



**UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y  
TECNOLÓGICAS**

**POSGRADO EN BIOCENCIAS**

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LOS  
PECES MÁS REPRESENTATIVOS EN LA  
FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN Y SU  
RELACIÓN CON VARIABLES  
OCEANOGRÁFICAS DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA**

**TESIS**

**Para obtener el grado de:**

**DOCTOR EN BIOCENCIAS**

**Presenta:**

**CARLOS HIRAM RÁBAGO QUIROZ**

**Hermosillo, Sonora, México**

**agosto de 2012**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

SH327.6  
.R32

Distribución y abundancia de los peces más representativos en la fauna acompañante del camarón y su relación con variables oceanográficas del Golfo de California

TESIS

para obtener el grado de

DOCTOR EN BIOCENCIAS

Presenta:

CARLOS HIRAM RÁBAGO QUIROZ

T- 160212

Hermosillo, Sonora, México

agosto de 2012

Hermosillo, Sonora, a 18 de octubre del 2012.

Estimados Profesores:

Por este conducto les estoy haciendo entrega de la Tesis de Doctorado impresa de Carlos Hiram Rábago Quiroz. Favor de firmar de recibido:

Dra. Juana López Martínez

-----

Dr. José Eduardo Valdez Holguín

-----

Dr. Salvador Emilio Lluch Cota

-----

Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata

-----


Dr. Alf Enrique Meling López

-----

Atentamente  
"El Saber de Mis Hijos Hará Mi Grandeza"

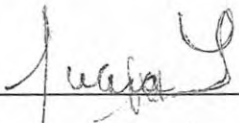
Dr. Luis Ángel Medina Juárez  
Coordinador

c.c.p. Archivo.

*Recibi todos los  
ejemplares para su  
disponibilidad*  


## APROBACIÓN

Los miembros del Comité designado para revisar la tesis intitulada “Distribución y abundancia de los peces más representativos en la fauna acompañante del camarón y su relación con variables oceanográficas del Golfo de California” presentada por el **M. en C. Carlos Hiram Rábago Quiroz**, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Biociencias** con especialidad en **Ecología Costera**.



---

Dra. Juana López Martínez  
Co-Director de Tesis




---

Dr. José Eduardo Valdez Holguín  
Co-Director de Tesis



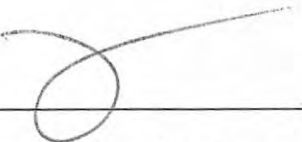
---

Dr. Salvador Emilio Lluch Cota  
Sinodal



---

Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata  
Sinodal



---

Dr. Alf Enrique Meling López  
Sinodal

## **DEDICATORIA**

A mis padres Arsenio Gean Rábago Islas y Gloria Silvia Quiroz Salas, quienes siempre me han apoyado a seguir adelante.

A mis hermanos Trinidad del Carmen, Arsenio Jean, Jaime Armando y Guadalupe, los cuales siempre me han tendido la mano en cualquier momento.

A mis sobrinos Jesús Armando, Silvia María, Jean Javier, María Jimena, Cristian, Raúl Armando, Jesús Enrique y Dariana.

A una persona que llego a mi vida en el tiempo que estaba culminando esta tesis, la cual fue de gran apoyo, me brindo su compañía y cariño, Gracias Ariadne!

A la memoria de mi Abuelo Armando Quiroz y de mi tío Raúl Acosta.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar dándole las gracias a la Dra. Juana López, por darme la oportunidad de participar desde hace ya varios años en sus proyectos de investigación. Gracias Dra. Juanita por creer en mí, pero sobre todo, por darme la oportunidad de creer en mí mismo. Le agradezco todos sus consejos y atenciones para auxiliarme en el proceso de mi formación. ¡Espero que sean muchos años más de colaboración!

De igual forma quiero agradecer a mi codirector de tesis, el Dr. Eduardo Valdez, por brindarme todas las facilidades en el transcurso de mi formación en el posgrado en Biociencias de la Universidad de Sonora y por el apoyo constante para el planteamiento, desarrollo y culminación de este trabajo.

Mi sincero agradecimiento también a cada uno de los miembros de mi comité: Dr. Miguel A. Cisneros Mata, Dr. Salvador E. Lluch Cota y Dr. Alf E. Meling López; por sus valiosas críticas, comentarios y sugerencias para el desarrollo y conclusión de éste trabajo.

A la Universidad de Sonora y en especial al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICTUS), por haberme dado la oportunidad y todo el apoyo para estudiar en el Posgrado en Biociencias.

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el otorgamiento de la beca numero 21504, durante mis estudios doctorales. Y a la Universidad de Sonora por la beca ayudantía que me concedió para la finalización de mi tesis.

Este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero de diferentes proyectos de Investigación: proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-002-089 y 2003-002-024, Proyecto FUNDACIÓN PRODUCE Sonora 26-2009-1356, Proyecto CIBNOR EP12 y Proyecto CONACYT FLUCARGOC II 84944.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y al Instituto Tecnológico de Guaymas por el apoyo recibido para mi formación y durante mis estancias en estas instituciones. En especial al Dr. Enrique Morales Bojórquez, al Dr. Edgar Lanz Sánchez, al Dr. Alejandro Acevedo Cervantes y al Geol. Gustavo Padilla.

Al Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) por el apoyo y las facilidades en la obtención de las muestras; y muy en especial al Dr. Manuel Nevárez Martínez de CRIP Guaymas, por todo el apoyo brindado.

A la Administración Nacional Aeronáutica y del Espacio (NASA), por las imágenes de satélite obtenidas de su sitio web [www.oceancolor.gsfc.nasa.gov](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov).

Al personal del Laboratorio de Pesquerías y personal técnico del CIBNOR, Campus Guaymas, en especial a la M. en C. Eloísa Herrera Valdivia, M. en C. Jesús Padilla Serrato, M. en C. Edgar Alcántara Razo y Dr. Rufino Morales Azpeitia por el apoyo técnico y logístico en la conformación y análisis de las bases de datos, así como en la revisión del documento de tesis.

A mis compañeros de generación del posgrado en Biociencias: Tania, Gabriel, Manuel, Edgar, Rocío, Ely, Hernán y Edgar Petri; gracias por todos los buenos momentos de convivencia y esparcimiento. Para esto también contribuyeron los compañeros del posgrado



(internos y externos) y personal técnico del CIBNOR de Guaymas: Ariande, Michelle, Ariana, Marfisa, Esteban, Edgar, Gustavo, Guillermo, Pedro, Javier (Tello), Pablo, Tony y Baltazar.

¡A Todos Muchas Gracias, por el Apoyo y Confianza!

## ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
Acta de Revisión de Tesis	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice General	viii
Resumen-Abstract	x
Índice de Figuras	xiv
Índice de Tablas	xviii
Introducción	1
Hipótesis	8
Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Metodología	10
Área de Estudio	10
Material y Métodos	16
<b>Capítulo 1</b> Caracterización y determinación de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón a través de índices ecológicos.	23
Caracterización de la fauna acompañante del camarón en los cruceros de veda.	23

Determinación de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón a través de índices ecológicos.	26
<b>Capítulo 2</b> Distribución latitudinal y batimétrica de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón y fauna de profundidad mayor a los 90 m.	41
Prospecciones a profundidades mayores a las 90 m para complementar la información de distribución latitudinal y batimétrica.	45
<b>Capítulo 3</b> Asociaciones ecológicas de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón.	54
<b>Capítulo 4</b> Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y abundancia a través del método de área barrida, como índices de abundancia para las especies de peces más comunes y abundantes.	65
Estimaciones de la CPUE como un índice de abundancia relativa.	65
Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida.	65
Precisión de los estimados de abundancias a través del método de Pennington (Distribución Delta).	70
Estimaciones de abundancias por estrato de profundidad.	81
<b>Capítulo 5</b> Uso de datos de variables oceanográficas (TSM y Clorofila-a) tomados de satélite, como posibles predictores de la distribución y abundancia de las especies.	85
Conclusiones	104
Recomendaciones	106
Literatura Citada	108
Anexos	137

## RESUMEN

La pesca de arrastre del camarón se lleva a cabo en zonas costeras entre los 9 y 90 m de profundidad, en regiones donde se concentran una gran variedad de especies y donde el impacto de la extracción directa, daño o muerte de plantas y animales que viven en el fondo marino, alteración de la estructura y complejidad del hábitat, así como cambios en la estructura de la comunidad y reducciones en la biodiversidad bentónica, hacen que la afectación de esta actividad sobre las especies capturadas incidentalmente sea un tema de preocupación. Se han planteado diversos procedimientos regulatorios y de manejo para mitigar esta problemática tales como periodos de veda, cierre de áreas y restricciones de artes y tecnologías de pesca. Sin embargo, para implementar dichas acciones con efectividad se requiere el identificar los patrones espacio-temporales de composición, distribución y abundancia de las especies capturadas incidentalmente; las áreas y localidades donde han ocurrido cambios; alteraciones en el ciclo de vida de las poblaciones impactada, entre otros. En virtud de lo anterior, en esta tesis se aborda la distribución y abundancia de las especies de peces más comunes y abundantes en la captura incidental de arrastres camaroneros en el Golfo de California y el uso de datos de variables oceanográficas tomados de satélite (Temperatura Superficial del Mar "TSM" y Clorofila-a "Chlo"), como posibles predictores de la distribución y abundancia de estas especies, en un sentido espacial. Para ello, fueron tomadas muestras de la captura incidental de arrastres camaroneros durante julio y agosto del 2004, 2005 y 2007, en una serie de 65 estaciones a lo largo de la plataforma continental de Sonora y parte de Sinaloa y Baja California. Se caracterizaron las especies representativas utilizando como criterios la abundancia, frecuencia de ocurrencia y peso en cada muestreo, con apoyo de índices ecológicos (IAR, IVB e IIR). Las especies más comunes y abundantes (28) y sus abundancias fueron empleadas para definir grupos basados en matrices de similitud y análisis de agrupamiento (clúster a través del método de Ward). Como índices de abundancia, fue estimada la CPUE y valores obtenidos a través del método de área barrida y para una mejor precisión de estos estimados se hicieron pruebas a través del método de Pennington (Distribución Delta). Así mismo, se estimaron las abundancias de estas especies por estrato de acuerdo a la profundidad de captura. Para determinar una posible relación entre la TSM-Chlo y la distribución y abundancia de las 28 especies, se dividió el área muestreada

en zonas y cuadrantes y se asociaron mediante análisis de regresión los valores de variables oceanográficas con los valores de abundancia de cada muestreo, en base semanal y mensual y en un sentido espacial. Se analizaron 125 muestreos (lances) y un total de 19,186 organismos, entre peces, crustáceos, moluscos y equinodermos. Entre las 28 especies que se reconocieron como las más comunes y abundantes, todas del grupo de los peces, destacan *Urobatis halleri*, *Synodus scituliceps*, *Eucinostomus argenteus*, *Diplectrum pacificum* y *Haemulopsis nitidus*. En general las 28 especies presentaron una amplia distribución latitudinal y batimétrica dentro de la zona de estudio, pudiendo atribuirse esto, a la posición geográfica del Golfo en una zona de transición donde se manifiestan especies de afinidades templadas, tropicales y de transición templado-cálidas. Los índices de abundancia empleados mostraron valores muy similares entre sí en cada uno de los años de muestreo, lo que refleja consistencia. Para la mayoría de las 28 especies más del 10% de la biomasa total se presentó en el estrato de profundidad de los 29 a 68. Con los análisis y variables utilizadas no se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre las variables oceanográficas y la distribución y abundancia de las 28 especies consideradas a una escala pequeña. Sin embargo, en el análisis de agrupamiento, se identificaron tres agrupaciones o ensamblajes de especies, lo que se correspondió con las características oceanográficas a gran escala de cada región del Golfo de California (norte, centro y sur).

**Palabras clave:** *Golfo de California, captura incidental de camarón, índices ecológicos, distribución, abundancia*

## ABSTRACT

The shrimp trawl fishery is carried out in coastal areas between 9 and 90 m of depth, in regions where a variety of species are concentrated and where the impacts in the direct extraction, damage and death of plants and animals that live on the seabed, alteration of habitat structure and complexity, and changes in community structure and reductions in benthic biodiversity, makes the affectation of this activity on bycatch species be a concern topic. Several regulatory management procedures such as closed seasons controlled fishing area and restrictions on fishing gears and technology have been proposed. However, to effectively implement those actions required identifying: spatiotemporal patterns in composition, distribution and abundance of bycatch species; areas and localities where significant reductions in these parameters have occurred; changes or alterations in the life cycle of impacted populations, among others. For these reasons, the aim of this thesis was evaluated the distribution and abundance of the most common and abundant fish species of the shrimp trawl bycatch in the Gulf of California and the use of oceanographic variables data (Sea Surface Temperature "SST" and Chlorophyll-a "Chlo") taken from satellite images as potential predictors of the abundance and distribution of these species. Samples of shrimp trawl bycatch during July and August of 2004, 2005 and 2007, were taken in a network of 65 stations, along the continental shelf of Sonora State, and part of Sinaloa and Baja California. Were characterized the most representative species and the criteria for this selection were drawn from abundance, frequency of occurrence and weight in each sampling, using ecological indices (Index of Relative abundance "IRA", Biological Value Index "BVI", Index of Relative Importance "IRI"). The most common and abundant species (28) and their abundances were used to define study groups based on similarity matrices and cluster analysis (using Ward's method). The catch per unit of effort (CPUE) and values obtained through the swept area method were estimated as abundance indices and for a better accuracy of these estimates were evaluated by the method of Pennington (Delta Distribution). Likewise, it was estimated the abundances of these species by strata according to depth of capture. To determine the relationship between TSM-Chlo and the distribution and abundance of these 28 species, sampled area was divided into zones and quadrants; and through the regression analysis it was determined this relationship, between the information of abundance and TSM-

Chlo of each sampling, on a monthly and weekly basis. There were analyzed 125 fish hauls and > 19,000 organisms, including fish, crustaceans, mollusks, and echinoderms. Twenty-eight species were the most common and abundant, all from the fish group, and most notably *Urobatis halleri*, *Synodus scituliceps*, *Eucinostomus argenteus*, *Haemulopsis pacificum* and *Diplectrum nitidus*. A wide latitudinal distribution along the study area, as well as a bathymetric distribution from 9 to 67m depth, was generally observed in these 28 species; that can be attributed to the geographical position of the Gulf of California in a temperate-tropical transition zone, where the bycatch species represent temperate, tropical, and transitional affinities. Abundance indices used showed very similar values between each sampled year, which reflects consistency of these. Abundances greater than 10% of the total biomass occurred in the depth strata of 29 to 68 m for most of the 28 species; it could have implications for the survival of these species. With the analysis and variables used no were found statistically significant relationships between TSM-Chlo and the distribution and abundance of the considered species, in a small-scale. However, in the clustering analysis three species groups or assemblages were formed and these were chords with the large-scale oceanographic features of each region of the Gulf of California (north, center and south).

**Keywords:** *Gulf of California, shrimp bycatch, ecological indices, distribution, abundance.*

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Áreas de estudio donde se muestra los sitios de pesca habitual de la flota camaronera del Estado de Sonora en el Golfo de California Tomado de López-Martínez (2002).	10
2	Áreas cubiertas durante: a) cruceros de veda del camarón de 2004 al 2005 y 2007; y b) cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 metros de 2004 al 2007 en el Golfo de California.	17
3	Sistema de arrastre utilizado para la captura de camarón, en el Golfo de California (Tomado de INP, 2003).	19
4	Composición por grupo zoológico de la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	24
5	Número de especies por grupo zoológico en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	24
6	Diagrama de las profundidades de muestreo durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	25
7	Localización latitudinal de las profundidades de muestreo durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	25
8	Agrupación de las especies de peces en la fauna acompañante del camarón, en función de su abundancia relativa, durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	28
9	Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (a).	42
10	Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de	43



	veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (b).	
11	Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (c).	44
12	Distribución latitudinal y batimétrica de: a) <i>P. analis</i> y b) <i>S. scituliceps</i> , combinando información de cruceros de veda y de profundidad en el Golfo de California.	48
13	Grupos de estaciones en función de la abundancia de las 28 especies más comunes y abundantes durante julio y agosto de 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	56
14	Grupos o asociaciones en función de su similitud latitudinal, para las especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California.	57
15	Grupos o asociaciones en función de su similitud batimétrica, para las especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California.	57
16	Asociación y ordenación de las especies más comunes y abundantes con cierta región del Golfo de California.	58
17	Porcentajes de afinidad ictiogeográfica de las 28 especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California.	59
18	División de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances durante los tres años de muestreo en el Golfo de California.	67
19	Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte norte del Golfo de California.	68
20	Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte centro del Golfo de California	69
21	Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte sur del Golfo de California.	69
22	Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para	80

	cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2007 en el Golfo de California.	
23	Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2005 en el Golfo de California.	80
24	Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2004 en el Golfo de California.	81
25	Profundidad donde se efectúan los arrastres camaroneros en el Golfo de California, de acuerdo a Pérez-Mellado (1980) y Morales-Azpeitia (2011).	84
26	Relación de la Temperatura superficial del mes de julio (°C) y abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2004.	86
27	Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de julio (mg/m <sup>3</sup> ) y abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2004.	86
28	Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de agosto (°C) y abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2005.	87
29	Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de agosto (mg/m <sup>3</sup> ) y abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas durante agosto de 2005.	87
30	Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de julio (°C) y abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2007.	91
31	Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de julio (mg/m <sup>3</sup> ) y las abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2007.	91
32	Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha <sup>-1</sup> ) de las especies más abundantes en las 10	92

	subzonas muestreadas durante agosto de 2007.	
33	Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de agosto ( $\text{mg/m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2007.	92
34	Formación de grupos (ensamblajes) de especies de acuerdo: a) su distribución latitudinal y b) a su distribución batimétrica.	96
35	Temperatura superficial del mar promedio por mes ( $^{\circ}\text{C}$ ) del periodo 2003-2009 para 3 regiones del Golfo de California.	98
36	Concentración de Clorofila-a promedio por mes ( $\text{mg/m}^3$ ) del periodo 2003-2009 para 3 regiones del Golfo de California.	98
37	Tipos de sedimentos en los suelos del Golfo de California de acuerdo a Van Andel (1964). Tomado de Solís-Weiss <i>et al.</i> (1996).	100

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Especies de peces más frecuentes y abundantes numéricamente en la Fauna Acompañante del Camarón (FAC) de la pesquería del Golfo de California.	5
2	Información de la fecha de muestreo, número de lances y localidad muestreada, durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.	18
3	Información de fecha de muestreo, número de lances y localidad muestreada, durante los cruceros realizados a profundidades mayores de los 90 m, en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.	20
4	Información del número de organismos analizados durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.	23
5	Especies de peces con los valores mayores del IAR, durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	29
6	Especies con los valores mayores del IVB durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California	32
7	Especies con los valores mayores del IIR durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	35
8	Algunas características ecológicas de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California.	39
9	Información de época de muestreo, número de lances y número de organismos analizados durante cruceros realizados a profundidades mayores de los 90 m, en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.	46
10	Información de las especies más comunes y abundantes durante en los cruceros de veda y que se encontraron presentes en los cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 m en el Golfo de	47

California.

11	Información ecológica y de distribución de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California.	51
12	Áreas cubiertas y área a las cual se extrapolo la abundancia de las especies más comunes y abundantes en los muestreos realizados durante 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.	72
13	Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2007.	74
14	Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2005.	75
15	Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2004.	76
16	Estimaciones de abundancias por estrato de profundidad de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California.	83
17	Relación entre la abundancia de las principales especies en función a la TSM y Clorofila-a promedio del área durante 2004, 2005 y 2007.	94
18	Información ecológica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California.	102

## INTRODUCCIÓN

Las actividades de pesca de arrastre de fondo son una de las principales amenazas para los ecosistemas marinos, aunque sólo aportan el 0.5% del valor de la pesca mundial (Gianni, 2005). Los impactos de estas actividades han sido bien documentados y van desde la extracción directa, daño o muerte de animales y plantas que viven en el fondo marino, alteración de la estructura y complejidad del hábitat (Bojórquez, 1998; Lindegarth *et al.*, 2000; Jennings *et al.*, 2001; Gordon, 2001; Gislason, 2003; Simpson y Watling, 2006; Lengkeek y Bouma, 2010), así como cambios en la estructura de la comunidad y reducciones en la biodiversidad bentónica (ICES, 1996; Engel y Rikk, 1998; DeAlteris *et al.*, 1999; Gislason, 2003; Dinmore *et al.*, 2003; Blanchard *et al.*, 2004; Wells *et al.*, 2008; Lengkeek y Bouma, 2010). Sin embargo, la magnitud de los impactos no es uniforme para todas las pesquerías con redes de arrastre de fondo y depende de factores como el tipo de arrastre utilizado, la composición del hábitat, el ciclo de vida de las comunidades impactadas, el régimen del disturbio natural, entre otros (Pope *et al.*, 2000; Kaiser *et al.*, 2002; Gislason, 2003; Kaiser *et al.*, 2006; López-Martínez *et al.*, 2008; Foster y Vincent, 2010; Tian *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2011).

A nivel internacional una de las mayores preocupaciones en el manejo de pesquerías marinas es la mortalidad de especies capturadas incidentalmente, debida fundamentalmente a la baja selectividad de las artes de pesca (Pope *et al.*, 2000; Davis, 2002; Zhou *et al.*, 2011). De las pesquerías que contribuyen más a esta problemática está la del camarón con redes de arrastre. Según la FAO esta actividad genera 1.86 millones de toneladas de captura incidental (particularmente en zonas tropicales), representando el 27.3% del total de la captura incidental de todas las pesquerías comerciales del mundo (Kelleher, 2005; Kelleher, 2008).

Las redes de arrastre utilizadas por las flotas camaroneras no son selectivas únicamente para la especie objetivo (camarón), sino que al mismo tiempo capturan otros organismos (peces, crustáceos, moluscos y equinodermos), la mayoría sin valor comercial y en tallas en promedio menores 20 cm (fauna de acompañamiento del camarón o FAC). Esto genera un claro desperdicio de especies que pudieran ser aprovechadas como fuente de alimento y consecuencias al ecosistema aún desconocidas (Pérez-Mellado y Findley, 1985; López-Martínez *et al.*, 2008; Rábago-Quiroz *et al.*, 2011).

La pesca de arrastre de camarón se lleva a cabo en zonas costeras entre las 5 y 50 brazas (90 m) de profundidad, en regiones donde se concentran una gran variedad de especies haciendo que la afectación sea más evidente (López-Martínez *et al.*, 2008). Por lo anterior, han existido grandes presiones de diversos grupos por prohibir este tipo de pesca; sin embargo, los beneficios económicos de esta actividad son demasiados. Se han planteado diversos procedimientos de conservación o manejo para esta actividad, tales como periodos de veda, cierre de áreas a la pesca (para proteger recursos pequeños y especies en peligro de extinción) y restricciones de artes de pesca y tecnologías (DOF, 2007; López-Martínez *et al.*, 2008, 2012). La identificación y formulación de algunos de los procedimientos anteriormente mencionados requiere: a) Identificar áreas y localidades donde hayan ocurrido reducciones significativas en la captura por unidad de esfuerzo y abundancias de las especies; b) Identificar áreas donde se encuentren especies de importancia comercial y en las que pueda haber sufrido cambios la composición o abundancia de estas especies; c) Identificar cambios temporales de abundancia para especies con una amplia y localizada distribución en relación al área, profundidad y tiempo; y d) Mapas de distribución y abundancia de especies por área, profundidad y tiempo (Kanyerere, 2001).

Datos de distribución y abundancia por ejemplo, pueden ser utilizados para identificar agregaciones de especies que comúnmente co-ocurren y tener así un mejor entendimiento de los efectos directos e indirectos que una pesquería pudiera tener en las especies capturadas incidentalmente (Pope *et al.*, 2000; Rueda y Defeo, 2001; Davis, 2002; Stobutzki *et al.*, 2003). A nivel Internacional existen algunos trabajos efectuado sobre la distribución y abundancia de capturas incidentales: Ackley (1996), realizó un estudio sobre los patrones espacio-temporales de distribución y abundancia de la captura incidental (bycatch) en la pesquería de Salmón y del Cangrejo Rey en el mar de Bering, esto para crear apoyos normativos que ayudaran a determinar los tiempos de cierres de áreas para así ayudar a mitigar la captura incidental. Mueter y Norcross (2002), identificaron patrones espaciales y temporales en la composición de la comunidad de peces demersales en el Golfo de Alaska. Sims *et al.* (2008), realizaron un mapeo de los patrones de distribución y abundancia de las especies capturadas incidentalmente, como una herramienta para contribuir a situar y definir estrategias de manejo espacialmente explícitas.

En México existe algunos trabajos sobre capturas incidentales en la pesca de camarón de altamar, enfocados principalmente en determinar la proporción camarón/fauna de acompañamiento del camarón "FAC" (Chávez y Arvízu, 1972; Chapa, 1976; Pérez-Mellado, 1980; Grande-Vidal y Díaz-López, 1981; Nava-Romo, 1995; García-Caudillo y Gómez-Palafox, 2005; Morales-Azpeitia, 2011; López-Martínez *et al.*, 2012) y listados faunísticos (Chávez y Arvízu, 1972; Rosales, 1976; Romero, 1978; Pérez-Mellado, 1980; García-Caudillo y Gómez-Palafox, 2005; López-Martínez *et al.*, 2010). También se ha estimado que en el país en esta pesquería se generan alrededor de 250, 000 a 500, 000 t de peces, crustáceos y moluscos descartados al año (Madrid-Vera *et al.*, 2007).



A pesar de esto, son escasos o nulos los estudios sobre dinámica poblacional (Rábago-Quiroz *et al.*, 2008; González-Ochoa *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2011; Morales-Azpeitia *et al.*, 2011; Abascal-Monroy, 2011; Abascal-Monroy *et al.*, 2012 y Acevedo-Cervantes *et al.*, 2012), distribución temporal y espacial (Morales-Azpeitia *et al.*, 2011; Abascal-Monroy, 2011; Abascal-Monroy *et al.*, 2012) y abundancia de especies (Rábago-Quiroz *et al.*, 2012) que componen la FAC en el Golfo de California. Esta información es clave ya que nos permitiría tener una visión ecosistémica en el manejo del recurso camarón, incluyendo los potenciales efectos de estas artes de pesca sobre la composición de especies, distribución y su importancia numérica en el total de la captura incidental (Rueda y Defeo, 2001; Davis, 2002; Stobutzki *et al.*, 2003).

De los pocos trabajos que se conoce que estudiaron la distribución temporal-espacial y la abundancia de especies que componen esta FAC en el Golfo de California se tienen:

Rábago-Quiroz (2005), determinó la distribución espacial y abundancias de información proveniente de cruceros de investigación (en veda del camarón) y de la flota comercial (temporada de pesca), solo para los lenguados. Sin considerar aquellas especies con mayor presencia en la fauna de acompañamiento del camarón.

López-Martínez *et al.* (2007), determinaron que 15 especies componen el 61.1% de la fauna de acompañamiento del camarón, mismas que se detallan en la tabla 1. Los autores sugieren concentrar la investigación futura a entender la dinámica, distribución y abundancia de estas especies y su interacción con la flota camaronera comercial. Así mismo, efectuaron algunos análisis de distribución de especies de peces y su dinámica poblacional.

De igual forma, López-Martínez *et al.* (2007), plantean que la distribución a profundidad de muchas de las especies capturadas por los barcos camaroneros como parte de la FAC va más

allá de donde opera la flota comercial (90 m) y que aún en las zonas de pesca existen áreas donde, debido a la batimetría, no es posible efectuar arrastres. Convirtiendo estas áreas en reservas naturales para el camarón y las especies de la fauna de acompañante.

Morales-Azpeitia (2011), realizó un análisis de la distribución y abundancia de dos especies importantes en la fauna de acompañamiento de camarón: el pez chivo (*Pseudupeneus grandisquamis*) y la manta redonda (*Urobatis halleri*), durante la temporada de pesca de camarón 2004-2005, en el Golfo de California.

**Tabla 1.** Especies de peces más frecuentes y abundantes numéricamente en la Fauna Acompañante del Camarón (FAC) de la pesquería del Golfo de California (Tomado de López-Martínez *et al.*, 2007).

Especie	Familia	Nombre común	%N	%FA
<i>Eucinostomus currani</i>	Gerreidae	Mojarra bandera	9.0	59.5
<i>Haemulopsis nitidus</i>	Haemulidae	Vieja	6.1	47.7
<i>Pseudopeneus grandisquamis</i>	Mullidae	Chivo escamudo	5.2	55.8
<i>Porichthys analis</i>	Batrachoididae	Chupalodo	4.7	42.6
<i>Selene peruviana</i>	Carangidae	Papelillo	4.6	42.1
<i>Etropus crossotus</i>	Paralichthyidae	Lenguado ribete	4.5	51.5
<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae	Cabaicucho	3.4	53.4
<i>Balistes polylepis</i>	Balistidae	Cochito	3.3	50.7
<i>Orthopristis reddingi</i>	Haemulidae	Burrito rallado	3.2	7.8
<i>Synodus scituliceps</i>	Synodontidae	Chile	2.6	60.9
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	Carangidae	Jurel pardo, casabe	2.6	22.8
<i>Syacium ovale</i>	Paralichthyidae	Lenguado oval	2.4	32.7
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Gerreidae	Mojarra mancha negra	2.4	33.5
<i>Urobatis halleri</i>	Urolophidae	Manta redonda	2.3	42.4
<i>Eucinostomus gracilis</i>	Gerreidae	Mojarra charrita	2.1	19.0

N= Número de individuos; FA=Frecuencia de aparición u ocurrencia

Ruiz-Villa (2009) y Siaruqui-Quijano (2011), realizaron un análisis de biomasa y biología reproductiva de las especies clave en la fauna de acompañamiento de camarón en las costas de Sonora, durante un periodo de veda del camarón.

Se conoce que las variables ambientales determinan en gran medida el comportamiento de algunas especies. Por ejemplo la temperatura del agua marina afectan la presencia y abundancia tanto de especies migratorias (Lluch-Cota *et al.*, 2001; Martos *et al.*, 2005; Lanz *et al.*, 2009), como de aquellas con ciclo de vida corto (López- Martínez *et al.*, 2003, 2005).

Diversos autores han demostrado que la temperatura superficial del mar (TSM) y la concentración de pigmentos fotosintéticos (Clorofila-a principalmente) tiene un impacto mayor en la distribución espacial de estadios larvarios y adultos de peces pelágicos (Cury y Roy, 1989; Lluch-Cota *et al.*, 1999; Cury *et al.*, 2000; Lluch-Cota *et al.*, 2001; Martos *et al.*, 2005; Lanz *et al.*, 2009). La TSM ha sido tomada como un indicador útil de las condiciones ecológicas de un lugar y ha sido utilizado por décadas por pescadores e investigadores para determinar áreas potenciales de pesca (Faji *et al.*, 1990; Yáñez *et al.*, 1997). Adicionalmente, los gradientes térmicos (GRT) han sido abordados en algunos estudios como indicadores de frentes y zonas de surgencias, las cuales son áreas altamente productivas que sostienen a las poblaciones de peces (Podesta *et al.*, 1993; Olson *et al.*, 1994; Fernandez y Pingree, 1996; Yáñez *et al.*, 1996; Polovina, 1997; Yáñez *et al.*, 2008, 2009). Por ejemplo, algunos estudios sobre túnidos y otros peces escómbridos, indican la existencia de fronteras físicas y biológicas muy marcadas, las cuales promueven o inhiben la abundancia o congregación de cardúmenes de peces que dependen de ciertos procesos oceánicos tales como frentes, termoclinas y surgencias (Glantz y Geingold, 1990; Kanthi, 2000; Inda-Díaz *et al.*, 2010).

Se ha demostrado también que las variables oceanográficas (concentración de pigmentos fotosintéticos, salinidad, temperatura) tienen un impacto en la distribución espacial recursos demersales. Paramo *et al.* (2009), estudiaron la relación entre la distribución espacial de recursos pesqueros demersales con las características del hábitat, con el fin de identificar posibles zonas de protección marinas, como una herramienta de manejo pesquero sostenible bajo un enfoque ecosistémico. Flaquer da Rocha *et al.* (2010), determinaron las variaciones en la distribución de peces demersales asociado con diferencias interanuales en temperatura, salinidad del agua y las características del hábitat. En ambos estudios, se encontraron asociaciones entre la abundancia de estos recursos con las variables ambientales, principalmente con el tipo de fondo, salinidad y la temperatura del agua (fondo).

Currie *et al.* (2012), señalan que la abundancia de peces bentónicos se incrementa significativamente en relación a la concentración de Clorofila. Eslinger y Miller (1998), examinan los efectos de forzamientos físicos (entre estos la concentración de Clorofila) en niveles tróficos bajos, con implicaciones para los más altos niveles tróficos. Mostrando diferencias espaciales en la abundancia de peces demersales en respuesta a las diferencias en la distribución de la concentración de Clorofila. Reconocen además que existen otros factores que determinan estas diferencias espaciales en la abundancia.

Se han mencionado en estudios de zoogeografía que la ictiofauna costera del Golfo de California se encuentra aislada de la correspondiente a la provincia Panámica, por una barrera térmica y otra de tipo topográfica, que impiden la distribución de la ictiofauna más allá de ciertos límites. Sin embargo, dichas barreras no tienen el mismo efecto para todos los elementos de la ictiofauna del golfo por lo que a estas barreras se les considera más bien como “filtros faunísticos” (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

Teniendo en cuenta que hoy en día uno de los postulados más importantes de la ecología es conocer la distribución y abundancia de los organismos y su relación con factores ambientales, en esta tesis se aborda este tema para el Golfo de California.

## **HIPÓTESIS**

El Golfo de California se encuentra en una zona de transición, por la convergencia de aguas tropicales y templadas, en donde se manifiestan especies de afinidades templadas, tropicales y de transición templado-cálidas. Esto aunado a la alta productividad, diversidad de especies y dinámica de corrientes presentes a lo largo de las costas del Golfo, hacen que los peces y otros organismos aprovechen diversos recursos para establecerse desde zonas someras hasta áreas profundas. Bajo estas condiciones se plantea como hipótesis para este trabajo, que las especies de peces capturadas como parte de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California, presentan una amplia distribución latitudinal y batimétrica (aún más allá de las áreas y profundidades donde se realiza la mayor parte de los arrastres camaroneros).

Y con la ayuda de datos de variables oceanográficas del área tomados de satélite (TSM y Clorofila-a), se podrá predecir esta distribución y abundancia en un sentido espacial y a pequeña escala.

Para la comprobación o rechazo de esta hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Determinar la distribución y abundancia de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California y evaluar el uso de datos de variables oceanográficas del área tomados de satélite (TSM y Clorofila-a), como posibles predictores de la distribución y abundancia de estas especies, en un sentido espacial.

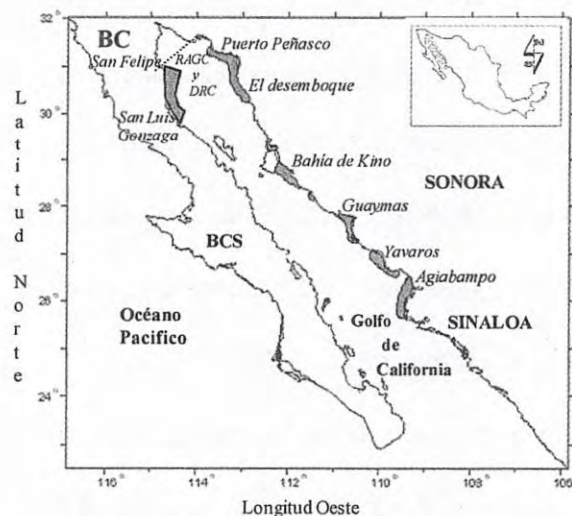
### **Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón a través de índices ecológicos.
- Determinar la distribución latitudinal y batimétrica de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California.
- Identificar asociaciones ecológicas de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón, en función de su distribución latitudinal y batimétrica.
- Determinar la abundancia de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California, a través de diversos índices.
- Evaluar el uso de datos de variables oceanográficas (TSM y Clorofila-a) tomados de satélite, como posibles predictores de la distribución y abundancia de las especies más comunes y abundantes, en un sentido espacial.

## METODOLOGÍA

### ❖ Área de Estudio

El área de estudio del presente trabajo comprende la plataforma continental del Estado de Sonora, desde el sur de Puerto Peñasco hasta las cercanías de la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, así como parte de la plataforma continental del Estado de Baja California, desde el sur de San Felipe a San Luis Gonzaga. Se incluyen los sitios de pesca habitual de la flota camaronera del Estado de Sonora (Fig. 1). Estas zonas se encuentran dentro del Golfo de California, el cual es considerado como una de las regiones más productivas del planeta clasificado como un ecosistema de Clase 1 por su alta productividad ( $>300 \text{ gC/m}^2$  por año), entre otros factores debido a su ubicación como zona de transición templado tropical (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Robertson y Allen, 2008). Esto se traduce en una alta biodiversidad de especies de crustáceos, moluscos, peces, entre otras.



**Figura 1.** Áreas de estudio donde se muestra los sitios de pesca habitual de la flota camaronera del Estado de Sonora en el Golfo de California (RAGC y DRC= Reserva del Alto Golfo de California y Delta del río Colorado) Tomado de López-Martínez (2002).

El área en mención se caracteriza por ser la región pesquera de México donde se obtiene la mayor parte de la captura comercial de las principales especies pesqueras del país (Lluch-Cota *et al.*, 2007; INAPESCA, 2011). El Golfo de California se encuentra actualmente inmerso en una fuerte controversia entre grupos conservacionistas y el sector pesquero, debido a que en el alto Golfo de California existen especies endémicas tales como la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y la vaquita marina (*Phocoena sinus*) y se ha sugerido que las poblaciones de estas especies protegidas se encuentran altamente impactadas debido a las actividades pesqueras (Campoy, 2005; Bourillón *et al.* 2009). Adicional a esto en el Golfo de California se localizan áreas de crianza de diversas especies migratorias como son la ballena gris, aves marinas, mantas, tortugas, lo que hace más fuerte la presión de los grupos conservacionistas y ha llevado a que la región del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (Fig. 1) se haya decretado en Junio de 1993 como Área Natural Protegida, por el Gobierno Federal Mexicano (DOF, 2005). Actualmente la zona núcleo y el polígono (determinado para la protección de la vaquita), se encuentran restringidos a actividades que afecten directamente a las especies en peligro y su hábitat, tales como el arrastre camarero y la pesca con redes agalleras (SEMARNAT, 2008). En la zona de amortiguamiento solo se permiten actividades por las comunidades que ahí habitan, a través de programas de aprovechamiento y manejo sustentable. Con el uso de equipo muy restringido, que no dañe al hábitat y a las especies amenazadas o sujetas a protección especial (DOF, 2005).

La pesquería de camarón constituye una de las actividades económicas más importantes en el Golfo de California, ya que es una fuente considerable de divisas (500 millones de dólares) y genera empleos para un sector muy importante de la población pesquera (solo la pesquería industrial más de 30, 000 empleos) (SAGARPA, 2010). Desde sus inicios, en 1921 esta



pesquería registró un desarrollo ascendente aunque en la actualidad las posibilidades del recurso se acercan a sus límites (López-Martínez *et al.*, 2001; INAPESCA, 2011). Actualmente el INAPESCA y grupos conservacionistas mencionan que existe una sobreexplotación de este recurso, lo que ha provocado una crisis económica, social y ambiental en este sector. Se ha sugerido la reducción de la hasta en un 50% flota (misma que se está llevando actualmente) y la implementación de artes de pesca menos dañinas tanto para otras especies como para el hábitat, para mantener la rentabilidad y sustentabilidad del recurso (Quimbar, 2003; Anónimo, 2004). De igual forma, se han recomendado otras medidas de reordenación para esta pesquería como son: limitar el esfuerzo pesquero en los dos componentes de esta pesquería secuencial, recomendar el uso de artes de pesca menos agresivos hacia el hábitat y las especies, así como artes de pesca y zonas de captura prohibidas, con el fin de garantizar la preservación de los recursos (Rodríguez de la Cruz y Chávez-Ortiz, 1994; Sierra-Rodríguez, 2005; Anónimo, 2005; Ruiz-Luna *et al.*, 2010).

### *Fisiografía*

El Golfo de California es un mar marginal de 1000 km de largo por 100-150 km de ancho, limitado por la península de Baja California al oeste y el continente americano (Estados de Sonora y Sinaloa) al este y comunicado abiertamente al Océano Pacífico hacia el sur (Roden, 1964), con una boca de 220 Km y una profundidad máxima de 2,500 m (Emilsson y Alatorre, 1997). En la costa occidental la plataforma continental es rocosa y estrecha en la costa oriental es más ancha, con numerosas lagunas costeras al sur (Álvarez-Borrego, 1983). En la literatura científica el golfo se ha dividido en tres partes. El tercio norte es somero, mayoritariamente plataforma continental, mientras que los otros dos tercios están formados

por una cadena de cuencas, que se incrementan en profundidad hacia el sur (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991).

### *Procesos físicos*

Dentro del golfo ocurren procesos físicos que afectan la dinámica y alteran las características del agua, inducidos principalmente por efecto de marea, viento, y gradientes de densidad. En todas las regiones la circulación y estructura hidrográfica obedece a cambios estacionales (Lavín *et al.*, 1997). Al interior del Golfo de California las corrientes superficiales son generadas por el forzamiento de viento, marea, flujos de calor y la interacción existente con las corrientes del Océano Pacífico, que al penetrar al golfo modifican su patrón por efecto de la topografía submarina creando un espectro de energía cinética complejo en tiempo y espacio, del orden menor a un mes (Badan-Dangon *et al.*, 1985).

El choque de masas de agua entrantes del Océano Pacífico con las presentes en el interior del golfo genera remolinos a diferentes latitudes del mismo. Pegau *et al.* (2002) señalan que estos remolinos son originados por la interacción de corrientes inducidas por viento con las ondas atrapadas hacia la costa, que provocan la separación de las corrientes costeras o inestabilidades baroclínicas. En la boca del golfo el sentido del giro es ciclónico. En general, la circulación en el es anticiclónica en invierno con flujo de entrada por la parte occidental (costas de la Península de Baja California) y ciclónica en verano con flujo de entrada por la parte oriental (parte continental) (Marinone, 2003; López-Calderón *et al.*, 2008; Zamudio *et al.*, 2008).

### *Surgencias*

El campo de vientos, de naturaleza monzónica, produce surgencias costeras en la costa continental durante el invierno y en la de Baja California durante verano, siendo mayo y octubre los meses de cambio (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Sin embargo, ambas surgencias no tienen la misma intensidad. A lo largo de la costa oriental es más desarrollada y se extiende sobre mayor distancia que la del lado occidental. Durante el verano, la mayor estratificación de la columna de agua superior y la entrada de agua tropical superficial cálida y pobre en nutrientes hacen que la surgencia frente a Baja California sea más débil y el influjo de nutrientes a la capa fótica menor, siendo la diferencia de temperatura entre ambas costas de sólo 1-2 °C (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Lluch-Cota, 2000).

### *Productividad primaria*

El Golfo de California representa un área subtropical con tasas excepcionalmente altas de productividad primaria (promedio de  $0.382 \text{ gCm}^{-2}\text{día}^{-1}$  para todo el golfo), comparable a aquellas del Golfo de Bengala y áreas de surgencia del oeste de Baja California y noroeste de África. Su productividad es entre dos o tres veces mayor a la del océano abierto a latitudes semejantes. Gilbert y Allen (1943) concluyen que el ciclo estacional del fitoplancton en el golfo depende de los afloramientos al sur de las grandes islas y de la mezcla vertical al norte de ellas.

En general la productividad primaria parece aumentar de sur a norte, y es mayor en primavera y comienzo del verano, aunque Álvarez-Borrego y Lara-Lara (1991) remarcan el desconocimiento a la hora de generalizar sobre algún patrón espacio-temporal.

La costa oriental está conformada por las áreas de surgencias de invierno, presentando las mayores concentraciones de pigmentos. El patrón espacio-temporal de la productividad al sur de las grandes islas está gobernado por el sistema de surgencias costeras anteriormente

descrito. Badan-Dangon *et al.* (1985) describieron la evolución temporal de una pluma de surgencia que se origina al norte de Guaymas en invierno y cruza el golfo. A pesar del patrón alterno de surgencias, este transporte superficial de agua de surgencia desde una costa hasta la otra hace que las máximas concentraciones de pigmentos fotosintéticos se den en ambas costas durante el invierno. Así mismo, las concentraciones son siempre mayores frente a la costa oriental, debido a la pérdida de biomasa fotosintética por forrajeo o hundimiento durante el transporte a la costa occidental (Santamaría-del-Ángel *et al.*, 1994).

La surgencia de verano frente a la costa occidental, aunque débil, se refleja en concentraciones de clorofila mayores a las de la costa oriental (Santamaría-del-Ángel *et al.*, 1994). Un factor importante a la hora de relacionar procesos físicos y biológicos en el Golfo de California, es que las aguas enriquecidas de las surgencias quedan atrapadas en el centro del golfo, a diferencia de los sistemas de surgencias frente al océano abierto, donde las aguas de surgencia son transportadas lejos de la costa (Gaxiola-Castro *et al.*, 1995).

### *Zoogeografía*

La composición específica de los peces y moluscos indica claramente que el Golfo de California pertenece a la provincia Panámica (Walker, 1960; Galván-Magaña *et al.*, 2000). La fauna meso y bento-pelágica está compuesta mayormente por formas tropicales y subtropicales y con una alta en diversidad, especialmente hacia en el centro y sur. Considerando criterios ictiológicos, se ha dividido al golfo en al menos tres zonas o regiones: zona norte, zona centro y zona sur (Walker, 1960; Thomson *et al.*, 1979; Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

En comparación con el Pacífico tropical adyacente, el Golfo de California presenta una menor diversidad, la cual puede deberse a los cambios drásticos de temperatura y salinidad

superficiales en el golfo (Robertson y Allen, 2008). La mayor parte de la comunidad de peces mesopelágicos del Golfo de California se concentra en los 100 m sobre la isoterma de 10 °C durante el día y en los 100 m más superficiales de profundidad de noche. Autores como Grassle (1989), Grant (2000) y Acevedo-Cervantes (2010) sugieren que la diversidad es alta en aguas profundas, esto con el argumento que los altos valores de diversidad y riqueza específica en estas áreas son el efecto de la interacción de competencia y depredación. No obstante, Gage y Tyler (1991) prueban que la diversidad varía según los tipos de sedimentos, ya que de él depende la disponibilidad de alimento que es determinante en la abundancia de las especies.

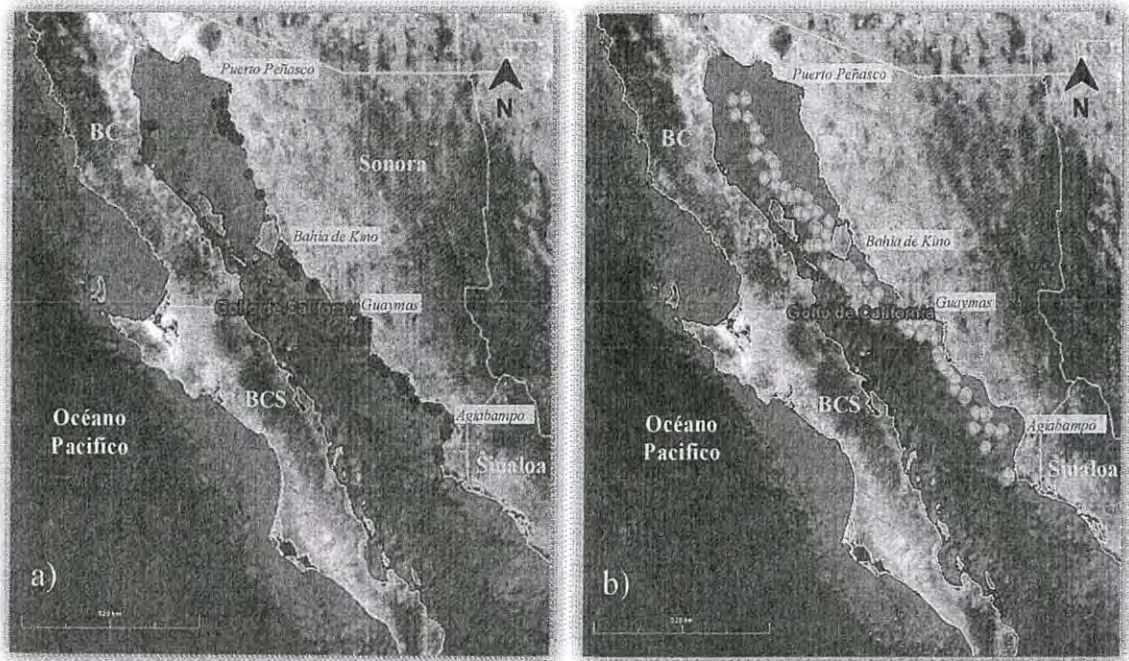
#### ❖ Material y Métodos

Para el desarrollo de este trabajo se contó con diferentes fuentes de información:

1. Datos provenientes de muestreos de las capturas incidentales de cruceros de investigación del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) realizados en época de veda del camarón de los años 2004-2005 y 2007 en el Golfo de California.

