariño, 1969; Brinton *et al.*, 1986; Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera, 1989).

Alvariño (1969) menciona que esta especie mesopelágica habita por debajo de los 200 m de profundidad y en algunas ocasiones se les encuentra en pequeñas cantidades en la superficie principalmente en regiones con surgencias y corrientes ascendentes. Esta autora discute su presencia en las aguas superficiales del Golfo de California, donde el elevado número de organismos en las capas superficiales y su ausencia en las capas más profundas, marcan que la población esta bien establecida en esta zona y que tal vez esto, se este presentando por la cantidad de oxígeno disuelto (superior a 2 ml L⁻¹) importante factor para la distribución de esta especie. Aunque en este trabajo no se hicieron evaluaciones de oxígeno disuelto, Álvarez-Borrego (1983) menciona que el golfo presenta entre 6 ml L⁻¹ a 1 ml L⁻¹ en los primeros 500 m de profundidad; y al igual que Alvariño (1966), en el presente trabajo *S. decipiens* se encontró como la segunda especie en densidad y ampliamente distribuida.

Sagitta minima es considerada como una especie epiplanctónica en la mayoría de las regiones oceánicas, típica de las zonas de mezcla de aguas oceánicas y neríticas (Casanova, 1999). En el Pacífico se distribuye desde los 34 °N en la región oriental y de los 46 °N en la región occidental hasta los 44 °S en ambas regiones, siendo escasa en la parte central de este océano (Alvariño, 1964). En el Golfo de California, Alvariño (1969) la localizó en la región de las grandes islas y hacia el sur alcanzando la boca del golfo, teniendo sus máximas densidades en la primera región (febrero y abril, 1956). Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989) la encontraron en todo el golfo excepto en la desembocadura del Río Colorado, con sus máximas densidades en la zona de las grandes islas. En este trabajo se encontró en ambas temporadas con sus mayores densidades en la zona norte disminuyendo hacia el sur, estando ausente durante el

verano frente a Santa Rosalía y en la boca del golfo y en el invierno al sur de Isla Tiburón y en la parte media del golfo frente a Topolobampo (Fig. 12).

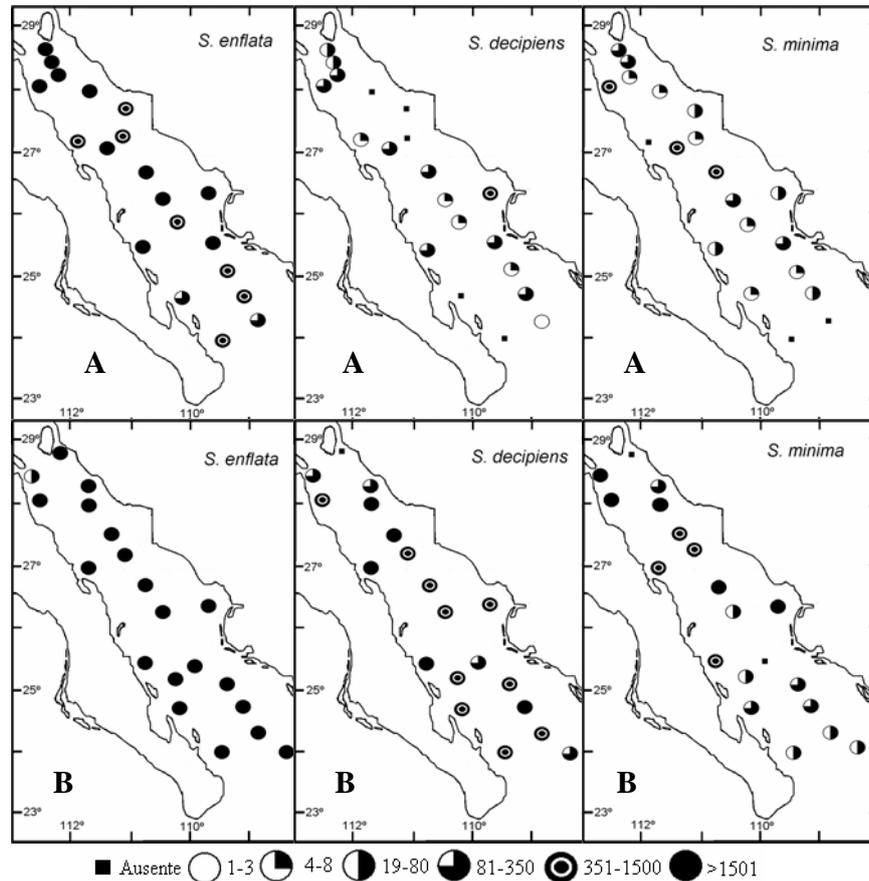


Figura 12. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de *Sagitta enflata*, *S. decipiens* y *S. minima* en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Sagitta bedoti es una especie epipelágica que se distribuye en las regiones neríticas del Indo-Pacífico. En el Pacífico se distribuye desde los 30°N a los 15°S (Alvariño, 1965; 1969). En Golfo de California, Alvariño (1969) sólo encontró a esta especie en la zona sur, denotando el avance de las aguas tropicales; mientras que Medina (1979) encontró a esta especie al sur de Guaymas. En este estudio, *S. bedoti* se distribuyó en todo el Golfo con sus mayores densidades en la zona centro-sur durante las dos épocas, estando ausente en el verano principalmente en la costa peninsular y en el invierno en la costa continental al sur de la Isla Tiburón (Fig. 13).

Sagitta euneritica es una especie típicamente nerítica cuya distribución en el Océano Pacífico se extiende a lo largo de las costas occidentales de Norte América, desde los 45°N hasta

las lagunas costeras de Centroamérica (Alvariño, 1965). Alvariño (1969) la encuentra dentro del Golfo de California con su mayor densidad en las aguas frías y en las zonas neríticas de la parte oriental, destacando su ausencia en la región central; de igual forma Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989) la registraron a lo largo del golfo, principalmente en las estaciones someras. *Sagitta euneritica* se ha registrado como la única especie en el Alto Golfo (Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera, 1989) y en la Laguna de Agiabampo (Gómez-Aguirre y Rivero-Beltrán, 1988). A diferencia de los autores antes mencionados, en esta investigación se le observó ampliamente distribuida en ambas épocas, con su mayor densidad en la parte media del golfo y no sólo en las regiones neríticas; durante el verano se encontró en doce estaciones principalmente a lo largo del eje longitudinal del golfo y en la costa peninsular, mientras que durante el invierno tuvo una distribución más amplia a lo largo de todo el golfo en dieciséis estaciones de muestreo (Fig. 13).

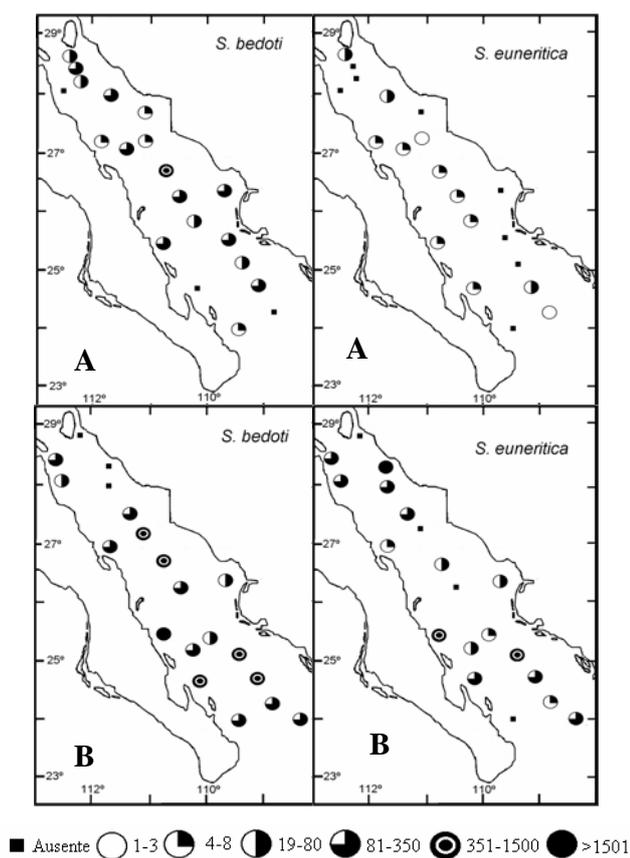


Figura 13. Densidad (indvs. 1000 m^{-3}) de *Sagitta bedoti* y *S. euneritica* en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Las nueve especies restantes representan aproximadamente 3 % de la densidad promedio en ambas temporadas, todas ellas habitantes de las aguas cálidas del Océano Pacífico.