El Programa de Ecología Pesquera del CIBNOR cuenta dentro de sus líneas estratégicas con la de Efectos de la pesca en el Golfo de California (EP1). Dentro de esta línea y en colaboración con el INAPESCA, se realizaron muestreos de las capturas incidentales durante los cruceros de investigación realizados en época de veda del camarón (la cual se lleva a cabo de marzo a septiembre) en las costas de Sonora y Baja California (Tabla 2). Estos cruceros se llevaron a cabo durante los meses de julio y agosto, con una duración de dos semanas y siguiendo un derrotero sistemático de 65 estaciones

(estipuladas por el INAPESCA), orientados a evaluar la distribución y abundancia de las especies de camarón que son capturadas comercialmente (Fig. 2a).



**Figura 2.** Áreas cubiertas durante: a) cruceros de veda del camarón de 2004 al 2005 y 2007; y b) cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 metros de 2004 al 2007 en el Golfo de California, México.

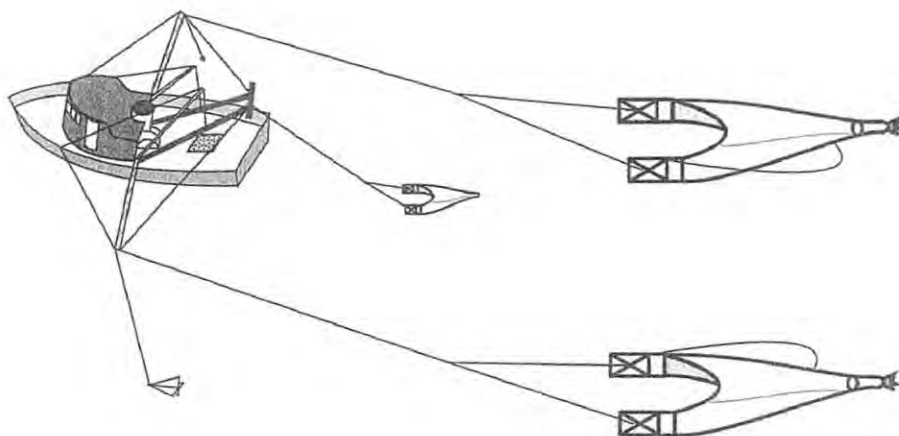
El área donde se realizan estos cruceros comprende las Zonas 10 y 20 del programa de muestreo de camarón del Pacífico del INAPESCA (INAPESCA, 2011). Sus límites se ubicaron al extremo Norte por el Paralelo 31° N por una línea imaginaria entre San Felipe, Baja California y Puerto Peñasco, Sonora (línea que marca el límite inferior de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado) y al Sur hasta la desembocadura del Río Fuerte, Sinaloa.

**Tabla 2.** Información de la fecha de muestreo, número de lances y localidad muestreada, durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.

<b>Fecha de muestreos</b>	<b>Nº. de lances muestreados</b>	<b>Localidad (región del golfo)</b>
Veda julio-agosto 2004	21	Norte, Centro y Sur
Veda agosto 2005	10	Norte, Centro y Sur
Veda julio-agosto 2007	94	Norte, Centro y Sur
Total	125	

Los arrastres que se efectuaron en estos muestreos duraron una hora en dirección paralela a la costa. El arte de pesca utilizado fueron dos redes de arrastre camaroneras, con una luz de malla de 50 mm, 30.5 m de abertura (boca) y una longitud de 30 m (INAPESCA, 2011). En general, el sistema de captura utilizado en estos cruceros es similar a aquél de la flota comercial (Fig. 3), diferenciándose en que ésta opera en áreas de alta concentración de camarón, conocidas como “caladeros”.

La captura de cada lance obtenido de los arrastres se vació en cubierta y se obtuvo una muestra lo más homogénea posible de 20 kg, cantidad estimada por la FAO para estudios de fauna acompañante del camarón y calibrada en el Laboratorio Especializado en Pesquerías del CIBNOR Guaymas, siguiendo criterios estándar (Box *et al.*, 2008). Los ejemplares recolectados se etiquetaron y congelaron hasta su procesamiento en laboratorio. La identificación y procesamiento del material biológico se realizó en los Laboratorios de Pesquerías e Ictiología del CIBNOR, Unidad Guaymas y La Paz, Baja California Sur respectivamente.



**Figura 3.** Sistema de arrastre utilizado para la captura de camarón, en el Golfo de California (Tomado de INP, 2003).

La identificación taxonómica de las especies se realizó mediante las claves y descripciones de Jordan y Evermann (1896-1900), Meek y Hildebrand (1923-1928), Miller y Lea (1976), Eschmeyer *et al.* (1983), Fischer *et al.* (1995), Robertson y Allen (2008). Con bibliografía especializada para algunos grupos: Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) para rayas, Espinosa-Pérez *et al.* (2004) para tiburones, McPhail (1958) para la familia Sciaenidae, Ginsburg (1958) para Pleuronectiformes, Rosenblatt y Johnson (1974) para *Diplectrum*, Walter y Rosenblatt (1988) para *Porichthys*, Orr *et al.* (2000) y Love *et al.* (2002) para el género *Sebastes*.

Ejemplares de referencia fueron fijados con formaldehído a 10% y posteriormente preservados en alcohol etílico a 70%. Este material se encuentra en el Laboratorio Especializado en Pesquerías del CIBNOR, Campus Guaymas, para posteriormente ser incorporado a la Colección Ictiológica del Centro. Toda esta información fue registrada, georeferenciada y concentrada en bases de datos para su análisis.



2. Datos provenientes de muestreos de capturas incidentales de peces en cruceros de investigación realizados a profundidades mayores de 90 m, de 2004 a 2007 (Tabla 3), en el Golfo de California. Esta información proviene del proyecto clave: SAGARPA-CONACYT (SAGARPA-2003-C01-024) denominado “Prospección y evaluación del potencial pesquero de los camarones de profundidad, con énfasis en los géneros *Pandalus* spp, *Heterocarpus* spp y *Sicyonia* spp” desarrollado en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste Unidad Sonora y a cargo de la Dra. Juana López Martínez. Dicho proyecto estuvo orientado a la evaluación de las especies de camarón que habitan a profundidades mayores a los 90 m.

**Tabla 3.** Información de fecha de muestreo, número de lances y localidad muestreada, durante los cruceros realizados a profundidades mayores de los 90 m, en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.

<b>Fecha de Muestreos</b>	<b>Nº. de lances muestreados</b>	<b>Localidad (Zona del golfo)</b>
Profundidad septiembre 2004	11	Centro del golfo
Profundidad febrero 2005	29	Centro y Sur
Profundidad mayo 2005	31	Norte, Centro y Sur
Profundidad junio 2007	20	Norte, Centro y Sur
Profundidad octubre 2007	25	Centro del golfo
Total	116	

El área cubierta durante estos muestreos comprendió entre el límite de la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Colorado en Sonora y Topolobampo, Sinaloa. Los muestreos se llevaron a cabo en transectos de 10 millas, siguiendo un muestreo

sistemático, en estratos de 90-270, 270-450 y 450-650 m, de acuerdo a la batimetría de la región (Fig. 1b).

El arte de pesca utilizado fue una red de arrastre de fondo, construida de polietileno trenzado, con una luz de malla de 40 mm, 45 mm y 50 mm, en las distintas partes del cuerpo. De tamaño de 38/34 metros y perímetro de la boca en paño estirado de 68 m, con una relinga superior de 38 m. La red operó por popa.

La recolección y procesamiento de las muestras fue el mismo que para las provenientes de los cruceros en época de veda del camarón.

3. Datos de temperatura superficial del mar (TSM) y datos de concentración de pigmentos fotosintéticos (Clorofila-a) del Golfo de California, tomados de imágenes de satélite.

Se utilizaron productos globales (malla de 2048 x 1024 cubriendo la tierra de 180° W a 180° E de longitud por 90° N a 90° S de latitud) de composiciones semanales y mensuales (2002 a 2009) de estas variables, derivadas del sensor MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo de la plataforma Aqua, las cuales fueron obtenidas vía internet (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>).

Los productos del color del océano y la TSM del MODIS son procesados y distribuidos por el Ocean Biology Processing Group (OBGP). Los datos fueron tomados en formato HDF-EOS (Hierarchical Data Format) en formato de cobertura Global (GAC) nivel L-3.

La validación de los datos de este sensor se hace por comparación con mediciones in situ realizadas a través de boyas como parte del Experimento de Caracterización Marina Óptica (MOCE: Marine Optical Characterization Experiment).

Este nivel (L-3) contiene información en bytes-formato valor, posición geográfica en proyección cilíndrica equidistante, también conocida como proyección Platte Carre y mascarar-valor o filtros para remover la información no útil, a una resolución de 4 km y después importados para ser utilizados en un sistema de información geográfica (SIG). Las imágenes de TSM corresponden a 11  $\mu$  en un periodo nocturno.

Las composiciones mensuales y semanales provenientes de satélite fueron recortadas a la zona de estudio (Golfo de California), las cuales representan una matriz de 228 líneas y 240 columnas. La información de campos de temperatura y clorofila fue extraída aplicando ecuaciones de escala lineal (ecuación 1) y logarítmica (ecuación 2), respectivamente de la forma:

$$\text{TSM\_value} = ((\text{slope} * \text{l3\_data}) + \text{intercept}) \quad (1)$$

$$\text{Chl\_value} = \text{Base}^{((\text{slope} * \text{l3\_data}) + \text{intercept})} \quad (2)$$

Donde TSM\_value y Chl\_value son los valores recuperados de TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) y clorofilas ( $\text{Chl mg/m}^3$ ), la pendiente (slope) para TSM tiene el valor  $7.1785 \times 10^{-4}$  y para Chl el valor es igual a  $5.81378 \times 10^{-5}$ . El parámetro l3\_data es el valor crudo de la imagen en bite y el valor del intercepto es igual a -2.0 en ambas ecuaciones y con base=10. Los algoritmos son ajustados a las bandas específicas disponibles en el sensor MODIS (Pan *et al.*, 2010).

## Capítulo 1

### CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE PECES MÁS COMUNES Y ABUNDANTES EN LA FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN A TRAVÉS DE ÍNDICES ECOLÓGICOS

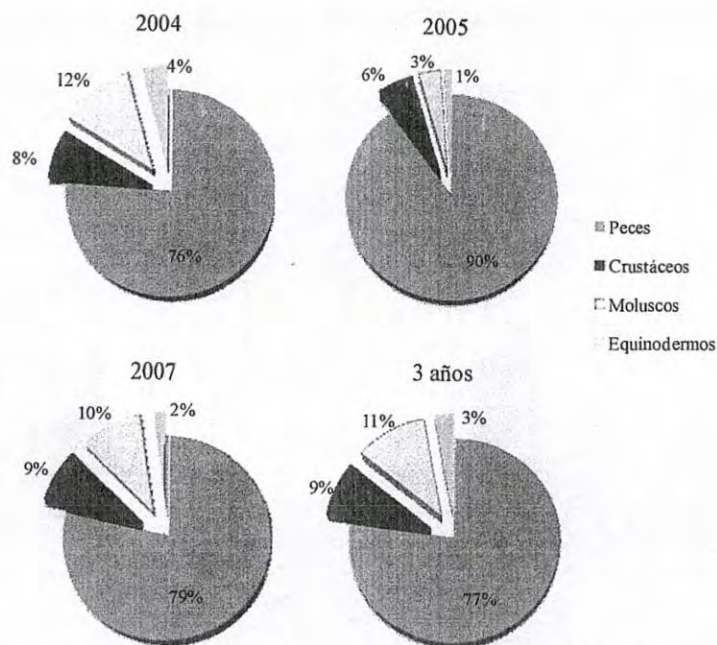
#### *Caracterización de la fauna acompañante del camarón en los cruceros de veda*

De los 7 cruceros de veda efectuados entre 2004, 2005 y 2007, se analizaron un total de 125 lances y 19,186 organismos, los cuales representaron más de 241 especies entre peces, crustáceos, moluscos y equinodermos (Tabla 4).

**Tabla 4.** Información del número de organismos analizados durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.

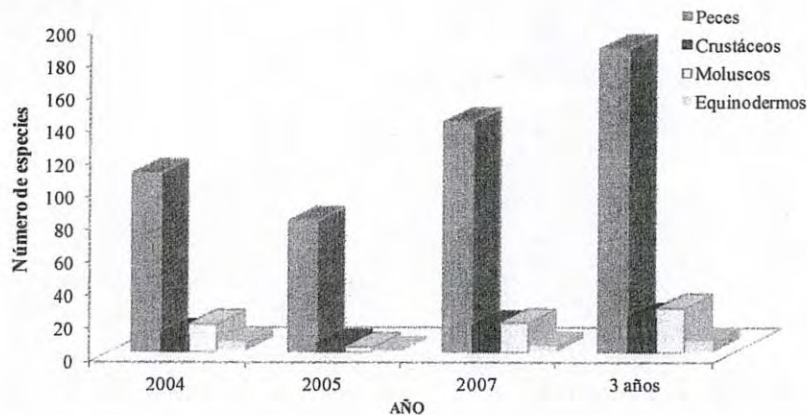
<b>Fecha de muestreos</b>	<b>Nº. de lances muestreados</b>	<b>Nº. de Org. analizados</b>	<b>Localidad (Zona del golfo)</b>
Veda julio-agosto 2004	21	6,355	Norte, Centro y Sur
Veda agosto 2005	10	2,133	Norte, Centro y Sur
Veda julio-agosto 2007	94	10,698	Norte, Centro y Sur
Total	125	19,186	

Del total de organismos analizados en esta fauna acompañante del camarón durante los tres años, los peces representaron en promedio más del 75% de la abundancia, seguido del grupo de los moluscos con el 11%, crustáceos y por último los equinodermos (Fig. 4).



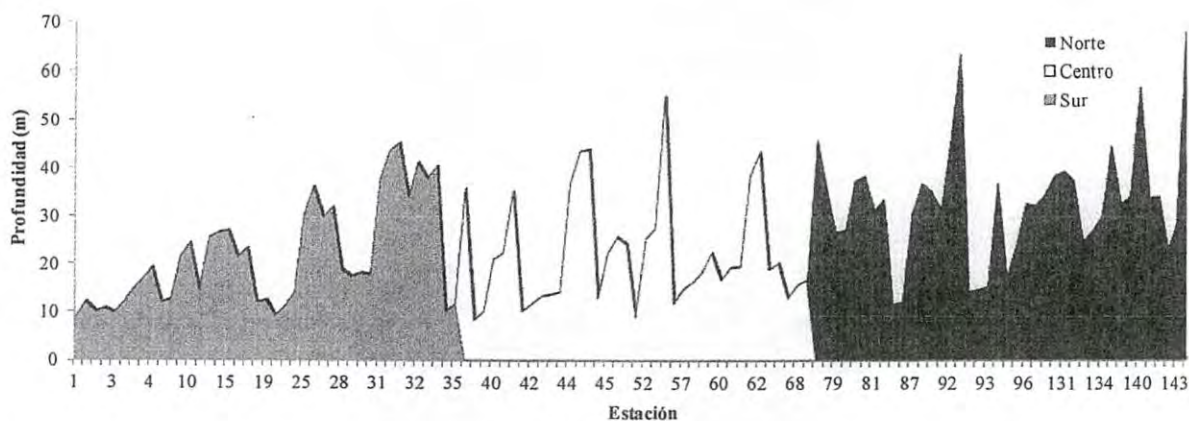
**Figura 4.** Composición por grupo zoológico de la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.

En cuanto al número de especies por grupo zoológico, los peces fueron el grupo más común y abundante en la fauna acompañante del camarón en los tres años, con más de 110 especies en promedio por año de muestreo (Fig. 5).

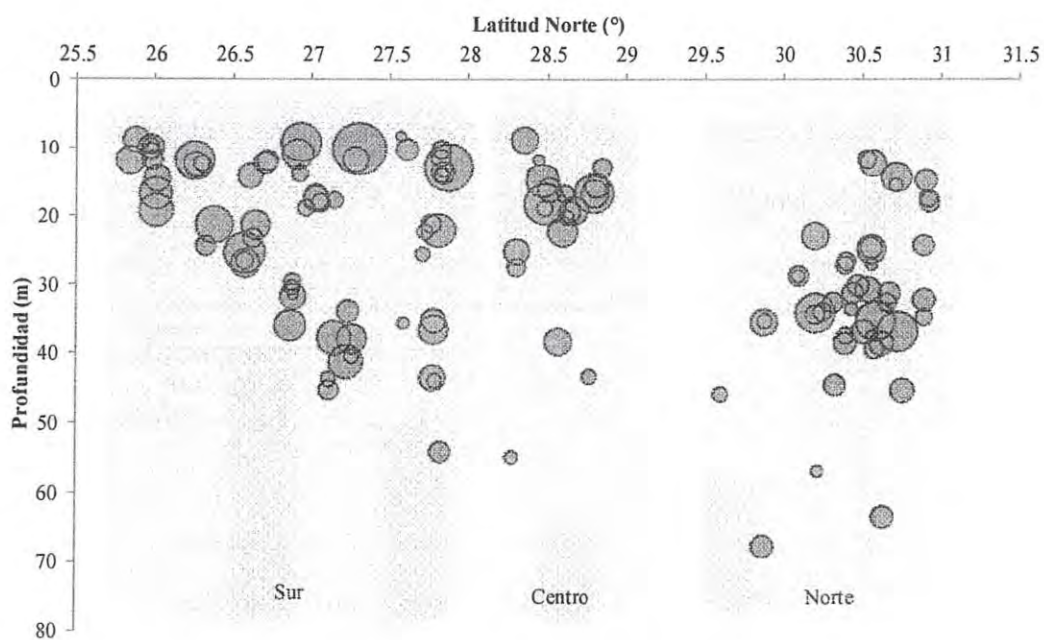


**Figura 5.** Número de especies por grupo zoológico en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.

El promedio de profundidad fue de 26 m para toda el área muestreada y en particular para la parte sur de 21 m, en la parte centro 22 m y de 33 m en la parte norte del golfo (Fig. 6 y 7).



**Figura 6.** Diagrama de las profundidades de muestreo durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.



**Figura 7.** Localización latitudinal de las profundidades de muestreo durante los cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.

Determinación de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón a través de índices ecológicos

Debido al gran número de especies resultantes de los 3 años de muestreos (2004, 2005 y 2007) y con el fin de obtener las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón, se utilizaron varios índices para el análisis de los datos. Dado que existen diversos índices que permiten asignar rangos de jerarquías y cada uno aporta diferente información (si bien todos ellos se basan en presencia y/o abundancia), se optó por aplicar tres frecuentemente utilizados en la literatura científica: el índice de abundancia relativa (IAR), índice de valor biológico (IVB) e índice de importancia relativa (IIR), que en conjunto permitieron determinar la abundancia e importancia en la comunidad en tiempo y espacio de las diversas especies.

El IAR, permitió determinar la cantidad relativa en número que aportan las especies y aquellas que representaron la parte más importante de la comunidad, mediante la siguiente expresión:

$$IAR = \left( \frac{N}{NT} \right) \times 100 \quad (3)$$

donde: N, es la abundancia relativa en número; N, es el número de individuos de cada especie capturada; y NT, es el número total de individuos de todas las especies.

Las especies fueron agrupadas en cuatro categorías en función de este índice: especies abundantes (A): aquellas que presentaron una abundancia relativa mayor a 1%; especies frecuentes (F): especies con una abundancia relativa entre 0.1 y 0.99%; especies comunes (C): con una abundancia relativa entre 0.01 y 0.099%; especies raras (R): las cuales presentaron

una abundancia relativa menor a 0.01% (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008). Se realizaron los gráficos correspondientes para determinar la agrupación de las especies de la fauna acompañante del camarón, en función de su abundancia relativa.

El IVB propuesto por Sanders (1960), permitió determinar las especies dominantes por estación de muestreo y por año. Es un índice basado en puntajes para ordenar la importancia de las especies en función de su abundancia en cada muestra y tiene la ventaja de combinar la abundancia relativa con la constancia espacio temporal de las especies, tanto por estaciones como por muestreos (Loya-Salinas y Escofet, 1990). Por lo que proporciona un valor que está en función del número de estaciones y muestreos. Se dieron rangos de 1 al 10 por orden de abundancia de las especies dentro de cada muestra (Rango 1 = 10 puntos). Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$IVB_i = \sum_{j=1}^J P_{vij} \quad (4)$$

donde:  $i$ , son las especies;  $j$ , es la estación o lance; y  $P_{vij}$ , es el puntaje (nivel) de cada especie  $i$  en la muestra.

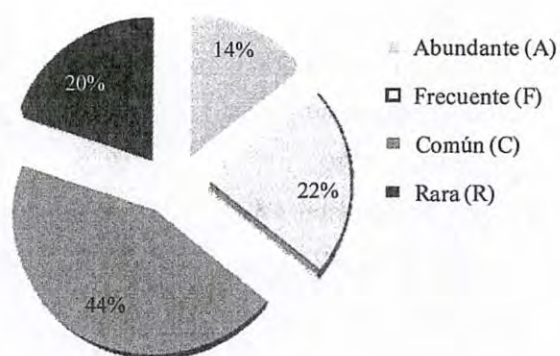
Con el IIR (Pinkas *et al.*, 1971) se determinaron las especies representativas; este índice tiene la ventaja que toma en cuenta el peso de los organismos en las muestras. La ecuación tiene la siguiente forma:

$$IIR = (\%W + \%N) \times \%F \quad (5)$$

donde:  $N$ , es la abundancia;  $W$ , es el peso; y  $F$ , es la frecuencia de ocurrencia de cada especie en las muestras.



La agrupación de las especies de la fauna acompañante del camarón en función de su abundancia relativa estuvo dominada por la categoría de las especies comunes (C), esto es aquellas con una abundancia relativa entre 0.01 y 0.099%. Las especies abundantes (A), es decir aquellas que presentaron una abundancia relativa mayor a 1%, fueron muy pocas aproximadamente el 10% de todas las especies. Y con el menor porcentaje las especies raras (R): las cuales presentaron una abundancia relativa menor a 0.01% (Fig. 8).



**Figura 8.** Agrupación de las especies de peces en la fauna acompañante del camarón, en función de su abundancia relativa, durante cruceros de veda en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.

Veintisiete especies aportaron las mayores abundancias (> del 1%) de acuerdo al IAR, todas pertenecientes al grupo de los peces. Entre estas destacan *Urobatis halleri*, *Eucinostomus argenteus*, *Pomadasys panamensis*, *Synodus scituliceps* y *Porichthys analis* (Tabla 5).

Debido a que el 10% de las especies presentaron los valores mayores del IVB en cada crucero y en el total de los tres cruceros, se eligieron como las más representativas de este índice, aquellas especies que representaron más del 25% del valor mayor que tomó el índice. Se eligió el 25% del valor mayor que tomó el índice ya que la diferencia entre el valor mayor del índice y el de la especie situada en una posición número 29 por ejemplo, era mayor al 75%.

**Tabla 5.** Especies de peces con los valores mayores del IAR, durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (Abu= abundancia en número de organismos, Abu Rel= abundancia relativa en porcentaje).

Especie	2004		2005	
	Abu	Abu Rel	Abu	Abu Rel
<i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	898	15.4	200	9.9
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird y Girard, 1855	186	3.2	—	—
<i>Haemulopsis nitidus</i> (Steindachner, 1869)	130	2.2	291	14.4
<i>Synodus scituliceps</i> Jordan y Gilbert, 1882	171	2.9	89	4.4
<i>Porichthys analis</i> Hubbs y Schultz, 1939	211	3.6	1	0.0
<i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1875)	210	3.6	34	1.7
<i>Diplectrum pacificum</i> Meek y Hildebrand, 1925	162	2.8	58	2.9
<i>Eucinostomus currani</i> Zahuaranec, 1980	625	10.7	1	0.0
<i>Orthopristis reddingi</i> Jordan y Richardson, 1895	494	8.5	1	0.0
<i>Micropogonias megalops</i> (Gilbert, 1890)	7	0.1	28	1.4
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	227	3.9	34	1.7
<i>Eucinostomus entomelas</i> Zahuaranec, 1980	177	3.0	68	3.4
<i>Diapterus aureolus</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	—	—	125	6.2
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill, 1863)	—	—	397	19.7
<i>Urobatis maculatus</i> Garman, 1913	253	4.3	36	1.8
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	60	1.0	42	2.1
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	265	4.5	27	1.3
<i>Pomadasys elongatus</i> (Steindachner, 1879)	39	0.7	13	0.6
<i>Haemulopsis axillaris</i> (Steindachner, 1869)	96	1.6	—	—
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)	105	1.8	14	0.7
<i>Scorpaena sonorae</i> Jenkins y Evermann, 1889	138	2.4	12	0.6
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindachner, 1868)	77	1.3	21	1.0
<i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert, 1882	23	0.4	69	3.4
<i>Orthopristis chalceus</i> (Günther, 1864)	2	0.0	95	4.7
<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	161	2.8	23	1.1
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)	125	2.1	26	1.3
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	121	2.1	—	—

**Tabla 5 (continuación...)** Especies de peces con los valores mayores del IAR, durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (Abu= abundancia en número de organismos, Abu Rel= abundancia relativa en porcentaje).

Especie	2007		3 años	
	Abu	Abu Rel	Abu	Abu Rel
<i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	618	6.4	1716	9.8
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird y Girard, 1855	1500	15.5	1686	9.6
<i>Haemulopsis nitidus</i> (Steindachner, 1869)	1040	10.7	1461	8.3
<i>Synodus scituliceps</i> Jordan y Gilbert, 1882	493	5.1	753	4.3
<i>Porichthys analis</i> Hubbs y Schultz, 1939	524	5.4	736	4.2
<i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1875)	463	4.8	707	4.0
<i>Diplectrum pacificum</i> Meek y Hildebrand, 1925	462	4.8	682	3.9
<i>Eucinostomus currani</i> Zahuaranec, 1980	27	0.3	653	3.7
<i>Orthopristis reddingi</i> Jordan y Richardson, 1895	94	1.0	589	3.4
<i>Micropogonias megalops</i> (Gilbert, 1890)	533	5.5	568	3.2
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	274	2.8	535	3.1
<i>Eucinostomus entomelas</i> Zahuaranec, 1980	276	2.8	521	3.0
<i>Diapterus aureolus</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	340	3.5	465	2.7
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill, 1863)	—	—	397	2.3
<i>Urobatis maculatus</i> Garman, 1913	72	0.7	361	2.1
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	248	2.6	350	2.0
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	44	0.5	336	1.9
<i>Pomadasys elongatus</i> (Steindachner, 1879)	252	2.6	304	1.7
<i>Haemulopsis axillaris</i> (Steindachner, 1869)	207	2.1	303	1.7
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)	137	1.4	256	1.5
<i>Scorpaena sonora</i> Jenkins y Evermann, 1889	101	1.0	251	1.4
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindachner, 1868)	152	1.6	250	1.4
<i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert, 1882	121	1.2	213	1.2
<i>Orthopristis chalceus</i> (Günther, 1864)	115	1.2	212	1.2
<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	13	0.1	197	1.1
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)	28	0.3	179	1.0
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	20	0.2	141	0.8

El IVB mostró que 28 especies fueron las comunes y abundantes durante los 3 años de muestreo, todas pertenecientes al grupo de los peces. Estas presentan en conjunto, valores mayores del 75% de la abundancia relativa total por cada año. El año donde se obtuvieron más lances muestreados (2007, 94 lances), estuvo dominado por solo 15 especies con los valores más altos del IVB en comparación con los otros dos años (Tabla 6).

De igual forma que en el índice anterior, debido a que el 10% de las especies presentaron los valores mayores del IIR, se eligieron como las más representativas de este índice, aquellas especies que representaron más del 5% del valor mayor que tomó el índice en cada crucero y en el total del los tres cruceros. Se eligió el 5% del valor mayor que tomó el índice ya que la diferencia entre el valor mayor del índice y el de la especie situada en una posición número 29 por ejemplo, era mayor al 95%.

Veinticinco especies fueron las representativas de acuerdo al IIR, todas pertenecientes al grupo de los peces. Cabe señalar que el año donde se obtuvieron más lances muestreados (2007, 94 lances), estuvo dominado por 15 especies con los valores más altos del IIR e IVB (Tabla 7). Fueron 28 especies las más dominantes y recurrentes de acuerdo a los 3 índices (IAR, IVB e IIR) en los 3 años de muestreo, todas del grupo de los peces y representando más del 75% de la abundancia del total de las especies. Pertenecientes a 16 familias, Haemulidae y Gerreidae que fueron las que aportan el mayor número de especies (5 y 6 respectivamente).

La selección de especies representativas de una comunidad en base a datos puntuales de abundancia no resulta del todo representativa, requiriéndose de herramientas que permitan esa selección, integrando cambios temporales en las dominancias de las principales especies. Los índices utilizados para determinar las especies representativas (IAR, IVB e IIR), fueron de gran importancia para caracterizar las especies en el tiempo y espacio.

**Tabla 6.** Especies con los valores mayores del IVB durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (Abu= abundancia en número de organismos, IVB= índice de valor biológico en puntos).

Especie	Familia	2004		2005	
		Abu	IVB	Abu	IVB
<i>Urobatis halleri</i>	Urolophidae	898	88	200	53
<i>Synodus scituliceps</i>	Synodontidae	171	63	89	33
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae	186	11	—	—
<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae	162	55	58	18
<i>Haemulopsis nitidus</i>	Haemulidae	130	26	291	53
<i>Pomadasys panamensis</i>	Haemulidae	210	36	34	20
<i>Micropogonias megalops</i>	Sciaenidae	6	2	28	17
<i>Eucinostomus gracilis</i>	Gerreidae	227	51	34	13
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Gerreidae	177	20	68	13
<i>Balistes polylepis</i>	Balistidae	60	25	42	20
<i>Porichthys analis</i>	Batrachoididae	211	43	1	1
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Serranidae	77	26	21	10
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Mullidae	105	24	14	12
<i>Haemulopsis elongatus</i>	Haemulidae	39	15	13	8
<i>Diapterus aureolus</i>	Gerreidae	—	—	125	15
<i>Etropus crossotus</i>	Paralichthyidae	23	15	69	34
<i>Scorpaena sonorae</i>	Scorpaenidae	138	32	12	9
<i>Urobatis maculatus</i>	Urolophidae	253	47	36	17
<i>Eucinostomus currani</i>	Gerreidae	487	83	1	1
<i>Syacium ovale</i>	Paralichthyidae	265	31	27	10
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	125	41	26	12
<i>Orthopristis reddingi</i>	Haemulidae	494	54	1	1
<i>Eucinostomus dowii</i>	Gerreidae	—	—	397	72
<i>Albula vulpes</i>	Albulidae	77	29	10	6
<i>Calamus brachysomus</i>	Sparidae	16	6	51	21
<i>Orthopristis chalceus</i>	Haemulidae	—	—	95	23
<i>Selene peruviana</i>	Carangidae	161	33	23	9
<i>Prionotus stephanophrys</i>	Triglidae	121	24	—	—

**Tabla 6 (continuación...)** Especies con los valores mayores del IVB durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (Abu= abundancia en número de organismos, IVB= índice de valor biológico en puntos).

Especie	Familia	2007		3 Años	
		Abu	IVB	Abu	IVB
<i>Urobatis halleri</i>	Urolophidae	618	382	1716	523
<i>Synodus scituliceps</i>	Synodontidae	493	379	753	475
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae	1500	433	1686	444
<i>Diplectrum pacificum</i>	Serranidae	462	317	682	390
<i>Haemulopsis nitidus</i>	Haemulidae	1040	270	1461	349
<i>Pomadasys panamensis</i>	Haemulidae	463	238	707	294
<i>Micropogonias megalops</i>	Sciaenidae	533	196	567	215
<i>Eucinostomus gracilis</i>	Gerreidae	274	138	535	202
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Gerreidae	276	167	521	200
<i>Balistes polylepis</i>	Balistidae	248	154	350	199
<i>Porichthys analis</i>	Batrachoididae	524	131	736	175
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Serranidae	152	125	250	161
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Mullidae	137	116	256	152
<i>Haemulopsis elongatus</i>	Haemulidae	252	124	304	147
<i>Diapterus aureolus</i>	Gerreidae	340	125	465	140
<i>Etropus crossotus</i>	Paralichthyidae	121	89	213	138
<i>Scorpaena sonorae</i>	Scorpaenidae	101	91	251	132
<i>Urobatis maculatus</i>	Urolophidae	72	64	361	128
<i>Eucinostomus currani</i>	Gerreidae	27	39	515	123
<i>Syacium ovale</i>	Paralichthyidae	44	49	336	90
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	28	32	179	85
<i>Orthopristis reddingi</i>	Haemulidae	94	29	589	84
<i>Eucinostomus dowii</i>	Gerreidae	—	—	397	72
<i>Albula vulpes</i>	Albulidae	17	35	104	70
<i>Calamus brachysomus</i>	Sparidae	52	32	119	59
<i>Orthopristis chalceus</i>	Haemulidae	115	35	210	58
<i>Selene peruviana</i>	Carangidae	13	11	197	53
<i>Prionotus stephanophrys</i>	Triglidae	20	25	141	49

El IAR es una expresión matemática utilizada por diversos autores (Horn y Allen, 1985; Rodríguez-Romero, 2008; Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009), para evidenciar las especies predominantes en la estructura de la comunidad y sus variaciones en el tiempo. El IVB combina la propiedad de abundancia relativa con la constancia espacio temporal de las especies, por lo que proporcionó un valor que estuvo en función del número de estaciones y muestreos (Loya-Salinas y Escofet, 1990; Campos-Dávila *et al.*, 2005).

Así, las especies que fueron más constantes durante los muestreos fueron también más importantes que aquellas que presentaron abundancias altas en menor número de muestreos. El IIR tiene la ventaja que toma en cuenta el peso de los organismos en las muestras (Pinkas *et al.*, 1971), por lo que aquellas que contribuyen con grandes volúmenes son también tomadas en cuenta y pesan más en los análisis. Si bien no existe un índice que tenga todos los atributos antes mencionados, en conjunto los tres índices utilizados en este trabajo, permiten determinar la abundancia e importancia en la comunidad en tiempo y espacio de las diversas especies.

El IVB e IIR fueron los que mejor sintetizaron y agruparon la información, de acuerdo a los resultados. Ya que con estos, se obtuvo el mayor número de especies similares entre los tres años y que fueron las más recurrentes y abundantes. Acevedo-Cervantes *et al.* (2009), mencionan que la utilización de estos dos índices en conjunto dan un resultado confiable en la caracterización de las especies en el tiempo y espacio.

**Tabla 7.** Especies con los valores mayores del IIR durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (N= abundancia en porcentaje, W= peso en porcentaje, F= frecuencia de ocurrencia en porcentaje y IIR= índice de importancia relativa en puntos).

Especie	2004				2005			
	%N	%W	%F	IIR	%N	%W	%F	IIR
<i>Urobatis halleri</i>	14.1	14.7	81.0	2337	9.4	23.1	80	2599
<i>Synodus scituliceps</i>	2.7	9.0	81.0	950	4.2	10.2	90	1292
<i>Eucinostomus dowii</i>	—	—	—	—	18.6	10.7	90	2635
<i>Haemulopsis nitidus</i>	2.0	1.8	28.6	110	13.6	6.4	80	1607
<i>Eucinostomus argenteus</i>	2.9	1.5	9.5	42	—	—	—	—
<i>Diplectrum pacificum</i>	2.5	2.4	57.1	285	2.7	1.7	80	353
<i>Pomadasys panamensis</i>	3.3	7.6	38.1	414	1.6	0.3	50	96
<i>Eucinostomus currani</i>	9.8	5.2	57.1	859	0.0	0.0	10	1
<i>Micropogonias megalops</i>	0.1	0.7	14.3	11	1.3	2.4	40	147
<i>Calamus brachysomus</i>	0.3	0.5	9.5	7	2.4	6.6	60	540
<i>Balistes polylepis</i>	0.9	1.5	47.6	116	2.0	2.4	50	220
<i>Urobatis maculatus</i>	4.0	3.9	42.9	339	1.2	1.2	50	120
<i>Orthopristis reddingi</i>	7.8	5.0	33.3	427	0.0	0.1	10	1
<i>Sphoeroides annulatus</i>	2.0	1.7	61.9	230	1.2	1.4	60	156
<i>Eucinostomus gracilis</i>	3.6	2.2	38.1	220	1.6	1.0	30	79
<i>Porichthys analis</i>	3.3	3.3	33.3	219	0.0	0.0	10	1
<i>Eucinostomus entomelas</i>	2.8	1.8	19.0	87	3.2	2.0	30	156
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1.2	1.7	28.6	83	1.0	1.0	60	117
<i>Orthopristis chalceus</i>	—	—	—	—	4.5	4.7	30	275
<i>Diapterus aureolus</i>	—	—	—	—	5.9	2.9	20	174
<i>Etropus crossotus</i>	0.4	0.2	23.8	13	3.2	0.5	60	223
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1.7	1.6	33.3	110	0.7	0.6	40	50
<i>Selene peruviana</i>	2.5	1.6	28.6	119	1.1	0.5	40	64
<i>Syacium ovale</i>	4.2	0.8	23.8	119	1.3	0.6	30	57
<i>Scorpaena sonorae</i>	2.2	0.7	38.1	107	0.6	0.1	40	28
<i>Haemulopsis elongatus</i>	0.6	1.1	23.8	40	0.6	0.7	20	26
<i>Albula vulpes</i>	1.2	2.2	33.3	114	0.5	0.6	20	22
<i>Prionotus stephanophrys</i>	1.9	0.7	23.8	62	—	—	—	—



**Tabla 7 (continuación...)** Especies con los valores mayores del IIR durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (N= abundancia en porcentaje, W= peso en porcentaje, F= frecuencia de ocurrencia en porcentaje y IIR= índice de importancia relativa en puntos).

Especie	2007				3 Años
	%N	%W	%F	IIR	IIR
<i>Urobatis halleri</i>	5.8	12.5	69.1	1263	6200
<i>Synodus scituliceps</i>	4.6	9.9	66.0	957	3199
<i>Eucinostomus dowii</i>	—	—	—	—	2635
<i>Haemulopsis nitidus</i>	9.7	4.5	42.6	603	2321
<i>Eucinostomus argenteus</i>	14.0	6.2	60.6	1224	1266
<i>Diplectrum pacificum</i>	4.3	3.4	68.1	527	1166
<i>Pomadasys panamensis</i>	4.3	4.3	47.9	411	920
<i>Eucinostomus currani</i>	0.3	0.1	8.5	3	863
<i>Micropogonias megalops</i>	5.0	15.5	34.0	698	856
<i>Calamus brachysomus</i>	0.5	1.8	12.8	30	577
<i>Balistes polylepis</i>	2.3	4.1	28.7	183	520
<i>Urobatis maculatus</i>	0.7	1.0	17.0	29	489
<i>Orthopristis reddingi</i>	0.9	0.7	8.5	13	442
<i>Sphoeroides annulatus</i>	0.3	0.2	14.9	7	392
<i>Eucinostomus gracilis</i>	2.6	1.4	23.4	92	390
<i>Porichthys analis</i>	4.9	3.3	20.2	165	385
<i>Eucinostomus entomelas</i>	2.6	1.9	30.9	138	381
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1.4	1.4	33.0	93	293
<i>Orthopristis chalceus</i>	1.1	1.6	6.4	17	292
<i>Diapterus aureolus</i>	3.2	1.2	23.4	102	277
<i>Etropus crossotus</i>	1.1	0.2	27.7	36	271
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1.3	1.0	29.8	68	228
<i>Selene peruviana</i>	0.1	0.0	4.3	1	184
<i>Syacium ovale</i>	0.4	0.1	11.7	7	182
<i>Scorpaena sonorae</i>	0.9	0.3	22.3	28	164
<i>Haemulopsis elongatus</i>	2.4	1.6	24.5	96	162
<i>Albula vulpes</i>	0.2	0.4	10.6	6	142
<i>Prionotus stephanophrys</i>	0.2	0.1	6.4	2	64

En el área del Golfo de California existen investigaciones sobre listados faunísticos (Rosales, 1976; Pérez-Mellado, 1980; Madrid-Vera *et al.*, 1998; García-Caudillo y Gómez-Palafox, 2005; López-Martínez *et al.*, 2010; Acevedo-Cervantes *et al.*, 2010; Madrid-Vera *et al.*, 2010; López-Martínez *et al.*, 2012) y la relación camarón:captura incidental (Chapa, 1976; Grande-Vidal y Díaz-López, 1981; Nava-Romo, 1995; García-Caudillo y Gómez-Palafox 2005; López-Martínez *et al.*, 2008, 2012; Morales-Azpeitia, 2011), de las especies capturadas incidentalmente durante la temporada de pesca comercial de camarón (septiembre a marzo). A pesar de esto, son escasos los estudios sobre la caracterización y estructura de las especies capturadas incidentalmente en periodo de veda del camarón (marzo-agosto). Periodo que se ha planteado que además de servir para proteger la reproducción de las especies de camarón, serviría también para la protección de otras especies que son capturadas incidentalmente (Rábago-Quiroz *et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2008; González-Ochoa *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2010; Morales-Azpeitia *et al.*, 2011).

El analizar información de las capturas asociadas a la captura de camarón con muestreos independientes de la pesquería comercial, permite tener una visión más amplia que muestrear solo áreas donde se capturan las especies de camarón o “caladeros”, así como también profundidades más allá de las que se realizan los arrastres camaroneros en el Golfo de California (8 a 28 m el 70%), según Pérez-Mellado (1980) y Morales-Azpeitia (2011). Para ambas situaciones anteriormente mencionadas, se deben tomar en cuenta las variaciones en la composición y migración de las especies durante todo el año, ya que estas especies pueden tener patrones de cambio estacional o mensual, característica que sobresale en peces tropicales y subtropicales (Rodríguez-Romero *et al.*, 1998; López-Martínez *et al.*, 2010).

Las especies más comunes y abundantes (representativas) obtenidas en este trabajo, se encuentran dentro de las 30 principales especies (en cuanto a frecuencia y abundancia), reportadas por Pérez-Mellado (1980) para la misma zona, durante 1978 a 1979 y López-Martínez *et al.* (2010) en 2004-2005 en muestreos realizados en la temporada de pesca camaronera. Lo anterior refleja que existe similitud en cuanto a las especies dominantes en las capturas incidentales obtenidas tanto por muestreos realizados en cruceros de veda (abril-agosto), como los provenientes de la pesca comercial (septiembre-abril). Por lo que las especies más comunes y abundantes obtenidas en este trabajo dan una noción fidedigna de las especies que son principalmente capturadas por la flota camaronera en el Golfo de California. De acuerdo a información bibliográfica, la característica general de la mayoría de las especies más comunes y abundantes (70%) en este estudio, es que presentan un rápido crecimiento, alta fecundidad, una duplicación de la población en un corto periodo de tiempo (entre 15 meses y 2 años en promedio) y una vulnerabilidad de moderada a baja (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). Hay evidencia que estas características las hace que sean oportunistas y con un gran éxito en áreas que están siendo constantemente arrastradas (Engel *et al.*, 1998).

Un punto importante también para el éxito de estas especies, es el hecho que el periodo que sirve de veda para las especies comerciales de camarón en el Golfo de California (abril-agosto), coincide con el periodo reproductivo de la mayoría de los peces de la fauna de acompañamiento del camarón (López-Martínez *et al.*, 2008; Rábago-Quiroz *et al.*, 2008; González-Ochoa *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2010; Morales-Azpeitia *et al.*, 2011).

**Tabla 8.** Algunas características ecológicas de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California (LT Max= longitud total máxima reportada).

<b>Especie</b>	<b>LT Máx. (Cm)</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
<i>Synodus scituliceps</i>	55	Baja (23-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Selene peruviana</i>	45	Baja a moderada (27-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	30	Baja a moderada (27-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Syacium ovale</i>	25	Baja (21-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Eucinostomus gracilis</i>	24	Baja (17-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Eucinostomus entomelas</i>	24	Baja (18-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Etropus crossotus</i>	22	Baja (10-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Eucinostomus currani</i>	21	Baja (17-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Eucinostomus argenteus</i>	20	Baja (16-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Diapterus aureolus</i>	20	Baja (15-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Eucinostomus dowii</i>	20	Baja (16-100)	Alta (< 15 meses)
<i>Albula vulpes</i>	104	Moderada (43-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	60	Moderada (37-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Sphoeroides annulatus</i>	48	Moderada (37-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Orthopristis chalceus</i>	45	Moderada (38-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Prionotus stephanophrys</i>	43	Moderada-alta (47-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Micropogonias megalops</i>	40	Baja a Moderada (30-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Pomadasys panamensis</i>	35	Moderada (36-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Haemulopsis nitidus</i>	30	Baja a Moderada (32-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Porichthys analis</i>	30	Moderada (46-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Haemulopsis elongatus</i>	30	Baja a Moderada (32-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Diplectrum pacificum</i>	28	Baja a Moderada (31-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>S. sonora</i>	18	Moderada (40-100)	Media (1.4 - 4.4 años)
<i>Balistes polylepis</i>	80	Moderada a Alta (54-100)	Baja (4.5 - 14 años)
<i>Calamus brachysomus</i>	61	Moderada-alta (50-100)	Baja (4.5 - 14 años)
<i>Urobatis halleri</i>	56	Alta (56-100)	Baja (4.5 - 14 años)
<i>Urobatis maculatus</i>	42	Moderada-alta (51-100)	Baja (4.5 - 14 años)
<i>Orthopristis reddingi</i>	30	Moderada-alta (52-100)	Baja (4.5 - 14 años)

Fuente: Robertson y Allen (2008), Froese y Pauly (2009), Discover life (2011)

Si bien no están presentes como especies comunes, se presentaron especies enlistadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011), tal es el caso del caballito de mar (*Hippocampus erectus*) y la manta (*Diplobatis ommata*), las cuales se encuentra en un estatus de *Vulnerable* (A4cd y A2bd+3bd+4bd respectivamente).

Este estatus significa que no se encuentra en un estado crítico de peligro de extinción. Sin embargo, de no tomar medidas para su conservación y sobreexplotación en un futuro este estatus podría dar un giro hacia un alto riesgo de extinción. Estas especies se presentaron con poca frecuencia (menor a 0.01%) y según su abundancia relativa como rara y común, en las capturas incidentales de barcos camaroneros que operan en el Golfo de California y en este trabajo. Esto significa que presentaron abundancias relativas menores a 0.01% y entre 0.01 y 0.099% respectivamente (López-Martínez *et al.*, 2010). Se sugiere que en un futuro se desarrolle investigación seria orientada a evaluar el estatus de ambas especies.