Sagitta neglecta y *S. regularis* registraron densidades menores a 80 indvs. 1000 m⁻³ en el verano y mayores a 80 indvs. 1000 m⁻³ durante el invierno. *S. neglecta* se distribuyó durante el verano en quince estaciones de muestreo a lo largo de todo el golfo, mientras que durante el invierno se observó en once estaciones desde Guaymas hacia el sur en la parte media y en la costa oeste del golfo (Fig. 14). *S. regularis* se presentó en verano sólo en siete estaciones principalmente en el eje longitudinal del golfo, mientras que durante el invierno tuvo una distribución más amplia a lo largo de todo el golfo (Fig. 14).

Sagitta pacifica y *S. pseudoserratodentata* mostraron una amplia distribución en verano, aunque con densidades menores a las que se presentaron en invierno, cuando su distribución se extiende desde Agiabampo hacia el sur (Fig. 14).

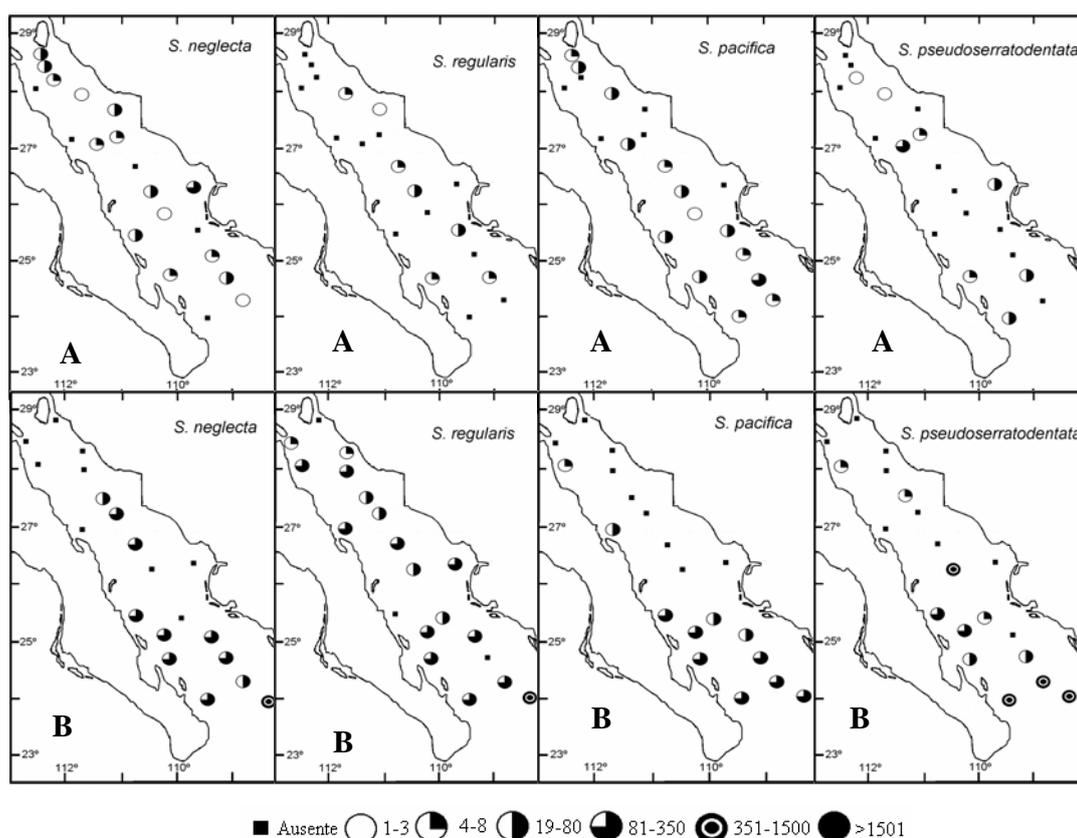


Figura 14. Densidad (indvs. 1000 m⁻³) de *Sagitta neglecta*, *S. regularis*, *S. pacifica* y *S. pseudoserratodentata* en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Las cuatro especies antes mencionadas habitan zonas epipelágicas y tienen una amplia distribución en las regiones cálidas del Océano Pacífico (Alvariño, 1965). En general son consideradas como indicadores de la presencia de aguas tropicales (Bieri, 1959; Alvariño, 1966 y 1969). En cuanto a su distribución dentro del golfo, Alvariño (1969) registró a estas especies sólo en la zona sur. Por otra lado Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989) sólo encontraron a *S. pacifica* en áreas aisladas a lo largo del golfo, desde el alto golfo hasta el sur de Guaymas.

Kronhitta pacifica y *Kronhitta subtilis* son especies oceánicas y tropicales, que en el Océano Pacífico se distribuyen desde los 42 °N hasta los 34 °S (Alvariño, 1965; Brinton *et al.*, 1986). Aquí se registraron esencialmente en la parte sur del golfo, desde Bahía Concepción hasta Cabo San Lucas durante el invierno; en verano, estas especies se presentaron principalmente en la costa continental de Yávaros hacia el sur (Fig. 15, Tabla 3). Alvariño (1969) sólo las encontró en la boca del golfo durante febrero y abril (1956), sin embargo en este trabajo su distribución en invierno fue notablemente mayor, probablemente por la presencia de la masa de Agua Subsuperficial Subtropical localizada en todo el golfo.

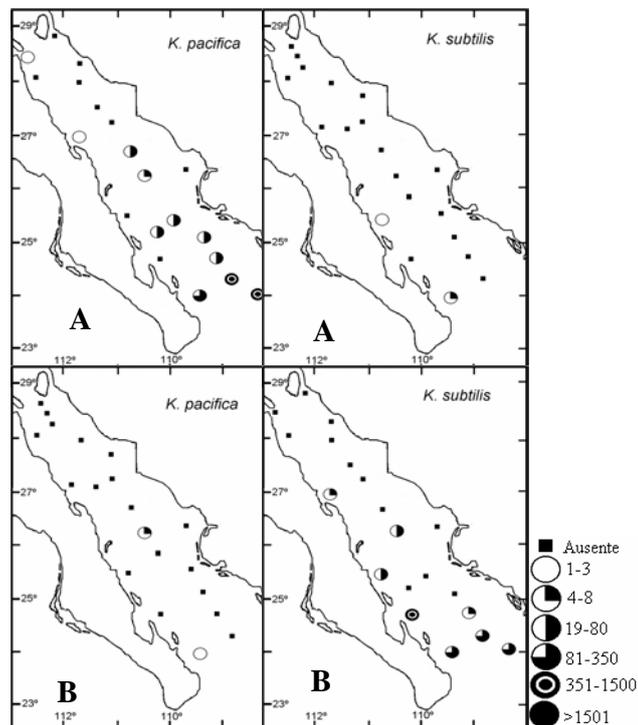


Figura 15. Densidad (indvs. 1000 m⁻³) de *Kronhitta pacifica* y *K. subtilis* en el Golfo de California; México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Pterosagitta draco, *Sagitta bierii* y *Sagitta robusta* fueron especies poco frecuentes con densidades menores a los 80 indvs. 1000 m⁻³, se encontraron en ambas épocas principalmente en la zona sur del área de estudio, exceptuado *P. draco* que sólo se encontró en invierno (Fig. 16).

Sagitta bierii es una especie oceánica típica del Océano Pacífico Oriental que se distribuye de los 45 ° N a los 29 ° S desde la zona oceánica hasta las regiones neríticas (Alvariño, 1965), en la zona estudiada, se le registró con poca frecuencia y densidad solamente al sur del golfo, en la misma zona ha sido observada por Alvariño (1969) y Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989).

Pterosagitta draco se distribuye en el Pacífico principalmente en zonas templado-cálidas entre los 28 °N y los 40 °S (Alvariño, 1965), mientras que *Sagitta robusta* es una especie que habita la zona trópico-ecuatorial (Bieri, 1959). *P. draco* sólo se le observó en invierno mientras que *S. robusta* se observó en las dos temporadas, ambas especies se presentaron principalmente en la zona sur del golfo. La presencia de estas dos especies representa el primer registro para el Golfo de California, sin embargo es común encontrarlas en las zonas inmediatas del Pacífico, se ha observado su presencia en la región de California y la costa occidental de la península de Baja California (Alvariño, 1966 y 1967b) y a lo largo del Pacífico desde los 33 °N (Hida, 1957) hasta los 40 °S (Bieri, 1959).

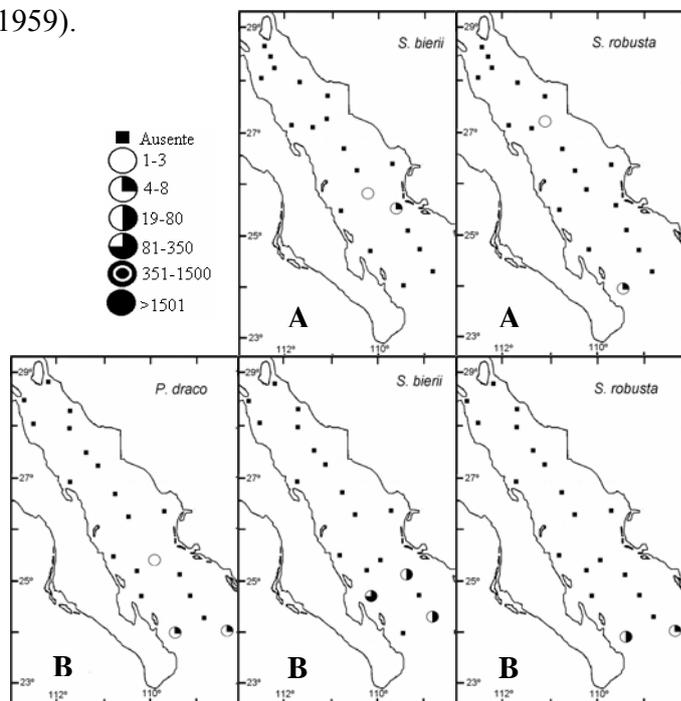


Figura 16. Densidad (indvs. 1000 m⁻³) de *Pterosagitta draco*, *Sagitta bierii* y *S. robusta* en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

Definición de los grupos de quetognatos y su relación con las condiciones ambientales

El análisis cuantitativo de la composición y abundancia de quetognatos del Golfo de California efectuada a través del índice de similitud de Bray-Curtis, definió dos grupos principales de estaciones denominados 'G1' y 'G2', cuya posición geográfica fue variable en ambas épocas de muestreo (Figs. 17 y 18).

De manera complementaria, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) a matrices compuestas de variables físicas (temperatura y salinidad) y biológicas (abundancia por especie de quetognato) para cada época (Tabla 4; Figs. 19 a 22). Los grupos previamente determinados mediante el índice de Bray-Curtis pueden observarse nuevamente en los planos factoriales formados por los tres primeros ejes del ACP (Figs. 19 a 22). Estos análisis revelaron que no existió una consistencia en la composición faunística de los grupos en las dos épocas de muestreo; no obstante, señalaron a la temperatura como el factor físico de mayor influencia en la formación de los grupos (Tabla 5). Así, el grupo 'G1' estuvo relacionado a las temperaturas más altas (19.2 ± 0.6 y 26.4 ± 2.1 °C, en invierno y verano respectivamente) y el grupo 'G2' se relacionó con las temperaturas más bajas (16.5 ± 1.3 °C en invierno y 21.8 ± 1.8 °C en verano) registradas en la zona de estudio (Tabla 5). En el invierno el análisis de Bray-Curtis excluye a las estaciones 2 y 14 de los grupos (Fig. 18), sin embargo en el plano factorial I-III del ACP se observa que dichas estaciones pueden incluirse en los grupos 'G2' y 'G1' respectivamente (Fig. 20B).

Otra diferencia notable entre los grupos durante el verano, fue la densidad promedio de quetognatos, ya que el grupo 'G2' registró la densidad más baja ($\bar{x} = 605.9$ indivs. 1000 m^{-3}), mientras que el grupo 'G1' tuvo la densidad más alta ($\bar{x} = 4,384$ indivs. 1000 m^{-3}). Durante el invierno, las diferencias en densidad entre los grupos no fueron evidentes como en el verano (Tabla 6). Estos mismos resultados han sido observados por otros autores, así en la Corriente de Agulhas, Scheleyer (1985) estudió la variación a lo largo de un transecto, encontrando que la abundancia de quetognatos es diferente en cada zona de la corriente. En el Caribe Mexicano Gasca *et al.* (1996) señalaron la presencia de dos grupos independientes separados principalmente por su abundancia relativa: el primer grupo con densidades bajas de quetognatos (<45 indivs 100 m^{-3}) y el segundo con densidades altas ($65\text{-}760$ indivs 100 m^{-3}).

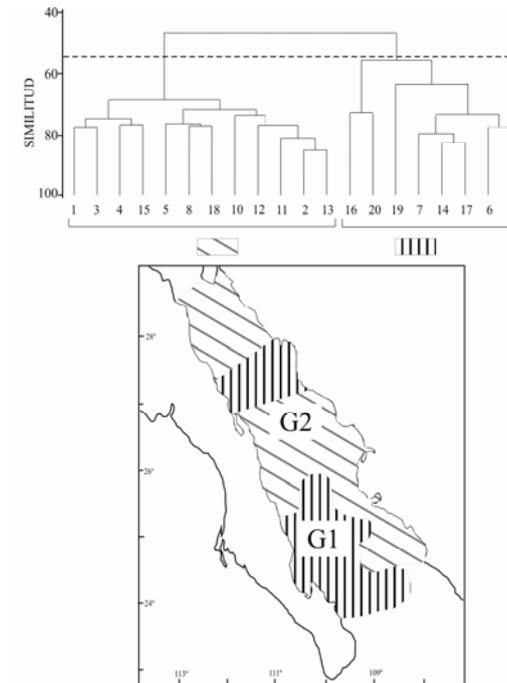


Figura 17. Definición y localización de las asociaciones de quetognatos en el Golfo de California; México durante el verano de 1977, basado en el índice de similitud de Bray-Curtis.