## Capítulo 2

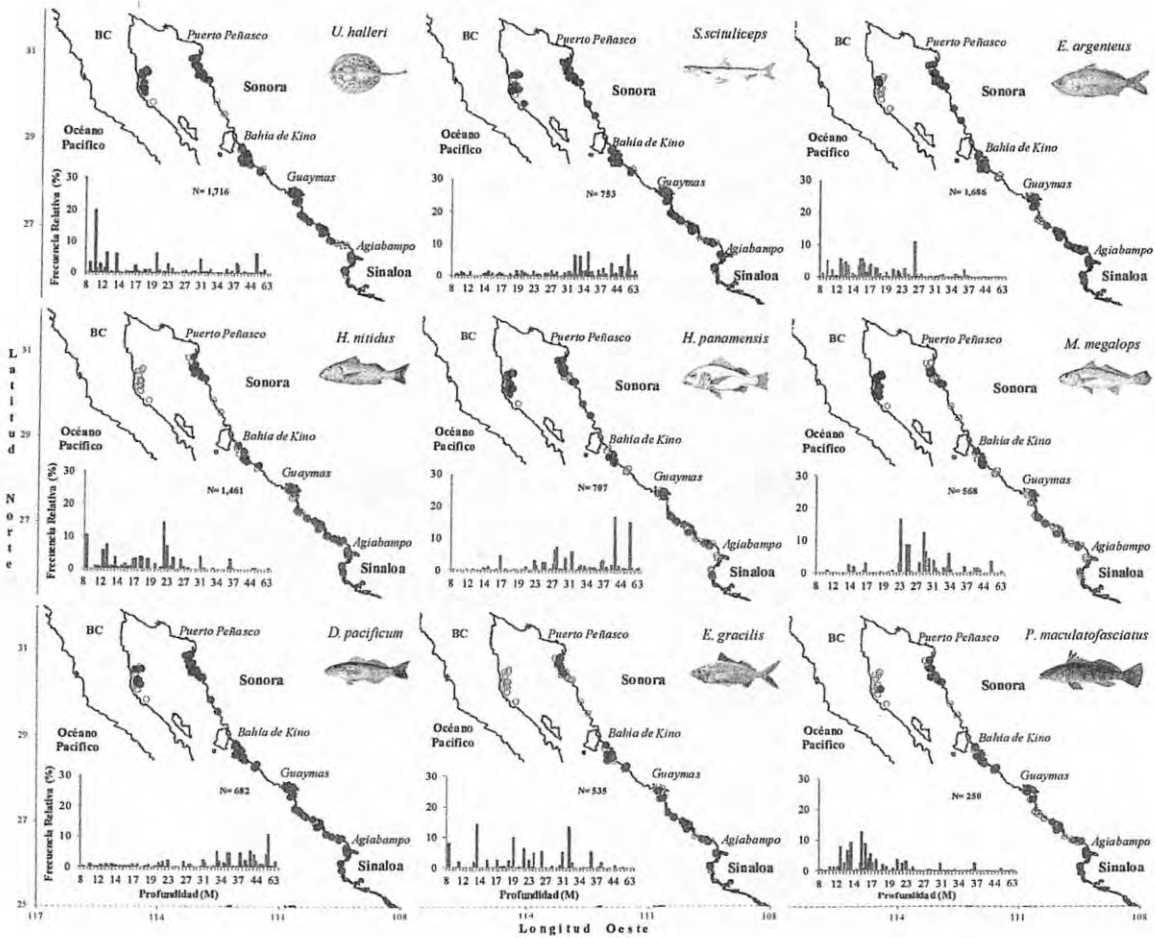
### DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL Y BATIMÉTRICA DE LAS ESPECIES DE PECES MÁS COMUNES Y ABUNDANTES EN LA FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN Y FAUNA DE PROFUNDIDAD MAYOR A LOS 90 M

Para la determinación de la distribución latitudinal de las especies de peces más comunes y abundantes, se utilizaron las posiciones geográficas de captura de estas y se plasmaron en mapas de puntos. En tanto para determinar la distribución batimétrica, se obtuvieron los histogramas de profundidad, utilizando las posiciones geográficas y profundidad de captura de cada una de las especies. Estos mapas e histogramas fueron realizados por medio del programa Excel 2007.

De igual forma se unieron los dos tipos de información (de cruceros en época de veda y de prospecciones a profundidades mayores a las 90 m) para las especies más comunes y abundantes obtenidas con los tres índices y que estuvieron presentes en las prospecciones a profundidad para así tener una mejor representación de la distribución latitudinal y batimétrica.

La mayoría de las especies representativas (90%) en la fauna acompañante del camarón presentaron una distribución latitudinal amplia dentro de la zona de estudio. Por ejemplo, especies como *U. halleri*, *E. argenteus*, *S. scituliceps*, *P. panamensis*, *M. megalops*, *D. pacificum*, *P. maculatofasciatus*, *P. analis*, *S. ovale*, *A. vulpes* y *S. sonorae* se distribuyen por gran parte de la zona costera del estado de Sonora y parte del sur de Sinaloa. Así como en la costa occidental del golfo (zona costera de Baja California) (Fig. 9, 10 y 11). Otras especies

como *H. nitidus*, *E. gracilis*, *E. entomelas*, *B. polylepis*, *P. grandisquamis*, *E. crossotus*, *U. maculatus*, *H. elongatus*, *E. currani*, *S. annulatus* y *O. reddingi* solo se distribuyen en la parte oriental del golfo (Fig. 9, 10 y 11).



**Figura 9.** Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (a) (Círculos rellenos= lances donde apareció la especie y Círculos sin relleno= lances donde no apareció).

El 2% de las especies presentaron una distribución más acotada, como *D. aureolus* y *E. dowii*, que se encontró con más frecuencia en las costas de la parte sur de Sonora y norte de Sinaloa, sin ocurrencia en la parte centro del golfo y muy escasa en la parte norte (Fig. 9, 10 y 11).

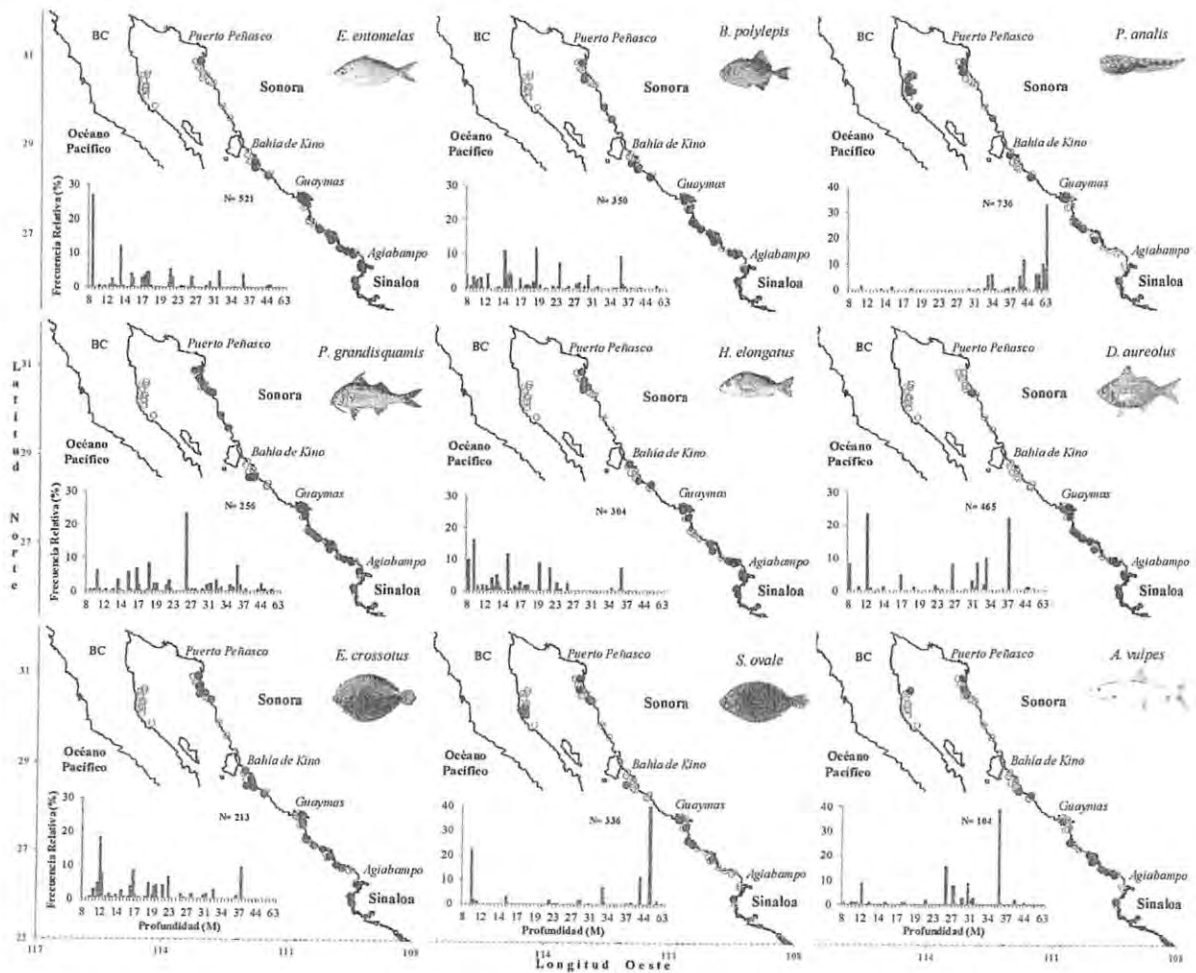


Figura 10. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (b).

Por otra parte, *P. analis* y *C. brachysomus* fueron encontrados frecuentemente hacia el norte y centro del golfo; sin embargo, su presencia fue menor en la parte sur, contrario a lo observado para *E. entomelas* la cual fue muy frecuente en el sur y centro mientras que fue escasa al norte del golfo (Fig. 9, 10 y 11).



Con referencia a la distribución batimétrica de estas especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante los 3 años de estudio, la mayoría presentó una distribución amplia dentro del rango de profundidades muestreado (9 a 68 m).

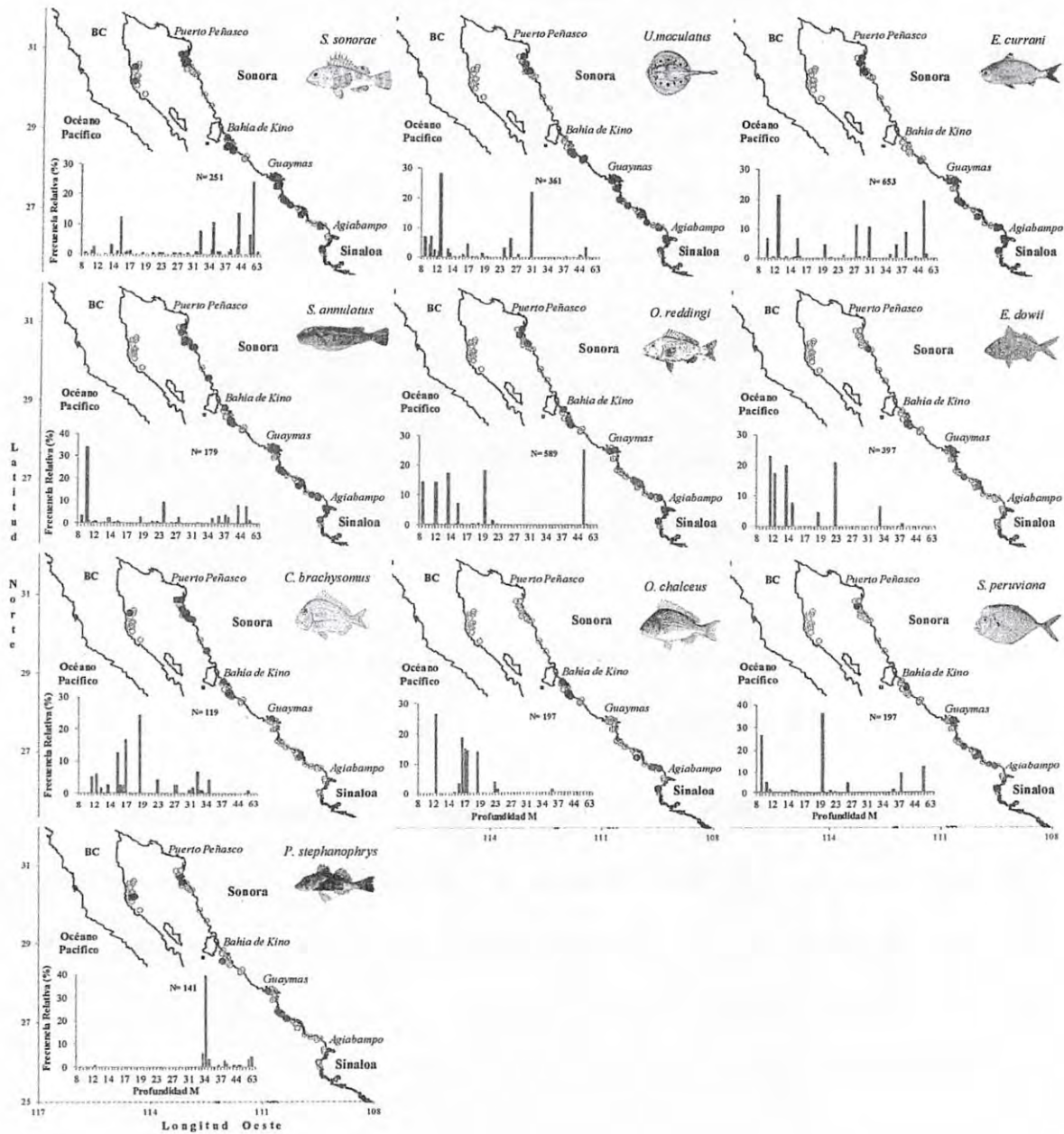


Figura 11. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón durante cruceros de veda realizados en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (c).

En general se pueden observar tres grupos de especies en cuanto a su distribución batimétrica: el primero conformado por las especies *U. halleri*, *H. nitidus*, *E. argenteus*, *E. entomelas*, *P. maculatofasciatus*, *B. polylepis*, *H. elongatus*, *E. crossotus*, *U. maculatus*, *E. dowii*, *C. brachysomus* y *O. chalceus*, cuyas abundancias relativas fue mayor entre los 9 a 27 m de profundidad. En otras palabras, las especies se concentran en zonas someras (Fig. 9, 10 y 11). El segundo grupo lo conforman las especies *S. scituliceps*, *P. panamensis*, *M. megalops*, *P. analis*, *D. pacificum*, *S. ovale*, *A. vulpes*, *S. sonorae* y *P. stephanoprhyis*, cuyas mayores abundancias se concentran entre los 27 a 68 m de profundidad. Es decir, las especies se concentran en zonas de mayor profundidad (Fig. 9, 10 y 11). Y por último el grupo con abundancias más o menos constantes entre los 9 y 46 m de profundidad, conformado por *E. gracilis*, *P. grandiscuamis*, *D. aureolus*, *E. currani*, *S. annulatus*, *S. peruviana* y *O. reddingi* (Fig. 9, 10 y 11).

#### Prospecciones a profundidades mayores a las 90 m para complementar la información de distribución latitudinal y batimétrica

De la información proveniente de las cinco prospecciones realizadas a profundidades mayores a las 90 m entre 2004 y 2007, se analizaron 116 lances (Tabla 9). Con un total de 19,168 organismos en las muestras, representando más de 150 especies entre peces, crustáceos y moluscos. En los 116 lances efectuados en los tres años, la profundidad mínima muestreada fue de 90 m y la máxima 769 m, con un promedio de 266 m.

De las 28 especies más comunes y abundantes (con el IAR, IIR e IVB) en los cruceros de veda, 11 de ellas (*P. analis*, *S. scituliceps*, *B. polylepis*, *E. crossotus*, *P. maculatofasciatus*, *D.*

*pacificum*, *P. grandisquamis*, *M. megalops*, *C. brachysomus*, *S. ovale* y *S. sonorae*) se encontraron en los cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 m (Tabla 10).

**Tabla 9.** Información de época de muestreo, número de lances y número de organismos analizados durante cruceros realizados a profundidades mayores de los 90 m, en 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California (No. de Org.= número de organismos).

Tipo/Fecha de Muestreos	No. de lances muestreados	No. de Org. analizados	Localidad (Zona del golfo)
Profundidad septiembre 2004	11	1,720	Centro del golfo
Profundidad febrero 2005	29	3,834	Centro y Sur
Profundidad mayo 2005	31	4,566	Norte, Centro y Sur
Profundidad junio 2007	20	5,097	Norte, Centro y Sur
Profundidad octubre 2007	25	3,951	Centro del golfo
Total	116	19,168	

De estas 11 especies se analizaron datos de 1,072 organismos y solo dos de esas fueron abundantes y frecuentes en los muestreos: *S. scituliceps* y *P. analis*, las otras nueve aparecieron solo en uno o dos lances y fueron poco abundantes.

Al combinar la información de ambas fuentes (cruceros de veda y cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 m) para estas dos especies, se tuvo una mejor perspectiva de su distribución latitudinal y batimétrica (Fig. 10 a-b).

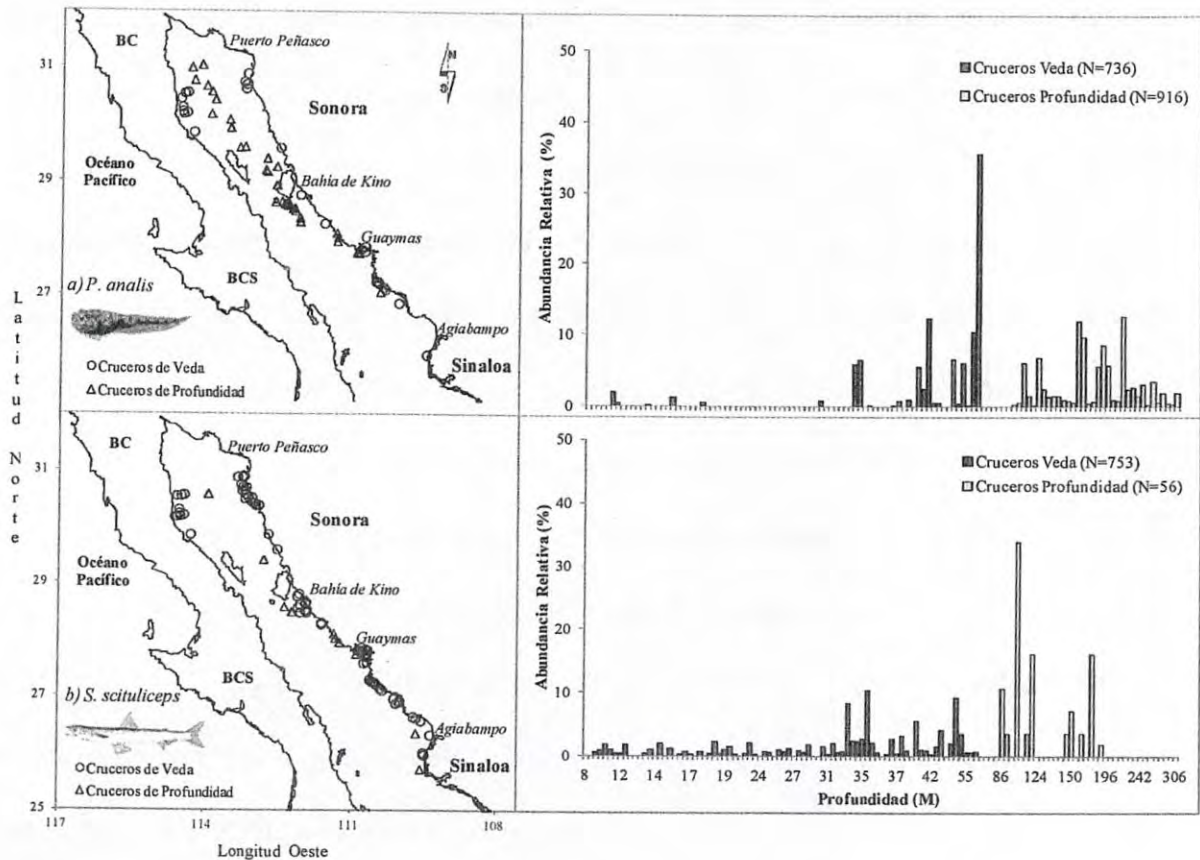
Los organismos de *Porichthys analis* se concentraron en la parte norte y centro del Golfo de California, con muy poca presencia hacia el sur. En cuanto a su distribución batimétrica esta especie se distribuye desde los 10 a 306 m de profundidad y tiene las mayores abundancias relativas entre los 40 y 290 m (Fig. 12a). *Synodus scituliceps* se distribuyó en toda la zona costera del Golfo de California. En cuanto a su distribución batimétrica, esta especie se

distribuye desde los 9 a 190 m de profundidad y tiene las mayores abundancias entre los 33 y 55 m (Fig. 12b).

**Tabla 10.** Información de las especies más comunes y abundantes durante los cruceros de veda y que se encontraron presentes en los cruceros realizados a profundidades mayores a los 90 m en el Golfo de California (No. de Org.= número de organismos).

<b>Especie</b>	<b>No. lances en que aparece</b>	<b>No. de Org. Analizados</b>	<b>Profundidad (M)</b>
<i>Synodus scituliceps</i>	10	56	90 – 190
<i>Balistes polylepis</i>	1	8	90
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1	3	90
<i>Diplectrum pacificum</i>	1	1	90
<i>Porichthys analis</i>	35	916	100 – 306
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1	13	130
<i>Micropogonias megalops</i>	1	3	271
<i>Calamus brachysomus</i>	1	27	90
<i>Syacium ovale</i>	2	32	150 – 179
<i>Scorpaena sonorae</i>	1	2	113
<i>Prionotus stephanophrys</i>	3	11	125 – 150

La mayor parte (98%) de estas especies más comunes y abundantes presentan una distribución global, esto es, son habitantes del Pacífico Este y regionalmente endémicas y residentes del Pacífico Oriental Tropical (Hensley, 1995; Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). Esto concuerda con lo reportado por Castro-Aguirre y Balart (1996) y Robertson y Allen, (2008), donde mencionan que en el Golfo de California se manifiestan especies de afinidades tanto templadas, tropicales y de transición templado-cálidas, por estar situado en una zona de transición donde convergen aguas tropicales y templadas.



**Figura 12.** Distribución latitudinal y batimétrica de: a) *P. analis* y b) *S. scituliceps*, combinando información de cruceros de veda y de profundidad en el Golfo de California.

Por otra parte, solo *E. argenteus* presenta una distribución global más amplia, distribuyéndose tanto en el Pacífico Oriental Tropical como en el Atlántico Oeste (Froese y Pauly, 2009). Acorde con lo descrito por Walker (1960), donde menciona que 73% del total de las especies ícticas del Golfo de California está constituida por elementos de la región Panámica, 10% de formas ártico-boreales (incluyendo especies compartidas con la ictiofauna Californiana, Oregoniana y Canadiense) y 17% endémicas (Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Robertson y Allen, 2008).

La distribución latitudinal más acotada para algunas de estas especies mencionadas anteriormente, puede ser un claro ejemplo de que algunos peces pueden tener barreras térmicas y del tipo topográficas (batimétrica y de sustrato) que les impiden su distribución más allá de ciertos límites, lo cual ha sido muchas veces citado en estudios zoogeográficos para el Golfo de California. Sin embargo, dichas barreras no tienen el mismo efecto para todos los elementos de la ictiofauna del golfo por lo que a estas barreras se les considera más bien como “filtros faunísticos” (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

Por ejemplo, barreras topográficas en el golfo constituidas por grandes extensiones de costa arenosa (entre el sur de Guaymas y Mazatlán, que se caracteriza por varios sistemas estuario-lagunares), han restringido el establecimiento de ciertas especies típicas de otros ambientes (rocosos o coralinos). Por otra parte, del lado Baja Californiano, la costa es en su mayoría rocosa, con acantilados y accidentadas en su desarrollo, impide el establecimiento de especies típicas de fondos blandos. Se ha planteado que la diversidad de especies varía según los tipos de sedimento ya que de ello depende la disponibilidad de alimento determinante en la abundancia de especies (Gage y Tyler, 1991; citado por Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009). Se ha propuesto que existe una clara diferencia entre la fauna de la plataforma continental y del talud continental (Powell *et al.*, 2003) debido principalmente a factores como nivel de luz, sustrato y sedimentos así como la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad (Fujita *et al.*, 1995, citado por Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009).

Los gradientes térmicos en el Golfo de California, son uno de los filtros faunísticos que determinan en gran medida la distribución de los peces y otros organismos (Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Mora y Robertson, 2005). La temperatura juega un papel como factor limitante en la distribución y abundancia de varias especies, sobre todo aquellas que viven en ambientes

arenosos o lodosos (la mayoría de las aquí estudiadas). Además de que estas especies puedan poseer un fuerte componente estuario-lagunar en alguna fase de su ciclo de vida, lo cual también sería una barrera para su distribución (Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Por otra parte se reporta la ampliación del rango de distribución de *H. elongatus*, la cual fue encontrada en la mayor parte de los lances muestreados a lo largo del golfo. De acuerdo con Robertson y Allen (2008), se distribuye desde la boca del Golfo de California a Perú, pero no dentro del mismo golfo.

La información proveniente de muestreos independientes de la pesca comercial de camarón nos puede dar una visión más amplia en cuanto a la distribución de las especies acompañantes en esta pesquería, ya que no está sesgada por muestrear solo áreas y profundidades donde se capturan mayormente las especies de camarón “caladeros”. Sin embargo, se deben tomar en cuenta posibles cambios temporales en la distribución batimétrica, ya que algunas de estas especies pueden desarrollar migraciones con fines reproductivos (hacia aguas más profundas, o hacia aguas más someras) (Rodríguez-Romero *et al.*, 1998; López-Martínez *et al.*, 2010).

La mayoría de las especies analizadas son especies demersales asociadas al fondo o cerca del fondo marino, con una amplia distribución batimétrica (9 a 67 m de profundidad) y en dos de estas especies (*S. scituliceps* y *P. analis*) hasta los 325 m. Estos rangos de distribución batimétrica son acordes a los reportados para estas especies (Hensley, 1995; Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009) (Tabla 11). Al igual que la distribución latitudinal, la distribución batimétrica de las especies puede estar limitada por barreras térmicas y de presión así como de tipo topográfico presentes en el Golfo de California.

**Tabla 11.** Información ecológica y de distribución de las especies de peces más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California.

<b>Especie</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Posición en columna de agua</b>	<b>Profundidad reportada (m)</b>
<i>Haemulopsis nitidus</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca de fondo	0 – 50
<i>Urobatis halleri</i>	Demersal/fondo suave-arrecifes	Fondo	1 – 90
<i>Synodus scituliceps</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 172
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 12
<i>Diplectrum pacificum</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 90
<i>Pomadasy panamensis</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca fondo	5 – 107
<i>Micropogonias megalops</i>	Bento/Pelágico fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca fondo	1 – 30
<i>Eucinostomus gracilis</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo+Columna de agua	0 – 30
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	0 – 100
<i>Balistes polylepis</i>	Demersal/fondo suave-arrecifes	Fondo	3 – 512
<i>Porichthys analis</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 225
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Asociado arrecifes/fondo suave-arena	Fondo	1 – 60
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Demersal/asociado arrecifes-fondo suave	Fondo-Cerca fondo	1 – 67
<i>Haemulopsis elongatus</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo+Columna de agua	0 – 66
<i>Diapterus aureolus</i>	Bento/Pelágico fondo suave arena, fango	Fondo	0 – 30
<i>Etropus crossotus</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 65
<i>Scorpaena sonorae</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	1 – 91
<i>Eucinostomus currani</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	0 – 30
<i>Urobatis maculatus</i>	Demersal/fondo suave-arrecifes	Fondo	1 – 30
<i>Syacium ovale</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	10 – 60
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Asociado arrecifes/fondo suave-arena	Fondo	1 – 105
<i>Orthopristis reddingi</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca de fondo	5 – 30
<i>Eucinostomus dowii</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	0 – 30
<i>Albula vulpes</i>	Demersal/fondo suave-arrecifes	Fondo	0 – 84
<i>Calamus brachysomus</i>	Asociado arrecifes/fondo suave-arena	Fondo	3 – 80
<i>Selene peruviana</i>	Bento/Pelágico fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca fondo	1 – 50
<i>Orthopristis chalceus</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo-Cerca fondo	0 – 35
<i>Prionotus stephanophrys</i>	Demersal/fondo suave arena, fango	Fondo	2 – 255

Fuente: Robertson y Allen (2008), Froese y Pauly (2009), Discover life (2011)



La distribución batimétrica (9-67 m) de las especies aquí estudiadas, puede ser debida a que en la parte oriental del Golfo de California existen grandes extensiones costeras arenoso-fangosas que son áreas muy productivas y soportan una gran diversidad de especies ícticas y otros organismos. La mayoría de las especies aquí citadas, son habitantes comunes de estas áreas (López-Martínez *et al.*, 2010).

En particular para *S. scituliceps* y *P. analis*, el amplio rango de distribución batimétrica que presentan estas especies tiene repercusiones en su supervivencia y potencial efecto que sobre ellas ejerce la pesca de arrastre que se efectúa en el Golfo de California. Sin embargo, primero deben de estimarse las abundancias por estrato de profundidad en el área de distribución total de las especies y evaluar la proporción de biomasa no pescada que pudiera haber.

\*Los resultados mostrados en estos 2 primeros capítulos dieron origen a la siguiente publicación:

- Rábago-Quiroz C. H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J. E. y Nevárez-Martínez, M. O. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Biología Tropical*. 59(1): 255-267 (se anexa primera página de la publicación).

## Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México

Carlos Hiram Rábago-Quiroz<sup>1,2</sup>, Juana López-Martínez<sup>2\*</sup>, José Eduardo Valdez-Holguín<sup>1</sup> & Manuel O. Nevárez Martínez<sup>3</sup>

1. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS), Luis Donaldo Colosio S/N, entre Sahuaripa y Reforma, Colonia Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México; crabago\_28@yahoo.com.mx, jvaldez@guayacan.uson.mx
  2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora, Campus Guaymas, Km. 2.35 carretera a las Tinajas, S/N Col. Tinajas, C.P. 85465, Guaymas, Sonora, México; jlopez04@cibnor.mx
  3. Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur No. 605, Colonia La Cantera, C.P. 45400, Guaymas, Sonora, México; manuel.nevarez@prodigy.net.mx
- \* Correspondencia.

Recibido 22-III-2010. Corregido 25-IX-2010. Aceptado 28-X-2010.

**Abstract:** Latitudinal and bathymetric distribution of the most abundant and frequent species in the shrimp bycatch from the Gulf of California, Mexico. The Gulf of California is one of the most mega-diverse regions in the world, for which few fishery information is available. We present here latitudinal and bathymetric distribution of the most abundant and frequent bycatch species from the Gulf of California. The samples were obtained from a total of 111 hauls taken during seven research cruises of the closed shrimp season (2002-2005-2007), and also, from research cruises made at depths up to 90m. Due to the high variety species in this experimental shrimp bycatch, only those with highest biological value index (BVI) were selected. A total of fifteen species had the highest BVI and represented about 60% of the total abundance. A total of 16 508 organisms were analyzed, representing 243 fish, crustacean, mollusk and echinoderm species. Fish were the most abundant, being the most frequent species: *Urobaris halleri*, *Synodus scituliceps*, *Diplectrum pacificum*, *Haemulopsis nitidus* and *Eucinostomus argenteus*. A wide latitudinal distribution of these species along the study area, as well as a bathymetric distribution from 9 to 67m depth, was observed. Two of these species were found at 325m depth. Due to the wide bathymetric distribution obtained, total abundances and sizes for each species by depth strata should be determined, and one can assume that deeper than 25m, the capture of these species decreases, and these areas can be used as natural repopulation areas, for depths where they are mainly captured by the commercial shrimp fishery. Rev. Biol. Trop. 59 (1): 255-267. Epub 2011 March 01.

**Key word:** biological value index, shrimp trawl, closed shrimp season, shrimp by-catch, fishes.

En el ámbito internacional una de las preocupaciones más significativas en el manejo y conservación de los ecosistemas marinos explotados, es la mortalidad de especies capturadas incidentalmente (Pope *et al.* 2000, Davis 2002). En este sentido, las pesquerías de crustáceos bentónicos con redes de arrastre, contribuyen en gran medida a esta problemática, fundamentalmente debido a la baja

selectividad de las artes de pesca utilizadas en la captura del recurso objetivo. Según la FAO, la pesquería de camarón en zonas tropicales genera alrededor de 1.86 millones de toneladas de captura incidental representando 27.3% del total de la captura incidental de las pesquerías comerciales del mundo (Kelleher 2005).

La pesquería multiespecífica de camarón de altamar es una de las más importantes en el

## Capítulo 3

### ASOCIACIONES ECOLÓGICAS DE LAS ESPECIES DE PECES MÁS COMUNES Y ABUNDANTES EN LA FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN

Con la información de las especies representativas así como sus abundancias y ubicación geográfica para los tres años de muestreo (2004, 2005 y 2007), se llevó a cabo un análisis de agrupamiento con el fin de encontrar agrupaciones con características similares y así centrar los análisis posteriores del trabajo en esos grupos. En general la medida de similitud define la proximidad (no covariación) entre los grupos y su elección está determinada por la escala de medida de las variables. En este caso se utilizó como medida de similitud el algoritmo de distancias cortas (chord distance). Esta mide la distancia ente dos objetos (estaciones) y es calculada después de dividir cada valor por la longitud del vector y tiene la ventaja de tomar en cuenta las abundancias relativas y no las abundancias absolutas de las especies en cada estación (Orlóci, 1967; Cavalli-Sforza y Edwards, 1967) de la siguiente forma:

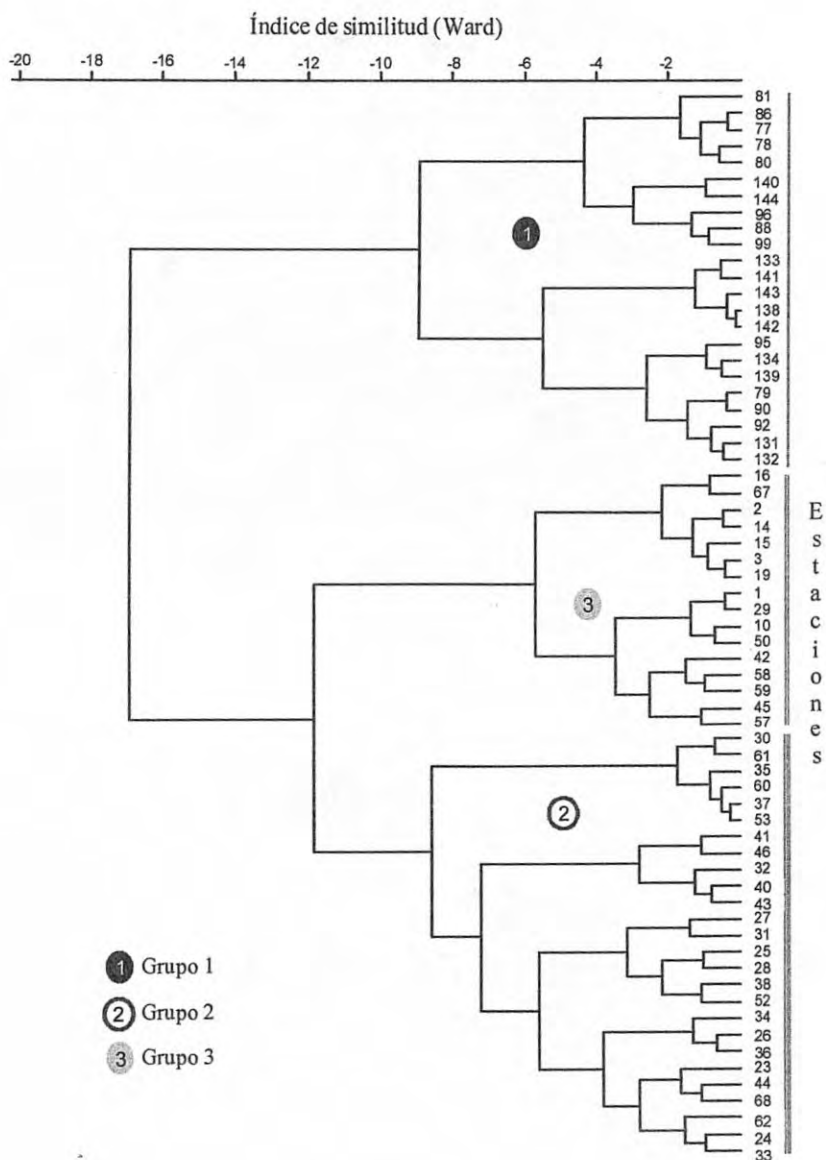
$$D_{Chord} = \sqrt{2(1 - \cos\theta)} \quad (6)$$

La matriz de similitud obtenida, sirvió para el del análisis de agrupamiento (Clúster), utilizando para ello técnicas aglomerativas (método de Ward, 1963). El método de Ward (1963), utiliza un enfoque de análisis de varianza para evaluar las distancias entre los grupos. En resumen, este método trata de minimizar la suma de cuadrados (SS) de dos grupos (hipotéticos) que se pueden formar en cada paso.

Así mismo, con el fin de definir con mayor claridad las agrupaciones formadas e identificar posibles asociaciones y la ordenación de las especies con una determinada región del Golfo de California (Quinn y Keough 2002), se llevo a cabo un análisis de correspondencia a través del Programa Estadístico JMP (versión 5.01; SAS Institute). Las regiones (norte, centro y sur) fueron tomadas de acuerdo a criterios ictiográficos siguiendo a Walker (1960) y Castro-Aguirre *et al.* (1995).

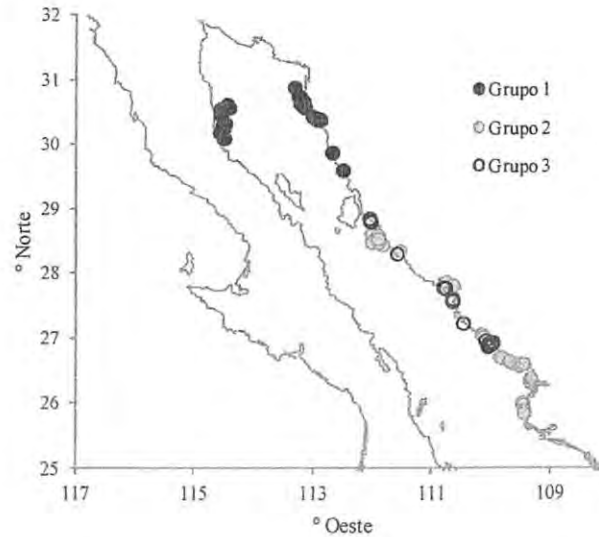
De igual forma se realizó un análisis de afinidad biogeográfica para estas especies comunes y abundantes, siguiendo a Briggs (1974, 1995) y Walker (1960), con modificaciones de Boschi (2000), Galván-Magaña *et al.* (2000), Hastings (2000), Robertson *et al.* (2004), Horn *et al.* (2006), Zapata y Robertson (2007) y Robertson y Allen (2008). Considerando las siguientes divisiones: PO: Provincia Oregoniana, la cual se extiende de Puget Sound a Punta Concepción en California, la porción sur es considerada una zona de transición entre esta provincia y la de San Diego; PS: Provincia de San Diego, de Punta Concepción a Bahía Magdalena en el sur de Baja California, corresponde a aguas templado-cálidas; PC: Provincia de Cortés (sinus californiana) incluyendo la parte sur de Bahía Magdalena y todo el Golfo de California; PM: Provincia Mexicana que incluye la costa de México desde Mazatlán, Sinaloa, hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; PP: Provincia Panámica, se extiende hacia el sur desde El Salvador hasta alrededor de Cabo Blanco, en la parte norte de Perú; POT: Incluye especies de amplia distribución del Pacífico Oriental Tropical, esta región incluye la costa oeste del continente Americano entre 25° N en la parte sur de Bahía Magdalena, hasta los 5° S en Cabo Blanco parte norte de Perú; CT: Circumtropicales con especies ícticas de amplia distribución en los mares tropicales del mundo (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2010).

El análisis clúster mostró 3 grupos en función a su posición geográfica (latitud) y profundidad (Fig. 13). El grupo uno está caracterizado por las estaciones de la parte norte del golfo, tanto de la plataforma de Baja California y Sonora y con profundidades mayores a los 25 m (Fig. 14 y 15).

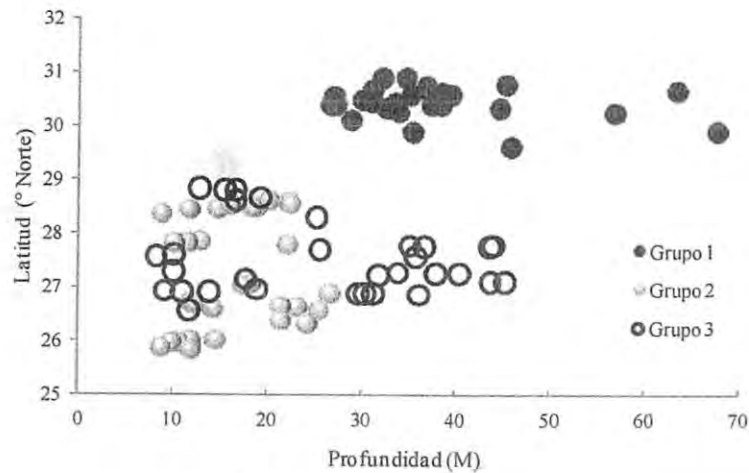


**Figura 13.** Grupos de estaciones en función de la abundancia de las 28 especies más comunes y abundantes durante julio y agosto de 2004, 2005 y 2007 en el Golfo de California.

El grupo dos que incluye estaciones de la parte centro y sur de la costa oriental del golfo, con profundidades de 9 a 25 m (Fig. 14 y 15). Y el grupo tres, un grupo de transición tanto latitudinal (entre la zona centro y sur del golfo), como en profundidad (de 10 a 45 m).



**Figura 14.** Grupos o asociaciones en función de su similitud latitudinal, para las especies comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California.



**Figura 15.** Grupos o asociaciones en función de su similitud batimétrica, para las especies comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California.

El análisis de correspondencia mostro cierta una asociación de algunas de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna de acompañamiento del camarón con ciertas áreas del Golfo de California (Fig. 16).

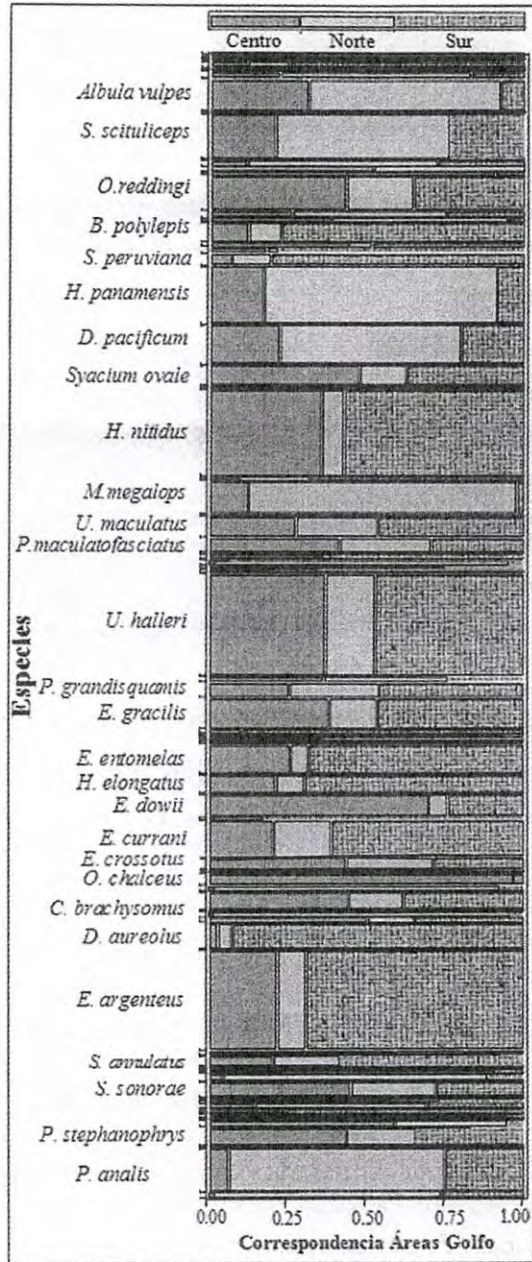
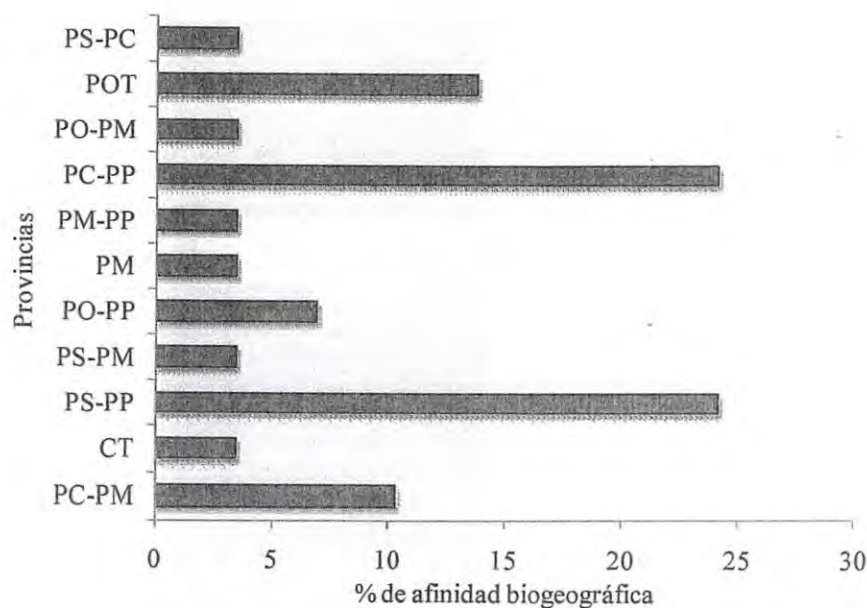


Figura 16. Asociación y ordenación de las especies más comunes y abundantes con cierta región del Golfo de California.

El análisis de afinidad biogeográfica, en general indica que existe una dominancia de las provincia Cortes-Panámic, el traslape de la provincia Sandieguina-Panámic y del Pacifico Oriental Tropical (Fig. 17).



**Figura 17.** Porcentajes de afinidad ictiogeográfica de las 28 especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales en el Golfo de California (PO: Provincia Oregoniana, PS: Provincia de San Diego, PC: Provincia de Cortés, PM: Provincia Mexicana, PP: Provincia Panámica, POT: Pacífico Oriental Tropical, CT: Especies Circumtropicales).

En cuanto a las asociaciones o grupos formados tanto en función a la latitud como a la profundidad se puede observar lo siguiente: El grupo uno caracterizado por las estaciones de la parte norte del golfo, tanto de la plataforma de Baja California y Sonora, el cual estuvo dominado por *M. megalops*, *P. panamensis*, *S. scituliceps* y *P. analis*. Especies típicas de la parte norte del golfo y cuyas mayores abundancias se encuentran en profundidades mayores a 25 m (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009).



De acuerdo a su afinidad biogeográfica *M. megalops* tiene un endemismo global en el Pacífico Este y Pacífico Oriental Tropical, un endemismo regional en la parte norte del Golfo de California (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009) y pertenece al traslape de la provincia de Cortés-Mexicana. Por otra parte, *P. panamensis* tiene un endemismo global en el Pacífico Este y un endemismo regional en el Pacífico Oriental Tropical y según su afinidad biogeográfica esta especie pertenece al traslape de las provincias de Cortés y Panámica (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2010).

Esto es, el grupo está formado por especies más norteañas, donde las comunidades ícticas son propias de fondos duros y se limitan por la gran zona de fondo areno fangoso, además de la amplitud de temperaturas y mareas de esta zona (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). Aunado a esto, una de las características de la parte occidental de golfo es que presenta una plataforma continental muy estrecha, en su mayoría rocosa, con acantilados y accidentada en su desarrollo, lo que implica una ictiofauna diferente para estos ambientes. Por ejemplo es notable la ausencia de varias especies en la costa occidental del golfo que son relativamente comunes en la oriental (Castro-Aguirre *et al.*, 1995), así mismo, una presencia mayor en la parte occidental de especies con afinidades a las aguas más profundas (mayores a los 25 m).

El grupo dos que incluye estaciones de la parte centro y sur de la costa oriental del golfo. Dominado por *H. nitidus*, *E. dowii*, *E. argenteus* y *E. entomelas*, cuyas mayores abundancias estuvieron en las estaciones con profundidades menores a los 26 m (Fig. 14 y 15), típicas de las estaciones del sur del Golfo de California (Fig. 6 y 7) y donde se les ha reportado comúnmente (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). Estas especies presentan un endemismo global en el Pacífico Este y Pacífico Oriental Tropical y según su afinidad biogeográfica pertenecen al traslape de la provincia de Cortés-Panámica (Rodríguez-Romero

*et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2010). La distribución latitudinal de estas especies ha sido reportada desde el Sur de Baja California y el Golfo de California (sobre todo de la parte media del golfo hacia el sur) a Perú (Robertson y Allen, 2008).

En el Golfo de California, estas especies son típicas de la parte centro y sur de la plataforma continental de Sonora y parte del Norte de Sinaloa, donde predomina un gran desarrollo costero de tipo bajo con suelos fangosos y limosos que son debidos a la amplia plataforma continental y a la gran cantidad de bahías y sistemas lagunares de estas áreas (Lara-Lara *et al.*, 2008). Diversas especies que dependen de los ambientes mixohalinos en alguna fase de su ciclo de vida (como algunas de las aquí mencionadas), alcanzan su máximo desarrollo en esta región; donde es común la presencia de zonas con fondos suaves, agua de salinidad variable y gran cantidad de sedimento (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Esta área puede ser considerada como el límite norteño en la distribución de muchas especies subtropicales y tropicales estenotérmicas (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

Y el grupo tres, un grupo de transición tanto latitudinal como en profundidad, dominado por *U. halleri*, *O. reddingi*, *E. currani* y *D. aureolus*; cuyas abundancias estuvieron en las profundidades entre los 10 y 45 m (Fig. 14 y 15), profundidades comunes a las cuales se les ha reportado (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). Estas especies presentan un endemismo global en el Pacífico Este y Pacífico Oriental Tropical y según su afinidad biogeográfica pertenecen a la provincia de Cortés-Panamá y Pacífico Oriental Tropical (Rodríguez-Romero *et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2010).

Estas especies (género *Urobatis* y *Eucinostomus*) son características de zonas arenosas y lodosas, donde todo parece indicar que la temperatura juega un papel muy importante en su distribución y abundancia. Además de poseer una fuerte componente estuario-lagunar en

alguna fase de su ciclo de vida, que les permite invadir las aguas continentales adyacentes (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Uno de los motivos de la separación de este grupo puede deberse a la peculiar situación geográfica de las grandes islas, donde se producen turbulencias en sus cercanías, principalmente a causa de las intensas corrientes de marea, que originan procesos de mezcla considerables así como surgencias y por ende las bajas temperaturas que se presentan en el año (Lara-Lara *et al.*, 2008). Esto genera una zona ideal para el establecimiento de poblaciones ícticas muy particulares (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

El traslape biogeográfico de la ictiofauna (Fig. 17), es un reflejo de la posición geográfica del Golfo de California, la que es considerada una zona transicional templado-tropical, en donde se manifiestan especies de afinidades templadas, tropicales y de transición templado-cálido (Castro-Aguirre y Balart, 1996). Las divisiones que caracterizan al Golfo California (Norte, Centro y región Sur) y los eventos de corrientes, mareas, turbulencias, surgencias y remolinos que se desarrollan en ella, crean una vigorosa circulación. Esta circulación interactúa con la profundidad para crear un espectro de energía cinética con periodos bien definidos (Badan-Dangon *et al.*, 1985; López-Martínez, 2000), creando eventos de alto dinamismo de la fauna y flora marina, donde los peces aprovechan diversos recursos o eventos para establecerse en zonas de alta productividad biológica, desde zonas someras a áreas profundas (Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009). La composición ictiográfica está compuesta mayormente por especies de amplia distribución, con intervalos que van desde la provincia de Cortes a la provincia Panámica, provincia de San Diego a la provincia Panámica y el resto exhibe una mezcla de patrones endémicos de la región del Pacífico Oriental Tropical. La dominancia de especies de afinidad tropical está relacionada por la posición geográfica que presenta el Golfo de

California. Así como la dinámica de corrientes presentes a lo largo de la costa mexicana y de igual manera refleja la conformación de conjuntos ictiofaunísticos característicos que están representados por un grupo norteño, uno del sur y un conjunto transicional.

\*Los resultados mostrados en el capítulo 1 y 3 dieron origen a la siguiente publicación:

- Carlos H. Rábago-Quiroz, Juana López-Martínez, José E. Valdez-Holguín, Manuel O. Nevárez-Martínez & Alejandro Acevedo-Cervantes. 2012. Fish assemblages in the bycatch of bottom shrimp trawls on the west side of the Gulf of California, Mexico. *Marine Biology Research*. 8(9): 865-876.



ORIGINAL ARTICLE

## Fish assemblages in the bycatch of bottom shrimp trawls on the west side of the Gulf of California, Mexico

CARLOS H. RÁBAGO-QUIROZ<sup>1,2</sup>, JUANA LÓPEZ-MARTÍNEZ<sup>2\*</sup>, JOSÉ E. VALDEZ-HOLGUÍN<sup>1</sup>, MANUEL O. NEVÁREZ-MARTÍNEZ<sup>3</sup> & ALEJANDRO ACEVEDO-CERVANTES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora, Guaymas, Sonora, México, <sup>3</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera, Guaymas, Sonora, México, and <sup>4</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas, Guaymas, Sonora, México

### Abstract

The assemblage of the fish species obtained as bycatch in trawl nets on the Gulf of California in 2004, 2005 and 2007 was studied. Sampling was carried out during July and August at a series of stations along the coast of Sonora. The criteria for the most important fish species caught were drawn from abundance and frequency of occurrence and weight, using various ecological indices (index of relative abundance, biological value index and index of relative importance). After identification, these species and their abundances were used to define study groups based on similarity matrices and Ward's clustering method. We analysed 125 fish hauls containing >19,000 organisms, representing 243 species (fish, crustaceans, molluscs and echinoderms). There were 28 dominant species, most notably *Urobatis halleri*, *Synodus scituliceps*, *Eucinostomus argenteus*, *Diplectrum pacificum* and *Haemulopsis nitidus*. Cluster analysis, based on latitude, and bathymetry showed three station groupings. The first was characterized by species from the northern region of the Gulf with a bathymetric distribution >25 m. The second was dominated by species from the central to southern region from depths <25 m. The third was a transitional group with species found between the central and southern Gulf from depths of 10 to 45 m. Most fish assemblages consist of species with wide distribution within distinct biogeographic provinces, which showed a major change in the association, frequency and absence of species from north to south, indicating a variety of habitats in the Gulf of California.

**Key words:** Fish, Gulf of California, zoogeography, cluster analysis, ecological indices

### Introduction

It is well documented that bottom-trawling is a major threat to marine ecosystems, ranging from direct extraction, damage and death of animals and plants living on the seabed, alteration of habitat structure and complexity near the sea floor (Lindegarth et al. 2000; Gordon 2001; Jennings et al. 2001), and change in community structure and reduction in benthic biodiversity (ICES 1996; Engel et al. 1998; DeAlteris et al. 1999). The magnitude of impact is not uniform for all fisheries that use bottom trawls; it depends on factors such as the type of trawl used, habitat composition, life cycle of the affected communities, the natural

disturbance regime, and others (Pope et al. 2000; López-Martínez et al. 2008).

At the international level, one of the main impacts for trawling is the bycatch, usually resulting from absence of selectiveness of fishing gear (Pope et al. 2000; Davis 2002). Demersal trawling often wastes more than 30% of its catch and shrimp trawling is much higher. According to recent estimates from FAO, the shrimp trawling in tropical areas generate approximately 1.86 million metric tons of bycatch, 27.3% of the total bycatch of commercial fisheries of the world (Kelleher 2005).

In Mexico, and specifically in the Gulf of California, the industrial shrimp trawling fishery is

\*Corresponding author: Juana López-Martínez, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Unidad Sonora, Campus Guaymas, Km. 2.35 Carretera a las Tinajas, s/n Col. Tinajas, Guaymas, Sonora 85465 México. E-mail: jlopez04@cibnor.mx  
Published in collaboration with the University of Bergen and the Institute of Marine Research, Norway, and the Marine Biological Laboratory, University of Copenhagen, Denmark

## Capítulo 4

### CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) Y ABUNDANCIA A TRAVÉS DEL MÉTODO DE ÁREA BARRIDA, COMO ÍNDICES DE ABUNDANCIA PARA LAS ESPECIES MÁS COMUNES Y ABUNDANTES

#### Estimaciones de la CPUE como un índice de abundancia relativa

Para las estimaciones de la CPUE de las 28 especies más comunes y dominantes, se realizó la extrapolación de la captura en la muestra a la captura total por lance (en número de individuos), de los tres años de muestreo. Posteriormente se obtuvo la CPUE como un índice de abundancia relativa y entendida como:

$$CPUE = Y/f \quad (7)$$

donde:  $Y$ , es la captura de cada especie por lance (en número de individuos); y  $f$ , el esfuerzo efectivo de pesca (en horas). Se estandarizó el esfuerzo efectivo (dividiendo la captura de cada especie por lance a una determinada área “una hectárea”) y se obtuvo así el rendimiento por unidad de área ( $\text{Ha}^{-1}$ ) de las 28 especies comunes y abundantes para cada lance muestreado y en cada año. Así mismo se realizaron estimaciones de la CPUE de las 28 especies comunes y abundantes para el total del área muestreada.

#### Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida

Las estimaciones de abundancia para las especies más comunes y abundantes, se realizaron siguiendo el método de área barrida descrito por Sparre y Venema (1995). Este método parte

del supuesto de que la pesca es al azar con respecto a las especies de interés y que todos los individuos en el paso por la red son capturados. El área barrida es igual a la longitud del sector barrido de la red, por el ancho de esta y se estima por la ecuación:

$$a = D * (rs) * (X2) \quad D = (V) * (t) \quad (8)$$

donde: D, es la distancia recorrida; V, es la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo; rs, es la longitud de la relinga superior; t, es el tiempo de duración del arrastre; y X2, es la parte de la relinga superior que equivale al ancho del sector barrido por la red de arrastre, la “abertura de las alas” rs\*X2. La mayoría de estos datos como son la velocidad de desplazamiento, la longitud de la relinga superior y el tiempo de duración se tomaron a bordo de la embarcación cuando fueron realizados los muestreos.

Las estimaciones de la biomasa total fueron obtenidas mediante la siguiente ecuación:

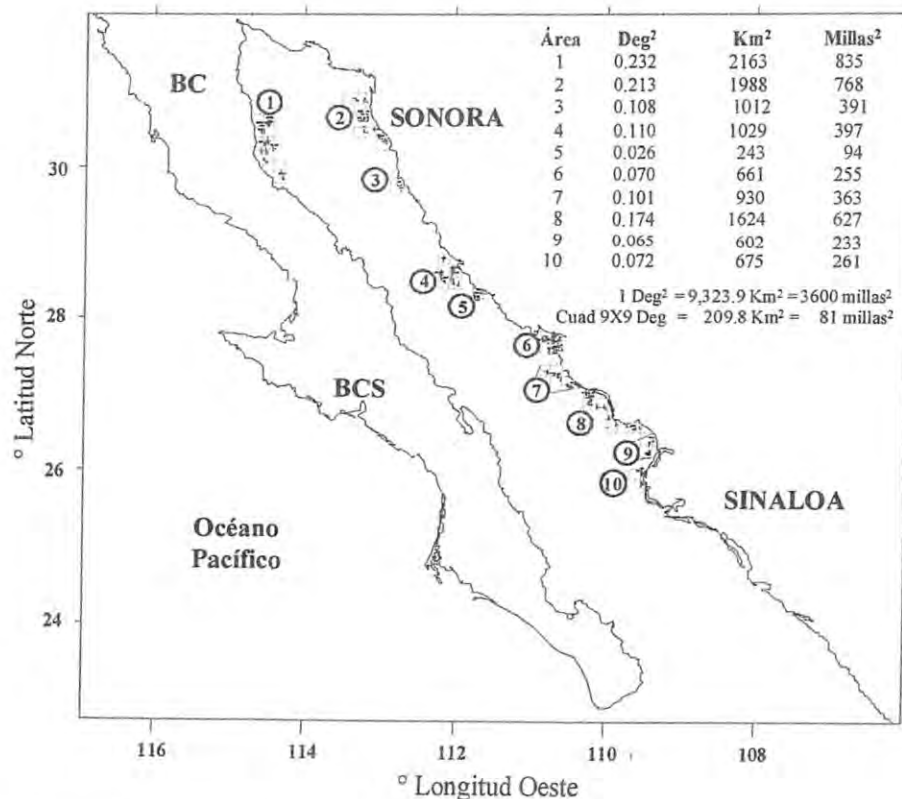
$$B = \frac{(\overline{Cp/a}) * A}{X1} \quad (9)$$

donde: A, es el tamaño total del área de estudio (km<sup>2</sup>);  $\overline{Cp/a}$ , es el promedio de la captura en número de individuos por unidad de área; y X1, es la proporción retenida de la especie presentes en el área barrida o capturabilidad.

Por lo general este valor de X1 se sitúa entre 0.5 y 1.0; Isarankura (1971) y Saneger *et al.*, (1980) citados por Sparre y Venema (1995), adoptaron normalmente un valor de X1=0.5 para los trabajos de reconocimiento con barcos arrastreros que se utilizan en Asia sudoriental. Por otra parte, Dickson (1974) citado por Sparre y Venema (1995), propone un valor de X1=1. Al utilizar valores de X1=0.5 las estimaciones de la biomasa se duplica en comparación con la que se obtiene con un valor de X1=1. Para nuestro caso usamos como valor de X1=1, debido

a que nos fue difícil calcular este valor para cada especie, ya que es necesario realizar experimentos del porcentaje de captura de la red de arrastre para cada especie.

Los datos obtenidos de la ecuación anterior fueron utilizados para la obtención de las abundancias para cada especie y con la finalidad de obtener una mayor precisión (una varianza más pequeña) en el estimado, se realizó una estratificación del área, obteniendo así estimaciones de las abundancias para una determinada área muestreada y mejorando la eficiencia en la estimación. El área a la cual se extrapolo la captura, fue calculada a través la medición de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances (Fig. 18) y estos a la vez subdivididos en cuadrantes de 210 Km<sup>2</sup> (Fig. 19, 20 y 21), realizados en un mapa y de acuerdo al área cubierta por cada una de las embarcaciones.



**Figura 18.** División de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances durante los tres años de muestreo en el Golfo de California.



La ecuación utilizada para las estimaciones de las abundancias de una forma estratificada fue la siguiente (Sparre y Venema, 1995):

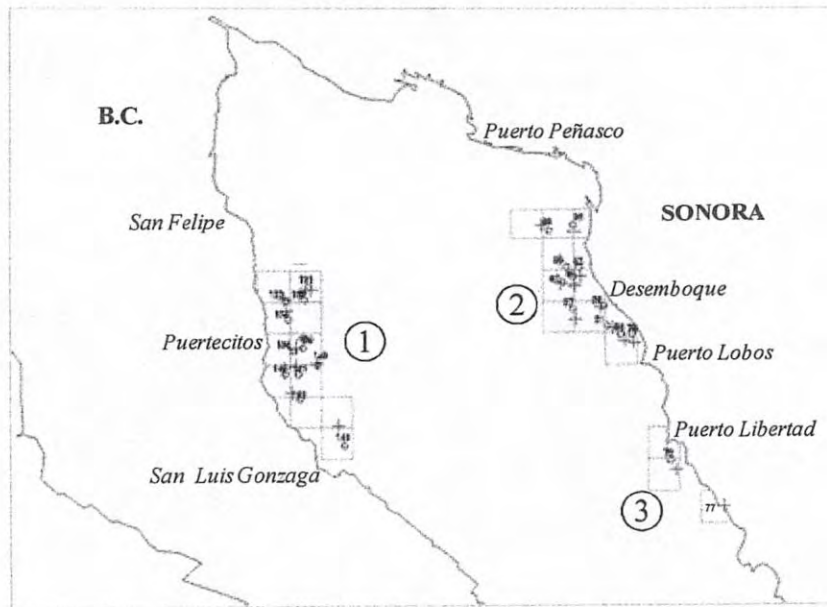
$$B = \frac{A}{X1} * \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Ca(i) = \frac{A}{X1} * \overline{Ca} \quad (10)$$

Y la varianza para cada área muestreada se obtuvo de la siguiente forma:

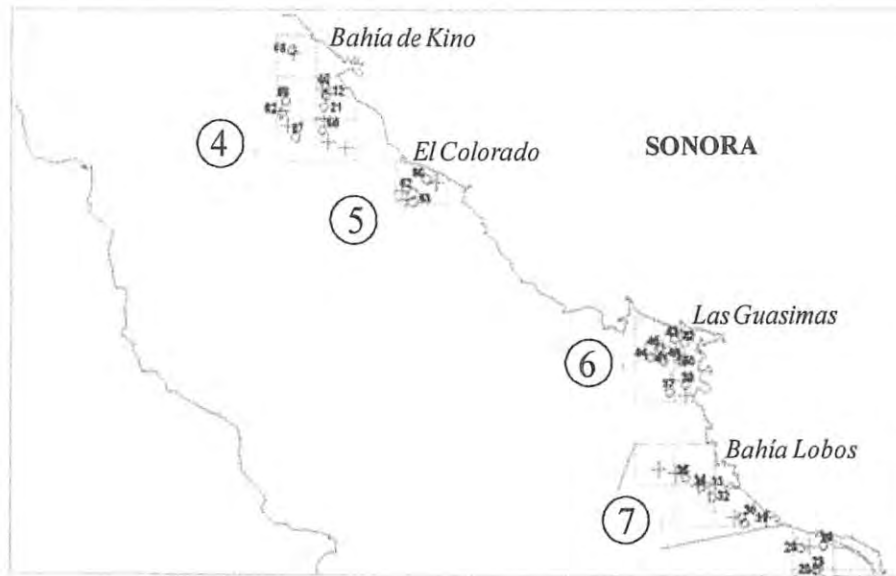
$$VAR(B) = \left[ \frac{A}{X1} \right]^2 * \frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [Ca(i) - \overline{Ca}]^2 \quad (11)$$

Se obtuvieron los límites de confianza con el 95% de confiabilidad:

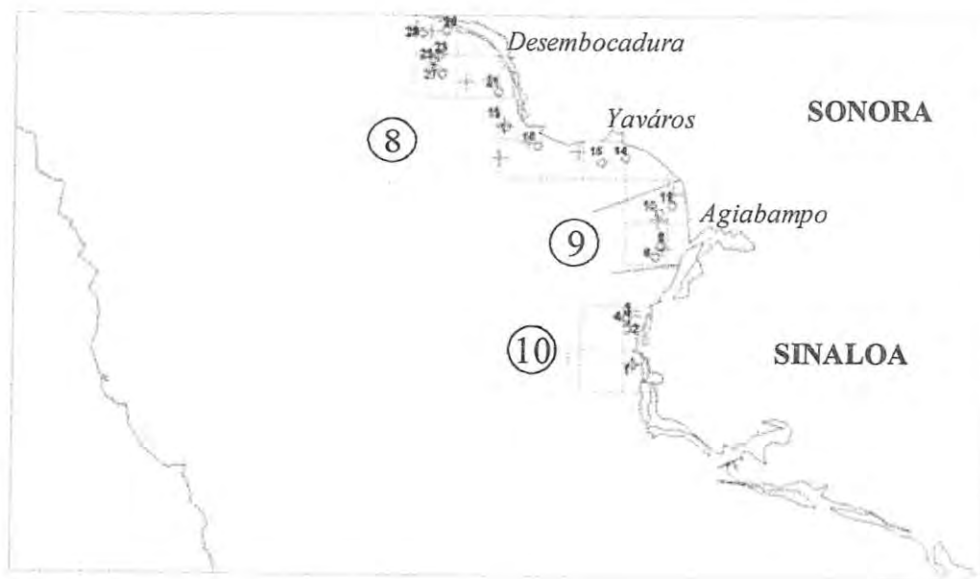
$$\mu \pm t * \sqrt{\frac{VAR}{N}} = t \frac{ds}{\sqrt{n}} \quad (12)$$



**Figura 19.** Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte norte del Golfo de California.



**Figura 20.** Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte centro del Golfo de California.



**Figura 21.** Subdivisión (zonas y cuadrantes) de los sitios donde se realizaron la mayor parte de los lances en la parte sur del Golfo de California.

Precisión de los estimados de abundancias a través del método de Pennington (Distribución Delta)

Los datos de abundancia en ambientes marinos se caracterizan por presentar una varianza muy grande (información poco precisa), asimetría con valores grandes raros (sesgo hacia la derecha) y una alta proporción de ceros. Aunque esto causa incertidumbre para el manejo de la información, los datos reflejan la distribución espacial de las especies. Por esta razón no son datos raros que deban o puedan descartarse.

Las opciones que se tienen para mejorar la precisión de estos estimados son: 1) mejorar los esquemas de muestreo y 2) mejorar los estimadores utilizados. La distribución lognormal es útil para mejorar estos estimados, cuando no existen ceros en los datos. Sin embargo, cuando hay ceros, hay un problema de cálculo; no existe  $\log(0)$ .

El efecto de una gran cantidad de ceros como variable en la siguiente ecuación, provocará que la forma de la distribución de los datos sea determinada por una función lognormal y, por lo tanto, las estimaciones de la abundancia debe estar sustentada en el cálculo de la media y la varianza de una distribución delta (Pennington, 1986, 1996; Pierce *et al.*, 1998; Folmer y Pennington, 2000; Morales-Bojórquez, 2002). El estimador insesgado de la varianza (denotado como  $c$  y  $d$ ) de la media,  $c$ , para la distribución  $\Delta$  son dadas por Pennington (1983, 1996):

$$c \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(\bar{y}) g_m(s^2/2), & m > 1 \\ \frac{x_1}{n}, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (13)$$

y

$$d \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ g_m(2s^2) - \left( \frac{m-1}{n-1} \right) g_m \left( \frac{m-2}{m-1} s^2 \right) \right\}, & m > 1 \\ \frac{x_1}{n}, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (14)$$

Donde, de acuerdo con las propiedades de la distribución lognormal, la varianza mínima del estimador insesgado, denotado por  $c$  y  $d$  para la distribución delta, contiene los siguientes elementos:  $(\bar{y})$  es el promedio de la muestra transformados a logaritmo,  $s^2$  es la varianza de los valores que no son ceros,  $n$  es el número de observaciones,  $m$  es el número de valores diferentes de cero,  $x_1$  denota un valor no transformado cuando  $m=1$ , mientras que  $g_m$  es una función de  $x$  y  $m$  (Pennington, 1983, 1986 y 1996) mostrado como:

$$G_m(x) = 1 + \frac{m-1}{m} x + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1} x^j}{m^j (m+1)(m+3)\dots(m+2j-3)j!} \quad (15)$$

El estimador insesgado de la varianza de  $c$  ( $\text{var}_{est}(c)$ ) está dado por (Folmer y Pennington, 2000):

$$\text{var}_{est}(c) \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ \frac{m}{n} g_m \left( \frac{s^2}{2} \right) - \left( \frac{m-1}{n-1} \right) g_m \left( \frac{m-2}{m-1} s^2 \right) \right\}, & m > 1 \\ \left( \frac{x_1}{n} \right)^2, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (16)$$

Cuando  $n = m$ , el estimador supone una distribución lognormal (McConnaughey y Conquest, 1992; Lo *et al.*, 1992; Conquest *et al.*, 1996).

Las estimaciones de biomasa promedio para cada cuadrante y cada zona, obtenidas a través del método de área barrida fueron las que se utilizaron para mejorar su precisión. Esto se realizó a través del programa NAN-SIS GRAFER Versión 2000, por Jeppe Kolding.

El área total arrastrada estimada a través del método de área barrida resulto mayor en 2007, año donde se cubrió la mayor área en el Golfo de California y donde se obtuvo el mayor número de lances muestreados (Tabla 12).

**Tabla 12.** Áreas cubiertas y área a la cual se extrapola la abundancia de las especies en los muestreos realizados durante 2004, 2005 y 2007, en el Golfo de California.

Año	Zonas cubiertas (subdivisión golfo)	Área barrida (Ha)	Área a la que se extrapola la abundancia (Ha)
2004	1,2,4,5,6,7,8,9,10	347	991,500
2005	2,4,6,7,8	156	623,200
2007	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,436	1,092,700

En cuanto a las abundancias estimadas para las 28 especies a través del método de área barrida, se observa que para 2007 las abundancias estuvieron en el rango de 28 a 3,407 ind/Ha<sup>-1</sup> (año en que se obtuvieron las mayores abundancias, Tabla 13). En tanto que en 2004, las abundancias variaron entre 1 y 366 ind/Ha<sup>-1</sup> (Tabla 15).

Según los estimados obtenidos a través del método de área barrida, las especies más abundantes en los 3 años fueron: (2007) *Haemulopsis nitidus*, *Eucinostomus argenteus*, *Urobatis halleri*, *Orthopristis chalceus*, *Micropogonias megalops* y *Haemulopsis panamensis*;

(2004) *Urobatis halleri*, *Eucinostomus currani*, *Orthopristis reddingi*, *Syacium ovale* y *Eucinostomus gracilis*; y en (2005) *Haemulopsis nitidus*, *Eucinostomus dowii*, *Urobatis halleri*, *Orthopristis chalceus*, *Calamus brachysomus* y *Etropus crossotus* (Tabla 13, 14 y 15). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE), como un índice de abundancia para las 28 especies reflejó valores muy similares en algunas especies a los obtenidos por el método de área barrida. De igual manera, el orden de las especies con mayor abundancia estimadas por el método de área barrida fue similar al obtenido con el índice de CPUE (Tabla 13, 14 y 15).

Los estimados de abundancias promedio obtenidos con el método de área barrida y con el estimador de Pennington, mostraron valores muy similares entre sí en algunas especies (Fig. 22, 22 y 24). Para el 2007, año en que se obtuvieron las mayores abundancias, los estimados promedio variaron de 3 a 341 ind/Ha<sup>-1</sup> y de 2 a 409 ind/Ha<sup>-1</sup> con el método de área barrida y el estimador de Pennington, respectivamente. En tanto que en 2004, año con los estimados menores de abundancia, los valores promedio variaron de 1 a 41 ind/Ha<sup>-1</sup> y de 1 a 51 ind/Ha<sup>-1</sup> con el método de área barrida y el estimador de Pennington, respectivamente. El orden de las especies obtenido con ambos estimadores fue un poco diferente, sobre todo para el 2007 (Tabla 13, 14 y 15).

**Tabla 13.** Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2007. ABU= abundancia en número de individuos, Ind/Ha<sup>-1</sup>= individuos/hectárea, ABU X= abundancia promedio, EST PENN= estimador de Pennington.

<b>ESPECIES</b>	<b>ABU Ind/Área Total</b>	<b>ABU Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>CPUE Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>ABU X Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>ABU X EST PENN Ind/Ha<sup>-1</sup></b>
<i>Haemulopsis nitidus</i>	3,723,009,534	3,407	4,288	341	385
<i>Eucinostomus argenteus</i>	3,139,499,168	2,873	3,364	287	409
<i>Urobatis halleri</i>	2,743,620,108	2,511	2,496	251	255
<i>Orthopristis chalceus</i>	1,737,377,270	1,590	1,082	159	104
<i>Micropogonias megalops</i>	1,571,378,710	1,438	1,464	144	170
<i>Haemulopsis panamensis</i>	1,337,089,078	1,224	1,169	122	98
<i>Eucinostomus gracilis</i>	1,182,288,007	1,082	1,205	108	108
<i>Diapterus aureolus</i>	1,162,983,304	1,064	1,487	106	117
<i>Diplectrum pacificum</i>	1,157,791,866	1,060	1,095	106	105
<i>Synodus scituliceps</i>	1,099,087,886	1,006	1,004	101	99
<i>Porichthys analis</i>	909,878,825	833	782	83	85
<i>Haemulopsis elongatus</i>	743,762,981	681	863	68	86
<i>Eucinostomus entomelas</i>	660,432,545	604	602	60	60
<i>Orthopristis reddingi</i>	601,187,812	550	603	55	39
<i>Balistes polylepis</i>	553,017,054	506	549	51	63
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	483,870,883	443	468	44	53
<i>Etropus crossotus</i>	461,184,257	422	443	42	43
<i>Scorpaena sonorae</i>	307,887,415	282	304	28	29
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	302,589,550	277	289	28	28
<i>Urobatis maculatus</i>	111,365,848	102	97	10	11
<i>Eucinostomus currani</i>	107,155,549	98	91	10	9
<i>Sphoeroides annulatus</i>	79,969,639	73	73	7	8
<i>Calamus brachysomus</i>	70,784,102	65	66	6	7
<i>Syacium ovale</i>	65,427,858	60	64	6	6
<i>Albula vulpes</i>	48,878,041	45	48	4	5
<i>Prionotus stephanophrys</i>	36,710,250	34	36	3	4
<i>Selene peruviana</i>	30,971,400	28	26	3	2
<b>Todas las especies</b>	<b>24,429,198,943</b>	<b>22,357</b>	<b>22,008</b>	<b>2,236</b>	<b>2,705</b>

**Tabla 14.** Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2005. ABU= abundancia en número de individuos, Ind/Ha<sup>-1</sup>= individuos/hectárea, ABU X= abundancia promedio, EST PENN= estimador de Pennington.

ESPECIES	ABU Ind/ Área Total	ABU Ind/Ha <sup>-1</sup>	CPUE Ind/Ha <sup>-1</sup>	ABU X Ind/Ha <sup>-1</sup>	ABU X EST PENN Ind/Ha <sup>-1</sup>
<i>Haemulopsis nitidus</i>	419,382,119	673	723	135	130
<i>Eucinostomus dowii</i>	297,752,716	478	506	96	107
<i>Urobatis halleri</i>	205,859,993	330	325	66	85
<i>Orthopristis chalceus</i>	189,823,620	305	355	61	61
<i>Calamus brachysomus</i>	100,252,271	161	187	32	23
<i>Etropus crossotus</i>	79,452,444	127	135	25	22
<i>Diapterus aureolus</i>	59,404,148	95	87	19	19
<i>Eucinostomus gracilis</i>	58,536,898	94	77	19	18
<i>Balistes polylepis</i>	56,905,226	91	76	18	12
<i>Sphoeroides annulatus</i>	49,716,547	80	74	16	21
<i>Urobatis maculatus</i>	48,074,246	77	78	15	16
<i>Synodus scituliceps</i>	32,982,751	53	50	11	12
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	30,610,458	49	52	10	8
<i>Diplectrum pacificum</i>	28,874,272	46	52	9	9
<i>Eucinostomus entomelas</i>	28,456,278	46	43	9	9
<i>Haemulopsis panamensis</i>	23,281,951	37	34	7	7
<i>Micropogonias megalops</i>	16,334,642	26	24	5	5
<i>Albula vulpes</i>	15,425,439	25	29	5	5
<i>Haemulopsis elongatus</i>	10,975,762	18	20	4	4
<i>Selene peruviana</i>	10,668,659	17	16	3	4
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	6,280,595	10	11	2	2
<i>Syacium ovale</i>	4,315,506	7	7	1	1
<i>Orthopristis reddingi</i>	1,693,381	3	3	1	1
<i>Eucinostomus currani</i>	499,533	1	1	0	0
<i>Porichthys analis</i>	313,607	1	1	0	0
<b>Todas las especies</b>	<b>1,775,873,062</b>	<b>2,850</b>	<b>3,012</b>	<b>570</b>	<b>534</b>



**Tabla 15.** Estimaciones de abundancias a través del método de área barrida, CPUE y Estimador de Pennington, en el área total muestreada durante el 2004. ABU= abundancia en número de individuos, Ind/Ha<sup>-1</sup>= individuos/hectárea, ABU X= abundancia promedio, EST PENN= estimador de Pennington.

<b>ESPECIES</b>	<b>ABU Ind/Área Total</b>	<b>ABU Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>CPUE Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>ABU X Ind/Ha<sup>-1</sup></b>	<b>ABU X EST PENN Ind/Ha<sup>-1</sup></b>
<i>Urobatis halleri</i>	362,576,036	366	357	41	51
<i>Eucinostomus currani</i>	295,494,957	298	293	33	35
<i>Orthopristis reddingi</i>	289,012,813	291	270	32	37
<i>Syacium ovale</i>	169,472,008	171	159	19	19
<i>Eucinostomus gracilis</i>	118,668,810	120	104	13	14
<i>Haemulopsis panamensis</i>	89,354,124	90	105	10	12
<i>Synodus scituliceps</i>	81,752,501	82	89	9	9
<i>Porichthys analis</i>	79,777,413	80	88	9	9
<i>Scorpaena sonorae</i>	73,864,889	74	76	8	7
<i>Diplectrum pacificum</i>	64,572,702	65	68	7	7
<i>Urobatis maculatus</i>	64,430,780	65	71	7	7
<i>Eucinostomus entomelas</i>	58,841,894	59	60	7	6
<i>Sphoeroides annulatus</i>	46,354,956	47	47	5	5
<i>Selene peruviana</i>	45,041,922	45	53	5	5
<i>Eucinostomus argenteus</i>	42,424,699	43	36	5	5
<i>Prionotus stephanophrys</i>	28,621,478	29	32	3	3
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	27,776,537	28	26	3	3
<i>Haemulopsis nitidus</i>	27,564,299	28	24	3	3
<i>Albula vulpes</i>	26,964,313	27	21	3	3
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	25,932,900	26	21	3	3
<i>Balistes polylepis</i>	21,295,495	21	17	2	2
<i>Haemulopsis elongatus</i>	9,483,459	10	10	1	1
<i>Etropus crossotus</i>	9,138,270	9	9	1	1
<i>Micropogonias megalops</i>	1,720,382	2	2	0	0
<i>Calamus brachysomus</i>	1,153,949	1	1	0	0
<i>Orthopristis chalceus</i>	762,026	1	1	0	0
<b>Todas las especies</b>	<b>2,062,053,613</b>	<b>2,080</b>	<b>1,992</b>	<b>231</b>	<b>257</b>

El principal problema del uso directo de índices de abundancia (CPUE, abundancia a través del método de área barrida) en la evaluación de pesquerías es la alta variabilidad debido a la distribución espacial, altamente sesgada, de las especies (McConnaughey y Conquest, 1992; Syrjala, 2000; Cerviño-López, 2004, Petreire *et al.*, 2010) y el tamaño insuficiente de la muestra debido al alto coste del muestreo (Gunderson, 1993; Cerviño-López, 2004). Además, el método de estimación directa no permite conocer la abundancia absoluta debido a la capturabilidad (la relación entre la parte de la población vulnerable al sistema de muestreo y la población real) del arte sobre las especies. Esta capturabilidad puede variar entre los distintos grupos de tallas o de edades. Para obtener estimados de abundancia absolutas mediante campañas de arrastre de fondo sería necesario determinar previamente la capturabilidad (Godo *et al.*, 1990). Este es el motivo por el cual los resultados de una campaña no son considerados abundancias absolutas, sino índices de abundancia que sólo proporcionan información sobre la tendencia en la abundancia relativa (Cerviño-López, 2004). Sólo si la capturabilidad cambia de un año a otro, los índices de abundancia pueden mostrar tendencias falsas (Pennington y Godo, 1995). En contraparte los índices de abundancia están menos influenciados por los sesgos que sí pueden afectar a la información de capturas y esfuerzos de la flota comercial (Cook, 1997). Si no hay cambios interanuales de capturabilidad, los índices derivados de las campañas proporcionan un método insesgado para analizar la evolución de la población; sin embargo, estos índices están asociados con altas varianzas (Patterson y Kirkwood, 1995; Syrjala, 2000; Cerviño-López, 2004, Petreire *et al.*, 2010).

Las especies demersales (como las que aquí se abordaron) tienden a agruparse en cardúmenes, de tal manera que la distribución de las abundancias tomadas de estas poblaciones se

caracterizan por una alta proporción de ceros y valores bajos respecto a la población media y un pequeño porcentaje de valores extremadamente altos (varianza más alta que su valor promedio y su distribución altamente desviada a la derecha).

En estas circunstancias, la media aritmética, aunque es un estimador insesgado de la abundancia poblacional, no es necesariamente el estimador de mínima varianza (McConnaughey y Conquest, 1992; Syrjala, 2000). Se han probado distintas distribuciones estadísticas incluyendo la distribución lognormal, delta, gamma, Weibull, binomial negativa (Myers y Pepin, 1990; Smith, 1990; Caveriviere, 1993; Pennington, 1996; Stefánsson, 1996; Patterson, 1998; Syrjala, 2000; Ávila-da-Silva, 2002; Andrade y Teixeira, 2002; Petrere *et al.*, 2010) y los resultados obtenidos son diferentes y a veces contradictorios. Smith (1990) observa que las mejoras que proporcionan los modelos no siempre compensan la pérdida en eficiencia por sesgo o falta de robustez. Myers y Pepin (1990) concluyen que los estimadores basados en distribuciones log normales son muy sensibles a las violaciones del modelo, y sólo pueden superar en eficiencia a la media simple, si puede ser claramente demostrado que los valores no-cero siguen una distribución log-normal. McConnaughey y Conquest (1993) comparan la media aritmética, la media geométrica y la distribución lognormal observando que la media simple es muy sensible a los valores extremos y la media geométrica se muestra más estable que la logarítmica. Pennington (1996), Syrjala (2000) y Petrere *et al.* (2010) encuentra mejoras en precisión al usar la distribución delta lognormal aunque obtiene pocos beneficios con la distribución delta cuando el número de muestras por estrato es bajo y cuando existe una gran cantidad de estaciones con datos en cero.

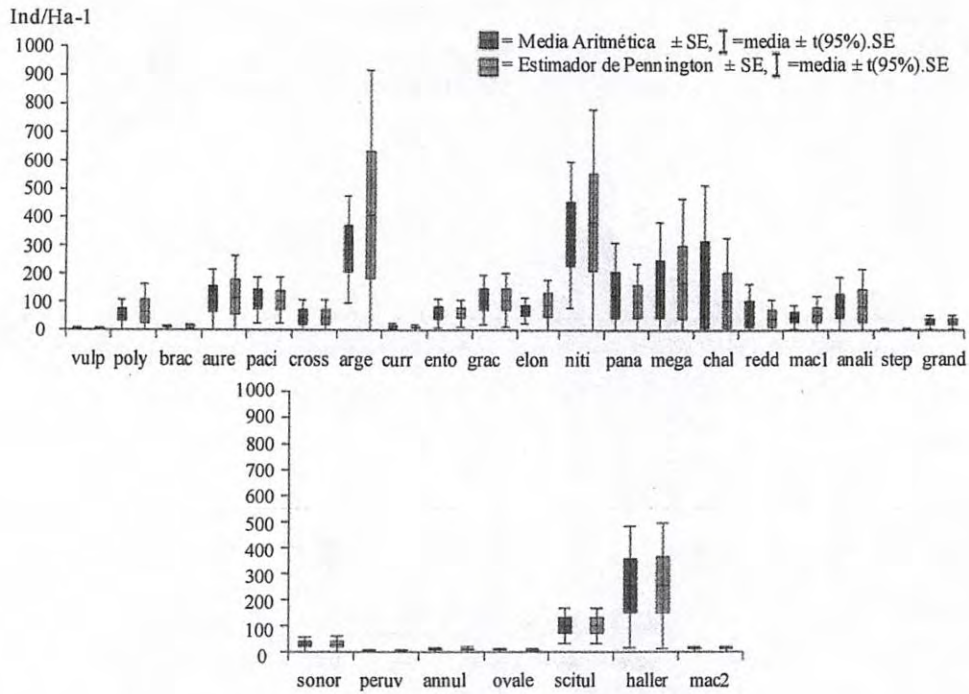
Adicionalmente, en la distribución log-normal, el estimador de densidad media es fuertemente influenciado por la presencia de valores infrecuentemente grandes (valores atípicos), los que

tienden a sobreestimar la densidad media e incrementar cuadráticamente la varianza del estimador (Myers y Pepin, 1990). Por el contrario, en ausencia de valores extremos, el estimador de la densidad poblacional promedio, tiende a ser subestimado dependiendo de la proporción de valores ceros (o muy pequeños) en la muestra, situación que es una constante en los estudios de área barrida.

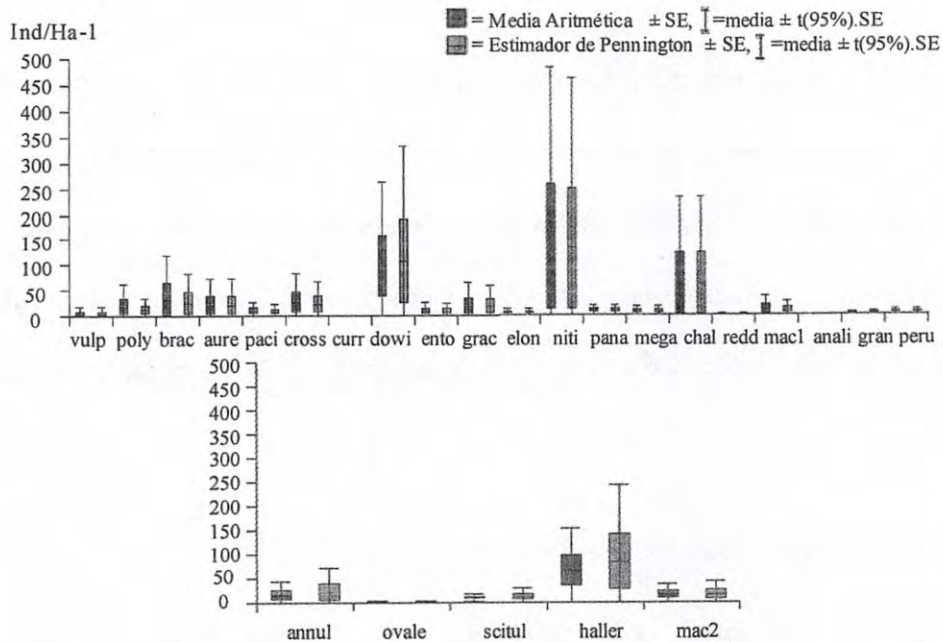
Para este caso las abundancias estimadas a través del método de Pennington (distribución delta), mostraron valores muy similares a los estimados con el método de área barrida para algunas especies, lo que refleja consistencia de los índices utilizados. Sin embargo, en muy pocos casos donde se encontraron una gran cantidad de estaciones con abundancias en ceros tendieron a subestimar dichos estimados. Lo contrario sucedió cuando las especies presentaron pocos valores de abundancias grandes (valores atípicos), los que llevó a sobreestimar la densidad media e incrementar cuadráticamente la varianza del estimador.

Por otra parte las abundancias en cada zona del golfo y para cada año, mostraron valores  $> 300 \text{ ind/Ha}^{-1}$  para *Synodus scituliceps*, *Haemulopsis panamensis*, *Urobatis halleri*, *Diplectrum pacificum*, *Etropus crossotus* y *Orthopristis reddingi*, en la parte norte del golfo, del lado de la plataforma continental de Sonora. De igual forma *Micropogonias megalops* y *Porichthys analis* fue abundante en esta zona del golfo. Contrario a las anteriormente mencionadas, estas dos especies tuvieron sus mayores abundancias en la plataforma continental de Baja California (Anexo 1-3).

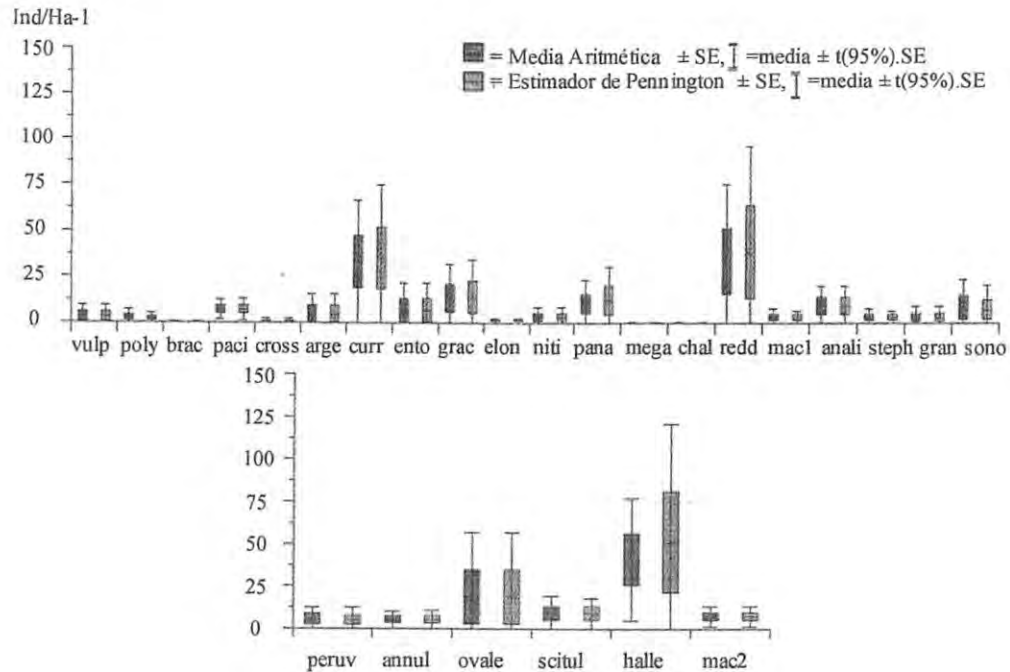
Mientras que *Eucinostomus argenteus*, *Haemulopsis nitidus*, *Eucinostomus gracilis*, *Diapterus aureolus*, *Orthopristis chalceus* y *Eucinostomus dowii*, resultaron las más abundantes en la zona central del golfo (Bahía de Kino a Bahía Lobos, Sonora), con valores  $> 300 \text{ ind/Ha}^{-1}$ .



**Figura 22.** Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2007 en el Golfo de California.



**Figura 23.** Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2005 en el Golfo de California.



**Figura 24.** Abundancia media estimada a través del método de Pennington, para cada una de las 28 especies más recurrentes en los muestreos realizados en el 2004 en el Golfo de California.

*Urobatis halleri* fue también de las especies más abundantes en esta zona, mostrándose abundante tanto en la zona norte como en la parte central del golfo (Anexo 1-3).

En cuanto a la parte sur del golfo (Bahía Lobos-Norte de Sinaloa), *Eucinostomus argenteus*, *Haemulopsis nitidus* y *Eucinostomus gracilis*, fueron las más abundantes con valores  $> 300$  ind/Ha<sup>-1</sup>. Siendo estas tres especie muy abundantes tanto en la parte central y sur del golfo (Anexo 1-3).

#### Estimaciones de abundancias por estrato de profundidad

Los estimados de abundancias por cuadrante a través del método de área barrida, fueron utilizados para calcular el porcentaje de abundancia por estrato de profundidad. Los estratos

de profundidad en los que se dividieron los cuadrantes fueron: 9-18, 19-28, 29-38, 39-48, 49-58 y 59-68 m. La abundancia para cada una de las 28 especies en los 3 años, fueron sumadas en cada uno de los estratos de profundidad y obteniendo de esta forma su porcentaje de abundancia correspondiente.

El análisis mostró que la mayor abundancia estuvo en el rango de 9 a 38 m, con abundancias mayores al 10% de la biomasa total por especie, en el estrato de profundidad de los 29 a 68 m. Solo algunas, como *Haemulopsis nitidus*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *Etropus crossotus*, *Eucinostomus dowii* y *Orthopristis chalceus* presentaron menos del 10% de su biomasa total en dicho estrato (Tabla 16).

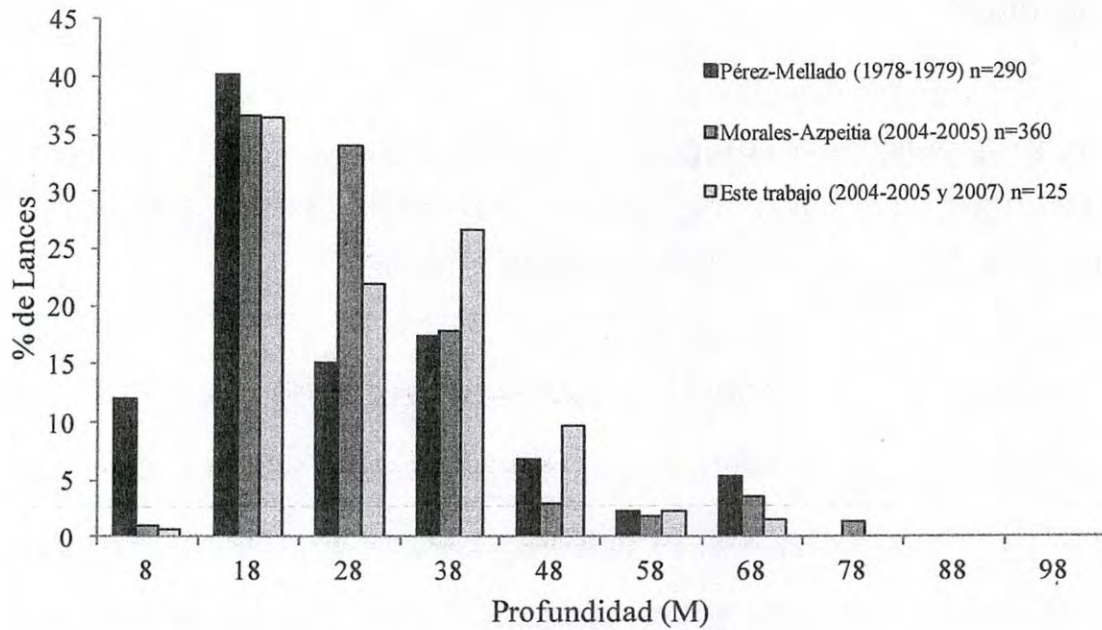
El presentar valores mayores al 10% de la biomasa total en el rango de 29-68 m, podría tener repercusiones en la sobrevivencia de la mayoría de estas especies y en el potencial efecto que sobre ellas ejerce la pesca de arrastre que se efectúa en el Golfo de California. Esto si consideramos que la mayor parte (> 70%) de los arrastres camaróneros en el golfo se efectúan de los 8 a los 28 m (Fig. 25), de acuerdo a Pérez-Mellado (1980) y Morales-Azpeitia (2011).