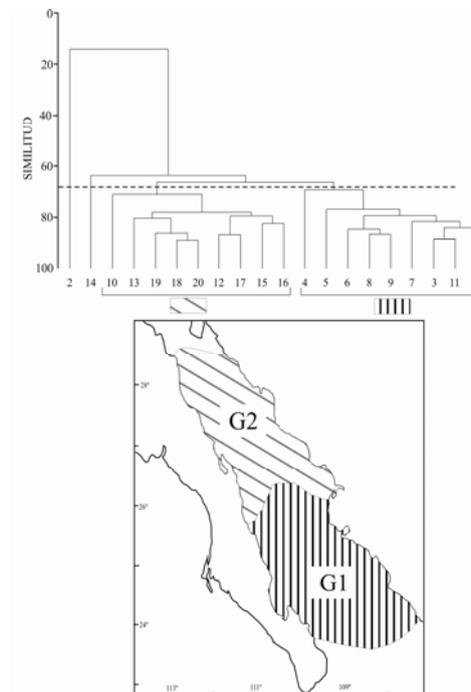


Figura 18. Definición y localización geográfica de las asociaciones de quetognatos en el Golfo de California, México durante el invierno de 1978, de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis.

Tabla 4. Variables físico-biológicas de mayor contribución a la formación de los tres primeros ejes factoriales de un ACP aplicado a matrices de dos épocas de muestreo en el Golfo de California, México. COR correlación de las variables con cada eje, CTR contribución de las variables a la formación de cada eje, □ mayores contribuciones.

	Invierno 1978					
	COR	CTR	COR	CTR	COR	CTR
	EJE I (30.42 %)		EJE II (14.40 %)		EJE III (12.02 %)	
<i>Kronhitta pacifica</i>	521	101	54	22	1	1
<i>K. subtilis</i>	625	121	2	1	255	125
<i>Pterosagitta draco</i>	488	94	164	67	30	14
<i>Sagitta bedoti</i>	27	5	831	340	12	6
<i>S. bierii</i>	129	25	26	11	482	236
<i>S. decipiens</i>	0	0	776	317	52	25
<i>S. enflata</i>	1	0	114	47	212	104
<i>S. euneritica</i>	80	16	0	0	145	71
<i>S. minima</i>	202	39	23	9	4	2
<i>S. neglecta</i>	597	115	72	29	116	57
<i>S. pacifica</i>	476	92	154	63	48	24
<i>S. regularis</i>	373	72	29	12	187	92
<i>S. pseudoserratodentata</i>	588	114	50	20	76	37
Salinidad	179	35	3	1	122	60
Temperatura	634	123	27	11	92	45
Verano 1977						
	EJE I (21.16 %)		EJE II (15.22 %)		EJE III (14.32 %)	
<i>Kronhitta pacifica</i>	3	1	423	174	1	1
<i>K. subtilis</i>	70	21	477	196	220	96
<i>Sagitta bedoti</i>	708	209	0	0	5	2
<i>S. bierii</i>	3	1	76	31	521	227
<i>S. decipiens</i>	384	113	24	10	30	13
<i>S. enflata</i>	699	207	40	16	2	1
<i>S. euneritica</i>	214	63	5	2	23	10
<i>S. neglecta</i>	332	98	60	25	110	48
<i>S. pacifica</i>	62	18	33	14	219	95
<i>S. regularis</i>	85	25	194	80	653	285
<i>S. robusta</i>	177	52	420	172	144	63
Salinidad	60	18	435	179	121	53
Temperatura	277	82	101	41	112	49

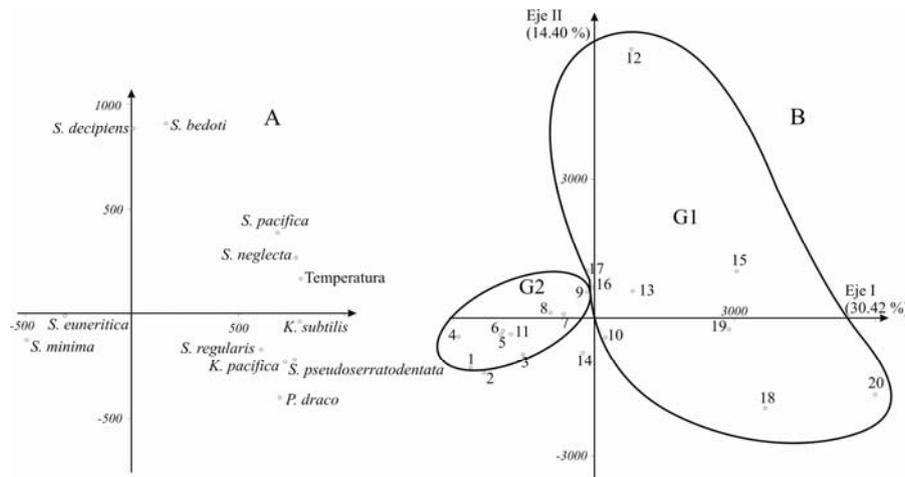


Figura 19. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-II de un ACP efectuado para datos de invierno de 1978. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-II del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).

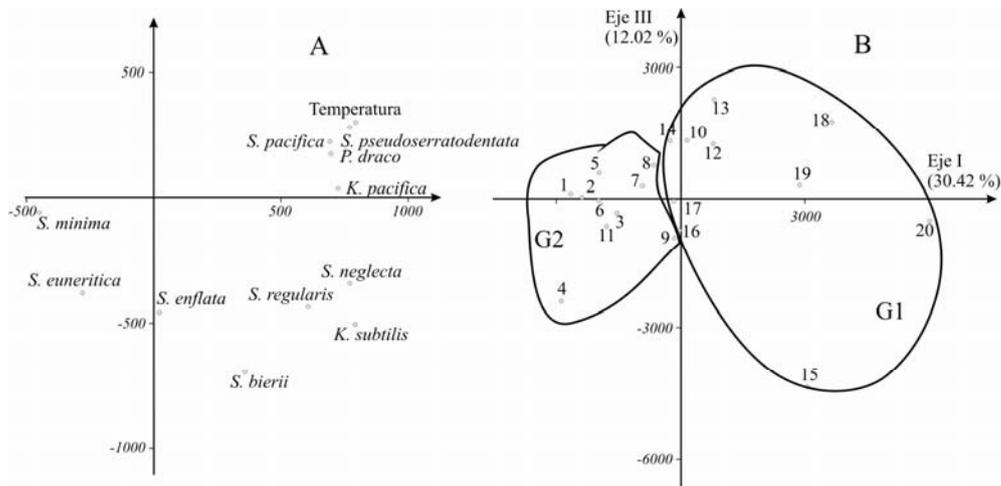


Figura 20 A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-III de un ACP efectuado para datos de invierno de 1978. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-III del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).

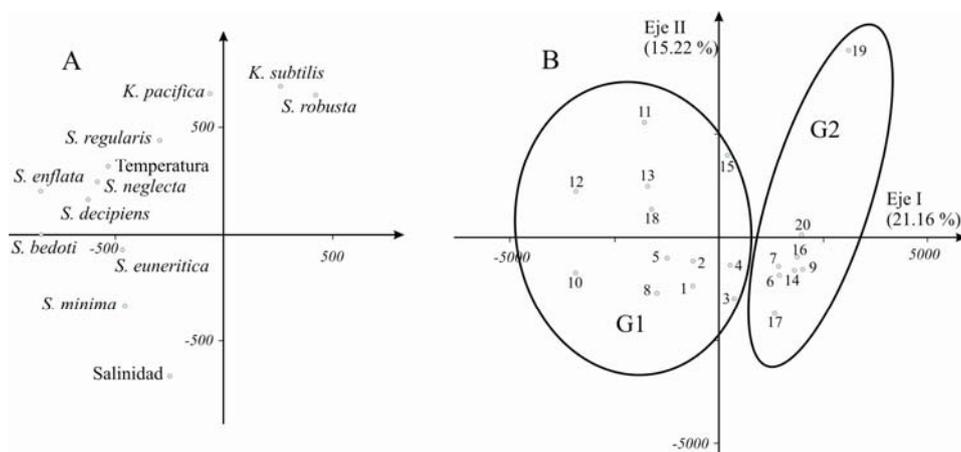


Figura 21. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-II de un ACP efectuado para datos de verano de 1977. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-II del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).