La importante fracción de la biomasa total (> 10%) de las especies, que no es pescada dentro de la fauna de acompañamiento del camarón, hace especular que los efectos que la pesca de arrastre puede tener sobre estas especies pudieran ser menores a los que inicialmente se piensa. Esto debido a que las fracciones de las poblaciones poco o no impactadas por los efectos de arrastres camaróneros, localizadas en zonas > 28 y en zonas inaccesibles por la flota (zonas rocosas, fangosas y no adecuadas para los arrastres), se convierten en posibles áreas de reserva natural, lo que repercutirá en la preservación de las especies.

**Tabla 16.** Estimaciones de abundancias por estrato de profundidad de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California. (N= número de lances).

Especies	Intervalo de profundidad (metros)						
	9-18 (N=47)	19-28 (N=29)	29-38 (N=32)	39-48 (N=12)	49-58 (N=3)	59-68 (N=2)	Σ 29-68 (N=49)
<i>Porichthys analis</i>	3.9	0	7.7	32.4	18.6	37.4	96.1
<i>Prionotus stephanophrys</i>	6.6	0	66.4	3	23.9	0	93.4
<i>Scorpaena sonorae</i>	6	5	49.4	30.5	7.9	1.2	89.0
<i>Syacium ovale</i>	8.6	14.6	9.2	66.1	0.7	0.8	76.9
<i>Synodus scituliceps</i>	16	29.2	34.1	13.6	4.2	2.9	54.8
<i>Albula vulpes</i>	37.3	11.6	46.1	5	0	0	51.1
<i>Diplectrum pacificum</i>	25.1	24.9	32.7	11	4	2.2	49.9
<i>Eucinostomus currani</i>	17.4	36.7	8.8	37.1	0	0	45.9
<i>Selene peruviana</i>	34.4	21	25.1	19.5	0	0	44.7
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	37	21.4	29.7	11.9	0	0	41.6
<i>Pomadasys panamensis</i>	2.7	57.9	28	9.7	0.8	0.8	39.3
<i>Urobatis halleri</i>	46.6	26.5	15.2	4.9	6.9	0	27.0
<i>Diapterus aureolus</i>	57.2	17	24.5	1.2	0	0	25.8
<i>Micropogonias megalops</i>	2.4	72.5	17.3	7.6	0	0.3	25.1
<i>Sphoeroides annulatus</i>	44.8	32.2	10.9	12	0	0	22.9
<i>Eucinostomus entomelas</i>	47.4	30.4	19	3.2	0	0	22.2
<i>Orthopristis reddingi</i>	79.5	3	0	17.5	0	0	17.5
<i>Eucinostomus gracilis</i>	67.4	16.8	13.3	2.5	0	0	15.8
<i>Urobatis maculatus</i>	67.6	17.6	4.6	10.2	0	0	14.8
<i>Balistes polylepis</i>	72.5	13.5	11.9	2.1	0	0	14.0
<i>Eucinostomus argenteus</i>	55.6	32.6	11.7	0.1	0	0	11.8
<i>Calamus brachysomus</i>	78.6	11	10.4	0	0	0	10.4
<i>Haemulopsis elongatus</i>	74.6	15.4	10	0	0	0	10.0
<i>Etropus crossotus</i>	74.7	16.6	8.7	0	0	0	8.7
<i>Haemulopsis nitidus</i>	55.4	41	3.6	0	0	0	3.6
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	74	23.4	1.8	0.4	0.4	0	2.6
<i>Eucinostomus dowii</i>	78.4	20.4	1.2	0	0	0	1.2
<i>Orthopristis chalceus</i>	98.6	1.4	0	0	0	0	0
<b>Todas las especies</b>	<b>48.6</b>	<b>27.6</b>	<b>13.5</b>	<b>6.5</b>	<b>2.1</b>	<b>1.7</b>	<b>23.8</b>





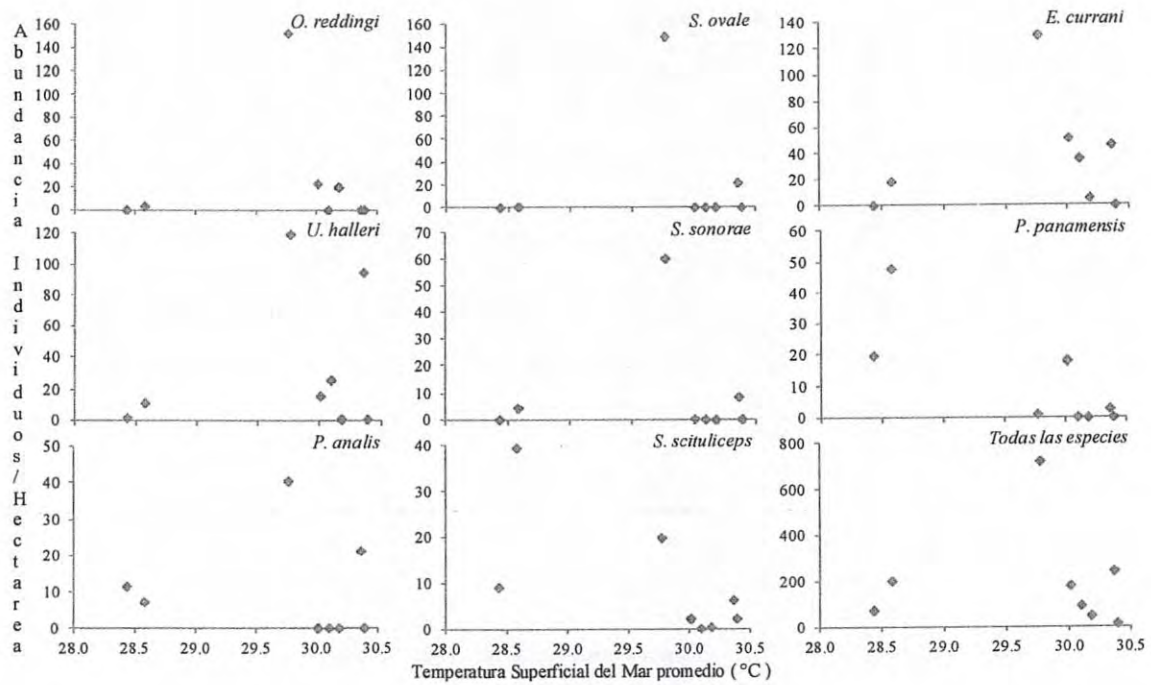
**Figura 25.** Profundidad donde se efectúan los arrastres camaroneros en el Golfo de California, de acuerdo a Pérez-Mellado (1980) y Morales-Azpeitia (2011).

Sin embargo, primero deben de estimarse las abundancias en el área de distribución total de las especies, así como las tallas por estrato de profundidad para evaluar cuales son las más vulnerables a las pesca de arrastre. De igual forma, deben evaluarse los límites de tolerancia, líneas de base o puntos de referencia biológicos de estas especies, para cuantificar el efecto real de la pesca en estas poblaciones.

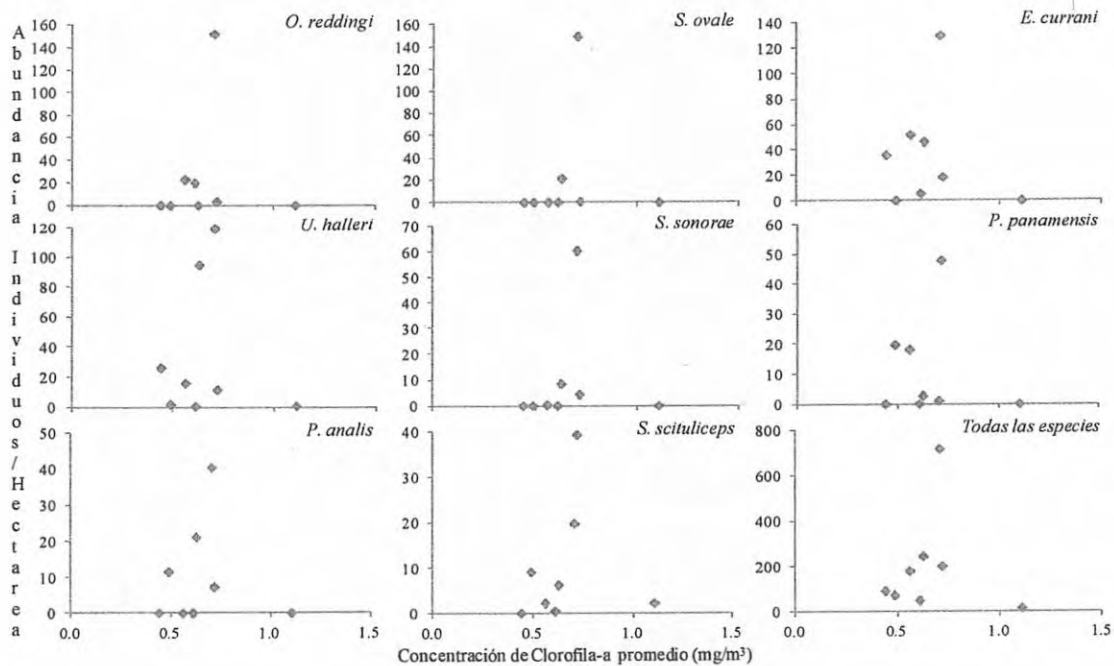
## Capítulo 5

### USO DE DATOS DE VARIABLES OCEANOGRÁFICAS (TSM Y CLOROFILA-a) TOMADOS DE SATÉLITE, COMO POSIBLES PREDICTORES DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES

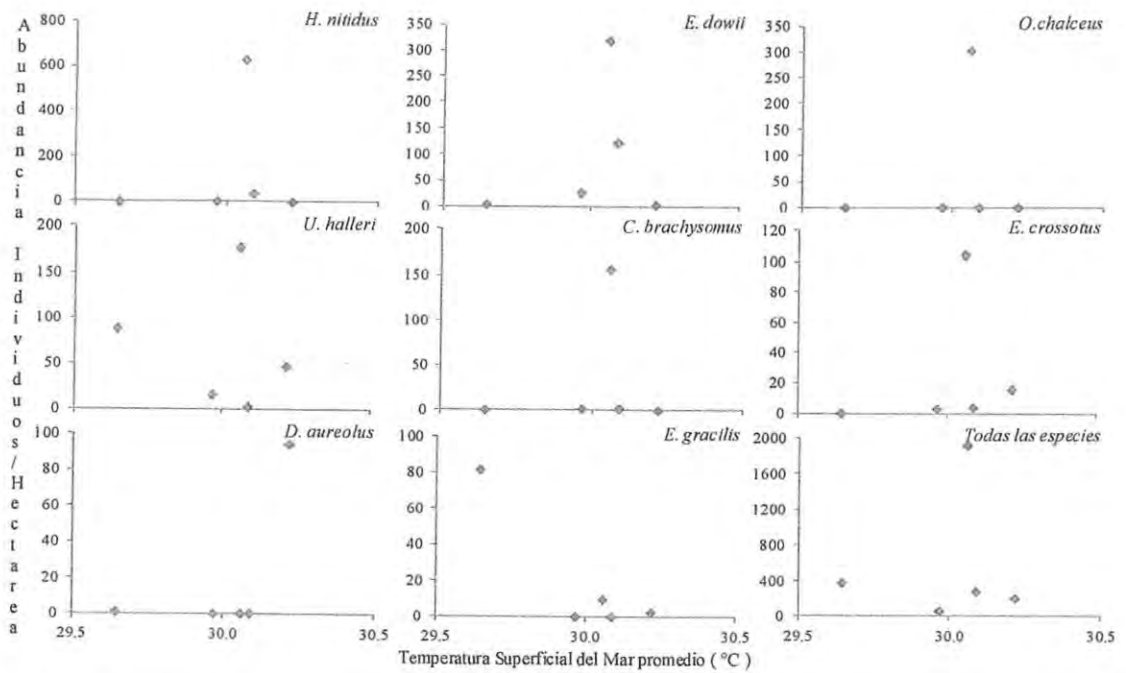
Se obtuvieron datos de la temperatura superficial del mar (TSM) y de la concentración de pigmentos fotosintéticos (Clorofila-a) para cada una de las 10 subzonas mencionadas en el capítulo anterior (Fig. 18). Con las imágenes de satélite de composiciones mensuales y semanales para el Golfo de California, se hicieron cortes, los cuales representaron matrices de líneas y columnas de dimensiones dependientes del área cubierta en cada subzona. Posterior a esto, se obtuvieron histogramas y tablas con los datos de TSM y Clorofila-a para cada una de estas 10 subzonas, de las fechas en que se realizaron los muestreos (semanas y meses del 2004, 2005 y 2007). Este mismo procedimiento se realizó para obtener la información concerniente a TSM y Clorofila para cada uno de los 41 cuadrantes mencionados en el capítulo anterior (Fig. 19-21). Con la información de TSM y Clorofila-a de cada pixel en los cuadrantes o subzonas, se obtuvieron los promedios semanal y mensual (Anexo 4-7) uniendo todos los pixeles ubicados en cada una de estas subdivisiones (subzonas y cuadrantes). Lo anterior con la finalidad de evaluar la relación que guarda la distribución y abundancia (Anexo 8-15) de las especies con las variables oceanográficas (Anexo 4-7), a través de la correlación lineal de Pearson (Ríos-Díaz *et al.*, 1999). Se obtuvieron los coeficientes de correlación y determinación para todos los casos (cuadrantes o subzonas; Fig. 26-33 y Anexo 16-33).



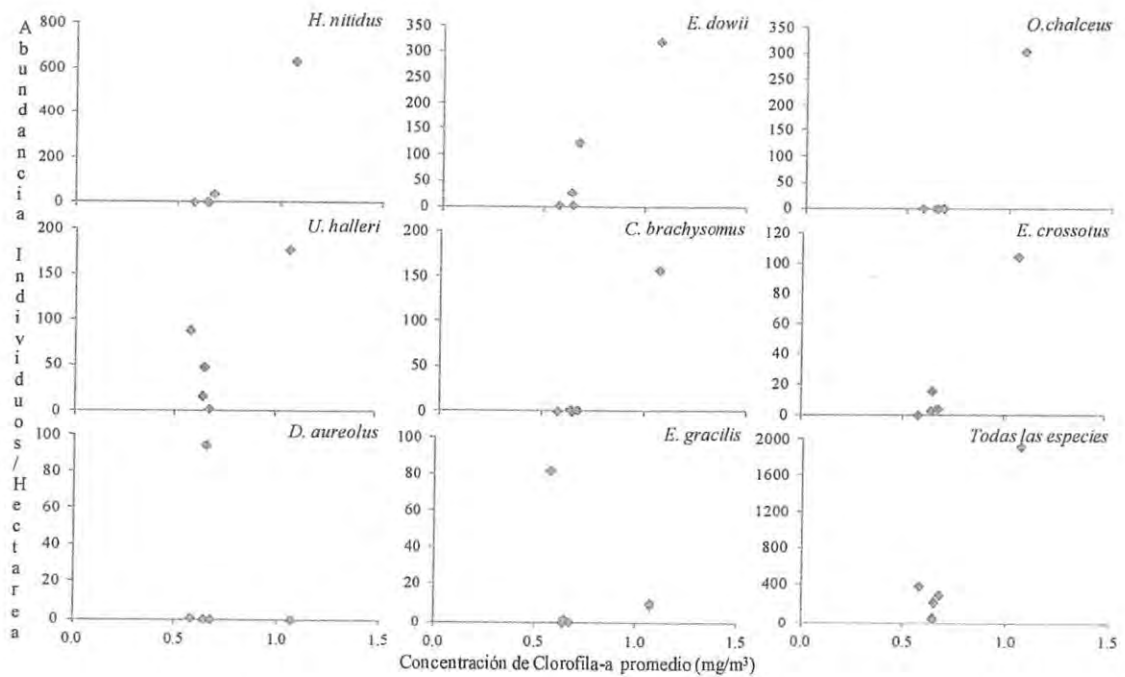
**Figura 26.** Relación de la Temperatura superficial del mes de julio (°C) y abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2004.



**Figura 27.** Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de julio (mg/m<sup>3</sup>) y abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2004.



**Figura 28.** Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de agosto (°C) y abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2005.



**Figura 29.** Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de agosto (mg/m<sup>3</sup>) y abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2005.

Todo el proceso de manejo de imágenes de satélite y extracción de datos de TSM y Clorofila-a se llevo a cabo con ayuda del software ILWIS 3.3 Academic. En el programa Excel se realizaron las operaciones correspondientes al manejo de los datos y graficado de los mismos. Está documentado que las variables ambientales determinan en gran medida el comportamiento de algunas especies; por ejemplo, la temperatura del agua de mar afectan la distribución y abundancia tanto de especies migratorias como de aquellas con ciclo de vida corto (Lluch-Cota *et al.*, 2001; López-Martínez *et al.*, 2003, 2005; Martos *et al.*, 2005; Lanz *et al.*, 2009).

Diversos autores han demostrado que la temperatura superficial del mar (TSM) y la concentración de pigmentos fotosintéticos (Clorofila-a principalmente) tiene un impacto mayor en la distribución espacial de estadios larvarios y adultos de peces pelágicos (Cury y Roy, 1989; Lluch-Cota *et al.*, 1999; Cury *et al.*, 2000; Lluch-Cota *et al.*, 2001; Martos *et al.*, 2005; Lanz *et al.*, 2009). La TSM, ha sido tomada como un indicador útil de las condiciones ecológicas de un lugar; además ha sido utilizada por décadas por pescadores e investigadores para determinar áreas potenciales de pesca (Faji *et al.*, 1990; Yáñez *et al.*, 1997). Por otra parte, ha sido poco demostrada la relación de la temperatura del agua marina y concentración de Clorofila-a con la abundancia de organismos bentónicos.

Sin embargo, Paramo *et al.* (2009), estudiaron la relación entre la distribución espacial de recursos pesqueros demersales con las características del hábitat, con el fin de identificar posibles zonas de protección marinas, como una herramienta de manejo pesquero sostenible bajo un enfoque ecosistémico. Ellos concluyen que existen asociaciones significativas entre la abundancia de estos recursos con las variables ambientales, principalmente con la temperatura del fondo, salinidad y tipo de sedimento. Flaquer da Rocha *et al.* (2010), encontraron

asociaciones entre la abundancia de peces demersales con el tipo de fondo y la temperatura del agua en una escala interanual.

Currie *et al.* (2012), señalan que la abundancia de peces bentónicos se incrementa significativamente en relación a la concentración de clorofila. Eslinger y Miller (1998), examinan los efectos de forzamientos físicos (entre estos la concentración de Clorofila) en niveles tróficos bajos, con implicaciones para los más altos niveles tróficos. Los resultados de su trabajo sugieren que hay diferencias espaciales en la abundancia de peces demersales en respuesta a las diferencias en la distribución de la concentración de clorofila. Reconocen además que existen otros factores que determinan estas diferencias espaciales en la abundancia, sugiriendo en un futuro examinar la hipótesis de flujo energético bottom-up (de abajo hacia arriba) para este tipo de recursos.

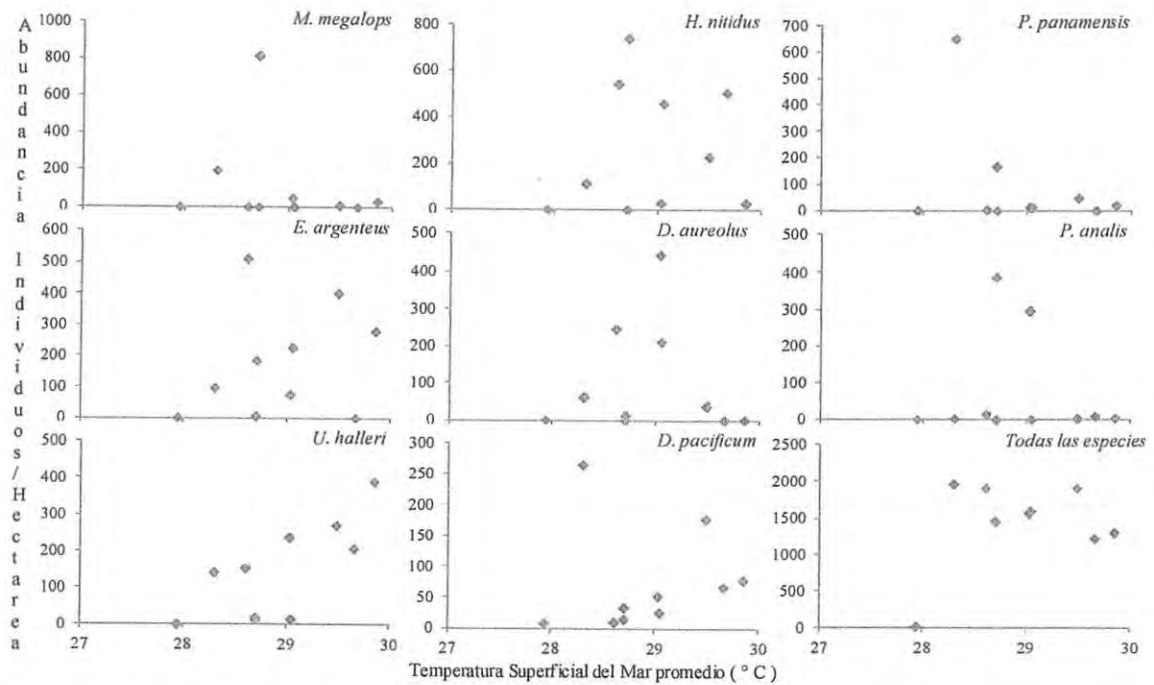
En el Golfo de California se han realizado muy pocos estudios sobre las relaciones entre la abundancia de peces demersales con las variables oceanográficas. Entre los cuales destaca el realizado por Acevedo (2010), donde determina la relación de las condiciones ambientales (temperatura y oxígeno disuelto) con las asociaciones de las comunidades de peces de profundidad. Concluyendo que la disminución en el número y abundancia de las especies de peces conforme al aumento de la profundidad, se puede asociar a la disminución de la temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, haciendo el ambiente más difícil para sostener la vida y por lo tanto encontrando solo especies capaces de soportar las condiciones frías y casi anóxicas de estas profundidades.

Está documentado que en el Golfo de California existe una capa de agua con concentración baja de oxígeno (0.2 a 0.6 ml/l), denominada “zona de mínimo oxígeno”, misma que afecta la distribución y abundancia de los organismos bentónicos (Hendrickx, 2001; Lluch-Cota *et al.*,

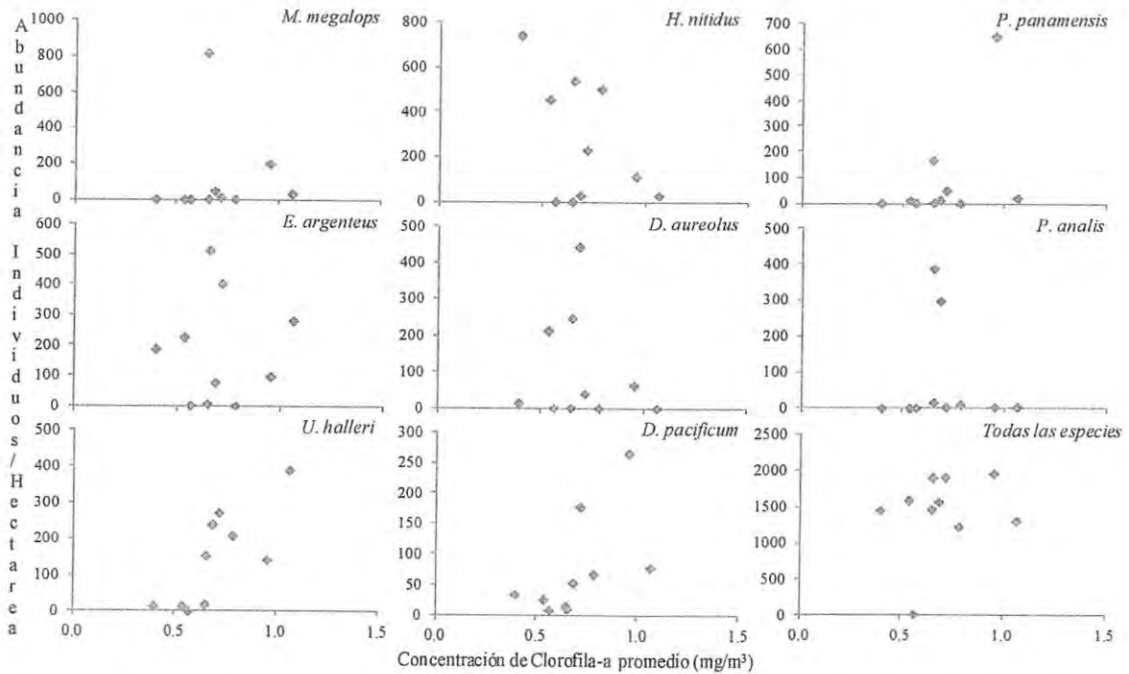
2007; Hendrickx y Serrano 2010; Hendrickx *et al.*, 2011). Esta zona de mínimo oxígeno en algunas regiones del golfo es poco amplia (en el centro entre 300 y 800 m, en la Cuenca Alfonso entre 180 a 380 m) y extremadamente amplia en el sur (en las cercanías de Bahía de la Paz entre los 200 y 1000 m), de acuerdo principalmente a la profundidad del área (Hendrickx, 2001; Monreal-Gómez *et al.*, 2001; Silverberg *et al.*, 2006; Lluch-Cota *et al.*, 2007; Acevedo-Cervantes, 2010; Maske *et al.*, 2010).

La presencia de esta zona de mínimo oxígeno es un factor que tiene efecto sobre la distribución de los organismos ya que limita la profundidad de la franja costera a la cual los organismos no adaptados a concentraciones de O<sub>2</sub> muy reducidas o extremadamente bajas logran sobrevivir (Childress y Saibel, 1998; Rogers, 2000; Levin, 2003; Hendrickx y Serrano 2010; Hendrickx *et al.*, 2011). Este hecho pudo influir en este trabajo en que se hayan encontrado pocas especies (11 pero solo 2 abundantes) de las más comunes y abundantes en cruceros de veda (costeros), en los muestreos realizados a profundidades mayores a los 90 m.

La poca o nula relación encontrada entre las variables oceanográficas (TSM y Clorofila-a) y la distribución y abundancia de las especies más comunes y abundantes, confirmada con el análisis de regresión (Tabla 17) a pequeña escala (sub-divisiones en zonas y cuadrantes), puede ser debida al corto periodo en el que se realizaron los muestreos (julio y agosto). De acuerdo a las figura 35 y 36 en estos meses del año se registran las menores variaciones en cuanto a TSM y Clorofila-a a lo largo del Golfo de California

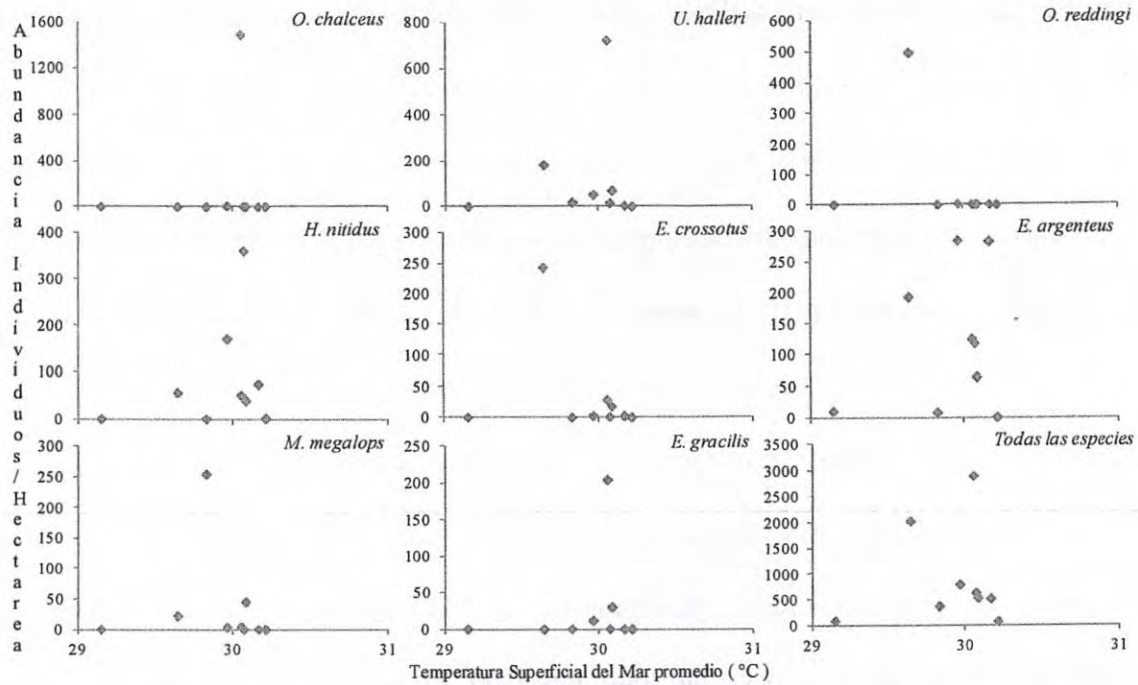


**Figura 30.** Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de julio (°C) y abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2007.

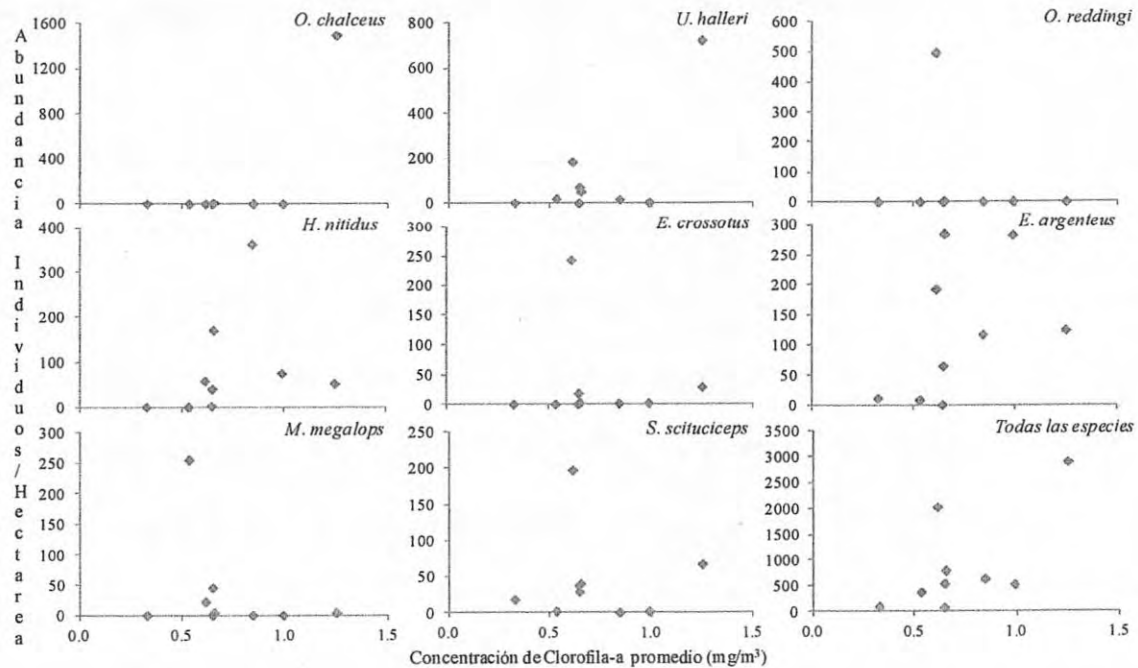


**Figura 31.** Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de julio (mg/m<sup>3</sup>) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante julio de 2007.





**Figura 32.** Relación de la Temperatura superficial del mar del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2007.



**Figura 33.** Relación de la concentración de Clorofila-a del mes de agosto (mg/m<sup>3</sup>) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más abundantes en las 10 subzonas muestreadas durante agosto de 2007.

En este caso se obtuvo una variación de 2 °C en la TSM y de 1 mg/m<sup>3</sup> en la concentración de Clorofila-a, entre la región norte y sur del golfo en los meses que se llevaron a cabo los muestreos. Por lo que es probable que esta variación tan pequeña a lo largo del golfo durante estos dos meses, haya impedido encontrar alguna relación entre las variables analizadas.

Así mismo, otra de las posibles razones de esta nula relación, puede ser el hecho de que la mayoría de las especies analizadas, son de hábitos bentónicos y carnívoros (Froese y Pauly, 2009), con escasa relación con organismos planctónicos que son dependientes directamente del fitoplancton y cuya relación con la concentración de clorofila debe ser más estrecha.

Se puede pensar también que al estar tomando la TSM y relacionarla con las abundancias de organismos bentónicos, no sería del todo adecuado. En nuestro caso usamos la TSM con el argumento que la mayoría de los arrastres se realizaron cercanos a la costa, a un promedio en profundidad de 26 m para toda el área muestreada. Esto, aunado a que en los meses que se realizaron los muestreos (julio-agosto), no existe un gradiente de temperatura marcado a lo largo de la columna de agua (termoclina) (Argote *et al.*, 1995; Argote *et al.*, 1998; Lavín y Marinone, 2003; Lavín *et al.*, 2009), por lo que la temperatura de la superficie del mar será muy parecida a la temperatura de profundidades >26 m

Lo anterior está relacionado a la profundidad de la capa de mezcla (zona de la columna de agua cuya densidad es relativamente homogénea debido al efecto de la energía cinética turbulenta) a lo largo de la zona costera del Golfo de California. Esta capa de mezcla presenta valores homogéneos de 30 m (de julio a septiembre) a lo largo de la zona costera en el Golfo de California (Argote *et al.*, 1995; Trasviña *et al.*, 1999).

**Tabla 17.** Relación entre la abundancia de las principales especies en función a la TSM y Clorofila-a promedio del área durante 2004, 2005 y 2007 ( $R^2$ = coeficiente de correlación).

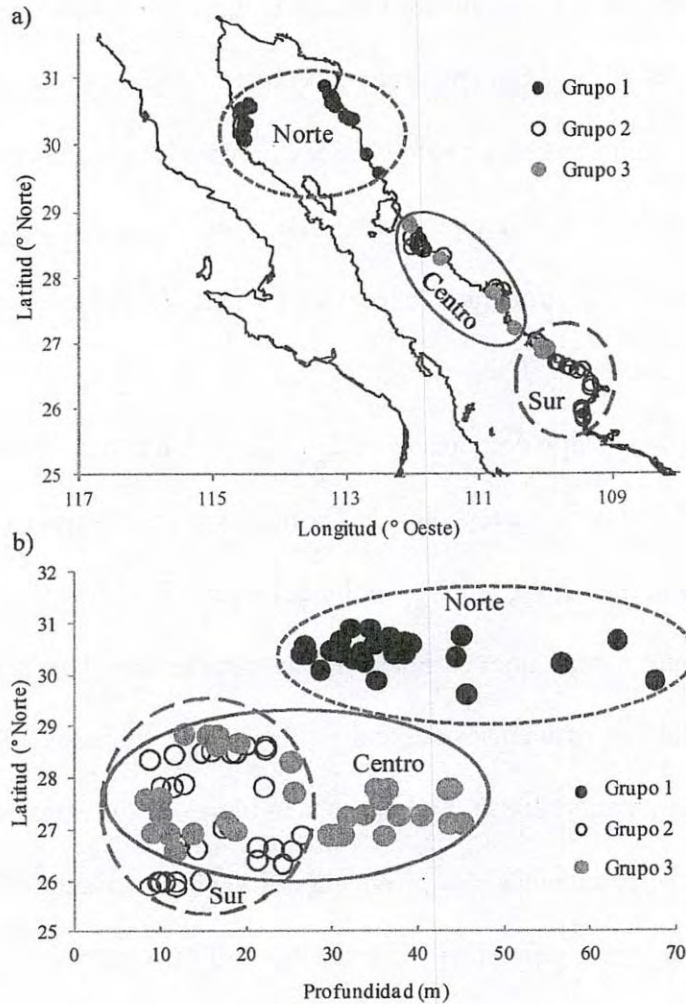
Especies	Abundancia / TSM		Abundancia / Clorofila-a		
	Ecuación	$R^2$	Ecuación	$R^2$	
Julio 2004	<i>O. reddingi</i>	$y = 4.1474x - 98.51$	0.0038	$y = 15.01x + 14.904$	0.0035
	<i>S. ovale</i>	$y = 4.4689x - 111.48$	0.0045	$y = 22.406x + 6.6237$	0.0078
	<i>E. currani</i>	$y = 10.227x - 268.15$	0.0345	$y = -23.425x + 51.273$	0.0125
	<i>U. halleri</i>	$y = 15.078x - 414.34$	0.0640	$y = -11.729x + 41.611$	0.0027
	<i>S. sonora</i>	$y = 0.6675x - 10.654$	0.0006	$y = -7.3379x + 15.997$	0.0079
	<i>P. panamensis</i>	$y = -17.251x + 523.98$	0.6293	$y = 9.8741x + 2.6913$	0.0094
	<i>P. analis</i>	$y = -1.9055x + 66.702$	0.0106	$y = -0.5371x + 10.411$	6.00E-05
	<i>S. scituliceps</i>	$y = -11.728x + 358.54$	0.4547	$y = 8.155x + 4.5351$	0.0152
	Todas las especies	$y = -5.6863x + 363.65$	0.0004	$y = -17.614x + 206.2$	0.0003
Agosto 2005	<i>H. nitidus</i>	$y = 231x - 6793.8$	0.0316	$y = 1398.5x - 871.21$	0.9774
	<i>E. dowii</i>	$y = 164.04x - 4824.4$	0.0676	$y = 660.31x - 379.34$	0.9235
	<i>O. chalceus</i>	$y = 102.65x - 3017.8$	0.0262	$y = 679.69x - 427.92$	0.9674
	<i>U. halleri</i>	$y = -51.305x + 1604.9$	0.0244	$y = 222.81x - 134.75$	0.9701
	<i>C. brachysomus</i>	$y = 53.303x - 1566.6$	0.0267	$y = 349.83x - 219.42$	0.9695
	<i>E. crossotus</i>	$y = 56.054x - 1655.8$	0.0728	$y = 282.61x - 137.19$	0.6257
	<i>D. aureolus</i>	$y = 111.91x - 3337.4$	0.3251	$y = -45.948x + 52.11$	0.0462
	<i>E. gracilis</i>	$y = -148.93x + 4485.6$	0.8110	$y = -55.729x + 58.867$	0.0958
Todas las especies	$y = 305.7x - 8599.1$	0.0073	$y = 3729.3x - 2112.2$	0.9191	
Julio 2007	<i>M. megalosps</i>	$y = -83.149x + 2516.2$	0.0387	$y = 54.505x + 72.663$	0.0018
	<i>H. nitidus</i>	$y = 48.467x - 1136.9$	0.0115	$y = -695.42x + 751.88$	0.2485
	<i>P. panamensis</i>	$y = -122.27x + 3629.2$	0.1327	$y = 468.42x - 235.86$	0.2049
	<i>E. argenteus</i>	$y = 73.621x - 1950.6$	0.0625	$y = 40.425x + 150.84$	0.0020
	<i>D. aureolus</i>	$y = -10.477x + 404.89$	0.0018	$y = -116.29x + 183.19$	0.0229
	<i>P. analis</i>	$y = -16.843x + 559.19$	0.0050	$y = -64.426x + 117.04$	0.0077
	<i>U. halleri</i>	$y = 163.16x - 4575.3$	0.5462	$y = 523.52x - 221.71$	0.5920
	<i>D. pacificum</i>	$y = 10.844x - 240.21$	0.0061	$y = 248.71x - 100.58$	0.3362
Todas las especies	$y = 282.4x - 6728.2$	0.0923	$y = 606.97x + 1016.5$	0.0449	
Agosto 2007	<i>O. chalceus</i>	$y = 244.3x - 7139.8$	0.0268	$y = 1347.1x - 807.35$	0.5333
	<i>U. halleri</i>	$y = 82.226x - 2341.1$	0.0138	$y = 599.76x - 315.57$	0.4796
	<i>O. reddingi</i>	$y = -147.05x + 4453.5$	0.0885	$y = -93.767x + 123.22$	0.0235
	<i>H. nitidus</i>	$y = 97.888x - 2843.8$	0.0788	$y = 120x - 2.85$	0.0774
	<i>E. crossotus</i>	$y = -63.04x + 1918.2$	0.0703	$y = -21.594x + 48.347$	0.0054
	<i>E. argenteus</i>	$y = 86.519x - 2467.5$	0.0664	$y = 178x - 8.5443$	0.1836
	<i>M. megalosps</i>	$y = -19.531x + 620.82$	0.0062	$y = -89.434x + 101.35$	0.0844
	<i>E. gracilis</i>	$y = 40.102x - 1172$	0.0397	$y = -1.7751x + 44.684$	6.00E-05
	Todas las especies	$y = 208.8x - 5362.6$	0.0054	$y = 2242.9x - 739.58$	0.4081

Debido a la poca o nula relación encontrada entre las variables oceanográficas (TSM y Clorofila-a) y la distribución y abundancia de las especies analizadas (corroborada con el análisis de regresión), se sugiere que la distribución y abundancia de las mismas obedecen a las características oceanográficas a gran escala de cada región del Golfo de California (norte, centro y sur) y con afinidad a la biogeografía de las especies que conformaron las agrupaciones establecidas a través del análisis multivariado.

En este contexto retomaremos los resultados del análisis multivariado citado en el capítulo 3 (Fig. 34). Donde las agrupaciones de especies formadas en este análisis fueron las siguientes: grupo 1 (norteño), integrado por *P. panamensis*, *M. megalops*, *S. scituliceps*, *D. pacificum* y *P. analis*, cuyas abundancias fueron mayores en la región norte del golfo en profundidades de los 30 a 68 m (Fig. 34). Según diversas bases de datos especializadas (Froese y Pauly, 2009, Discoverlife), estas especies se caracterizan por ser bentónicas y tener una preferencia en su distribución a profundidades mayores a los 90 m. En cuanto a su biogeografía, estas especies son de amplia distribución y pertenecen a la provincia del Pacífico Oriental Tropical; sin embargo, en el Golfo de California, tienen preferencia por la región norte del golfo (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009).

Esta preferencia puede ser debida a las condiciones oceanográficas de la región, la cual es identificada por ser muy dinámica con fuertes mezclas por marea y convectivas (Ripa, 1997; Lavín y Marinone, 2003; Lluch-Cota *et al.*, 2007). Con intervalos amplios (variabilidad interanual) en cuanto a los valores de TSM (Fig. 34) y valores mayores de Clorofila-a, con respecto a las otras regiones (centro y sur), lo cual se traduce en una mayor productividad para esta región (Fig. 36). Dado el nivel trófico del grupo de especies situado en esta región (carnívoros de segundo nivel), que va de 3.34 a 4.2 (Froese y Pauly, 2009; Tabla 18), la

mayor productividad de esta región, puede influir en una mayor diversidad y por lo tanto en mayor alimento (presas) para estas especies (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Sánchez-Velasco *et al.*, 2009).

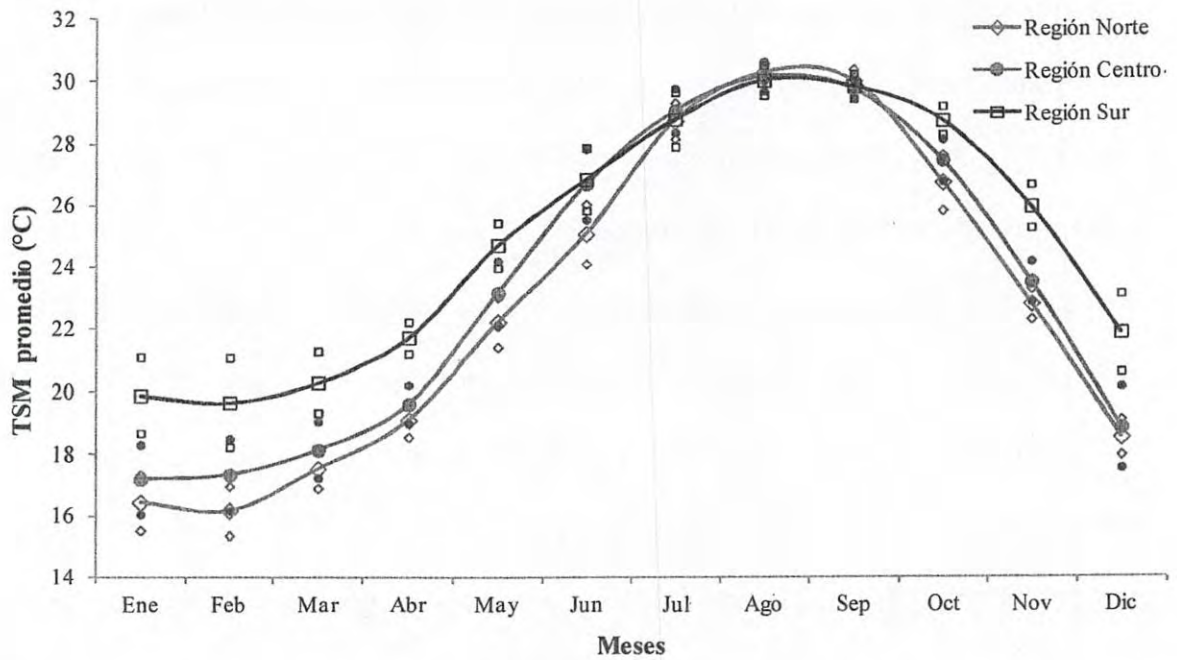


**Figura 34.** Formación de grupos (ensamblajes) de especies de acuerdo: a) su distribución latitudinal y b) a su distribución batimétrica.

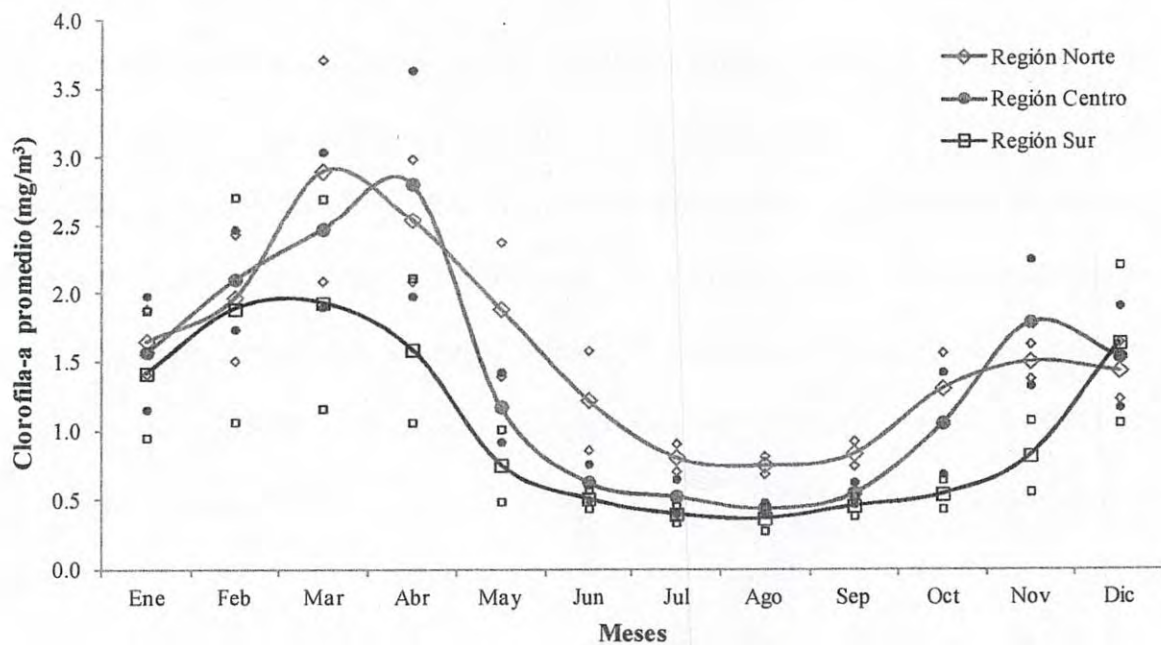
Esta región se caracteriza también, por tener un ambiente deltaico y con influencia continental, fuerte enriquecimiento debido a las intensas corrientes de marea, gran turbidez,

sedimentos gruesos, temperaturas extremas, alta evaporación y salinidad (Lavín *et al.*, 1997; Lavín y Sánchez, 1999; Palacios-Hernández *et al.*, 2002; Lavín y Marinone, 2003; Lluch-Cota *et al.*, 2007). Del lado occidental los sedimentos son principalmente de tipo arcillo-limosos y del lado oriental de tipo limo y areno-arcillosos (Fig. 37). La región norte es una zona poco profunda (menos de 200 m). Sin embargo, cabe aclarar que en promedio los lances de pesca realizados en esta región fueron a profundidades mayores que en las otras dos (centro y sur), debido a la topografía predominante en la región norte. Esto probablemente influye en que este grupo (norteño), esté integrado por especies con las mayores abundancias hacia las profundidades mayores a los 50 m.