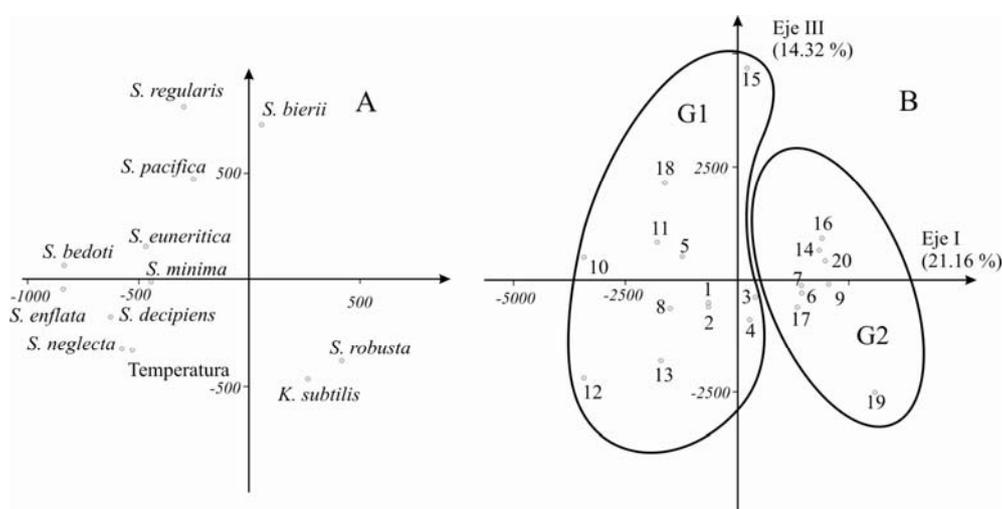


Figura 22. A) Ordenación de variables físicas y biológicas en el plano I-III de un ACP efectuado para datos de verano de 1977. B) Ordenación de estaciones oceanográficas en el plano I-III del ACP (la delimitación de grupos se hizo de acuerdo a resultados del índice de similitud de Bray-Curtis).

Tabla 5. Densidad promedio y frecuencia de aparición de las especies presentes en las asociaciones 'G1' y 'G2' durante el invierno de 1978 y verano de 1977 en el Golfo de California, México. \bar{x} = densidad promedio (indvs. 1000 m⁻³), F = frecuencia de aparición (%).

	Invierno 1978				Verano 1977			
	G1		G2		G1		G2	
	\bar{x}	F	\bar{x}	F	\bar{x}	F	\bar{x}	F
<i>Kronhitta pacifica</i>	128.3	77.8	2.4	33.3	0.3	8.3	0.2	12.5
<i>K. subtilis</i>	108.5	77.8	1.0	11.1	0.2	8.3	0.8	12.5
<i>Kronhitta spp.</i>	4.1	11.1	1.5	11.1	0.1	8.3	—	—
<i>Pterosagitta draco</i>	2.7	22.2	—	—	—	—	—	—
<i>Sagitta bedoti</i>	569.8	100.0	174.6	77.8	175.6	91.7	10.7	75.0
<i>S. bierii</i>	27.6	33.3	—	—	1.1	8.3	0.2	12.5
<i>S. decipiens</i>	1714.3	100.0	1282.5	100.0	147.9	91.7	3.8	50.0
<i>S. euneritica</i>	244.1	77.8	1687.6	88.9	11.0	58.3	3.3	62.5
<i>S. enflata</i>	14171.5	100.0	16073.5	100.0	3894.4	100.0	553.3	100.0
<i>S. minima</i>	184.1	100.0	2527.9	100.0	195.5	100.0	9.0	62.5
<i>S. neglecta</i>	159.5	88.9	31.4	33.3	40.5	75.0	6.0	75.0
<i>S. pacifica</i>	155.9	88.9	4.0	22.2	36.2	75.0	9.4	62.5
<i>S. regularis</i>	131.2	77.8	106.8	100.0	7.5	41.7	0.8	25.0
<i>S. robusta</i>	8.6	22.2	—	—	—	—	1.6	25.0
<i>S. pseudoserratodentata</i>	245.0	88.9	2.6	22.2	21.1	41.7	6.6	37.5

Tabla 6. Promedio \pm desviación estándar de temperatura (°C), de salinidad (ups) y de densidad total (indvs. 1000 m⁻³) de quetognatos en los grupos G1 y G2 definidos en invierno y verano en el Golfo de California, México.

	Invierno 1978		Verano 1977	
	G1	G2	G1	G2
Temperatura	19.2 \pm 0.6	16.5 \pm 1.3	26.4 \pm 2.1	21.8 \pm 1.8
Salinidad	35.3 \pm 0.2	35.2 \pm 0.2	35.1 \pm 0.2	35.0 \pm 0.3
Densidad (\bar{x})	16,287.4 \pm 10,100.2	19,709.5 \pm 1,6021.0	4,384.0 \pm 2,118.5	605.9 \pm 325.8

Durante el invierno los grupos 'G2' y 'G1' mostraron una clara coherencia espacial, pues dividen al golfo en dos partes (Fig. 18), mientras que en el verano, la ubicación geográfica de los grupos no presentó este patrón, pues ambos grupos se encontraron tanto en las partes norte y sur del Golfo de California (Fig. 17), teniendo como factor primordial de separación a la temperatura (Tabla 6). La distribución de los quetognatos generalmente esta relacionada con la localización de las diferentes masas de agua definidas por su temperatura y salinidad (Alvariño, 1969). Grant (1991) señala que la presencia de los quetognatos depende de las condiciones hidrológicas y que las distintas especies están asociadas con masas de agua específicas.

Existen diversos trabajos donde se menciona la afinidad de las especies de quetognatos con determinadas masas de agua, a gran escala Hida (1957) revisó la distribución de los

quetognatos en el Pacífico Central Norte (25-50°N y 157°30'-180° W) encontrando una segregación de las especies en tres zonas que corresponden con tres masas de agua: Agua del Pacífico Norte, Agua del Pacífico Central y una zona de transición en donde éstas se mezclan; mientras que para el Pacífico Ecuatorial Sund y Renner (1959) y Sund (1961) clasificaron a las especies locales en grupos ecológicos dependiendo de su utilidad potencial como “indicadoras de masas de agua”; en escalas menores en el mar de la China Oriental (Xu *et al*, 2004) menciona que las altas densidades de *Sagitta nage* están relacionadas con la presencia de bajas temperaturas mientras que las de *S. bedoti* están dadas por las temperaturas cálidas y en la bahía de Beibu, China Du *et al* (2004) observaron que los cambios que se presentaron en la composición de especies está dada por la presencia de especies de aguas cálidas durante el verano.

Otro factor importante es que tanto la composición faunística como la localización de los grupos no fue consistente en ambas temporadas de colecta, donde las especies consideradas como habitantes de las aguas cálidas del Océano Pacífico (*Sagitta regularis*, *S. neglecta*, *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata*, *S. robusta*, *S. bierii*, *Kronhitta subtilis*, *K. pacifica* y *Pterosagitta draco*) se esperarían asociadas al grupo ‘G1’ donde se tuvieron los valores de temperatura más altos sin embargo se encontraron en ambos grupos. En trabajos realizados con otros grupos del plancton se ha visto una clara división del Golfo de California, donde las diferencias están dadas por el aporte de especies provenientes de las aguas adyacentes del Océano Pacífico, por ejemplo los trabajos de Gilbert y Allen (1943) y Round (1967) donde las especies de fitoplancton dividen al golfo en cuatro zonas; el de Brinton y Townsend (1980) donde el golfo es dividido en dos regiones faunísticas utilizando la distribución de los eufáusidos o el trabajo de Aceves-Medina *et al.* (2004) donde con base en las larvas de peces se definen tres zonas, las cuales varían su distribución a lo largo del año.

La definición de los grupos en cuanto a su localización geográfica y su composición faunística no es clara, lo que probablemente se debe a que en la metodología de recolecta en este trabajo, se utilizaron redes en arrastres oblicuos abarcando la columna de agua desde cerca de los 200 m hasta la superficie, atravesando quizás varias masas de agua (Fig. 10) y no se puede precisar de cual de ellas provienen los ejemplares presentes en cada estación de muestreo.

Riqueza, diversidad y dominancia de quetognatos

En total se registraron 14 especies de quetognatos para el Golfo de California. La riqueza de especies (S) en ambas épocas de muestreo fue prácticamente igual (14 especies en invierno y 13 en verano). En invierno, se observó una clara segregación con los mayores valores en el sur de la zona de estudio. Así, desde Topolobampo a Cabo San Lucas, los valores de S fluctuaron entre nueve y trece especies por estación de recolecta. En el resto del área, los valores de S fueron menores a nueve (Fig. 18B). Durante el verano, la riqueza de especies no mostró un patrón espacial definido y los valores de S fluctuaron entre tres y nueve especies por estación (Fig. 18A).

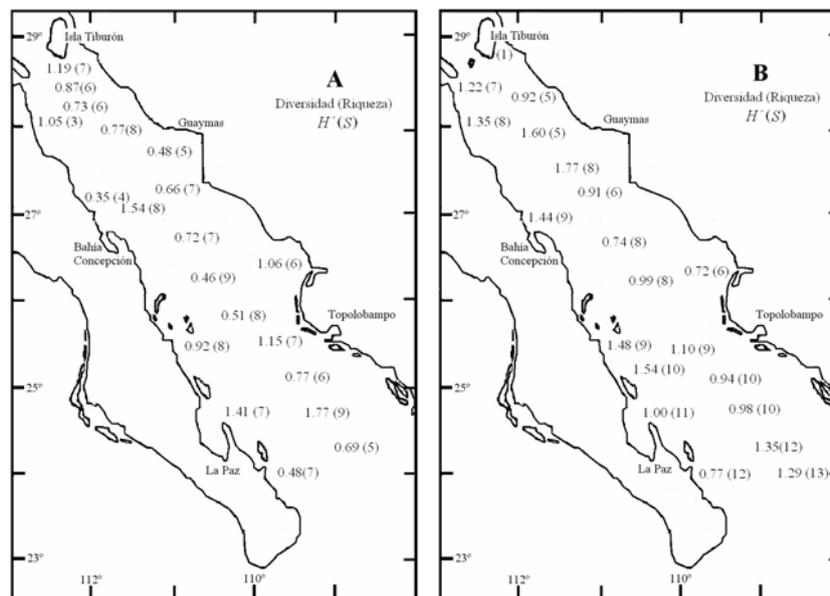


Figura 23. Distribución de la diversidad (H') y la riqueza (S) de especies de quetognatos en el Golfo de California, México. A. Verano 1977. B. Invierno 1978.

De las quince especies registradas previamente en el Golfo de California, sólo fueron observadas 14 en este estudio, 11 epipelágicas y 3 mesopelágicas y se registraron dos nuevas especies las cuales ya se han encontrado en las aguas adyacentes del Océano Pacífico. Sund y Renner (1959) encontraron a *Sagitta robusta* y *Pterosagitta draco* a lo largo del Pacífico Oriental Tropical y Alvaríño (1964 y 1966) marca su presencia a lo largo de la región de California, desde Cabo Mendocino (EUA) hasta el extremo meridional de Baja California (México) (Tabla 4).

Al observar las masas de agua presentes en el área de estudio (Fig. 10), se esperaría una mayor riqueza durante el verano donde el Agua superficial Ecuatorial aportaría un mayor número

de especies de aguas cálidas, sin embargo no se presentó un patrón de distribución (Fig. 18A), probablemente por que hay una mayor mezcla de agua dada por la presencia de un remolino ciclónico superficial localizado cerca de la mitad golfo (Emilsson y Alatorre, 1997), mientras que durante el invierno si se observó una clara división del área de estudio (Fig. 18B), encontrando que la zona sur, con temperaturas más altas corresponden a la zona con mayor riqueza donde se observó la presencia de una mayor cantidad de especies trópico-ecuatoriales (Figs. 14 a 16).

La diversidad calculada mediante el índice de Shannon-Weaver (H') en cada estación de muestreo fue baja en general ($< 1.77 \text{ bits ind}^{-1}$). Durante el invierno, la mitad de las estaciones oceanográficas registraron valores $\leq 1.0 \text{ bits ind}^{-1}$. Los valores intermedios de diversidad (1.0 a $1.5 \text{ bits ind}^{-1}$) se localizaron cerca del margen peninsular de la zona de estudio, en tanto que los valores bajos ($< 1.0 \text{ bits ind}^{-1}$) y altos ($> 1.5 \text{ bits ind}^{-1}$) se encontraron de manera alternada en el margen continental (Fig. 18B). Durante el verano puede considerarse que la diversidad fue menor que en invierno, ya que en trece estaciones se registraron valores $< 1.0 \text{ bits ind}^{-1}$, de los cuales cuatro fueron menores a $0.5 \text{ bits ind}^{-1}$. La distribución espacial de la diversidad no mostró un patrón definido, pues alternadamente pueden encontrarse valores relativamente bajos ($< 1.0 \text{ bits ind}^{-1}$) y altos ($> 1.0 \text{ bits ind}^{-1}$) (Fig. 18A).

Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera (1989) señalan, que la diversidad de quetognatos calculada con el índice de Shannon-Weaver (H') durante marzo-abril de 1985 en el Golfo de California fluctúa entre 0 y $1.8 \text{ bits ind.}^{-1}$, en el presente trabajo la diversidad fue similar ya que los valores observados en el invierno fueron entre 0 y $1.77 \text{ bits ind.}^{-1}$ mientras que en el verano fueron de 0.35 a $1.77 \text{ bits ind.}^{-1}$. Estos autores encontraron los valores máximos en la región costera situada entre la Laguna de Yávaros y la Laguna de Agiabampo, mientras que en el presente trabajo durante el invierno los valores mayores se localizaron principalmente en la costa peninsular y en la parte media hacia la boca del Golfo y durante el verano los valores mayores estaban dispersos a lo largo del golfo.

Los valores de dominancia calculados mediante el índice de Simpson por estación de muestreo fueron altos en general, pues la mayor parte de los valores registrados fueron mayores a 0.5, como era de esperarse a medida que H' decreció, D aumentó. Estos altos valores de dominancia se deben a las altas densidades de *Sagitta enflata* en ambas épocas de muestreo.

Sagitta enflata se ha señalado como especie dominante no sólo dentro del Golfo de California, sino también en otras regiones del Océano Pacífico, tales que el Domo de Costa Rica

donde representó el 73 % de la abundancia total (Segura *et al.*, 1992), en la Bahía de Valparaíso con 46 % (Palma y Rosales, 1995); en el Océano Atlántico, en la Península de Yucatán (Mille-Pagaza *et al.*, 1997), en las costas de Florida (Maidano y Mostajo, 1982) y al norte de Benguela donde representó el 54.1 % de la abundancia total (Duró *et al.*, 1994).

Tabla 7. Especies epipelágicas (Epipel.) y mesopelágicas (Mesopel.) de quetognatos encontradas en el Golfo de California, México y en las aguas adyacentes del Océano Pacífico.