El grupo 2 (sureño), un grupo con presencia desde la región centro hasta el sur del golfo, pero con mayores abundancias de las especies más comunes y abundantes (*E. argenteus*, *H. nitidus* y *E. entomelas*) en la región sur, en profundidades de los 7 a 28 m (Fig. 34). Las especies de este grupo de igual forma que el anterior, se caracterizan por ser bentónicas y tener preferencia a distribuirse batimétricamente a profundidades menores a los 50 m (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). En cuanto a su biogeografía estas especies son de amplia distribución, todas pertenecientes a la provincia del Pacífico Oriental Tropical. Sin embargo, en el Golfo de California, prefieren la parte sur del golfo (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009) ya que estas tienen dependencia de ambientes mixohalinos en alguna fase de su ciclo de vida (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Por lo que alcanzan su máximo desarrollo en esta región, donde es común la presencia de zonas con fondos suaves, agua de salinidad variable y gran cantidad de sedimento (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).



**Figura 35.** Temperatura superficial del mar promedio por mes (°C) del periodo 2003-2009 para 3 regiones del Golfo de California. Puntos fuera de la línea= desviación estándar.



**Figura 36.** Concentración de Clorofila-a promedio por mes (mg/m³) del periodo 2003-2009 para 3 regiones del Golfo de California. Puntos fuera de la línea= desviación estándar.

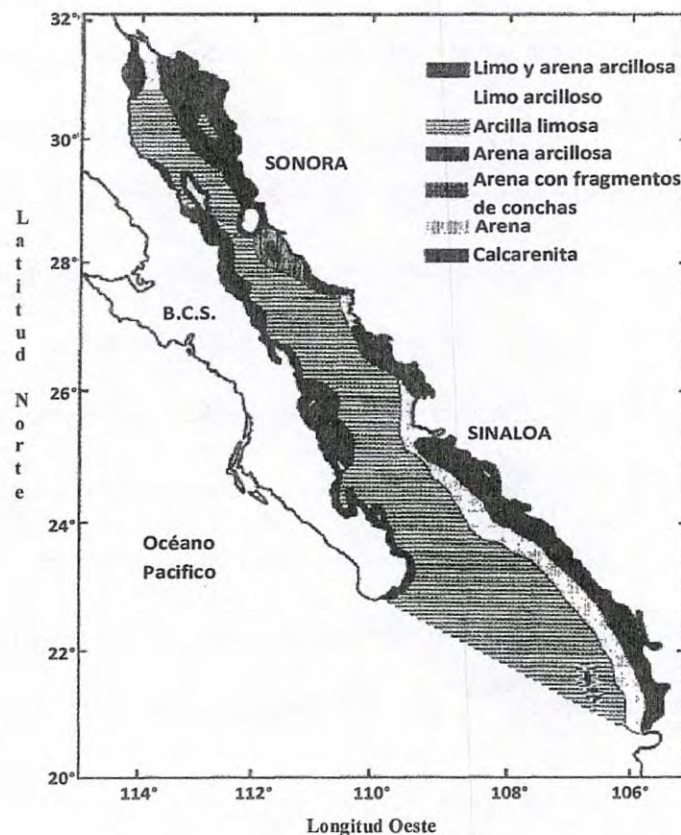
Esta región además se caracteriza por presentar condiciones oceanográficas más estables que las regiones norte y centro, debido a la influencia del Océano Pacífico (Lavín *et al.*, 2003; Lavín y Marinone, 2003). Esto puede ser corroborado en la figura 35, donde se observa una menor variabilidad interanual (con respecto a la región norte y centro), en cuanto a los valores de TSM. Además de ser la región menos productiva del Golfo de California. Predomina un ambiente deltaico debido a las bahías y lagunas costeras en esta región, por lo que el tipo de sedimento dominante en la plataforma continental es de tipo arena-arcillosa, limo y arena-arcillosa y arena (Fig. 37), adecuados para el establecimiento y supervivencia de este grupo de especies. De acuerdo a su alimentación, las especies de este grupo son mayormente carnívoras y se ubican en un nivel trófico que va desde los 3.14 a 3.43, en el límite inferior al del grupo de la parte norte (Tabla 18).

El grupo 3 (centro), un grupo transicional entre la parte centro y sur del golfo, con mayores abundancias de las especies más comunes y abundantes (*U. halleri*, *O. reddingi* y *E. currani*) en la parte centro, en profundidades igualmente de transición entre la zona norte y sur, que va de los 7 a 49 m (Fig. 34). Las especies de este grupo se caracterizan por ser bentónicas y tener preferencia a distribuirse batimétricamente a profundidades de los 2 a 90 m (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). En cuanto a su biogeografía estas especies son de igual forma que la de los dos grupos anteriores de amplia distribución, pertenecientes a la provincia del Pacífico Oriental Tropical. Sin embargo, en el Golfo de California prefieren la parte centro y sur del golfo (Robertson y Allen, 2008; Froese y Pauly, 2009). La preferencia de este grupo de especies puede ser debida a las características de la región. La cual presenta condiciones oceanográficas más amplias (en cuanto a la variabilidad interanual de la TSM) que la parte sur, pero menores que en la parte norte. Muy dinámica por la influencia de aguas



tropicales y la zona de las grandes islas (Lavín y Marinone, 2003). De igual forma presenta valores intermedios de Clorofila-a, con respecto a las regiones norte y sur (Fig. 36). Los tipos de sedimentos que están presentes en los suelos de la plataforma continental de esta región son arena con fragmentos de conchas (tepetates) y sedimentos tipo limo (Fig. 37).

De acuerdo a su alimentación, las especies de este grupo son carnívoras y se sitúan en un nivel trófico que va desde los 3.20 a 3.43, intermedio al de los dos grupos anteriores (Tabla 18). Por lo que retomando la información del nivel trófico de las especies más abundantes en los 3 grupos formados podemos decir que también existe una clara diferencia entre las regiones centro-sur y la norte.



**Figura 37.** Tipos de sedimentos en los suelos del Golfo de California de acuerdo a Van Andel (1964). Tomado de Solís-Weiss *et al.* (1996).

T. 160212

En cuanto a las asociaciones de la ictiofauna con cada una de las regiones del golfo, Walker (1960) describe tres asociaciones de la ictiofauna del Golfo de California de acuerdo a su biogeografía y la disponibilidad de hábitat apropiado. La primera en el Alto Golfo, con su límite sur en la Bahía San Francisquito y sur de isla Tiburón, caracterizado por su fauna relativamente escasa, la presencia de endemismos y especies de profundidad moderada. La segunda en el golfo central (de Bahía Kino a Guaymas por el este) caracterizado por especies endémicas de aguas someras. Y la tercera en el golfo sur caracterizada por especies del oeste del Pacífico, la ausencia de especies del Golfo norte y varios endemismos. Lo plasmado por Walker (1960), concuerda con las 3 agrupaciones (latitudinalmente) formadas a través del análisis multivariado (análisis clúster), en este trabajo.

Otro de los argumentos que pudieran explicar las 3 agrupaciones de especies formadas en este trabajo, es lo descrito por Castro-Aguirre *et al.* (1995), quienes mencionan que algunos peces pueden tener barreras térmicas y del tipo topográficas (batimétrica y sedimentaria) que les impiden su distribución más allá de ciertos límites, lo cual ha sido muchas veces citado en estudios zoogeográficos para el Golfo de California. Sin embargo, dichas barreras no tienen el mismo efecto para todos los elementos de la ictiofauna del golfo por lo que a estas barreras se les considera más bien como “filtros faunísticos”. Por ejemplo, barreras topográficas en el golfo constituidas por grandes extensiones de costa arenosa (entre el sur de Guaymas y Mazatlán, que se caracteriza por varios sistemas estuario-lagunares), han restringido el establecimiento de ciertas especies típicas de otros ambientes (Castro-Aguirre *et al.*, 1995).

**Tabla 18.** Información ecológica de las especies más comunes y abundantes en la fauna acompañante del camarón en el Golfo de California. (Grupo alim.= grupo alimenticio, Prof.= profundidad; Fuente: Robertson y Allen (2008), Froese y Pauly (2009))

<b>Especie</b>	<b>Grupo alim.</b>	<b>Nivel trófico</b>	<b>Rango de Prof. reportada (m)</b>
<i>Haemulopsis nitidus</i>	Carnívoro	3.43	0-50
<i>Urobatis halleri</i>	Carnívoro	3.2	1-90
<i>Synodus scituliceps</i>	Carnívoro	4.2	1-172
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carnívoro	3.14	0-12
<i>Diplectrum pacificum</i>	Carnívoro	3.99	1-90
<i>Pamadasys panamensis</i>	Carnívoro	3.79	5-107
<i>Micropogonias megalops</i>	Carnívoro	3.34	1-30
<i>Eucinostomus gracilis</i>	Carnívoro	3.06	0-30
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Carnívoro	3.21	0-100
<i>Balistes polylepis</i>	Carnívoro	3.34	3-512
<i>Porichthys analis</i>	Carnívoro	4.06	1-225
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Carnívoro	4.2	1-60
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Carnívoro	3.33	1-67
<i>Haemulopsis elongatus</i>	Carnívoro	3.43	0-66
<i>Diapterus aureolus</i>	Carnívoro	3.68	0-30
<i>Etropus crossotus</i>	Carnívoro	3.28	1-65
<i>Scorpaena. sonorae</i>	Carnívoro	3.61	1-91
<i>Eucinostomus currani</i>	Carnívoro	3.21	0-30
<i>Urobatis maculatus</i>	Carnívoro	3.18	1-30
<i>Syacium ovale</i>	Carnívoro	4.02	10-60
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Carnívoro	3.07	1-105
<i>Orthopristis reddingi</i>	Carnívoro	3.43	5-30
<i>Eucinostomus dowii</i>	Carnívoro	3.21	0-30
<i>Albula vulpes</i>	Carnívoro	3.67	0-84
<i>Calamus brachysomus</i>	Carnívoro	3.52	3-80
<i>Selene peruviana</i>	Carnívoro	4.25	1-50
<i>Orthopristis chalceus</i>	Carnívoro	3.48	0-35
<i>Prionotus stephanophrys</i>	Carnívoro	3.5	2-255

Estas mismas agrupaciones, en el sentido latitudinal, fueron encontradas por Acevedo-Cervantes (2010), para especies de peces de profundidades mayores a 50 metros. Así mismo, Acevedo-Cervantes (2010) menciona que una parte importante de las especies de peces costeros que incursionan o realizan migraciones verticales sobre el talud continental, propician que la diversidad sea mayor en algunos estratos de profundidad, constituyendo por lo tanto un ecotono (zona de transición natural entre dos ecosistemas distintos) y sugiriendo que los factores ambientales tienen un efecto importante en la distribución y composición estructural de las especies, en especial la concentración de oxígeno disuelto. Esto ha sido documentado también por diversos autores: Thompson *et al.* (1978), Margaleff (1991), D'Onghia *et al.* (2003) y Powell *et al.* (2003), que en cierta forma, esto pudieran ser la explicación de los 3 grupos en función a su distribución batimétrica y latitudinal en nuestro caso de estudio.

Thompson *et al.* (1978), presentan diferentes agrupamientos y demuestran asociaciones de peces que conforman parches a lo largo del Golfo de California. Formaron conjuntos faunísticos para la región norte, centro y sur, situación que ha sido documentada para especies costeras. Powell *et al.* (2003), sugiere la presencia de una comunidad demersal marcadamente diferente, la cual está influenciada por una mayor riqueza específica y por las características ambientales, por lo cual indican la existencia de un ecotono entre la plataforma continental y el talud continental, el cual está influenciado por las características ambientales. Además plantearon la presencia de traslape de especies como ecotonos entre zonas. D'Onghia *et al.* (2003), revelan la existencia de distintas asociaciones faunísticas de especies de aguas profundas, las cuales estaban influenciadas principalmente por la profundidad.

## CONCLUSIONES

- ❖ La comunidad íctica en las capturas incidentales durante julio y agosto estuvo dominada por 28 especies; que fueron las más abundantes y recurrentes durante los tres años de muestreo (2004, 2005 y 2007).
- ❖ En general las 28 especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales presentaron una amplia distribución latitudinal y batimétrica dentro de la zona de estudio, reflejo de la posición geográfica del Golfo de California; lo anterior aunado a la alta productividad, diversidad de especies y dinámica de corrientes presentes, hacen que los peces y otros organismos aprovechen diversos recursos para establecerse desde zonas someras hasta áreas profundas.
- ❖ Se reporta la ampliación del rango de distribución de *H. elongatus*, cuya distribución había sido reportada de la boca del Golfo de California a Perú, pero no dentro del mismo golfo; en este trabajo fue encontrada en la mayor parte de la zona de estudio (a excepción de la plataforma continental de Baja California).
- ❖ Los índices de abundancia (CPUE, área barrida y distribución delta) empleados para las estimaciones de abundancia de las 28 especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales, mostraron valores muy similares entre sí para algunas especies y subestimaron la abundancia en los casos donde se encontró una gran cantidad de estaciones con abundancias en cero y sobreestimaron cuando las especies presentaron valores de abundancias atípicos.

- ❖ La poca o nula relación encontrada entre las variables oceanográficas (TSM y Clorofila-a) y la distribución y abundancia de las especies en un sentido espacial y a pequeña escala (cuadrantes y zonas), se atribuye a la poca variación de la TSM (2 °C) y la Clorofila-a (1 mg/m<sup>3</sup>) a lo largo del Golfo de California durante los meses muestreados, además de lo corto de la serie analizada. Por lo cual no se pudieron utilizar como predictores de la distribución y abundancia de estas especies.
- ❖ Las tres agrupaciones o ensamblajes de especies formadas de acuerdo a su abundancia latitud y profundidad de captura, fueron acordes con las características oceanográficas a gran escala de cada región del Golfo de California (norte, centro y sur) y afines a la biogeografía de las especies que conformaron dichas agrupaciones.

## RECOMENDACIONES

- A pesar de que las especies más comunes y abundantes en las capturas incidentales obtenidas durante julio y agosto (parte de la veda del camarón) muestran una noción fidedigna de las especies que son capturadas por la flota camaronera en el Golfo de California (de acuerdo a comparaciones con otros estudios realizados en la temporada de pesca camaronera). Se recomienda que en trabajos futuros se tenga información de ambos periodos (veda del camarón y en temporada de pesca camaronera), para tomar en cuenta las variaciones en la composición, abundancia y migración de las especies durante todo el año, mismas que pueden tener patrones de cambio estacional o mensual, una característica de los peces tropicales y subtropicales.
- De igual forma, se recomienda se obtenga información de las abundancias en el área de distribución total de las especies para ambos periodos (invierno y verano), así como las tallas por estrato de profundidad para evaluar cuales son las más vulnerables a las pesca de arrastre. Así mismo, deben evaluarse los límites de tolerancia, líneas de base o puntos de referencia biológicos de estas especies, para cuantificar el efecto real de la pesca de arrastre en estas poblaciones.
- En el Golfo de California, el manejo pesquero que se aplica a la pesca del camarón con redes de arrastre, es principalmente un manejo pasivo basado en vedas temporales. Aunque no esté reglamentado, indirectamente las capturas incidentales son administradas por la misma acción de manejo. El manejo pesquero eficaz de las capturas incidentales en la región va a depender de la comprensión de la dinámica poblacional de las especies

objetivo, las capturadas incidentalmente y los procesos relacionados con los ecosistemas. Por ello, información cuantitativa y confiable acerca de estas capturas incidentales y su relación con procesos del ecosistema son esenciales para llevar a cabo una evaluación y manejo de las mismas.

- Dentro de las capturas incidentales obtenidas en este estudio se presentaron dos especies enlistadas en categoría de *Vulnerable* por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Se recomienda que en un futuro se desarrolle investigación seria orientada a evaluar el estatus de estas especies dentro de las capturas incidentales en la pesca de camarón del Golfo de California.



## LITERATURA CITADA

- Abascal-Monroy, I. M. 2011. Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatos* spp), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. 91 p.
- Abascal-Monroy, I. M., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, J. E. Valdez-Holguín y C. Cervantes-Valle. 2012. Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatos* spp), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California. 169-186 pp. En: López-Martínez J. y E. Morales Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México.
- Acevedo-Cervantes, A. 2010. Análisis de la comunidad de peces asociados al camarón de profundidad (50-300 brazas) dentro del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nayarit. Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, México. 113 p.
- Acevedo-Cervantes, A., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia y J. Rodríguez-Romero. 2009. Análisis de la abundancia, dominancia y diversidad de la comunidad de peces demersales de profundidad de 90 a 540. *Interciencia*. 34(9): 660-665.
- Acevedo-Cervantes, A., J. López-Martínez y E. Ruiz-Villa. 2012. Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento de camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda. 115-136 pp. En: López-Martínez J. y E. Morales Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México.

- Ackley, D. R. 1996. Bycatch patterns in the Bering Sea: Templates for Area Closures. 53-57 pp. In: Fisheries Bycatch. Consequences & Management. Proceeding of the Symposium on the Consequences and Management of Fisheries Bycatch. Alaska Sea Grant College Program Report No. 97-02, University of Alaska Fairbanks.
- Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. 427-449 pp. In: B. H. Ketchum (ed.) Estuaries and Enclosed Seas. Amsterdam.
- Álvarez-Borrego, S. y J. R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and productivity of the Gulf of California. In: Dauphin, J. P. y B. Simoneit (Eds.). The Gulf and Peninsular Province of the Californias. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 47: 555-567.
- Andrade, H. A y J. A. Teixeira. 2002. A probability model for the catch per unit of effort (CPUE) of the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) pole and line fishery in the Southwest Atlantic. Notas Técnicas da FACIMAR. 6(1): 1-5.
- Anónimo. 2004. Pesca sustentable de camarón en el Golfo de California. Propuesta de reestructuración de la flota camaronera de altamar. CONANP, CONAPSCA, CI, INE, INAPESCA, NOS, SEMARNAT. 16 p.
- Anónimo. 2005. Plan de Manejo para la pesquería de camarón en el litoral del Océano Pacífico Mexicano. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 76 p.
- Argote, M. L., A. Amador, M. F. Lavín y J. R. Hunter. 1995. Tidal dissipation and stratification in the Gulf of California. Journal of Geophysical Research. 100: 16103-16118.

- Argote, M. L., M. F. Lavín y A. Amador. 1998. Barotropic eulerian residual circulation in the Gulf of California due to the  $M_2$  tide and wind stress. *Atmósfera*. 11: 173-197.
- Ávila da Silva, A. O. 2002. La evolución de la pesca con línea de fondo en la dinámica poblacional de *Lopholatilus villarii* (Teleostei: Malacanthidae) en el margen continental de la costa brasileña entre los paralelos 220 W 280 S. Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo. 218 p.
- Badan-Dangon, A., C. J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*. 8: 13-22.
- Blanchard, F., F. LeLoc'h, C. Hily y J. Boucher. 2004. Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine Ecology Progress Series*. 280: 249–260.
- Bojórquez, L. F. 1998. Bycatch utilization in Mexico. Report and Proceedings on the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries, Beijing, September 1998. Rome, FAO. 21-28 pp.
- Boschi, E. E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Rev. Inv. y Des. Pesq.* 13: 7-136.
- Bourillón, L., A. Sáenz-Arrollo, P. Turk-Boyer y W. W. Shaw. 2009. Governance and effects of marine reserves in the Gulf of California.
- Box, E. G., J. H. Stuart y W. G. Hunter. 2008. Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento. Reverté. Wiley, Barcelona, España. 629 p.
- Briggs, J. C. 1974. Marine zoogeography. McGraw-Hill. New York, USA. 475 p.
- Briggs, J. C. 1995. Global biogeography. Elsevier, Amsterdam, Holland. 452 p.

- Campos-Dávila, L., V. H. Cruz-Escalona, F. Galván-Magaña, A. Abitia-Cárdenas, F. J. Gutiérrez-Sánchez y E. F. Balart. 2005. Fish Assemblages in a Gulf of California Marine Reserve. *Bulletin of Marine Science*. 77(3): 347-362.
- Campoy, J. 2005. Establece SEMARNAT refugio de protección para la vaquita marina. ENTORNO un enlace de comunicación. CONANP.
- Castro-Aguirre, J. L. y E. F. Balart. 1996. Contribución al conocimiento del origen y las relaciones de la ictiofauna de aguas profundas del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*. 6(1-2): 67-76.
- Castro-Aguirre, J. L. y H. Espinosa-Pérez. 1996. Listados faunísticos de México VII: Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 75 p.
- Castro-Aguirre, J. L., E. F. Balart-Páez y J. Arvízu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*. 5: 57-58.
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa-Pérez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Noriega-Limusa, México, D.F. 705 p.
- Cavalli-Sforza, L. L. y A. W. F. Edwards. 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Evolution*. 21: 550-570.
- Caverivière, A. 2003. Some methodological considerations on Delta distribution, stratification and tow duration, for trawl surveys carried out in West Africa. *Fisheries Research*. 16: 223-231.

- Cerviño-López, S. 2004. Estudio de la incertidumbre asociada a los métodos de evaluación de las poblaciones de peces. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo, España. 262 p.
- Chapa-Saldaña, H. 1976. La fauna de acompañante del camarón como un índice de monopesca. 173-185 pp. En: Memorias del Symposium sobre Biología y Dinámica Poblacional del Camarón. Instituto Nacional de la Pesca. Guaymas, Sonora, México.
- Chávez, H. y J. Arvízu. 1972. Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California 1968-1979. III Fauna de acompañamiento del camarón (peces finos y basura), 361-378 pp. En: Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía, México D.F.
- Childress, J. J. y B. A. Seibel. 1998. Life at stable low oxygen: Adaptations of animals to oceanic oxygen minimum layers. *Journal of Experimental Biology*. 201: 1223-1232.
- Conquest, L., R. Burr, J. Donnelly, J. Chavarria y V. Gallucci. 1996. Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. 179-225 pp. In: V. Gallucci, S. Saila, D. J. Gustafson y B. J. Rothschild, (Eds.). *Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries*. New York: CRC Press.
- Cook, R.M. 1997. Stock trends in six North Sea stocks as revealed by an analysis of research vessel surveys. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 924-933.
- Currie, D. R., S. McClatchie, J. F. Middleton y S. Nayar. 2012. Biophysical Factors Affecting the Distribution of Demersal Fish around the Head of a Submarine Canyon off the Bonney Coast, South Australia. *PLoS ONE*. 7:e30138.
- Cury, P. y C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 670-680.

- Cury, P., A. Bakun, R. J. M. Crawford, A. Jarre, R. A. Quiñones y H. M. Verheye. 2000. Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*. 57: 603-618.
- D’Onghia, G., F. Mastrototaro y A. Matarrese. 2003. Biodiversity of the upper slope demersal community in the Eastern Mediterranean: Preliminary comparison between two areas with and without trawl fishing. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 31: 263- 273.
- Davis, M. W. 2002. Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 59: 1834-1843.
- DeAlteris, J., L. Skrobe y C. Lipsky. 1999. The significance of seabed disturbance by mobile fishing gear relative to natural processes: a case study in Narragansett Bay, Rhode Island. *Am Fish. Soc. Symp.* 22: 224-23.
- Dinmore, T. A., D. E. Duplisea, B. D. Rackham, D. L. Maxwell y S. Jennings. 2003. Impact of a large-scale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES Journal of Marine Science*. 60: 371-380.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2005. Programa de protección de la vaquita dentro del área de Refugio ubicada en la costa occidental del Alto Golfo de California. 29 de diciembre de 2005. México, D.F.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. 24 de julio de 2007. México, D.F.
- Emilsson, I. y M. A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del golfo de California. 173-180 pp. En: M.F. Lavín (Ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3 México, D.F.

- Engel, J. y K. Rikk. 1998. Effects of otter trawling on benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conservation Biology*. 12(6): 1204-1214.
- Eschmeyer, W. N., E. S. Herald y H. Hammann. 1983. A field guide to the Pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin Harcourt, Boston. 336 p.
- Eslinger, D. L. y L. J. Miller. 1998. Satellite and Modeling Evidence of Bottom-up Impacts on Bering Sea Fish Populations. *Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*. 45: 113-116.
- Espinosa-Pérez, H., J. L. Castro-Aguirre y L. Huidobro-Campos. 2004. Listados Faunísticos de México IX: Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha). Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 134 p.
- Faji, W., H. Shixing y J. Manyi. 1990. Utilization of satellite remote sensing for exploitation of anchovy, sardine and other commercially utilized fishes. In: GIS development. ACRS.
- Fernandez, E. y R. D. Pingree. 1996. Coupling between physical and biological fields in the North Atlantic subtropical front southeast of the Azores. *Deep-Sea Res.* 43: 1369-1393.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. 2-3: 648-1652. FAO. Roma.
- Flaquer da Rocha, M. L., W. Silva-Fernandez y A. Martins-Paiva Filho. 2010. Spatial and temporal distribution of fish in Palmas bay, Ubatuba, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 58: 31-43.

- Folmer, O. y M. Pennington. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fish. Res.* 49: 165-178.
- Foster, S. J. y A. C. J. Vincent. 2010. Using life-history information to assess potential effects of shrimp trawling on small fishes. *Journal of Fish Biology.* 76: 2434-2454
- Froese, R. y D. Pauly. 2009. FishBase. A Global Information System on Fishes. World Wide Web electronic publication. Versión (04/2009) [en línea] <<http://www.fishbase.org>>
- Gage, J. D. y P. A. Tyler. 1991. Deep sea biology: A natural history of organisms at the depth sea floor. Cambridge University Press, Cambridge. 504 p.
- Galván-Magaña, F., S. F. J. Gutiérrez, C. L. A. Abitia y J. R. Rodríguez. 2000. The distribution and affinities of the shore fishes of the Baja California Sur Lagoons. 383-398 pp. In: M. Munawar, S.G. Laurence, I.F. Munawar y D.F. Malley (Eds.). Aquatic ecosystems of México: status and scoop. Ecovision world monograph. Backhuns Publisher, Leiden, Holanda.
- García-Caudillo, J. M. y J. V. Gómez-Palafox. 2005. La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: Situación económica-financiera e impactos socio-ambientales. Conservación Internacional México A.C. 104 p.
- Gaxiola-Castro, G., J. García-Córdova, J. E. Valdez-Holguín y M. Botello-Ruvalcaba. 1995. Spatial distribution of chlorophyll and primary productivity in relation to winter physical structure in the Gulf of California. *Cont. Shelf. Res.* 15(9): 1043-1059.
- Gianni, M. 2005. High Seas Bottom Trawl Fisheries and their Impacts on the Biodiversity of Vulnerable Deep-Sea Ecosystems: Options for International Action. IUCN, Gland, Switzerland. 90 p.



- Gilbert, J. Y. y W. E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E. W. Scripps in 1939 and 1940. *Journal of Marine Research*. 5: 89-110.
- Ginsburg, I. 1958. Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American waters. *U.S. Fish. Bull.* 52: 267-351.
- Gislason, H. 2003. The effect of fishing on non-target species and ecosystem structure and function. 255-274 pp. En: M. Sinclair & G. Valdimarsson (Eds.). *Responsible fisheries in the marine ecosystem*. FAO and CAB International. Rome, Italy, and Wallingford, UK.
- Glantz, M. H. y L. E. Geingold. 1990. *Climate Variability, Climate Change and Fisheries*. Environmental and Societal Impacts Group. National Center for Atmospheric Research. Boulder, Colorado. 103-107 pp.
- Godo, O. R., M. Pennington y J. H. Volstad. 1990. Effect of tow duration on length composition of trawl catches. *Fisheries Research*. 9: 165-179.
- González-Ochoa, O. A., J. López-Martínez y N. Y. Hernández-Saavedra. 2009. Population characteristics of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* caught as shrimp bycatch in the Gulf of California. *Interciencia*. 34(11): 808-813.
- Gordon, J. D. M. 2001. Deep-water fish and fisheries: Introduction. *Fisheries Research*. 51: 105-111.
- Grande-Vidal, J. M. y M. Díaz-López. 1981. Situación Actual y Perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. *Ciencia Pesquera*. 1(2): 43-55.
- Grant, A. 2000. Deep sea diversity: Overlooked messages from shallow waters sediments. *Marine Ecology*. 21(2): 97-112.

- Grassle, J. F. 1989. Species diversity in deep-sea communities. *Trend in ecology & evolution*. 4(1): 12-15.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of fisheries resources*. John Willey. New York. 248 p.
- Hastings, P. A. 2000. Biogeography of the tropical eastern Pacific: distribution and phylogeny of chaenopsid fishes. *Zool. J. Lin. Soc.* 128:319-335.
- Hendrickx, M. E. 2001. Occurrence of a continental slope deepwater decapod crustacean community along the edge of the minimum oxygen zone in the southeastern Gulf of California, México. *Belgian Journal of Zoology*. 131: 71-86.
- Hendrickx, M. E. y D. Serrano. 2010. Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico Mexicano. *Interciencia*. 35: 12:18.
- Hendrickx, M. E., M. Ayón-Parente y D. Serrano. 2011. Additional record of *Janetogalthea californiensis* (Anomura: Galatheidae) from the central Gulf of California, Mexico, with notes on its distribution. *Hidrobiológica*. 21: 89-94.
- Hensley, D. A. 1995. Guía FAO para identificación de especies para fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. Paralichthyidae: Lenguados. 1349-1380 pp. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter and V. Niem (Eds.). Vol. III. FAO, Rome.
- Horn, M. H. y L. G. Allen. 1985. Fish community ecology in southern California bays and estuaries. 169-190 pp. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, UNAM Press Mexico.

- Horn, M. H., L. G. Allen y R. N. Lea. 2006. Biogeography. 3-25 pp. In L.G. Allen., D. J. Pondella, y M. H. Horn (Eds.). The ecology of marine fishes: California and adjacent waters. University of California, Berkeley, California, USA.
- ICES. 1996. Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities. ICES CM 1996/Assess/Env. 126 p.
- INAPESCA. 2011. Dictamen de fin de Veda: Evaluación biológica de las poblaciones de camarón durante la veda de 2011 en el litoral del Pacífico Mexicano. SAGARPA. INAPESCA. 133 p.
- Inda-Díaz, E. A., L. Sánchez-Velasco y M. F. Lavín. 2010. Three-dimensional distribution of small pelagic fish larvae (*Sardinops sagax* and *Engraulis mordax*) in a tidal-mixing front and surrounding waters (Gulf of California). Journal of Plankton Research. 32(9): 1241-1254.
- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 29 March 2011.
- Jennings, S., M. Kaiser y J. D. Reynolds. 2001. Marine Fisheries Ecology. Blackwell Science Ltd. Eds. USA. 417 p.
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and middle America. Bulletin of the United States Natural History Museum. 47: 1-3313.
- Kaiser, M. J., J. S. Collie, S. J. Hall, S. Jennings y I. R. Poiner. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. Fish and Fisheries. 3: 114-136.

- Kaiser, M. J., K. R. Clarke, H. Hinz, M. C. V. Austen, P. J. Somerfield y I. Karakassis. 2006. Global analysis and prediction of the response of benthic biota and habitats to fishing. *Marine Ecology Progress Series*. 311: 1-14.
- Kanthi, K. Y. 2000. Seasonal variability of sea surface chlorophyll-a of waters around Sri Lanka. *Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet. Sci.)*. 109(4): 427-432.
- Kanyerere, G. Z. 2001. Spatial and Temporal Distribution of Some Commercially Important Fish Species in the Southeast and Southwest Arms of Lake Malawi: A Geostatistical Analysis. *Fishery Bulletin* 43. 30 p.
- Kelleher, K. 2005. Discards in the world's marine fisheries: An update. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, FAO. 131 p.
- Kelleher, K. 2008. Descartes en la pesca de captura marina mundial. *FAO Documento Técnico de Pesca*. 470: 1-147.
- Lanz, E., J. López-Martínez, M. Nevárez-Martínez y J. Dworak. 2009. Small pelagic fish catches in the Gulf of California associated with sea surface temperature and chlorophyll. *CalCOFI Reporte*. 50: 134-146.
- Lara-Lara, J. R., V. Arenas-Fuentes, C. Bazán-Guzmán, V. Díaz-Castañeda, E. Escobar-Briones M. C. García-Abad, G. Gaxiola-Castro, G. Robles-Jarero, R. Sosa-Ávalos, L. A. Soto- González, M. Tapia-García y J. E. Valdez-Holguín. 2008. Los ecosistemas marinos. 135-159 pp. En: J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente, Eds. "Capital Natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-970-90-0000-0.

- Lavín, M. F. y S. G. Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. 173-204 pp. In: Velasco-Fuentes, O.U., Sheinbaum, J., Ochoa de la Torre, J. L. (Eds.). *Non linear Processes in Geophysical Fluid Dynamics*. Kluwe Academic Publishers, Dordecht, Holland.
- Lavín, M. F. y S. Sánchez. 1999. On how the Colorado River affected the hydrography of the Upper Gulf of California. *Continental Shelf Research*. 19: 1545–1560.
- Lavín, M. F., E. Palacios-Hernández y C. Cabrera. 2003. Sea surface temperature anomalies in the Gulf of California. *Geofísica Internacional*. 42: 363-375.
- Lavín, M. F., R. Castro, E. Beier, V. M. Godínez, A. Amador y P. Guest. 2009. SST, thermohaline structure, and circulation in the southern Gulf of California in June 2004 during the North American Monsoon Experiment. *Journal of Geophysical Research*. 114: 1-22.
- Lavín, M., A. Badan y E. Beier. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. 141-171 pp. En: *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, editado por M.F. Lavín, UGM, Monografía 3.
- Lengkeek, W. y S. Bouma. 2010. Impacts of beam trawl fisheries in the North Sea. A summary of fifty-five scientific publications. Bureau Waardenburg report No. 10-048. Culemborg, The Netherlands.
- Levin, L. A. 2003. Oxygen minimum zone benthos: adaptation and community response to western and central Mediterranean Sea. *Sci. Mar*. 68: 117-127.
- Lindgarth, M., D. Valentinsson, M. Hansson y M. Ulmestrand. 2000. Interpreting large-scale experiments on effects of trawling on benthic fauna: an empirical test of the

potential effects of spatial confounding in experiments without replicated control and trawled areas. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 245: 155-169.

Lluch-Cota, S. 2000. Propuesta de bases para un sistema de in formación ambiental para la pesquería de sardina del Golfo de California. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S., México. 43 p.

Lluch-Cota, S. E., D. B. Lluch-Cota, D. Lluch-Belda, M. O. Nevárez-Martínez, A. Parés-Sierra y S. Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration, and retention processes in the central Gulf of California. *CalCOFI*. 40: 184-190.

Lluch-Cota, S. E., D. Kiefer, A. Parés-Sierra, D. B. Lluch- Cota, J. Berwald y D. Lluch-Belda. 2001. Toward and Environmental Analysis System to Forecast Spawning Probability in the Gulf of California Sardine. 147-159 pp. In: *Spatial Processes and Management of Marine Populations*. Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-01-02, Alaska, USA.

Lluch-Cota, S. E., E. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Aurióles-Gamboa, J. Bautista-Romero, R. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-Herrera, G. Fernández, M. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, H. Herrera-Cervantes, M. Kahru, M. Lavín, D. Lluch-Belda , D. Lluch-Cota, J. López-Martínez, S. Marinone, M. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C. Salinas-Zavala, R. Schwartzlose y A. Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*. 73 (1): 1-26.

- Lo, C. H., L. D. Jacobson y J. L. Squire. 1992. Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 49: 2515-2526.
- Lopez-Calderon, J., A. Martinez, A. Gonzalez-Silvera, E. Santamaria-del-Angel y R. Millan-Nuñez. 2008. Mesoscale eddies and wind variability in the northern Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*. 113: 1-13.
- López-Martínez, J. 2000. Dinámica de la pesquería de camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorense y su relación con algunos parámetros océano-atmosféricos. Tesis de doctorado. IPN-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. 161 p.
- López-Martínez, J., C. Rábago-Quiroz, M. Nevárez-Martínez, J. Chávez-Villalba, A. García-Juárez y G. Rivera-Parra. 2005. Growth, reproduction, and size at first maturity of the blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1984) along the east coast of the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*. 71: 93-102.
- López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia, J. Rodríguez-Romero y S. Hernández-Vázquez. 2010. Composición taxonómica de peces integrantes de la fauna de acompañamiento del camarón en la porción oriental del Golfo de California. *Biología Tropical*. 58(3): 925-942.
- López-Martínez, J., E. Morales-Bojórquez, F. Paredes, D. Lluch-Belda y C. Cervantes. 2001. La pesquería de camarón de altamar en Sonora. 301-312 pp. En: Lluch-Belda D., J. Elorduy-Garay, S. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz (Eds). *Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. CIBNOR/CONACYT, La Paz, BCS.

- López-Martínez, J., F. Arreguín-Sánchez, S. Hernández-Vázquez, A. R. García-Juárez y W. Valenzuela-Quiñonez. 2003. Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and relation of this variation to temperature. *Fisheries Research*. 61: 95-105.
- López-Martínez, J., J. Rodríguez-Romero, N. Y. Hernández-Saavedra y E. Herrera-Valdivia. 2011. Population parameters of the Pacific flagfin mojarra *Eucinostomus currani* (Perciformes: Gerreidae) captured by shrimp trawling fishery in the Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*. 59: 887-897.
- López-Martínez, J., S. Hernández-Vázquez, C. Rábago-Quiroz, E. Herrera-Valdivia y R. Morales-Azpeitia. 2008. Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo Tecnológico de las Artes de Pesca. 14-47 pp. En: CEDRSSA (Eds). *La situación del sector pesquero en México*. CEDRSSA y Cámara de diputados LX Legislatura, México, D.F.
- López-Martínez, J., S. Hernández-Vázquez, N. Hernández-Saavedra, J. Rodríguez-Romero, E. Balart-Páez, E. Herrera-Valdivia, R. Morales-Azpeitia, C. Rábago-Quiroz, A. Siaruqui-Quijano, J. Padilla-Serrato y A. Salazar-Ayala. 2007. Dinámica poblacional de especies presentes en la captura incidental de la pesquería de camarón del Golfo de California. Producto 5 del Informe final del proyecto SAGARPA-CONACYT, Evaluación del impacto que ocasionan las redes de arrastre para camarón y escama demersal en los fondos marinos del Golfo de California. CIBNOR, Guaymas, Sonora, México. 110 pp.
- López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia, N. Hernández-Saavedra, E. Serviere-Zaragoza, J. Rodríguez-Romero, C. H. Rábago-Quiroz, G. Padilla-Arredondo, S. Burrola-



- Sánchez, R. Morales-Azpeitia, S. Pedrín-Aviles, L. F. Enríquez-Ocaña, M. O. Nevárez-Martínez, A. Acevedo-Cervantes, E. Morales Bojórquez, M. R. López-Tapia y J. Padilla-Serrato. 2012. 15-25 pp. En: López-Martínez J. y E. Morales Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México.
- Love, M. S., M. Yoklavich y L. Thorsteinson. 2002. The rockfishes of the northeast Pacific. University of California, Berkeley, EEUU Press. 215-218 p.
- Loya-Salinas, D. H. y A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Ciencias Marinas. 10(2): 97-115.
- Madrid-Vera, J., A. L. Ruiz y B. I. Rosado. 1998. Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones en el Pacífico mexicano. Rev. Biol. Trop. 46: 267-276.
- Madrid-Vera, J., E. Visauta-Girbau y H. Aguirre-Villaseñor. 2010. Composition of trawl catch fauna off the mouth of the Rio Baluarte, southeastern Gulf of California. Marine Ecology. 403: 145-153.
- Madrid-Vera, J., F. Amezcua y E. Morales-Bojórquez. 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. Fisheries Research. 83: 81-89.
- Margaleff, D. R. 1991. Ecología (1ra. Ed.). Omega, Barcelona, España. 951 p.
- Marinone, S. G. 2003. A three-dimensional model of the mean and seasonal circulation of the Gulf of California. Journal of Geophysical Research. 108: 3325-3352.
- Martos, P., J. E. Hansen, R. M. Negri y A. Madirolas. 2005. Factores oceanográficos relacionados con la abundancia relativa de anchoíta sobre la plataforma bonaerense

- (34-41°S) durante la primavera. *Revista Investigación y Desarrollo Pesquero*. INIDEP, Mar del Plata. 17: 5-33.
- Maske, H., R. Cajal-Medrano, A. Trasviña-Castro, A. Jiménez-Mercado, C. O. Almeda-Jauregui, G. Gaxiola-Castro y J. Ochoa. 2010. Inorganic carbon and biological oceanography above a shallow oxygen minimum in the entrance to the Gulf of California in the Mexican Pacific. *Limnol. Oceanogr.* 55(2): 481-491.
- McConnaughey, R. A. y L. L. Conquest. 1992. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull.* 91: 107-118.
- McPhail, J. D. 1958. Key to the croakers (Sciaenidae) of the eastern Pacific. Univ. Brit. Columbia, Inst. Fish. Mus. Contrib. 2: 1-20.
- Meek, S. E. y S. F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. Publications of the Field Museum of Natural History Zoological Series 15(1-4): 1-1045.
- Miller, D. J. y R. N. Lea. 1976. Guide to the coastal marine fishes of California. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin. 157: 1-249.
- Monreal-Gómez, M. A., A. Molina-Cruz y D. A. Salas-de León 2001. Hydrography and cyclonic circulation in Bay of La Paz, Gulf of California during 1998. *J. Mar. Syst.* 30:305-315.
- Mora, C. y D. Robertson. 2005. Causes of latitudinal gradients in species richness: a test with fishes of the Tropical Eastern Pacific. *Ecol.* 86: 1771-1792.
- Morales-Azpeitia, R. 2011. Variación espacio temporal de la relación camarón: fauna de acompañamiento y su uso como indicador de afectación ecológica en la pesquería de camarón del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nayarit. 113 p.

- Morales-Azpeitia, R., J. López-Martínez, J. Rodríguez-Romero y J. T. Ponce-Palafox. 2011. Distribución, abundancia y patrón reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* Gill, 1983 (Perciformes: Mullidae) y *Urobatis halleri* Copper, 1983 (Rajiformes: Urolophidae) en el Golfo de California. *Investigación y Ciencia*. 52: 3-14.
- Morales-Bojórquez, E. 2002. Comentarios acerca de la relación entre la temperatura y la captura de calamar gigante. *Ciencias Marinas*. 28 (2): 211-218.
- Mueter, F. J. y B. L. Norcross. 2002. Spatial and temporal patterns in the demersal fish community on the shelf and upper slope regions of the Gulf of Alaska. *Fish. Bull.* 100: 559-581.
- Myers, R. A. y P. Pepin. 1990. The robustness of lognormal-based estimators of abundance. *Biometrics*. 46: 1185-1192.
- Nava-Romo, J. M. 1995. Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características ecológicas en la comunidad bentónico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas. 84 p.
- Olson, D. B., G. L. Hitchcock, A. J. Mariano, C. J. Ashjian, G. Peng, R. W. Nero y G.P. Podesta. 1994. Life on the edge: Marine Life and fronts. *Oceanography*. 7(2): 52-60.
- Orlói, L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.* 55: 193-206.
- Orr, J. W., M. A. Brown y D. C. Baker. 2000. Guide to rockfishes (Scorpaenidae) of the genera *Sebastes*, *Sebastolobus*, and *Adelosebastes* of the Northeast Pacific Ocean. NOAA Tech. Mem. NMFS-AFSC- 117: 47.

- Palacios-Hernández, E., E. Beier, M. F. Lavín y P. Ripa. 2002. The effect of the seasonal variation of stratification on the circulation of the northern Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*. 32: 705–728.
- Pan, Y., D. Tang y D. Weng. 2010. Evaluation of the SeaWiFS and MODIS Chlorophyll Algorithm Used for the Northern South China Sea during the Summer Season. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.* 21(6): 997-1005.
- Paramo, J., L. Guillot-Illidge, S. Benavides, A. Rodríguez y C. Sánchez-Ramírez. 2009. Aspectos poblacionales y ecológicos de peces demersales de la zona norte del Caribe colombiano en relación con el hábitat: una herramienta para identificar áreas marinas protegidas (AMPs) para el manejo pesquero. *Caldasia*. 31: 123-144.
- Patterson, K. R. 1998. Assessing fish stocks when catches are misreported: model, simulation test, and application to cod, haddock and whiting in ICES area. *ICES J. Mar. Sci.* 55: 878-891.
- Patterson, K. R. y G. P. Kirkwood. 1995. Comparative performance of ADAPT and Laurec-Shepherd methods for estimating fish populations parameters and in stock management. *ICES J. Mar. Sci.* 52: 183-195.
- Pegau, W. S., E. Boss, y A. Martinez. 2002. Ocean color observations of eddies during the summer in the Gulf of California, *Geophys. Res. Lett.* 29(9): 29-31.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics*. 39: 281-286.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl survey. *Fish Bulletin*. 84: 519-525.

- Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fish. Bull.* 94: 498-505.
- Pennington, M. y O. R. Godo. 1995. Measuring the effect of changes in catchability on the variance of marine survey abundance indices. *Fisheries Research*. 23: 301-310.
- Pérez-Mellado, J. 1980. Análisis de la Fauna de Acompañamiento del Camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Escuela de Ciencias Marítimas y Alimentarias (ITESUM), Guaymas, Sonora. 98 p.
- Pérez-Mellado, J. y L. T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. 149-200 pp. En: Yáñez-Arancibia A. (Eds). Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. INP, México, D.F.
- Petrere, M. Jr., H. C. Giacomini y P. Jr. De Marco. 2010. Catch-per-unit-effort: which estimator is best? *Brazilian Journal of Biology*. 70(3): 483-491.
- Pierce, G. J., N. Bailey, Y. Stratoudakis y A. Newton. 1998. Distribution and abundance of the fished population of *Loligo forbesi* in Scottish waters: analysis of research cruise data. *ICES Journal of Marine Science*. 55: 14-33.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant y L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish bulletin*. 152: 105 p.
- Podesta, G. P., J. A. Browder y J. J. Hoey. 1993. Exploring the association between swordfish catch and thermal fronts on the US long-line grounds in the western North Atlantic. *Cont. Shelf. Res.* 13: 253-277.

- Polovina, J. J. 1997. Local-scale swordfish fisheries oceanography. Second international Pacific Swordfish symposium, Hawaii, USA.
- Pope, J. G., D. S. MacDonald, J. D. Reynolds y S. Jennings. 2000. Gauging the impact of fishing mortality on non-target species. *ICES Journal of Marine Science*. 57: 689-696.
- Powell, S. M., R. L. Haendrich y J. D. McEachran. 2003. The deep demersal fish fauna of the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 31: 19-33.
- Quimbar, J. R. 2003. Análisis de redimensionamiento de la flota camaronera de altamar del Pacífico Mexicano. Tesis de maestría. El Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 95 p.
- Quinn, G. P. y M. J. Keough. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge: Cambridge University Press. 537 p.
- Rábago-Quiroz, C. H. 2005. Evaluación de la afectación de las redes camaroneras en la dinámica poblacional del lenguado del litoral sonorenses. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Sinaloa. 89 p.
- Rábago-Quiroz, C. H., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, M. O. Nevárez-Martínez y J. Rodríguez-Romero. 2008. Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica*. 18(3): 177-188.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J. E. y Nevárez-Martínez, M. O. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Biología Tropical*. 59(1): 255-267.

- Rábago-Quiroz, C. H., J. López-Martínez y M. O. Nevárez-Martínez. 2012. Estimación de abundancia de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras y su posible competencia con la flota ribereña en el Golfo de California. 137-152 pp. En: López-Martínez J. y Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México.
- Ripa, P. 1997. Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. *J. Phys. Ocean.* 27: 597-614.
- Ríus-Díaz, F., F. J. Barón-López, E. Sánchez-Font y L. Parras-Guijosa. 1999. Bioestadística: Métodos y aplicaciones. Ed. SPICUM, 3ra Edición. Málaga, España.
- Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2008. Shorefish of the tropical eastern Pacific: An information system. Smithsonian Tropical Research institute, Balboa, Panama.
- Robertson, D. R., J. S. Grove. y J. S. McCosker. 2004. Tropical transpacific shore fishes. *Pac. Sci.* 58: 507-565.
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: Marine geology of the Gulf of California. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 3: 20-38.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. y E. Chávez-Ortiz. 1994. La Pesquería de camarón en altamar del Pacífico de México. Documento editado como conmemoración del XXX aniversario del Instituto Nacional de Pesca. (Secretaría de Pesca). 11-37 pp.
- Rodríguez-Romero, J., A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizu-Martínez. 1998. Ecology of fish community from the soft bottom of Bahía Concepcion, Mexico. *Archive of Fishery and Marine Research.* 46: 61-76.