Especie/Referencia	GOLFO DE CALIFORNIA							Aguas adyacentes O. Pacífico
	Alvariño, 1963	Laguarda-Figueras, 1965	Gomez-Aguirre y Rivero-Beltran, 1988	Alvariño, 1969	Brinton <i>et al.</i> , 1986	Hernández-Trujillo y Esquivel-Herrera, 1989	Ruiz-Boijseauneau, 2008*	Sund y Renner, 1959 Bieri, 1959 Alvariño, 1964 y 1966
1 <i>Sagitta enflata</i> (Epipel.)	X	X		X	X	X	X	X
2 <i>S. minima</i> (Epipel.)	X			X	X	X	X	X
3 <i>S. decipiens</i> (Mesopel.)	X			X	X	X	X	X
4 <i>S. euneritica</i> (Epipel.)	X	X	X	X	X	X	X	X
5 <i>S. virrey</i> (Mesopel.)	X			X	X	X	X	X
6 <i>S. regularis</i> (Epipel.)	X			X	X		X	X
7 <i>S. bedoti</i> (Epipel.)	X			X	X		X	X
8 <i>S. hexaptera</i> (Mesopel.)	X			X				X
9 <i>S. neglecta</i> (Epipel.)	X	X		X	X		X	X
10 <i>S. pacifica</i> (Epipel.)	X			X	X	X	X	X
11 <i>S. pseudoserratodentata</i>	X			X		X	X	X
12 <i>S. robusta</i> (Epipel.)							X	X
13 <i>S. macrocephala</i> (Mesopel.)				X				X
15 <i>S. bipunctata</i>								X
16 <i>S. ferox</i>								X
17 <i>S. pulchra</i>								X
18 <i>S. scrippsae</i>								X
19 <i>S. zetesios</i>								X
20 <i>Krohnhitta pacifica</i> (Epipel.)	X			X	X		X	X
21 <i>K. subtilis</i> (Mesopel.)	X			X	X		X	X
22 <i>P. draco</i> (Epipel.)							X	X

*Presente trabajo.

Conclusiones

1.-Con base en los parámetros físico-químicos se identificaron en el Golfo de California tres masas de agua: Agua del Golfo de California (AGC) y Agua Superficial Ecuatorial (ASE) durante el verano (1977) y Agua subsuperficial Subtropical (AsSsT) además de las dos antes mencionadas durante el invierno (1978).

2.- La estructura de la comunidad de quetognatos en el área de estudio fue similar en cuanto a su composición y riqueza, sin embargo al comparar la densidad de quetognatos entre las temporadas de verano (1977) e invierno (1978) se registró una diferencia significativa entre ellas.

3.- Los patrones de distribución de las especies de quetognatos en el Golfo de California durante los periodos de verano (1977) e invierno (1978) fueron similares a los antes reportados para esta área, excepto por la presencia de las especies *Sagitta robusta* y *Pterosagitta draco* las cuales son nuevos registros para el golfo, sin embargo son comunes en la aguas adyacentes del Océano Pacífico.

4.- La diversidad en ambas temporadas del año fue semejantes; presentando un patrón de distribución en el invierno de norte a sur mientras que en el verano no se presentó, probablemente como consecuencia a la mayor mezcla dada por la presencia en la parte media del golfo de un remolino ciclónico superficial.

5. En ambas épocas de año se definieron dos grupos, determinados por las diferencia principalmente en los valores de temperatura y por la densidad de las especies de quetognatos, sin embargo la composición faunística de los grupos no fue consistente debido al tipo de muestreo (abarrido) utilizado en este estudio, donde hubo una mezcla de organismos pertenecientes a distintas masas de agua.

Literatura Citada

- Aceves-Medina, G., S.P.A. Jiménez-Rosenberg, A. Honijosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R.J. Saldierna-Martínez & P.E. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology* 65: 832-847.
- Álvarez, M.M. 1988a. Informe de datos oceanográficos. Crucero AA7704. pp: 157-196. En: Secretaria de Pesca (ed). *Informes de Cruceros de Investigación Pesquera*. Secretaría de Pesca-Instituto Nacional de la Pesca. México.
- Álvarez, M.M. 1988b. Informe de Datos Oceanográficos. Crucero AA7802. pp: 271-311. En: Secretaria de Pesca (ed). *Informes de Cruceros de Investigación Pesquera*. Secretaría de Pesca-Instituto Nacional de la Pesca. México.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. pp: 427-449. In: Ketchum, B.H. (ed). *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Pub. Amsterdam.
- Álvarez-Borrego, S. & J.R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. The Gulf and Peninsular Province of the California. *American Association of Petroleum Geologist Memoir* 47: 555-567.
- Álvarez-Borrego, S. & R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 6(1-2): 43-63.
- Álvarez-Sánchez, L.G., M.R. Stevenson & B. Wyatt. 1978. Circulación y masas de agua en la Región de la Boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas* 5(1): 57-69.
- Alvariño, A. 1963. Quetognatos epiplantónicos del Mar de Cortés. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 24: 97-203.

- Alvariño, A. 1964. Zoogeografía de los quetognatos, especialmente en la Región de California. *Ciencia* 23(2): 51-74.
- Alvariño, A. 1965. Chaetognaths. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 3: 115-194.
- Alvariño, A. 1966. Zoogeografía de California: quetognatos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 27: 199-243.
- Alvariño, A. 1967a. The Chaetognatha of the Naga Expedition (1959-1961) in the South China Sea and the Gulf of Thailand. *Report of Naga Expedition* 4: 1-197.
- Alvariño, A. 1967b. Bathymetric distribution of chaetognatha, siphonophorae, medusae and ctenophorae off San Diego, California. *Pacific Science* 21(4): 474-485.
- Alvariño, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: quetognatos, sifonóforos y medusas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Serie Ciencias del Mar y Limnología* 40(1): 11-54.
- Alvariño, A. 1985. Predation in the plankton. *Investigaciones Marinas* 2(1):1-122.
- Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. pp: 99-112. *En: Lavín, M.F. (ed.) Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Unión Geofísica Mexicana Monografía 3.*
- Baumgartner, R.T. & N. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Journal Marine Research* 43: 825-848.
- Bieri, R. 1959. The distribution of planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. *Limnology and Oceanography* 4:1-28.

- Boltovskoy, D. 1981. Chaetognatha. pp: 759-785. *En: Boltovskoy, D. (ed). Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*. Publicación Especial del INIDEP. Mar de Plata, Argentina.
- Bougis, P. 1976. *Marine Plankton Ecology*. North Holland American Elsevier. Amsterdam-Oxford. 355 p.
- Bray, N.A. 1988a. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 93(C5): 4993-5020.
- Bray, N.A. 1988b. Water mass formation in the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 93(8): 9223-9240.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities the Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 235-249.
- Brinton, E. & A.W. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf of California the 1957 cruises. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report 21*: 211-236.
- Brinton, E., A. Fleminger & D. Siegel-Causey. 1986. The temperature and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report 27*: 228-266.
- Casanova, J.P. 1999. Chaetognatha. pp: 1352-1374. *In: Boltovskoy, D. (ed). South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden. Netherlands.
- Douglas, M.W., R.A. Maddox, K. Howard & S. Reyes. 1993. The mexican monsoon. *Journal of Climate* 6: 1665-1677.