- Rodríguez-Romero, J., D. S. Palacios-Salgado, J. López- Martínez, S. Hernández-Vázquez y G. Ponce-Díaz. 2008. Composición y zoogeografía de los peces demersales de la costa occidental de Baja California Sur, México. *Biología Tropical*. 56: 1765-1783.
- Rogers, A. D. 2000. The role of the oceanic oxygen minima in generating biodiversity in the deep sea. *Deep-Sea Res.* 47: 119-148.
- Romero, C. J. 1978. Composición y variabilidad de la fauna de acompañamiento del camarón en la zona norte del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela de Ciencias Marítimas y Alimentarias, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas, Sonora, México.
- Rosales, F. J. 1976. Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón de altamar, frente a las costas de Sinaloa, México. *Memorias de la Reunión sobre los Recursos de Pesca Costera de México, Veracruz, Ver., Nov. 1976.* INP, México. 25-28 pp.
- Rosenblatt, R. H. y G. D. Johnson. 1974. Two new species of sea basses of the genus *Diplectrum*, with a key to the Pacific species. *Cal. Fish and Game*. 60: 178-191.
- Rueda, M. y Defeo O. 2001. Survey abundance indices in a tropical estuarine lagoon and their management implications: a spatially-explicit approach. *ICES Journal of Marine Science*. 58: 1219-1231.
- Ruiz-Luna, A., R. Meraz-Sánchez y J. Madrid-Vera. 2010. Abundance distribution patterns of commercial shrimp off northwestern Mexico modeled with geographic information systems. *Ciencias Marinas*. 36(2): 107-120.
- Ruiz-Villa, E. 2008. Análisis de biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento de camarón en las costas de Sonora, México, durante el periodo



- de veda. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Guaymas. Guaymas, Sonora, México. 87 p.
- SAGARPA. 2010. Anuario Estadístico de Pesca (en línea). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- Sánchez-Velasco, L., M. F. Lavín, M. Peguero-Icaza, C. A. León-Chávez, F. Contreras-Catala, S. G. Marinone, I. V. Gutiérrez-Palacios y V. M. Godínez. 2009. Seasonal changes in larval fish assemblages in a semi-enclosed sea (Gulf of California). *Continental Shelf Research*. 29:1697-1710.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of soft-bottom community. 5: 138-153.
- Santamaría-del Ángel, E., S. Álvarez-Borrego y F. E. Müller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research*. 99: 7411-7421.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Estrategia integral para el manejo sustentable de los recursos marinos y costeros en el Alto Golfo de California. Conservación de la especie: Vaquita (*Phocoena sinus*). CONABIO, INE, PROFEPA, CONAPESCA, INAPESCA, CONANP. 87 p.
- Siaruqui-Quijano, A. M. 2011. Análisis de la distribución y abundancia de las cinco especies más frecuentes capturadas incidentalmente en la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California en el crucero de veda de Julio de 2007. Tesis de Ingeniero en Pesquerías. Instituto Tecnológico de Guaymas. Guaymas, Sonora, México. 57 p.

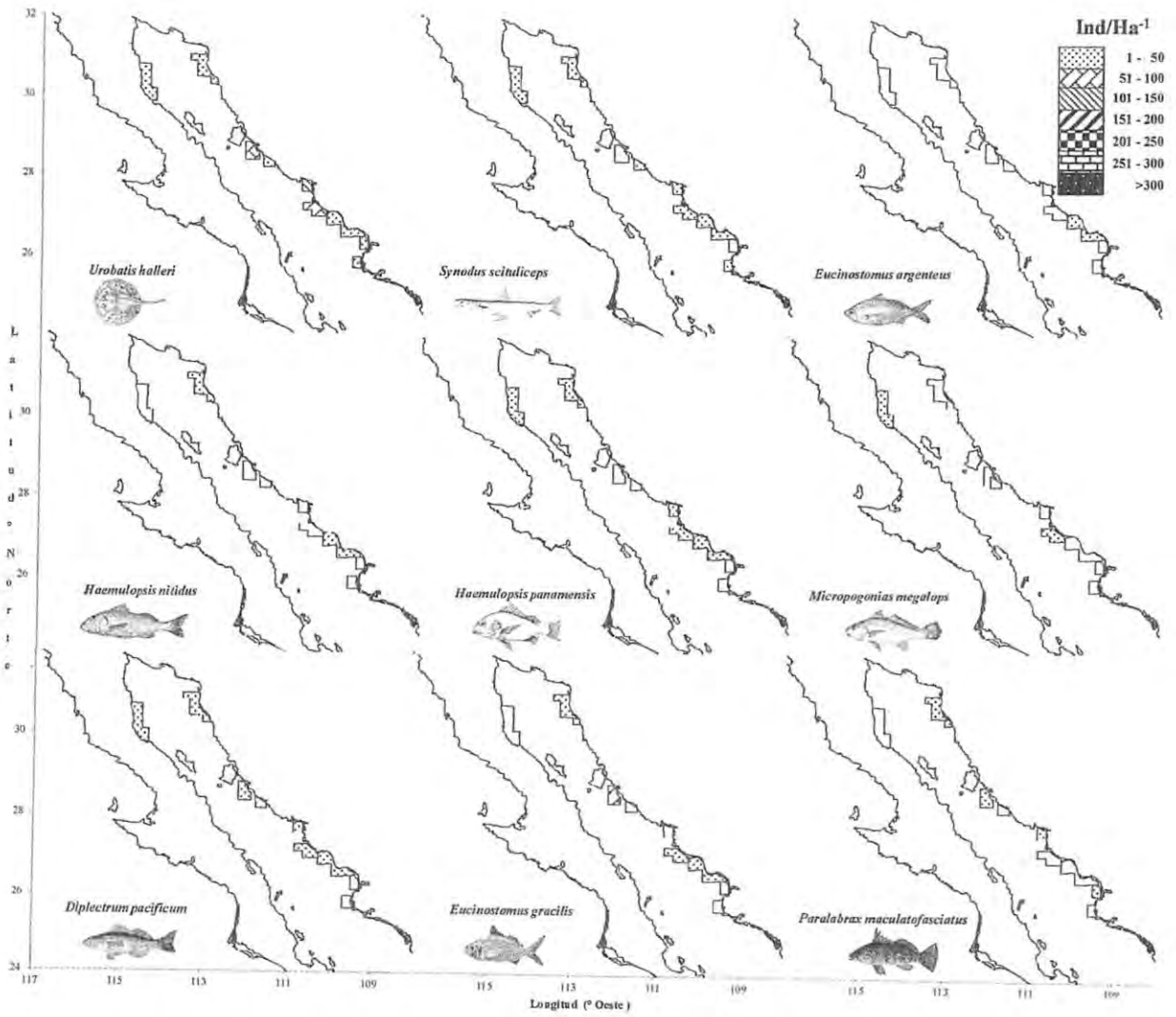
- Sierra-Rodríguez, P., C. Acosta-Castañeda, J. A. García-Borbón, A. R. García-Juárez, A. Liedo-Galindo y J. M. Melchor-Aragón. 2005. Camarón. 5-50 pp. En: *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México 1999-2000. Pesquerías del Océano Pacífico*. Instituto Nacional de la Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Silverberg, N., F. Aguirre, S. Aguiñiga y N. Romero. 2006. Flujo vertical de materia particulada en la cuenca Alfonso, Bahía de la Paz, durante 2002. *Ciencias Marinas* 32: 73-82.
- Simpson, A. W. y L. Watling. 2006. An investigation of the cumulative impacts of shrimp trawling on mud-bottom fishing grounds in the Gulf of Maine: effects on habitat and macrofaunal community structure. *ICES Journal of Marine Science*. 63: 1616-1630.
- Sims, M., T. Cox y R. Lewison. 2008. Identifying spatial patterns in fisheries bycatch: using models to improve the stability of bycatch estimates and aid fisheries management. *Ecological Applications*. 18: 649-661.
- Smith, S. J. 1990. Use of statistical models for the estimation of abundance from groundfish trawl survey data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 894-903.
- Solis-Weiss, V., P. Hernández-Alcántara, L. González-Ortiz, I. Palomar-Morales y M. E. Zamudio-Resendis. 1996. "Atlas de Anélidos Poliquetos de la Plataforma Continental del Golfo de California. Informe Final del Proyecto CONABIO-UNAM B113. 400 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. *Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. Parte 1 Manual*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev. 2. Roma (en prensa).

- Stefánsson, G. 1996. Analysis of groundfish abundance data: combining the GLM and delta approach. *ICES J. Mar. Sci.* 53: 577-588.
- Stobutzki, I., P. Jones y M. Miller. 2003. A comparison of fish bycatch communities between areas open and closed to prawn trawling in an Australian tropical fishery. *ICES Journal of Marine Science.* 60: 951-966.
- Syrjala, S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. *ICES Journal of Marine Science.* 57: 831-842.
- Thomson, D. A. y N. Mckibbin. 1978. Peces del Golfo de California. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora, México. 74 p.
- Thomson, D. A., L. T. Findley y A. N. Kerstitch. 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. The Rocky Shore fishes of the Gulf of California. Wiley, Nueva York, EEUU. 302 p.
- Tian, Y., H. Kidokoro y T. Fujino. 2011. Interannual-decadal variability of demersal fish assemblages in the Tsushima Warm Current region of the Japan Sea: Impacts of climate regime shifts and trawl fisheries with implications for ecosystem-based management. *Fisheries Research.* 112: 140-153.
- Trasviña, A., D. Lluch-Cota, A. E. Filonov y A. Gallegos. 1999. Oceanografía y El Niño. 69-101 pp. En: Magaña (Eds.). Los impactos de El Niño en México. UNAM. México, D.F.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. In Symposium: The Biogeography of Baja California and Adjacent Seas. Part 2. Marine Biotas. *Syst. Zool.* 9(3-4): 123-133.
- Walter, H. J. y R. H. Rosenblatt. 1988. Pacific toadfishes of the genus *Porichthys* (Batrachoididae) with description of three new species. *Copeia.* 4: 887-904.

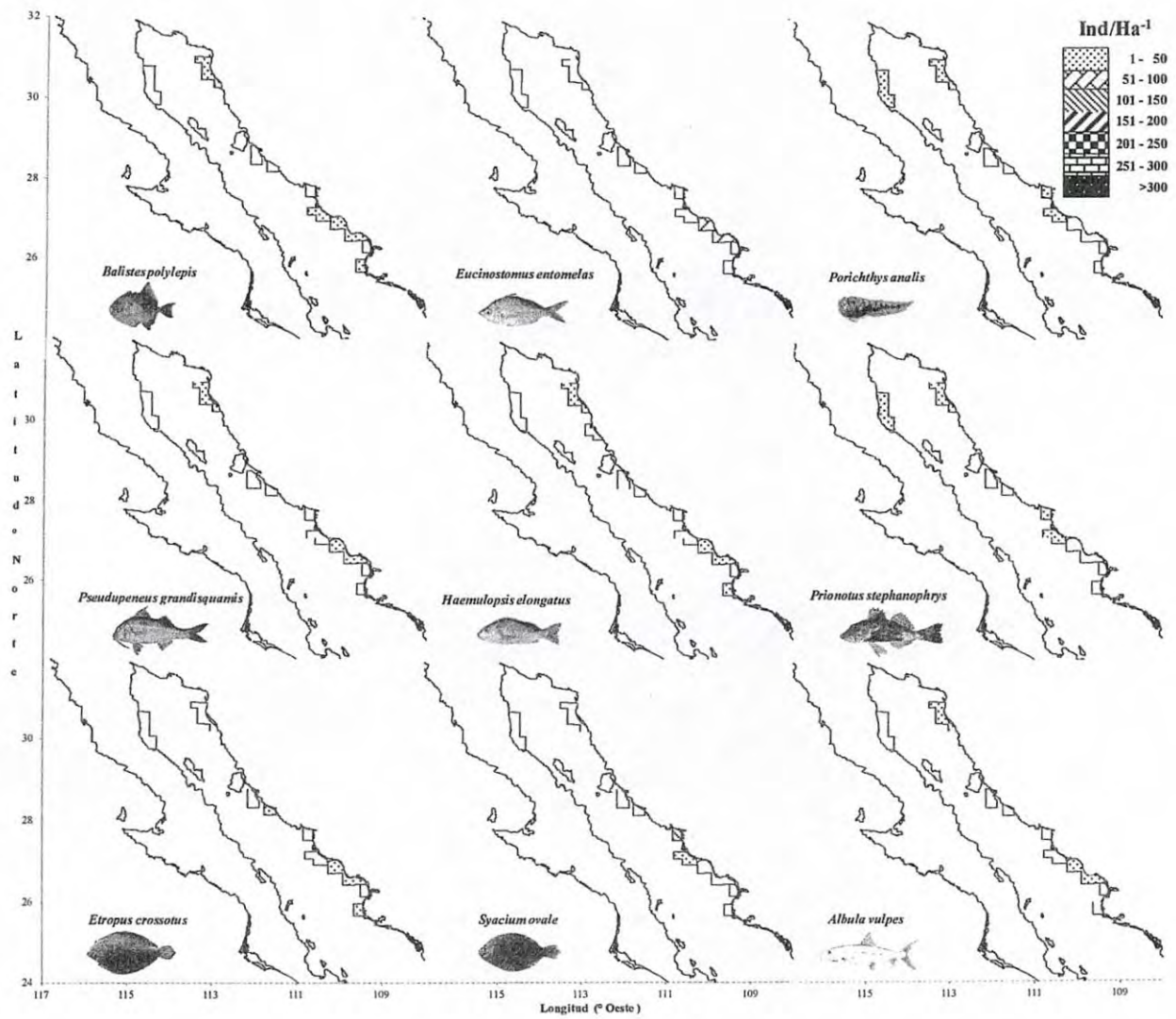
- Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. 58(301): 236-244.
- Wells, R. J. D., J. H. Cowan Jr. y W. F. Patterson III. 2008. Habitat use and the effect of shrimp trawling on fish and invertebrate communities over the northern Gulf of Mexico continental shelf. *ICES Journal of Marine Science*. 65: 1610-1619.
- Williams, A., J. Dowdney, A. D. M. Smith, A. J. Hobday y M. Fuller. 2011. Evaluating impacts of fishing on benthic habitats: A risk assessment framework applied to Australian fisheries. *Fisheries Research* 112: 154-167.
- Yáñez, E., C. Silva, M. A. Barbieri y K. Nieto. 1996. Pesquería artesanal de pez espada y temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en Chile central. *Invest. Mar., Valparaíso*. 24: 131-144.
- Yáñez, E., C. Silva, M. A. Barbieri, A. Órdenes y R. Vega. 2009. Environmental conditions associated with swordfish size compositions and catches off the Chilean coast. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(1): 71-81.
- Yáñez, E., M. A. Barbieri, C. Silva y K. Nieto, 1997. Oceanography and the swordfish fishery in Chile. In: *Second international Pacific Swordfish Symposium*. Hawaii, March 3-6.
- Yáñez, E., R. Vega, C. Silva, J. Letelier, M. A. Barbieri y F. Espíndola. 2008. An integrated conceptual approach to study the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) fishery in the eastern South Pacific. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 43: 641-652.
- Zamudio, L., P. Hogan y J. E. Metzger. 2008. Summer generation of the southern Gulf of California eddy train. *Journal of Geophysical Research*. 113: 1-21.

- Zapata, F .A. y D. R. Robertson. 2007. How many species of shore fishes are there in the Tropical Eastern Pacific? *Journal of Biogeography*. 34: 38-51.
- Zhou, S., A. D. M. Smith y M. Fuller. 2011. Quantitative ecological risk assessment for fishing effects on diverse data-poor non-target species in a multi-sector and multi-gear fishery. *Fisheries Research*. 112: 168-178.

**ANEXOS**

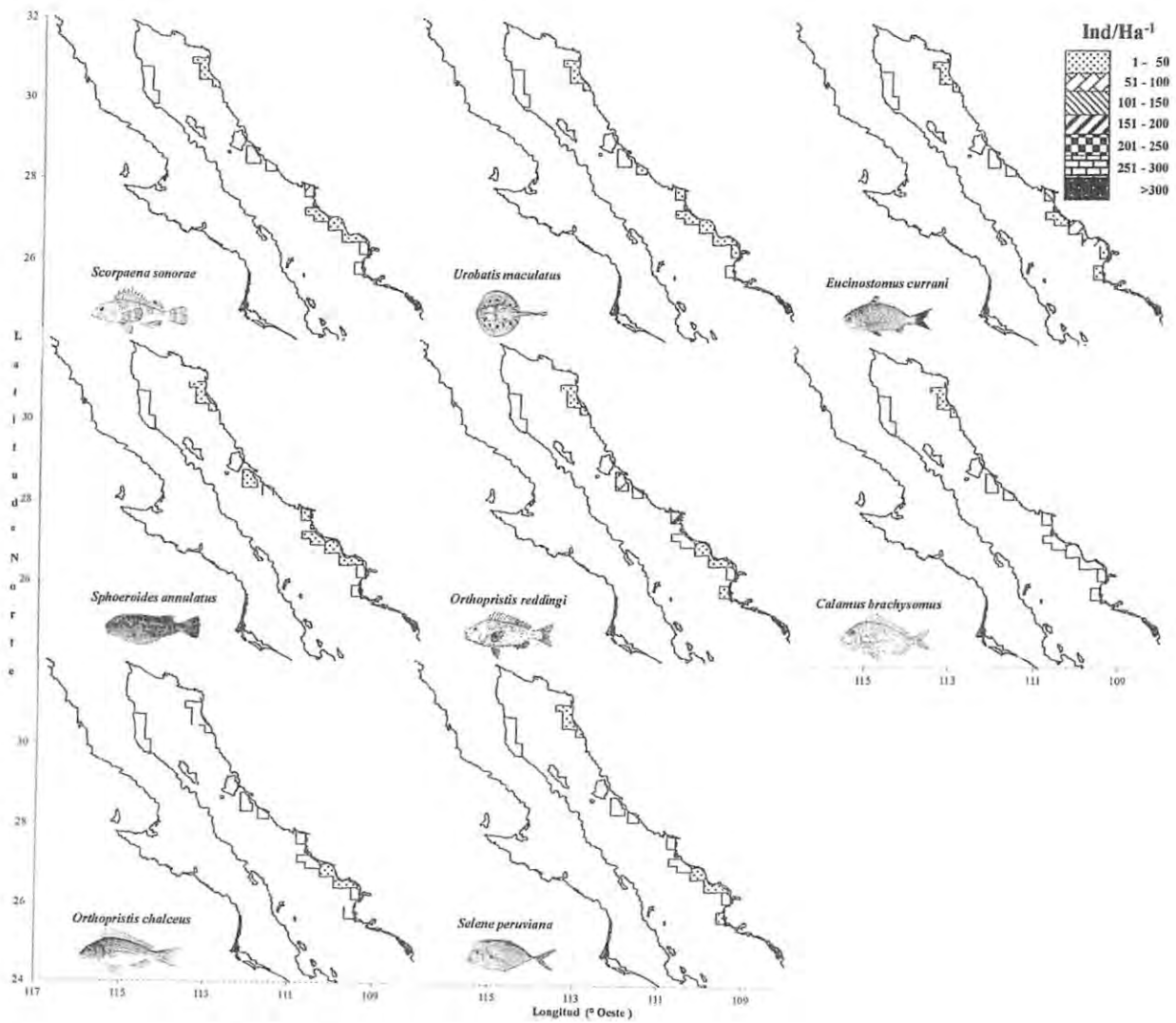


Anexo 1. Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2004 en el Golfo de California.

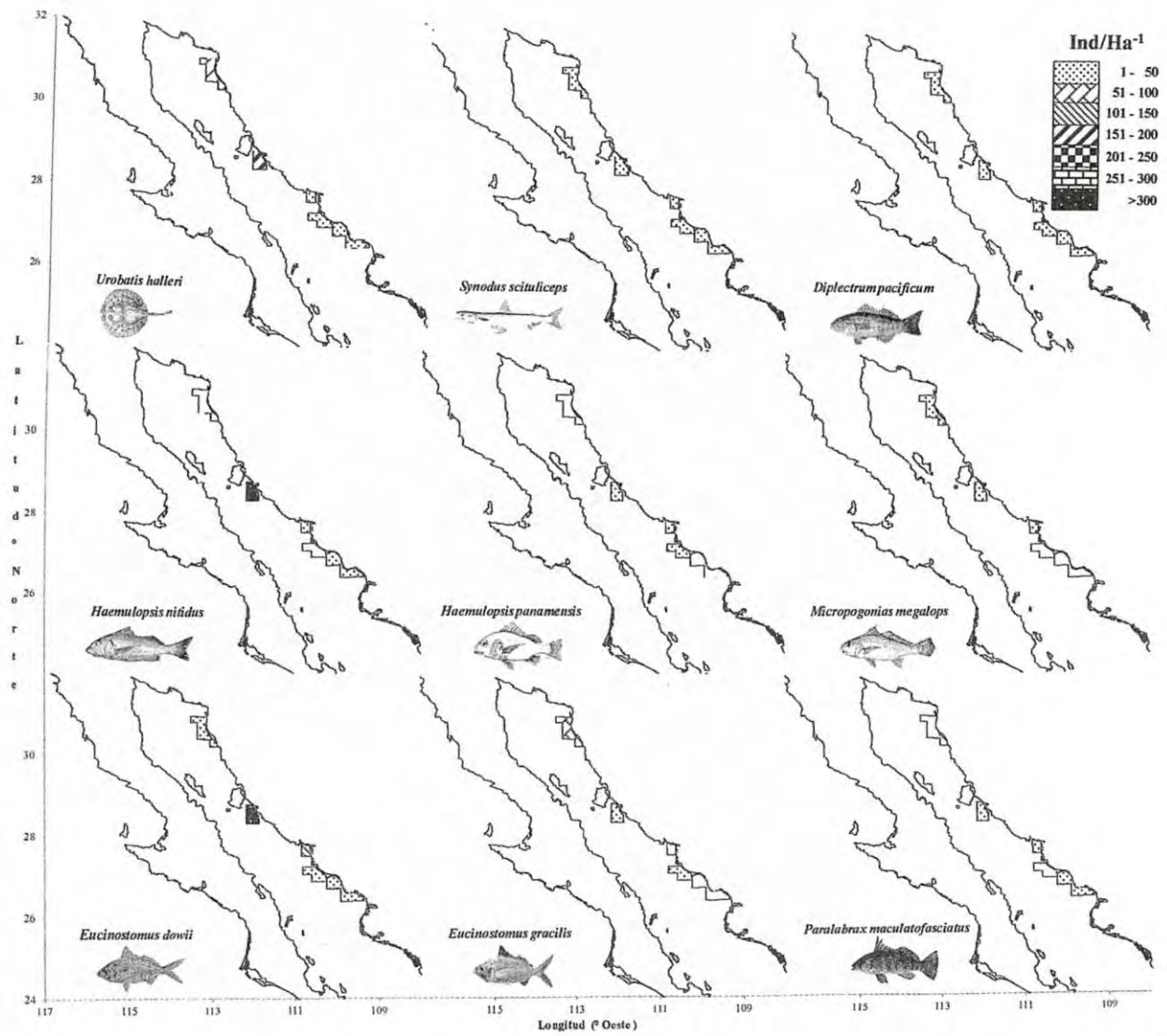


**Anexo 1b.** Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2004 en el Golfo de California.

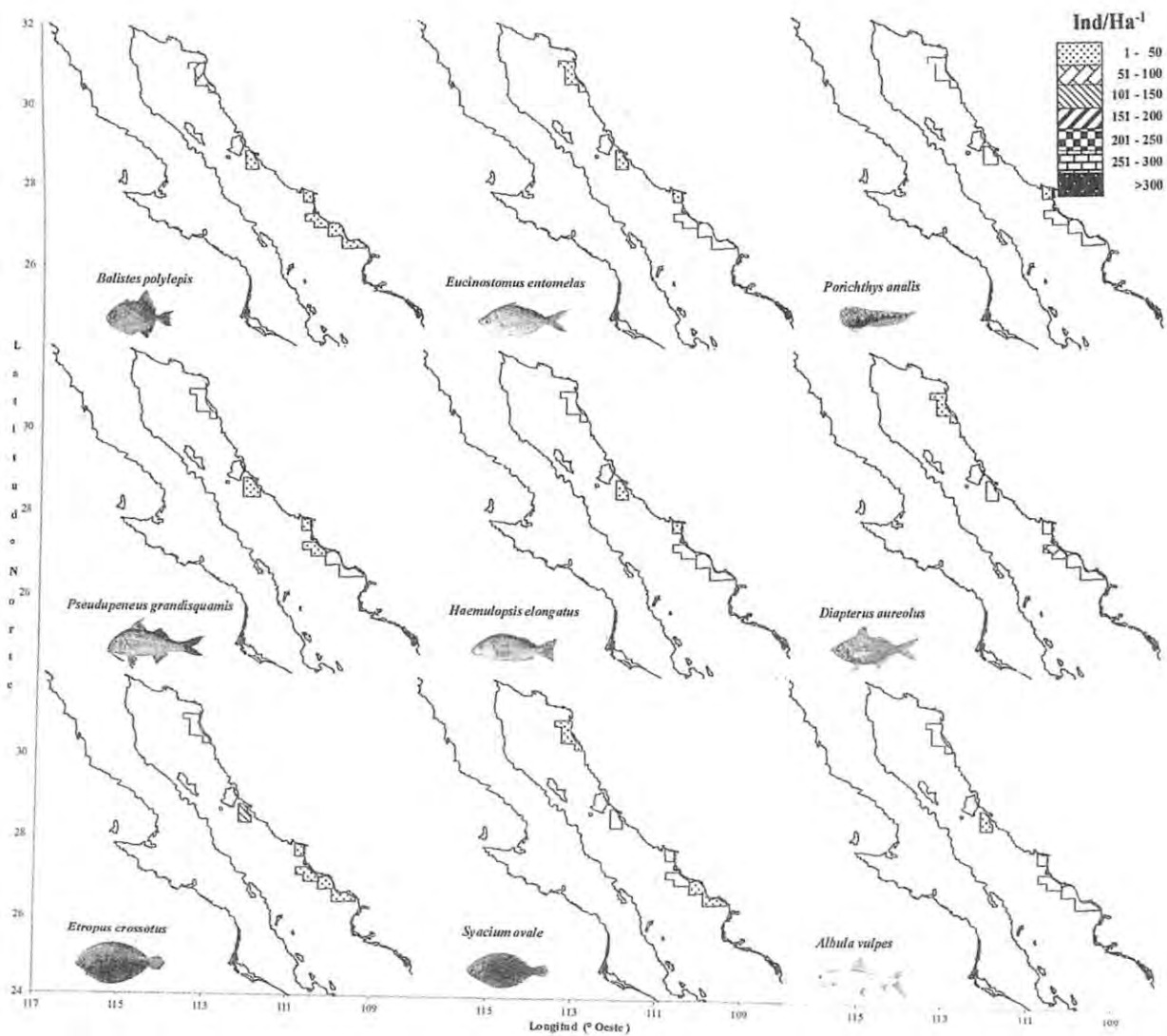




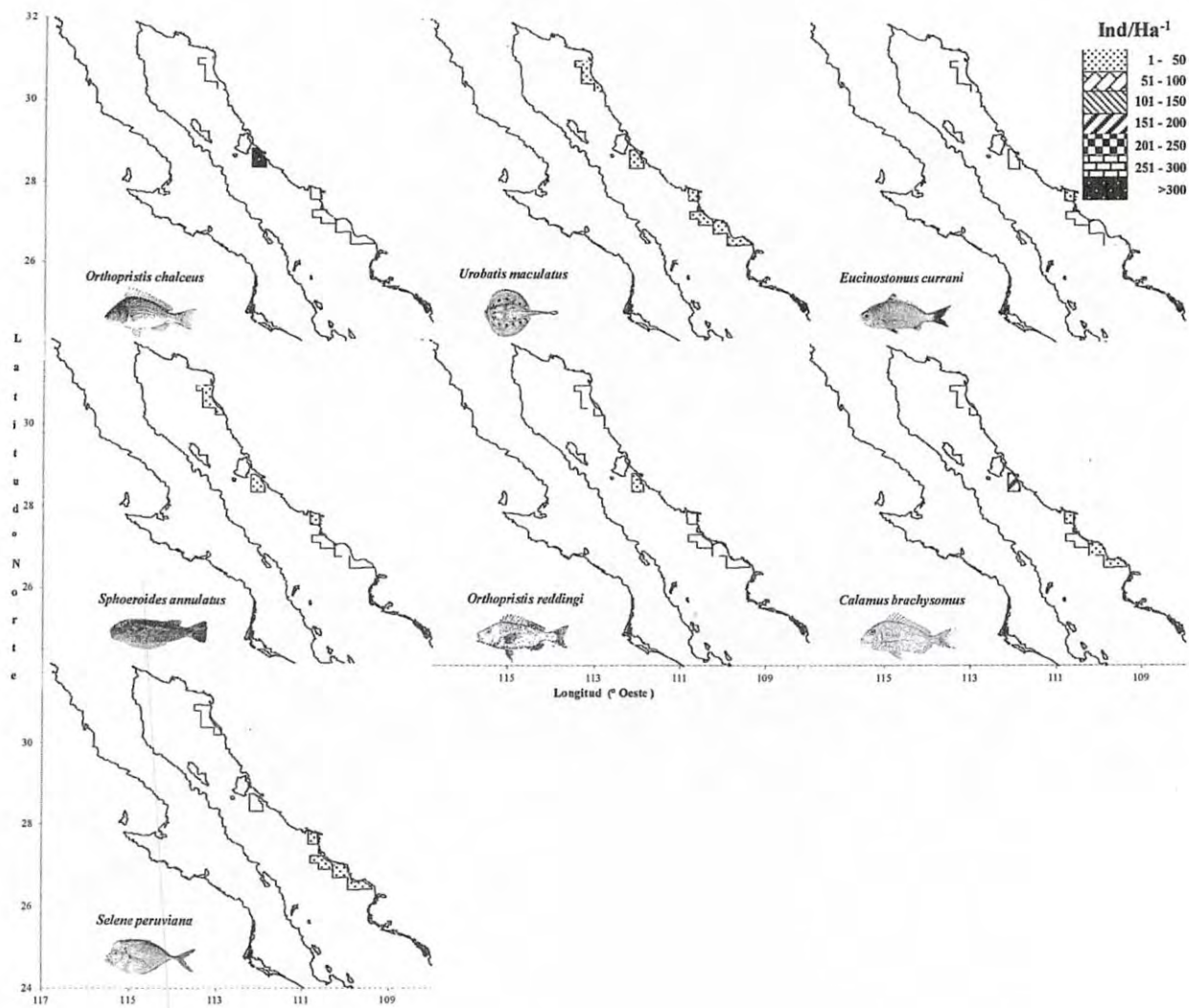
Anexo 1c. Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2004 en el Golfo de California.



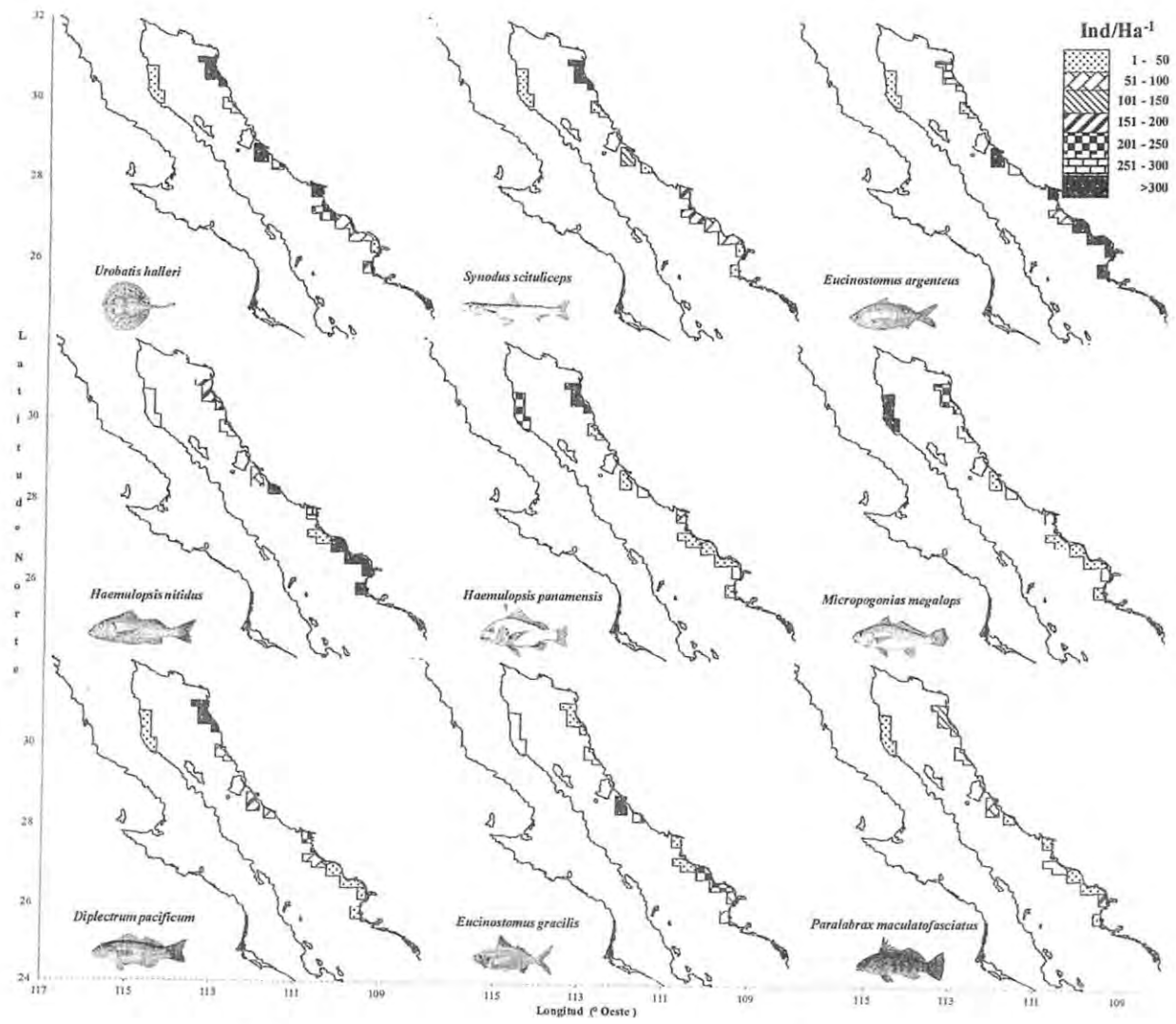
**Anexo 2.** Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2005 en el Golfo de California.



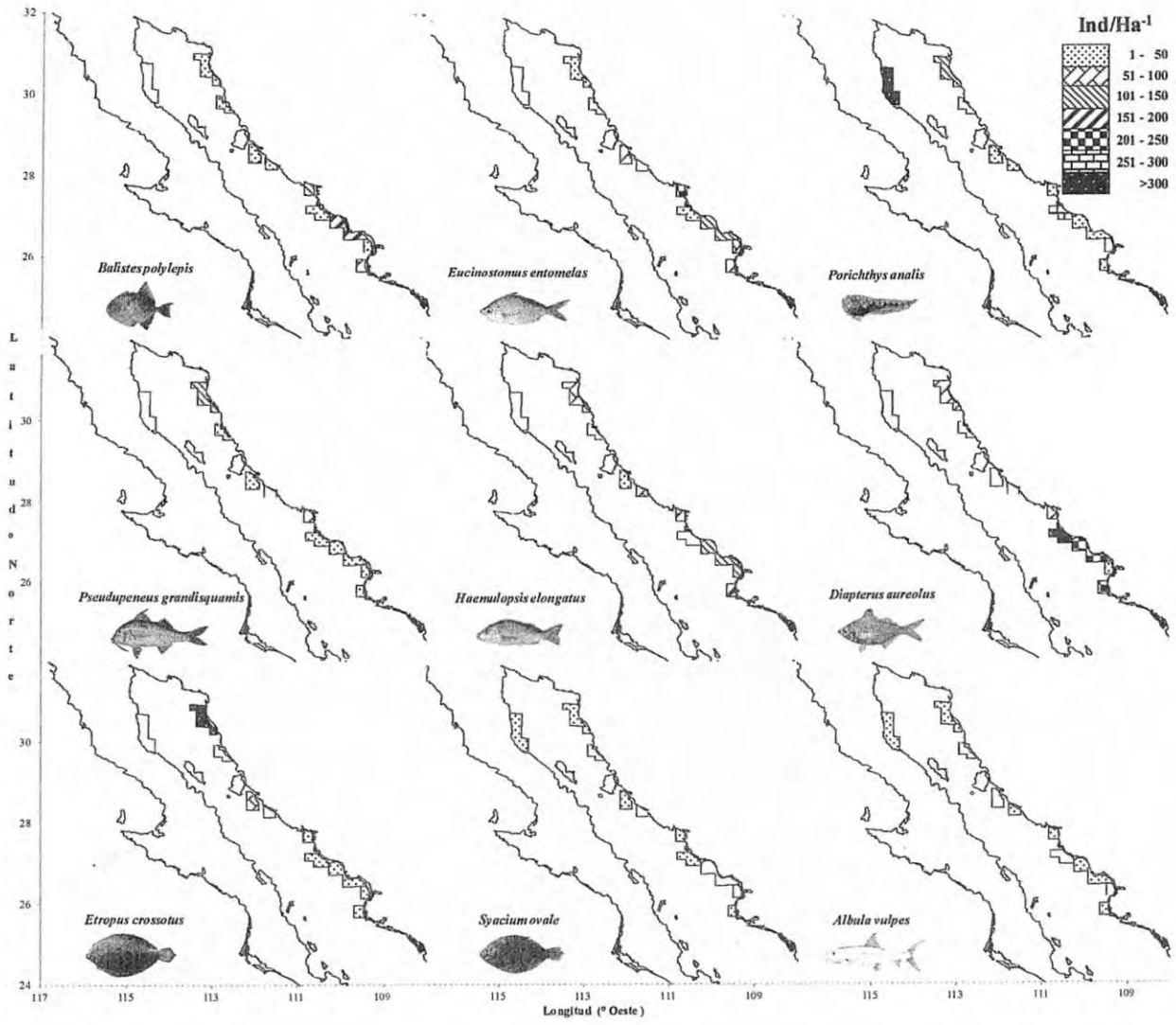
Anexo 2b. Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2005 en el Golfo de California.



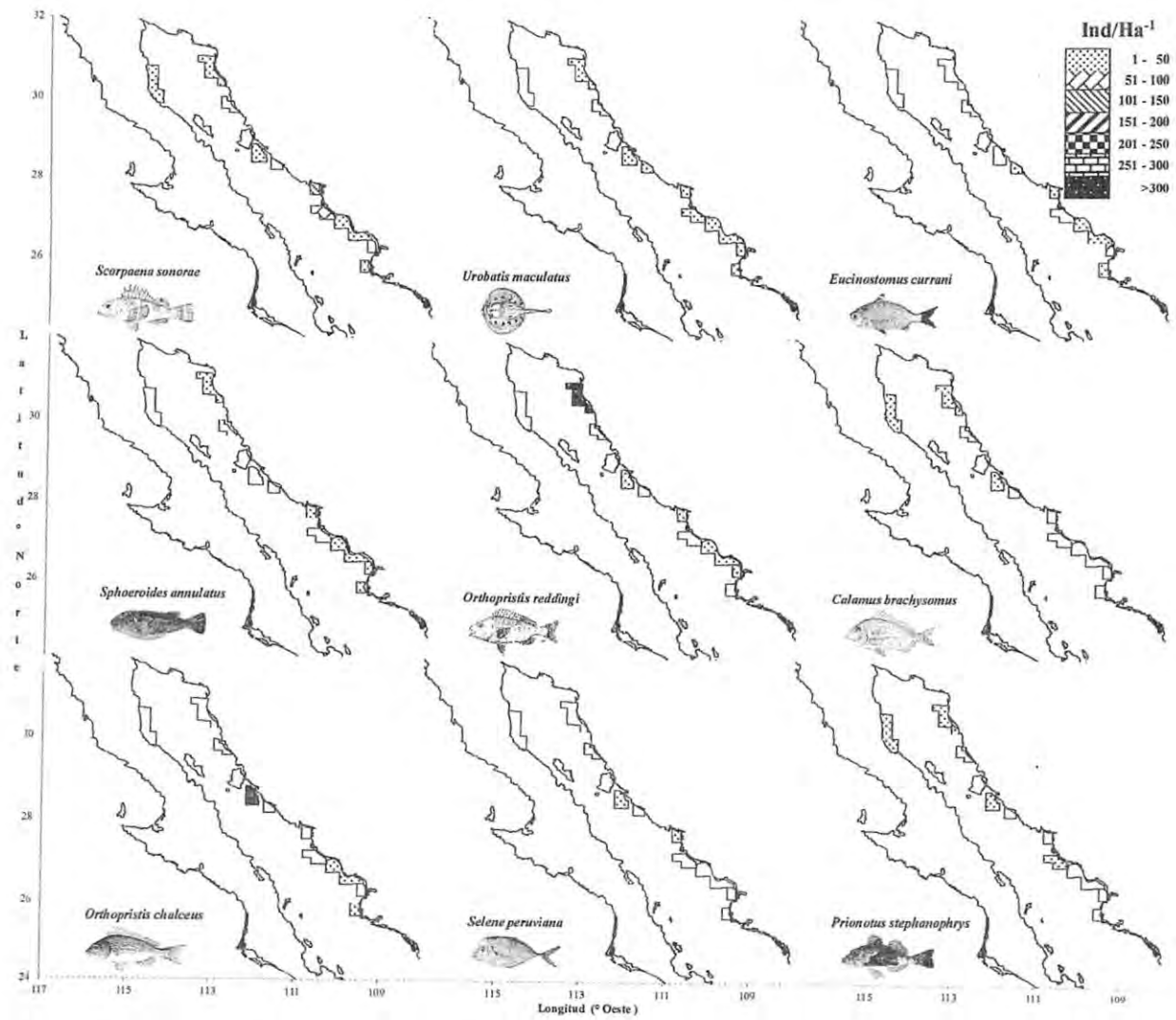
**Anexo 2c.** Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2005 en el Golfo de California.



**Anexo 3.** Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2007 en el Golfo de California.



**Anexo 3b.** Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2007 en el Golfo de California.



Anexo 3c. Abundancias por zonas para las especies más recurrentes de los muestreos realizados en 2007 en el Golfo de California.

**Anexo 4.** Promedios mensuales y semanales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM °C), para cada una de las subdivisiones (subzonas) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Zona	TSM promedio mensual		TSM promedio semanal				
	julio	agosto	3-10 jul	11-18 jul	19-26 jul	4-11 ago	12-19 ago
2004							
1	28.43	29.69	26.76	28.82	29.58	29.72	29.94
2	28.58	30.41	28.11	29.26	28.98	30.17	30.68
3	28.21	30.22	27.94	28.54	28.67	30.71	30.52
4	30.27	31.68	29.81	30.28	30.63	31.49	31.66
5	30.39	31.51	30.05	30.70	30.58	30.92	31.59
6	29.77	31.30	29.59	30.40	29.74	30.09	31.33
7	30.36	31.57	30.35		28.64	30.56	31.71
8	30.01	31.04	30.14	30.23	29.40	29.41	30.99
9	30.10	30.82	30.21	29.53	29.05	29.42	30.69
10	30.18	30.84	30.31	30.67	29.18	30.06	30.84
2005			<b>4-11 jul</b>	<b>12-19 jul</b>	<b>20-27 jul</b>	<b>5-12 ago</b>	<b>13-20 ago</b>
1	28.70	29.83	28.71	28.89	29.55	29.32	30.06
2	28.30	29.64	27.68	29.15	30.07	29.18	30.91
3	27.94	29.15	27.38	28.85	29.02	28.83	29.30
4	29.85	30.06	29.92	30.43	30.51	29.98	30.26
5	29.66	30.01	29.36	30.22	29.93	29.95	30.14
6	29.48	30.09	29.60	29.84	29.41	29.87	29.72
7	29.03	30.21	28.88	29.12	30.19	30.06	30.43
8	29.04	29.97	28.71	29.39	29.20	29.70	29.88
9	28.70	30.07	28.19	29.33	29.89	29.73	29.83
10	28.60	30.17	28.42	28.77	29.60	30.22	30.06
2007			<b>4-11 jul</b>	<b>12-19 jul</b>	<b>20-27 jul</b>	<b>5-12 ago</b>	<b>13-20 ago</b>
1	29.22	30.61	28.62	29.62	29.02	30.68	29.99
2	28.78	30.53	27.95	28.64	28.67	30.66	30.30
3	28.28	29.89	27.97	28.65	27.23	29.98	29.82
4	29.87	30.64	29.80	30.59	29.19	30.44	30.38
5	29.38	30.60	29.29	29.00	28.61	30.51	30.40
6	29.03	30.69	28.72	29.36	28.69	29.65	30.35
7	29.49	30.94	28.75	29.32	28.12	30.53	30.67
8	28.94	30.67	28.79	29.13	28.37	30.12	30.69
9	29.06	30.38	28.54	28.94	26.95	30.18	30.53
10	28.71	30.15	28.23	28.48	27.39	29.96	30.56



**Anexo 5.** Promedios mensuales y semanales de la concentración de Clorofila-a ( $\text{mg/m}^3$ ), para cada una de las subdivisiones (subzonas) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Zona	Clorofila-a promedio mensual ( $\text{mg/m}^3$ )		Clorofila-a promedio semanal ( $\text{mg/m}^3$ )				
	2004 julio	agosto	3-10 jul	11-18 jul	19-26 jul	4-11 ago	12-19 ago
1	0.489	0.588	0.522	0.349	0.514	0.569	0.446
2	0.719	0.640	0.608	0.573	0.617	0.386	0.492
3	0.638	0.474	0.611	0.697	0.675	0.387	0.487
4	1.590	1.260	1.509	1.566	1.317	0.387	1.047
5	1.107	0.740	0.909	0.895	0.962	0.549	0.476
6	0.706	0.654	0.494	0.920	0.357	0.419	0.596
7	0.629	0.538	0.485	0.576	0.681	0.359	0.519
8	0.561	0.573	0.485	0.543	0.589	0.423	0.487
9	0.442	0.496	0.453	0.419	0.457	0.375	0.359
10	0.611	0.609	0.614	0.580	0.622	0.489	0.558
2005			<b>4-11 jul</b>	<b>12-19 jul</b>	<b>20-27 jul</b>	<b>5-12 ago</b>	<b>13-20 ago</b>
1	0.465	0.590	0.537	0.511	0.449		0.745
2	0.669	0.575	0.869	0.767	0.792		0.604
3	0.472	0.396	0.562	0.442	0.373		0.406
4	1.196	1.066	1.285	0.876	1.183		1.143
5	0.659	0.724	0.637	0.418	0.509		0.472
6	0.550	0.672	0.464	0.496	0.494		0.467
7	0.545	0.645	0.466	0.506	0.426		0.538
8	0.638	0.639	0.724	0.673	0.647		0.765
9	0.579	0.416	0.427	0.472	0.347		0.229
10	1.025	0.541	1.010	0.611	0.534		0.372
2007			<b>4-11 jul</b>	<b>12-19 jul</b>	<b>20-27 jul</b>	<b>5-12 ago</b>	<b>13-20 ago</b>
1	0.649	0.534	0.832	0.664	0.512	0.537	0.398
2	0.954	0.613	1.366	0.840	0.585	0.634	0.498
3	0.565	0.328	0.776	0.556	0.485	0.353	0.250
4	1.064	1.249	1.059	1.264	0.900	1.136	1.405
5	0.783	0.894	0.734	0.734	0.685	1.097	0.803
6	0.715	0.648	0.693	0.548	0.494	0.523	0.446
7	0.685	0.646	0.746	0.417	0.538	0.579	0.426
8	0.536	0.655	0.533	0.360	0.414	0.446	0.584
9	0.395	0.845	0.342	0.378	0.372	0.463	0.833
10	0.654	0.991	0.634	0.419	0.662	0.529	0.579

**Anexo 6.** Promedios mensuales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM °C), para cada una de las subdivisiones (cuadrantes) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Cuadrante	TSM promedio mensual					
	2004		2005		2007	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
1	30.42	31.31	29.13	30.27	29.06	30.43
2	30.35	31.09	28.99	30.19	28.85	30.40
3	30.03	30.78	28.77	30.30	28.56	30.21
4	30.00	30.70	28.99	30.31	28.62	29.94
5	30.51	31.20	29.74	30.75	29.31	30.36
6	29.88	30.81	29.09	30.38	28.93	29.95
7	29.63	30.55	28.43	30.37	28.45	29.72
8	30.17	31.17	29.07	30.74	29.12	30.09
9	30.11	31.16	28.59	30.80	29.14	29.97
10	29.72	30.89	28.10	30.45	28.44	29.73
11	30.07	31.21	28.77	30.72	28.93	29.90
12	30.01	31.30	29.04	30.74	28.65	30.09
13	29.94	31.17	28.60	30.56	28.20	29.72
14	30.32	31.58	29.48	30.86	29.13	30.11
15	29.87	31.04	29.31	30.85	29.70	30.07
16	29.64	31.12	28.82	30.56	29.23	29.85
17	29.79	31.35	29.05	30.72	29.49	30.11
18	30.11	31.40	29.63	31.13	29.77	30.49
19	30.27	31.26	29.07	30.45	29.41	29.78
20	30.00	31.43	29.28	30.36	29.57	29.75
21	30.21	31.58	29.65	30.51	29.72	29.88
22	29.35	31.07	29.06	30.09	29.16	29.25
23	29.60	31.11	29.20	30.19	29.18	29.41
24	30.33	31.78	30.05	30.83	30.06	30.20
25	28.14	30.04	28.30	29.84	27.72	29.09
26	28.53	30.47	28.30	29.98	28.24	29.06
27	28.14	30.11	28.30	30.08	28.12	29.35
28	28.57	30.40	28.83	30.47	28.49	29.62
29	28.17	30.17	28.39	30.15	28.08	29.35
30	28.61	30.46	28.77	30.57	28.17	29.75

**Anexo 6 (continuación).** Promedios mensuales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM °C), para cada una de las subdivisiones (cuadrantes) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Cuadrante	TSM promedio mensual					
	2004		2005		2007	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
31	28.30	30.18	28.27	30.28	27.80	29.52
32	29.21	30.77	29.45	31.00	28.78	29.99
33	28.56	30.39	28.70	30.56	28.19	29.65
34	29.22	30.86	29.92	31.26	29.19	30.10
35	28.75	30.52	28.98	30.80	28.56	29.78
36	28.68	30.06	29.19	30.86	28.64	30.01
37	29.61	30.14	29.94	31.04	29.47	30.61
38	29.27	29.76	29.75	30.72	29.43	30.27
39	28.19	29.61	29.06	30.52	28.45	29.57
40	27.85	29.28	28.76	30.23	28.17	29.39
41	28.05	29.16	29.61	30.21	28.95	29.80
42	28.06	29.31	29.12	30.15	28.76	29.62
43	28.08	29.36	28.83	30.05	28.40	29.45

**Anexo 7.** Promedios mensuales de la concentración de Clorofila-a ( $\text{mg/m}^3$ ), para cada una de las subdivisiones (cuadrantes) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Cuadrante	Clorofila-a promedio mensual					
	2004		2005		2007	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
1	0.72	0.81	1.44	0.67	1.09	1.11
2	0.71	0.75	1.22	0.82	0.80	1.36
3	0.40	0.43	0.59	0.41	0.37	0.80
4	0.40	0.39	0.46	0.36	0.35	0.68
5	0.74	0.92	1.02	1.04	0.64	1.18
6	0.44	0.44	0.55	0.42	0.49	0.67
7	0.32	0.20	0.23	0.21	0.30	0.38
8	0.63	0.57	0.56	0.46	0.50	0.83
9	0.78	0.81	0.83	0.83	0.71	0.82
10	0.42	0.27	0.33	0.34	0.36	0.36
11	0.53	0.56	0.54	0.86	0.57	0.54
12	0.58	0.51	0.52	0.62	0.59	0.57
13	0.58	0.26	0.28	0.29	0.40	0.37
14	0.74	0.91	0.78	0.52	0.76	0.95
15	1.53	1.01	1.09	1.33	0.89	0.77
16	0.66	0.44	0.55	0.53	0.50	0.43
17	0.75	0.83	0.70	0.80	0.81	0.81
18	1.56	1.87	1.28	2.97	1.19	1.62
19	0.86	0.46	0.48	0.48	0.52	0.57
20	1.23	0.88	0.79	0.74	0.67	0.86
21	1.49	1.09	1.12	0.81	1.01	1.20
22	0.92	0.48	0.35	0.39	0.39	0.47
23	1.09	0.50	0.47	0.45	0.52	0.56
24	1.62	1.35	1.32	1.24	1.41	1.18
25	0.57	0.46	0.47	0.37	0.64	0.31
26	0.77	0.51	0.62	0.50	0.78	0.40
27	0.53	0.42	0.50	0.30	0.66	0.34
28	0.60	0.52	0.60	0.42	0.85	0.52
29	0.56	0.46	0.57	0.37	0.81	0.47
30	0.90	0.83	0.82	0.73	1.08	0.78

**Anexo 7 (continuación).** Promedios mensuales de la concentración de Clorofila-a ( $\text{mg/m}^3$ ), para cada una de las subdivisiones (cuadrantes) realizadas en el área de estudio. Fuente: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/level3.pl>.