- Du, F., C. Li & X. Jia. 2004. The species composition and community structure of chaetognatha in Beibu Bay. *Journal of Fishery Sciences of China/Zhongguo Shuichan Kexue* 11(1): 59-64 (resumen en inglés).
- Duro, A., J.M. Gili & P. Andreu. 1994. Influence of the pycnocline on the vertical migration of chaetognaths in the Northern Benguela. *Journal of Plankton Research* 16(9): 1149-1165.
- Emilsson, I. & M.A. Alatorre. 1997. Evidencia de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. pp: 173-182. En: Lavín, M.F. (ed). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana Monografía 3.
- Feigenbaum, D.L. & R.C. Maris. 1984. Feeding in the Chaetognatha. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 22: 343-392.
- Field, J.G., K.R. Clarke & R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8: 37-52.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.
- Gasca, R., J.N. Álvarez-Cadena & E. Suárez-Morales. 1996. Chaetognath assemblages in the Mexican Caribbean Sea (1991). *Caribbean Marine Studies* 5: 41-50.
- Gaughan, D.J. & W. Fletcher. 1997. Effects of the Leeuwin Current on the distribution of carnivorous macrozooplankton in the shelf waters off Southern Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45(1): 89-97.

- Gaxiola-Castro, G., S. Álvarez-Borrego, M.F. Lavín, A. Zirino & S. Nájera-Martínez. 1999. Spatial variability of the photosynthetic parameters and biomass of the Gulf of California phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 21(2): 231-245.
- Gilbert, J.Y. & W.E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the "E. W. SCRIPPS" in 1933 and 1940. *Journal of Marine Research* 5(2):89-110.
- GLOBEC. 1995. A long range science plan 1995-2005. *Global Ocean Ecosystems Dynamics and Climate Change Report 12* (April): 1-12.
- Gómez-Aguirre, S. & C. Rivero-Beltrán. 1988. Variación estacional de *Sagitta euneritica* (Chaetognatha) en la Laguna de Agiabampo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 2: 697-706.
- Grant, G.C. 1991. Chaetognatha from the Central and Southern Middle Atlantic bight: species composition, temperature-salinity relationship and interspecific associations. *Fishery Bulletin* 89(1): 33-40.
- Griffiths, R.C. 1968. Physical, chemical and biological oceanography of the entrance to the Gulf of California, Spring of 1960. *U.S. Fish Wildlife Service Special Science Report Fisheries* 573: 1-46.
- Hernández-Trujillo, S. & A. Esquivel-Herrera. 1989. Los copépodos y quetognatos del Golfo de California en la primavera de 1985. *Investigaciones Marinas* 4(2): 151-164.
- Hida, T.S. 1957. Chaetognaths and pteropods as biological indicators in the North Pacific. *Special Scientific Report Fisheries* 215: 1-13.
- Infante, G.S. & G.P. Zárate L. 1984. *Métodos Estadísticos un Enfoque Interdisciplinario*. Ed. Trillas. D.F. México. 643 p.

- Jiménez-Pérez, L.C. 1989. Variación temporal del zooplancton de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 15(3):81-96.
- Kotori, M., 1972. Vertical distribution of chaetognats of the Northern North-Pacific Ocean and Bering Sea. pp: 291-308. *In: Takenouti, A.Y. (ed). Biological Oceanography North Pacific Ocean.* Idemitsu Shoten.
- Laguarda-Figueras, A. 1965. Contribución al conocimiento de los quetognatos de Sinaloa. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 36: 215-228.
- Lavín, M.F., E. Beier & A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. pp: 141-171. *En: Lavín, M.F. (ed). Contribuciones a la Oceanografía Física en México.* Unión Geofísica Mexicana Monografía 3.
- Lavín, M.F., G. Gaxiola-Castro & J.M. Robles. 1995. Winter water masses and nutrients in the Northern Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 100(C5): 8587-8605.
- Legendre, L. & P. Legendre. 1979. *Écologie Numérique 1. Le Traitement Multiple Des Données Écologiques.* Masson, Paris. 197 p.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Croom Helm, Londres, Inglaterra. 179 p.
- Maidano, I.N. & E.L. Mostajo. 1982. Fauna de quetognatos de las costas este y oeste de la Península de Florida (EEUU). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 121 (12): 153-159.

- Medina R., M. D. 1979. Análisis sobre la distribución horizontal de organismos planctónicos en el sur del Golfo de California, con referencia especial al phylum Chaetognatha. *Tesis Profesional*. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. 76 p.
- Mille-Pagaza, S., R. Reyes-Martínez & M.E. Sánchez-Salazar. 1997. Distribution and abundance of Chaetognatha on the Yucatan shelf during May, 1986. *Gulf Research Report* 9(4): 263-275.
- Mironov, G.N. 1960. The food of plankton predators. 2. Food *Sagitta*. *Trudy Sevastopol Biologicheskoi Stantsii*. 13: 78-88.
- Osorio-Tafall, B.F. 1946. Contribución al conocimiento del Mar de Cortés. *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística Boletín* 62: 98-130.
- Palma, G.S. & G.S. Rosales. 1995. Composition, distribution and seasonal abundance of macroplankton in Valparaiso Bay. *Investigaciones Marinas* 23: 49-66.
- Pierrot-Bults, A. 1996. Chaetognatha. pp: 529-596. *En*: Gasca, R. & E. Suárez-Morales (eds). *Introducción al Estudio del Zooplancton Marino*. ECOSUR-CONACyT. México.
- Pierrot-Bults, A.C. & V.R. Nair. 1991. Distribution patterns in chaetognatha. pp: 86-116. *In*: Bone, Q., H. Kapp & A.C. Pierrot-Bults (eds). *The Biology of Chaetognaths*. Oxford University Press. New York, USA.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Science* 12(1): 21-44.

- Roden, G.I & I. Emilsson 1979. Oceanografía física del Golfo de California. pp: 1-67. *En: Ayala-Castañares, A., F.B. Phleger, R. Schwartzlose & A. Laguarda (eds). Memorias del Simposio El Golfo de California.* Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Roden, G.I. & G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research* 18(1):10-35.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 1: 76-97.
- Ruiz-Boijseauneau, I., L. Sanvicente-Añorve & M.A. Fernández-Álamo. 2004. Chaetognath assemblages in Bahía de Banderas, México. *Bulletin of Marine Science* 75(1): 51-61.
- Schleyer, M.H. 1985. Chaetognaths as indicators of water masses in the Agulhas Current System. *Report Oceanography Research Institute Durban.* 61: 1-20.
- Secretaría de Gobernación/UNAM. 1988. *Islas del Golfo de California.* Secretaría de Gobernación/Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 292 p.
- Segura, L., R.M. Hernández & L. Morones. 1992. Distribución de los quetognatos (Chaetognatha) en la región del Domo de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 40(1): 35-42.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1963. *The Mathematical Theory of Communication.* University Illinois Press. Illinois, USA 117 p.

- Sund, N.P. 1961. Algunas características de la autoecología y distribución de los quetognatos en el Océano Pacífico Oriental Tropical. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 5(4): 332-340.
- Sund, N.P. 1964. The chaetognths of waters of the Peru Region. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 9(3): 189-215.
- Sund, N.P. & J.A. Renner. 1959. Los quetognatos de la expedición EASTROPIC, con apuntes sobre su posible valor como indicadores de las condiciones hidrográficas. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin* 3(9): 423-436.
- Taylor, L.R. 1967. Aggregation, variance and mean. *Nature* 189: 732-735.
- Thunell R., C. Pridell, P. Ziveri, F. Muller-Karger, C. Sancetta & D. Murray. 1996. Plankton response to physical forcing in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research* 18(11): 2017-2026.
- Torres-Orozco, E. 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. *Tesis de Maestría*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. 80 p.
- Wyrтки, K. 1966. Oceanography of the Eastern Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Annual Review* 4: 33-68.
- Xu Z., Y. Dai & Y. Chen. 2004. Relationship between chaetognatha abundance and environmental factors in the East China Sea. *Journal of Shanghai Fisheries University/Shanghai Shuicahn Daxue Xuebao* 13(3): 203-208 (resumen en inglés).