Cuadrante	Clorofila-a Promedio Mensual					
	2004		2005		2007	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
31	0.52	0.44	0.53	0.31	0.71	0.39
32	1.33	1.29	1.26	1.27	1.59	1.21
33	0.64	0.55	0.67	0.48	0.94	0.56
34	1.92	1.91	2.02	2.11	2.37	1.73
35	0.92	0.75	0.92	0.80	1.24	0.83
36	0.50	0.69	0.45	0.65	0.64	0.55
37	0.67	0.73	0.58	0.84	0.72	1.03
38	0.51	0.62	0.49	0.73	0.69	0.72
39	0.44	0.49	0.43	0.48	0.60	0.45
40	0.53	0.53	0.49	0.50	0.73	0.48
41	0.64	0.63	0.54	0.63	0.88	0.52
42	0.83	0.53	0.66	0.59	0.88	0.61
43	0.75	0.48	0.79	0.46	0.92	0.70

**Anexo 8.** Estimados de abundancias en número de individuos por hectárea para las especies más dominantes en cada una de las subzonas muestreadas durante julio del 2007, en el Golfo de California.

Especies	Sub-zonas (Área Has/Zona)									
	1 216300	2 198800	3 101200	4 102900	5 24300	6 66100	7 93000	8 162400	9 60200	10 67500
<i>H. nitidus</i>	0	114	0	29	507	229	30	460	741	543
<i>E. argenteus</i>	6	97	0	282	0	403	76	227	187	513
<i>U. halleri</i>	18	142	0	391	207	271	238	14	13	153
<i>M. megalops</i>	818	198	0	32	0	11	48	1	0	1
<i>D. aureolus</i>	0	63	0	0	0	39	445	212	13	246
<i>P. panamensis</i>	168	652	1	21	0	49	14	12	0	4
<i>E. gracilis</i>	0	35	0	125	284	10	29	199	65	89
<i>D. pacificum</i>	15	266	9	78	67	178	53	26	34	10
<i>P. analis</i>	388	3	0	4	10	3	297	0	0	15
<i>S. scituliceps</i>	27	117	6	66	38	139	135	20	40	27
<i>H. elongatus</i>	0	69	0	5	85	72	0	90	56	111
<i>B. polylepis</i>	0	1	0	3	5	107	38	208	0	70
<i>E. entomelas</i>	0	22	0	54	0	195	29	44	47	33
<i>P. maculatofasciatus</i>	2	57	0	77	7	3	0	25	163	36
<i>S. sonora</i>	5	2	0	6	0	105	80	0	0	22
<i>E. crossotus</i>	0	58	0	26	0	12	22	8	0	1
<i>P. grandisquimis</i>	0	30	0	0	0	33	13	5	0	28
<i>O. chalceus</i>	0	0	0	80	0	0	0	3	0	5
<i>E. currani</i>	0	0	0	0	2	7	0	5	67	0
<i>O. reddingi</i>	0	0	0	12	0	2	0	30	7	0
<i>U. maculatus</i>	0	1	0	5	7	6	10	5	13	1
<i>S. ovale</i>	6	5	0	0	0	22	5	0	0	0
<i>C. brachysomus</i>	1	22	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>S. annulatus</i>	0	10	0	0	0	10	0	1	7	0
<i>P. stephanophrys</i>	12	3	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>A. vulpes</i>	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1
<i>S. peruviana</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<b>Todas especies</b>	1466	1965	17	1303	1225	1911	1571	1594	1453	1909

**Anexo 9.** Estimados de abundancias en número de individuos por hectárea para las especies más dominantes en cada subzona muestreadas durante agosto del 2007, en el Golfo de California.

Especies	Sub-zonas (Área Has/Zona)									
	1 216300	2 198800	3 101200	4 102900	6 66100	7 93000	8 162400	9 60200	10 67500	
<i>O. chalceus</i>	0	0	0	1496	0	0	7	0	0	
<i>E. argenteus</i>	8	192	10	124	64	0	284	117	283	
<i>U. halleri</i>	18	184	0	723	70	0	52	15	3	
<i>H. nitidus</i>	0	57	0	52	40	2	170	361	75	
<i>O. reddingi</i>	0	496	0	0	0	0	3	0	0	
<i>S. scituliceps</i>	2	197	18	67	29	37	40	0	1	
<i>M. megalops</i>	255	22	0	4	45	0	4	0	0	
<i>D. pacificum</i>	4	101	48	111	24	13	8	12	4	
<i>P. panamensis</i>	73	189	9	11	11	8	2	0	1	
<i>E. crossotus</i>	0	243	0	28	18	0	2	1	2	
<i>E. gracilis</i>	0	0	0	205	30	0	12	0	0	
<i>H. elongatus</i>	0	16	0	0	17	0	33	52	75	
<i>E. entomelas</i>	0	0	0	0	38	8	76	31	27	
<i>P. grandisquamis</i>	0	72	4	28	43	2	3	13	3	
<i>P. analis</i>	6	103	0	0	0	0	4	0	0	
<i>B. polylepis</i>	0	0	1	0	8	0	28	1	36	
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	44	0	7	4	0	2	13	3	
<i>S. sonora</i>	0	35	0	14	2	0	10	0	0	
<i>U. maculatus</i>	0	9	0	4	31	0	0	10	0	
<i>D. aureolus</i>	0	0	0	0	13	5	26	1	2	
<i>S. annulatus</i>	0	26	0	0	17	0	0	0	1	
<i>A. vulpes</i>	2	5	0	0	5	0	22	0	0	
<i>C. brachysomus</i>	0	27	0	5	0	0	0	0	0	
<i>S. peruviana</i>	0	0	0	2	23	0	0	0	1	
<i>S. ovale</i>	5	3	0	7	4	0	0	0	3	
<i>E. currani</i>	0	0	0	0	2	0	7	3	5	
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	7	0	2	0	0	0	
<b>Todas especies</b>	<b>373</b>	<b>2024</b>	<b>91</b>	<b>2893</b>	<b>537</b>	<b>76</b>	<b>794</b>	<b>631</b>	<b>525</b>	

**Anexo 10.** Estimados de abundancias en número de individuos por hectárea para las especies más dominantes en cada una de las subzonas muestreadas durante agosto del 2005, en el Golfo de California.

Especies	Sub-zonas (Área Has/Zona)				
	2 198800	4 102900	6 66100	7 93000	8 162400
<i>H. nitidus</i>	0	633	37	0	3
<i>E. dowii</i>	3	321	123	3	27
<i>U. halleri</i>	88	177	2	47	16
<i>O. chalceus</i>	0	305	0	0	0
<i>C. brachysomus</i>	0	157	2	0	2
<i>E. crossotus</i>	0	105	4	16	3
<i>D. aureolus</i>	1	0	0	94	0
<i>E. gracilis</i>	82	10	0	2	0
<i>B. polylepis</i>	82	4	1	1	3
<i>S. annulatus</i>	52	27	1	0	0
<i>U. maculatus</i>	33	38	3	1	2
<i>S. scituliceps</i>	18	7	13	14	1
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	48	1	0	1
<i>D. pacificum</i>	5	32	6	3	1
<i>E. entomelas</i>	9	4	32	0	0
<i>P. panamensis</i>	0	9	22	6	0
<i>M. megalops</i>	1	4	21	0	0
<i>A. vulpes</i>	0	24	0	0	0
<i>H. elongatus</i>	0	14	4	0	0
<i>S. peruviana</i>	0	0	3	14	1
<i>P. grandisquamis</i>	0	4	5	1	0
<i>S. ovale</i>	6	0	0	0	1
<i>O. reddingi</i>	0	3	0	0	0
<i>E. currani</i>	0	0	1	0	0
<i>P. analis</i>	0	0	1	0	0
<b>Todas especies</b>	<b>380</b>	<b>1926</b>	<b>280</b>	<b>203</b>	<b>60</b>



**Anexo 11.** Estimados de abundancias en número de individuos por hectárea para las especies más dominantes en cada una de las subzonas muestreadas durante julio del 2004, en el Golfo de California.

Especies	Sub-zonas (Área Has/Zona)							
	1 216300	2 198800	5 24300	6 66100	7 93000	8 162400	9 60200	10 67500
<i>E. currani</i>	0	18	0	130	46	51	36	6
<i>U. halleri</i>	2	12	1	119	95	16	26	1
<i>O. reddingi</i>	0	3	0	152	0	23	0	20
<i>S. ovale</i>	0	0	0	149	21	0	0	0
<i>P. panamensis</i>	20	48	0	1	3	18	0	0
<i>P. analis</i>	12	7	0	41	21	0	0	0
<i>S. scituliceps</i>	9	39	2	20	6	2	0	0
<i>S. sonorae</i>	0	4	0	60	8	0	0	0
<i>U. maculatus</i>	0	9	8	12	3	9	24	0
<i>D. pacificum</i>	11	18	0	12	8	2	0	0
<i>S. annulatus</i>	0	4	0	14	18	5	0	0
<i>E. entomelas</i>	0	0	0	0	0	38	0	0
<i>P. stephanophrys</i>	18	3	0	5	3	0	0	0
<i>S. peruviana</i>	0	11	0	0	0	0	0	13
<i>E. gracilis</i>	0	5	0	0	7	0	0	0
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	3	0	2	0	0	4	0
<i>H. nitidus</i>	0	7	0	0	0	2	0	0
<i>B. polylepis</i>	0	1	0	0	2	4	0	1
<i>H. elongatus</i>	0	2	0	0	0	0	0	5
<i>A. vulpes</i>	0	1	0	0	0	6	0	0
<i>E. crossotus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>P. grandisquamis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>M. megalops</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>C. brachysomus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>Todas especies</b>	<b>71</b>	<b>199</b>	<b>13</b>	<b>718</b>	<b>242</b>	<b>177</b>	<b>90</b>	<b>47</b>

Anexo 12. Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante durante julio del 2007.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)															
	1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16			
<i>H. nitidus</i>	271	271	86	654	70	1	389	0	0	0	30	0	16			
<i>E. argentens</i>	77	436	0	187	164	29	21	13	76	0	0	13	6			
<i>U. halleri</i>	0	153	0	13	0	3	2	9	171	0	67	145	6			
<i>M. megalops</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	3	45	0	0	6			
<i>D. aureolus</i>	139	107	0	13	135	0	33	44	3	41	401	0	19			
<i>P. panamensis</i>	4	0	0	0	4	0	8	0	3	11	0	0	9			
<i>E. gracilis</i>	0	89	65	0	0	0	108	92	29	0	0	7	0			
<i>D. pacificum</i>	0	10	7	27	6	0	17	3	0	38	15	7	38			
<i>P. analis</i>	0	15	0	0	0	0	0	0	116	181	0	0	0			
<i>S. scintilleps</i>	0	27	0	40	0	0	0	20	41	57	37	20	25			
<i>H. elongatus</i>	62	48	29	27	90	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>B. polylepis</i>	0	70	0	0	35	0	127	46	29	9	0	0	83			
<i>E. entomelas</i>	0	33	0	40	4	2	0	38	29	0	0	0	0			
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	36	122	40	15	0	10	0	0	0	0	0	0			
<i>S. sonorae</i>	0	22	0	0	0	0	0	0	35	45	0	13	0			
<i>E. crossotus</i>	0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	22	0	0			
<i>P. grandisquamis</i>	0	28	0	0	0	0	0	5	10	0	4	0	0			
<i>O. chalcus</i>	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>E. currani</i>	0	0	0	67	5	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>O. reddingi</i>	0	0	7	0	5	0	25	0	0	0	0	0	0			
<i>U. maculatus</i>	0	1	0	13	0	4	2	0	10	0	0	0	3			
<i>S. ovale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0			
<i>C. brachyssonus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>S. annulatus</i>	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	0	0			
<i>A. vulpes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>S. peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Anexo 12 (continuación). Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante durante julio del 2007.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)												
	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	
	19394	7832	19487	20979	18555	20979	20979	20792	14000	20979	13799	20979	
<i>H. nitidus</i>	129	84	507	15	0	0	0	13	0	38	0	66	
<i>E. argentus</i>	244	140	0	116	0	2	118	45	0	29	29	32	
<i>U. halleri</i>	20	101	207	11	324	0	44	12	0	10	10	7	
<i>M. megalops</i>	0	4	0	0	26	0	0	5	0	66	107	0	
<i>D. aureolus</i>	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	
<i>P. panamensis</i>	3	37	0	0	0	0	21	0	1	571	0	0	
<i>E. gracilis</i>	3	0	284	0	122	0	3	0	0	0	0	0	
<i>D. pacificum</i>	9	124	67	6	21	18	29	3	9	132	58	45	
<i>P. analis</i>	3	0	10	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
<i>S. scintilleps</i>	19	75	38	0	31	10	24	2	6	29	53	5	
<i>H. elongatus</i>	58	14	85	0	0	0	0	5	0	0	0	66	
<i>B. polyleps</i>	24	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	1	
<i>E. entomelas</i>	58	137	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. maculatofasciatus</i>	3	0	7	34	0	0	26	17	0	10	0	35	
<i>S. sonora</i>	85	7	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	
<i>E. crossotus</i>	0	12	0	2	11	0	0	13	0	29	0	1	
<i>P. grandisquamis</i>	19	15	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
<i>O. chalcus</i>	0	0	0	12	0	0	0	67	0	0	0	0	
<i>E. curran</i>	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>O. reddingi</i>	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>U. maculatus</i>	0	0	7	5	11	0	0	0	0	0	0	0	
<i>S. ovale</i>	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
<i>C. brachysomus</i>	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	5	11	
<i>S. annulatus</i>	7	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>A. vulpes</i>	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>S. peruviana</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo 12 (continuación). Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante durante julio del 2007.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)												
	32 9790	33 20979	34 7552	35 20979	36 20979	37 20046	38 15384	39 20979	40 16783	41 20979	42 20979	43 20979	
<i>H. nitidus</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>E. argenteus</i>	0	3	0	5	0	5	1	0	0	0	0	0	
<i>U. halleri</i>	0	15	100	0	1	1	2	0	0	14	0	0	
<i>M. megalops</i>	0	25	0	0	5	6	23	0	3	441	341	0	
<i>D. aureolus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. panamensis</i>	0	48	29	3	78	6	25	10	2	47	0	0	
<i>E. gracilis</i>	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>D. pacificum</i>	0	5	21	4	11	2	0	2	1	0	0	0	
<i>P. analis</i>	0	3	0	0	25	0	5	137	2	0	0	220	
<i>S. sciticeps</i>	0	8	16	6	9	1	0	6	3	5	0	4	
<i>H. elongatus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>B. polylepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>E. entomelas</i>	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	3	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
<i>S. sonora</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	
<i>E. crossotus</i>	5	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. grandisquamis</i>	0	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>O. chalcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>E. currani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>O. reddingi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>U. maculatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>S. ovale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	
<i>C. brachysomus</i>	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>S. annulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>P. stephanophrys</i>	0	3	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	
<i>A. vulpes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>S. peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo 13. Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante durante agosto del 2007.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)																					
	1	2	3	4	7	8	10	11	12	16	17	18	20	21	22							
	9137	9231	20979	20979	20979	13613	17156	20979	19394	12308	19394	7832	20979	18555	20979							
<i>O. chalcus</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
<i>E. argentus</i>	40	243	63	54	103	58	120	2	0	17	0	47	12	7	0							
<i>U. halleri</i>	0	3	5	10	0	4	15	32	0	14	25	31	9	205	14							
<i>H. niidus</i>	62	13	9	351	31	7	133	0	2	3	0	36	10	42	0							
<i>O. reddingi</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0							
<i>S. scitliceus</i>	0	1	0	0	9	0	26	5	37	10	10	9	2	25	24							
<i>M. megalops</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	7	0	38	4	0	0							
<i>D. pacificum</i>	1	4	8	3	0	1	7	0	13	10	5	9	2	5	55							
<i>P. panamensis</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	8	2	0	9	8	4	0							
<i>E. crossotus</i>	1	1	1	0	0	2	0	0	0	1	0	17	4	16	0							
<i>E. gracilis</i>	0	0	0	0	4	0	8	0	0	1	30	0	0	0	0							
<i>H. elongatus</i>	0	75	16	37	18	0	15	0	0	1	0	17	0	0	0							
<i>E. entomelas</i>	8	19	1	30	2	4	63	7	8	14	10	14	0	0	0							
<i>P. grandisquamis</i>	0	3	0	13	0	1	0	2	2	11	30	2	4	0	0							
<i>P. andis</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0							
<i>B. polylepsis</i>	0	36	1	0	7	0	14	7	0	6	0	3	0	0	0							
<i>P. maculatofasciatus</i>	1	3	3	10	2	0	0	0	0	1	0	3	3	4	0							
<i>S. sonorae</i>	0	0	0	0	0	0	7	2	0	2	0	0	0	0	14							
<i>U. maculatus</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	16	10	5	4	0	0							
<i>D. aureolus</i>	2	0	1	0	4	0	19	2	5	1	5	8	0	0	0							
<i>S. annulatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	14	0	0	0							
<i>A. vulpes</i>	0	0	0	0	0	1	14	7	0	0	5	0	0	0	0							
<i>C. brachysomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0							
<i>S. peruviana</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	2	0							
<i>S. ovale</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0							
<i>E. currami</i>	0	5	3	0	0	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0							
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7							

Anexo 13 (continuación). Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante durante agosto del 2007.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)														
	23 20979	24 20792	25 20979	27 20979	29 20979	30 17063	31 20979	32 9790	34 7552	35 20979	36 20979	37 20046	39 20979	40 16783	42 20979
<i>O. chalcus</i>	0	1496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. argenteus</i>	104	0	10	14	36	19	0	72	33	19	0	8	0	0	0
<i>U. halleri</i>	12	483	0	68	54	19	0	7	27	9	3	5	2	1	7
<i>H. nitidus</i>	0	0	0	0	24	5	2	26	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. reddingi</i>	0	0	0	0	496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. scituliiceps</i>	15	0	18	65	6	32	24	10	0	60	0	0	2	0	0
<i>M. megalops</i>	0	0	0	0	0	19	3	0	0	0	9	124	62	29	31
<i>D. pacificum</i>	0	48	48	51	6	3	22	13	6	0	0	0	4	0	0
<i>P. panamensis</i>	0	0	9	65	0	109	10	3	0	1	0	45	20	4	2
<i>E. crossotus</i>	8	0	0	0	233	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>E. gracilis</i>	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. elongatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. entomelas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. grandisquamis</i>	23	0	4	4	0	16	0	0	43	9	0	0	0	0	0
<i>P. analis</i>	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>B. poblepis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	0	0	0	18	0	0	16	10	0	0	0	0	0	0
<i>S. sonorae</i>	0	0	0	0	0	5	3	3	0	23	0	0	0	0	0
<i>U. maculatus</i>	0	0	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. aureolus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. annulatus</i>	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. vulpes</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>C. brachysomus</i>	0	0	0	13	0	5	0	0	0	9	0	0	0	0	0
<i>S. peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. ovale</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>E. currani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

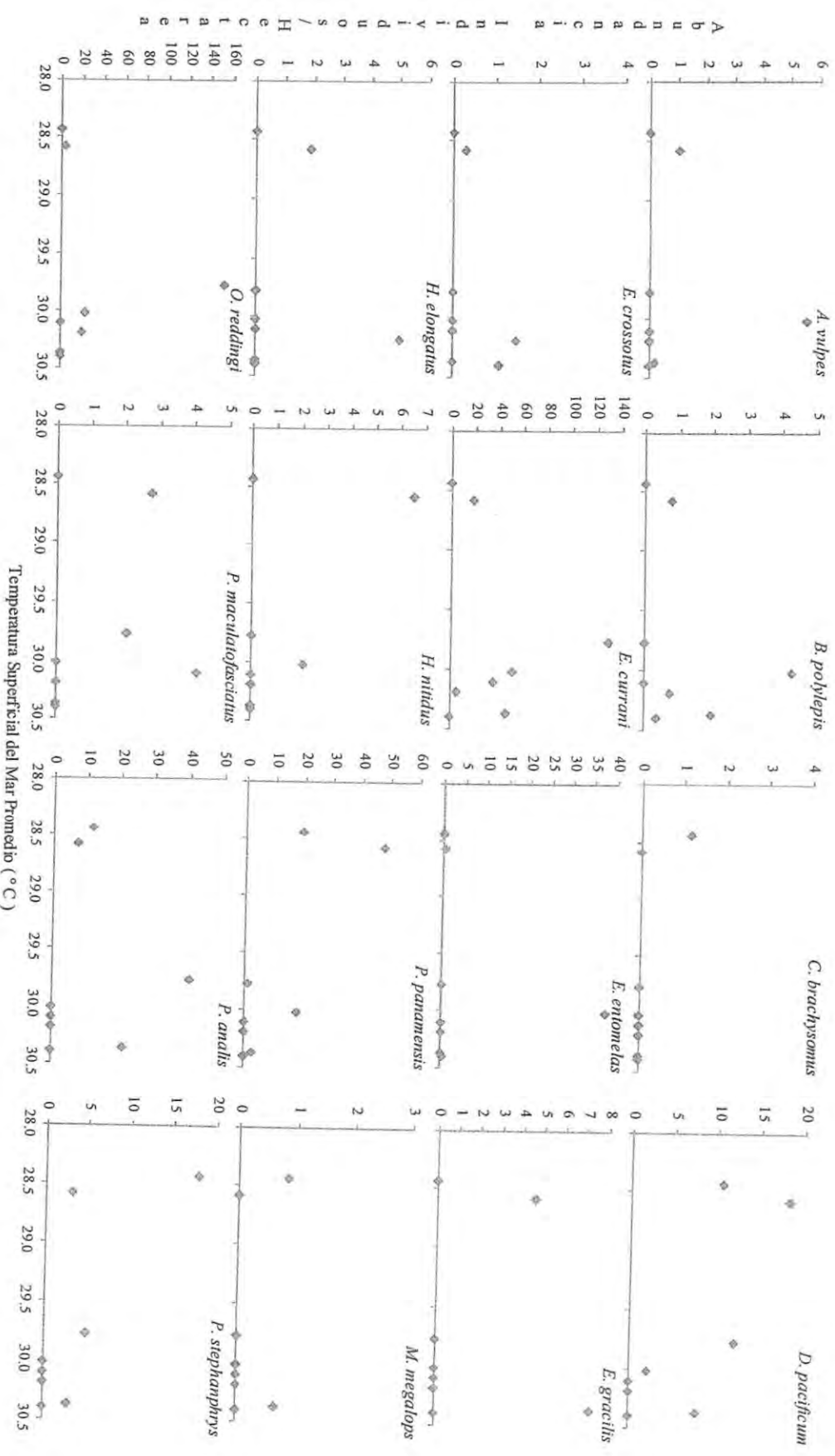
**Anexo 14.** Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante julio del 2005.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)								
	10 17156	12 19394	16 12308	17 19394	18 7832	20 20979	21 18555	28 13799	34 7552
<i>H. nitidus</i>	3	0	2	25	10	406	227	0	0
<i>E. dowii</i>	27	3	59	40	24	263	58	3	0
<i>U. halleri</i>	16	47	0	1	2	117	60	0	88
<i>O. chalceus</i>	0	0	0	0	0	283	22	0	0
<i>C. brachysomus</i>	2	0	0	2	0	145	12	0	0
<i>E. crossotus</i>	3	16	0	0	4	71	34	0	0
<i>D. aureolus</i>	0	94	0	0	0	0	0	1	0
<i>E. gracilis</i>	0	2	0	0	0	0	10	0	82
<i>B. polylepis</i>	3	1	0	1	0	4	0	0	82
<i>S. annulatus</i>	0	0	0	1	1	25	2	0	52
<i>U. maculatus</i>	2	1	0	3	0	38	0	0	33
<i>S. scituliceps</i>	1	14	3	1	9	4	2	6	12
<i>P. maculatofasciatus</i>	1	0	0	1	0	28	19	0	0
<i>D. pacificum</i>	1	3	2	1	3	32	0	5	0
<i>E. entomelas</i>	0	0	0	32	0	4	0	0	9
<i>P. panamensis</i>	0	6	15	0	6	4	5	0	0
<i>M. megalops</i>	0	0	13	0	8	4	0	1	0
<i>A. vulpes</i>	0	0	0	0	0	24	0	0	0
<i>H. elongatus</i>	0	0	0	4	0	14	0	0	0
<i>S. peruviana</i>	1	14	1	0	2	0	0	0	0
<i>P. grandisquamis</i>	0	1	0	5	0	4	0	0	0
<i>S. ovale</i>	1	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>O. reddingi</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>E. currani</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>P. analis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0

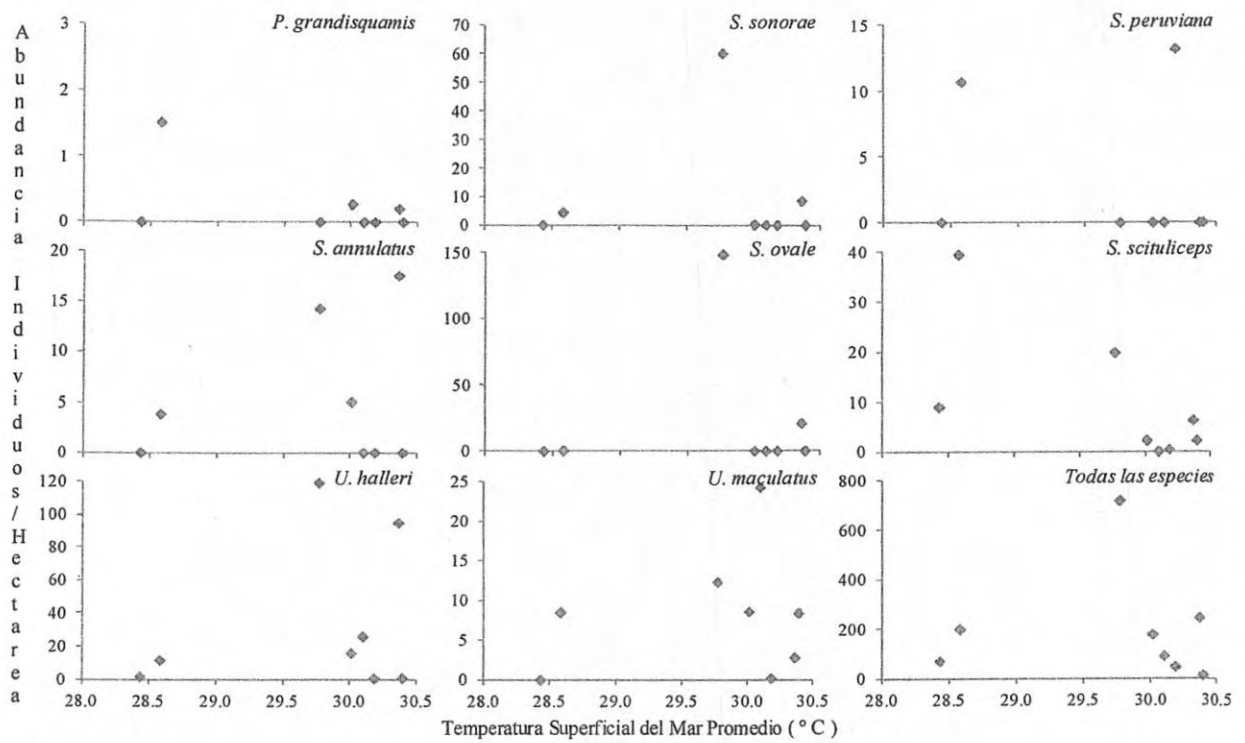
Anexo 15. Estimados de abundancias en ind/Ha<sup>-1</sup> para las especies más dominantes en cada cuadrante agosto del 2004.

Especies	Cuadrante (Área Has/Cuadrante)														
	2	3	6	10	13	14	17	18	19	29	30	31	32	36	39
<i>E. currami</i>	6	36	51	0	38	8	130	0	0	7	4	4	3	0	0
<i>U. halleri</i>	1	26	0	16	31	64	115	4	1	8	0	3	1	2	0
<i>O. redtingi</i>	20	0	0	23	0	0	152	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>S. ovale</i>	0	0	0	0	8	14	145	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. panamensis</i>	0	0	18	0	3	0	1	0	0	0	1	47	0	20	0
<i>P. andlis</i>	0	0	0	0	21	0	0	41	0	0	0	7	1	4	7
<i>S. scitlicept</i>	0	0	1	1	4	2	0	20	3	0	34	4	0	7	2
<i>S. sonorae</i>	0	0	0	0	8	0	0	60	0	0	0	2	2	0	0
<i>U. maculatus</i>	0	24	2	7	0	3	12	0	12	8	0	0	0	0	0
<i>D. pacificum</i>	0	0	2	0	6	2	8	4	0	2	3	13	0	11	0
<i>S. annulatus</i>	0	0	3	2	6	11	14	0	0	0	3	1	0	0	0
<i>E. entomelas</i>	0	0	0	38	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>P. stephanophrys</i>	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0	0	0	18
<i>S. peruviana</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>E. gracilis</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0
<i>P. maculatofasciatus</i>	0	4	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>H. nitidus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>B. polylepis</i>	1	0	3	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>H. elongatus</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>A. vulpes</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>E. crossotus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>P. grandisquamis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>M. megalops</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>C. brachysomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>E. argenteus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. chalcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

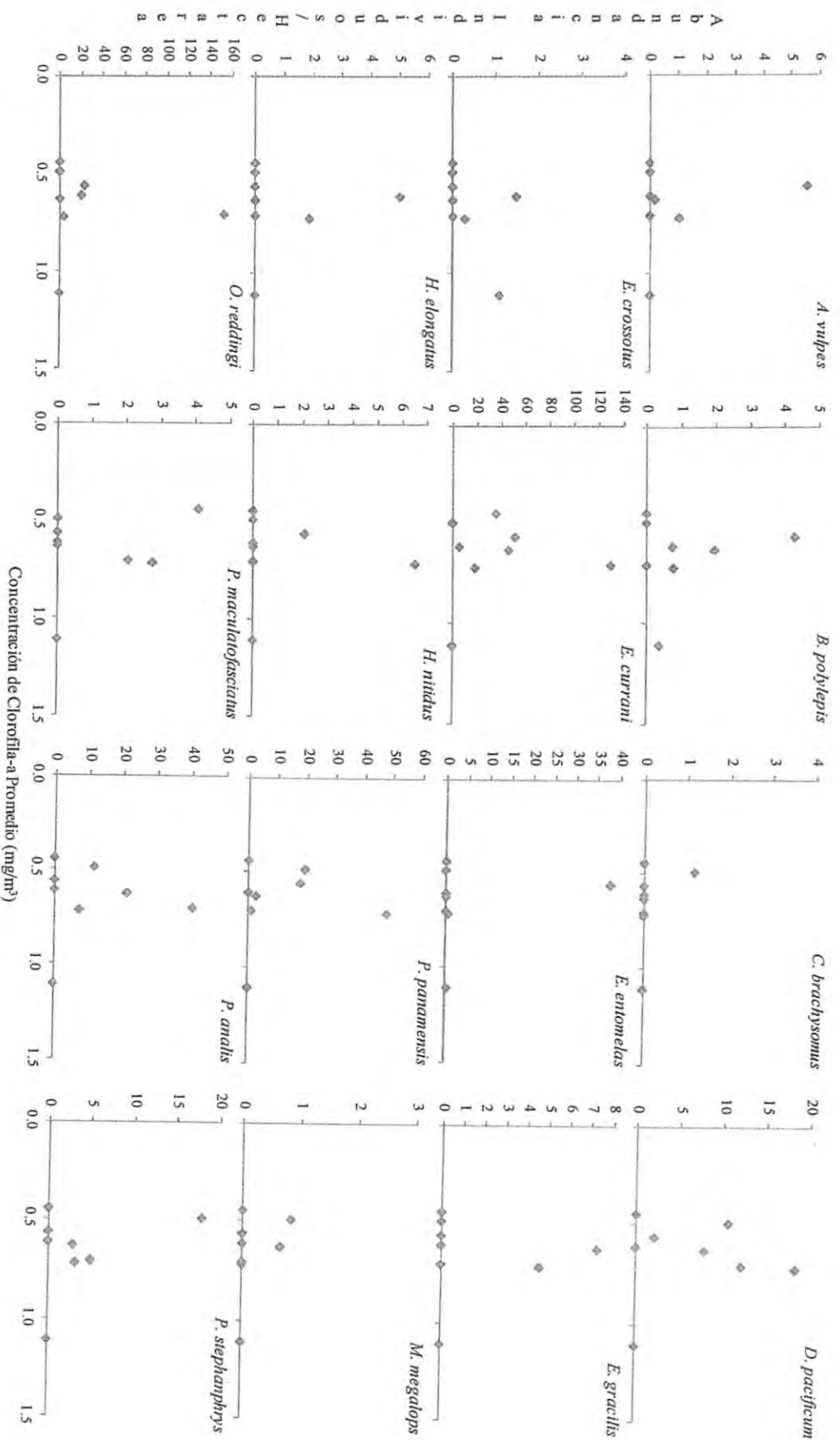




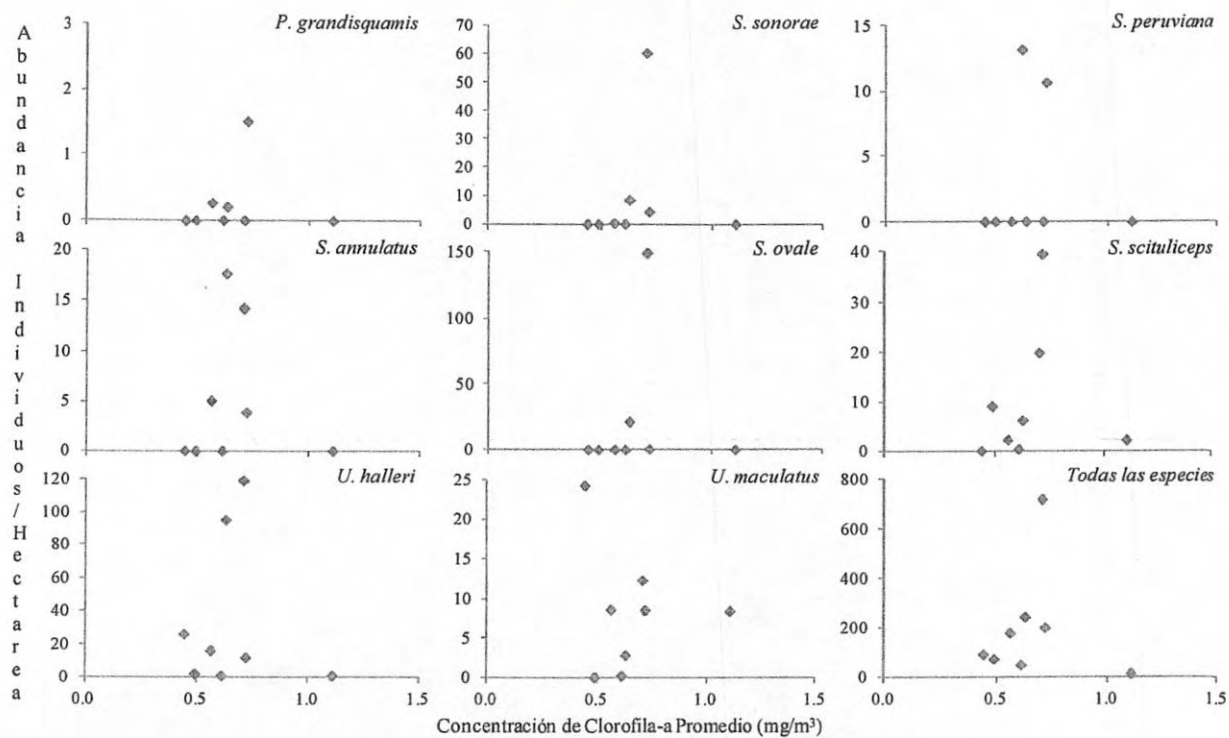
Anexo 16. Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2004.



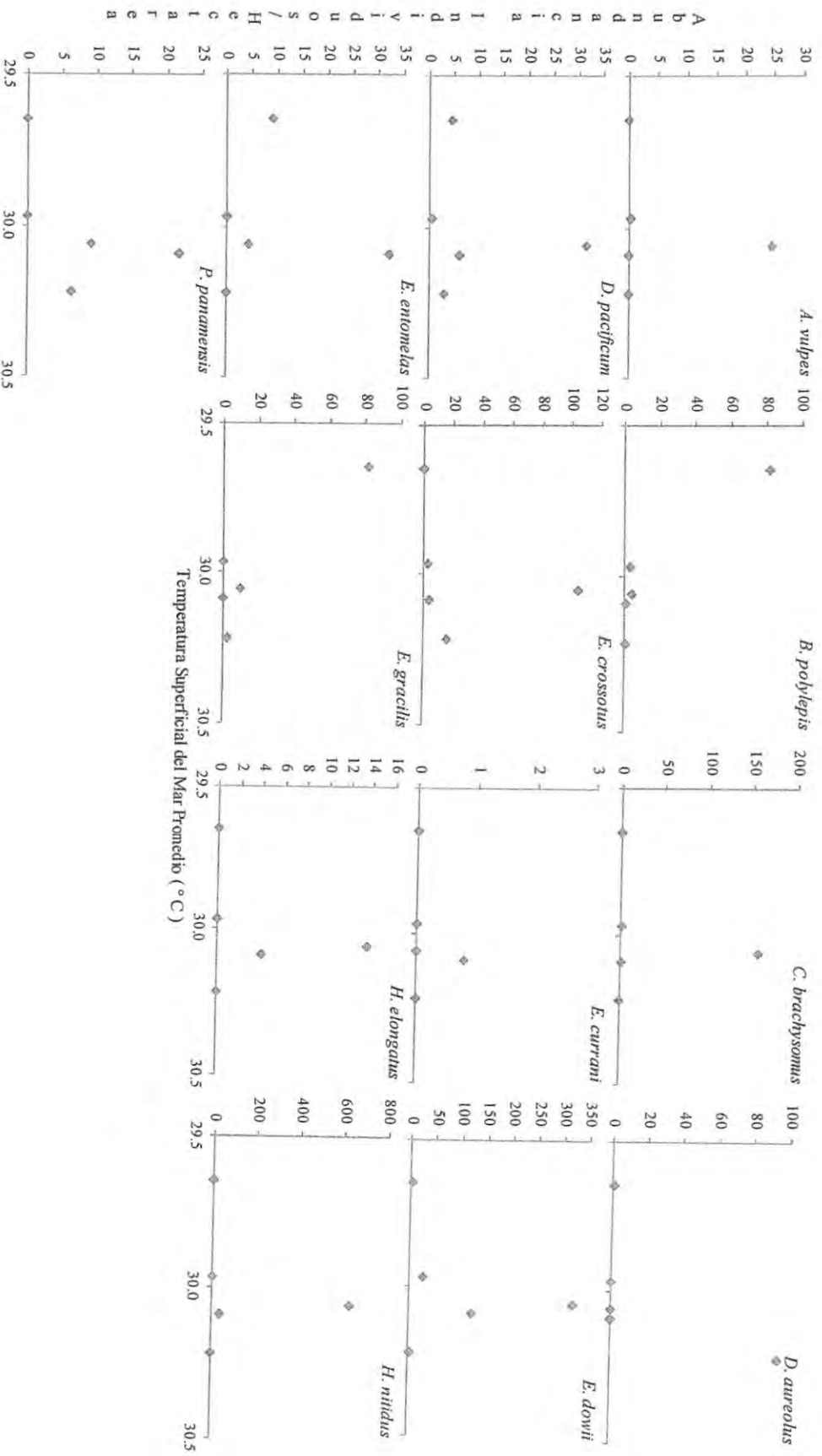
**Anexo 16 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2004.



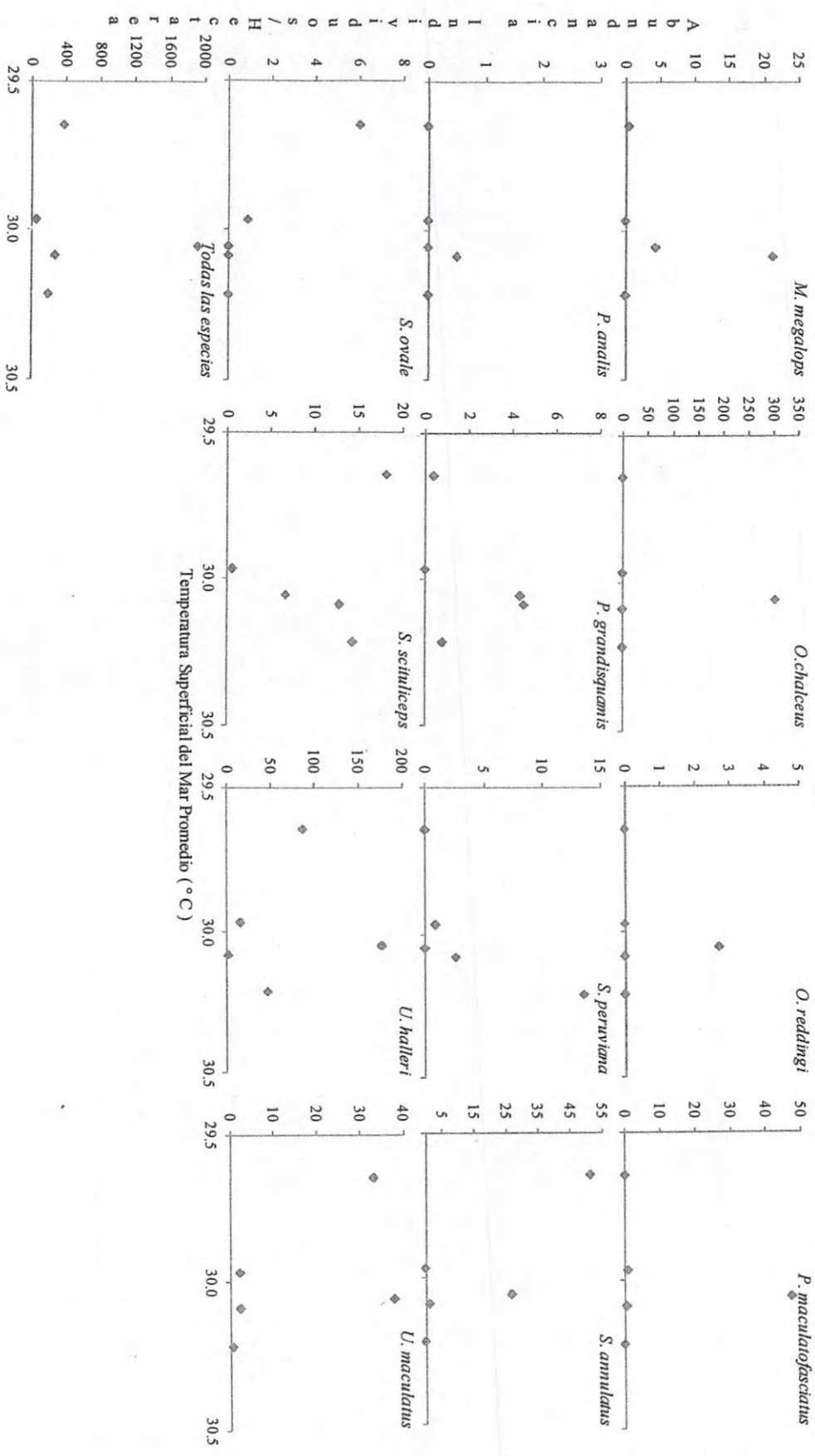
**Anexo 17.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2004.



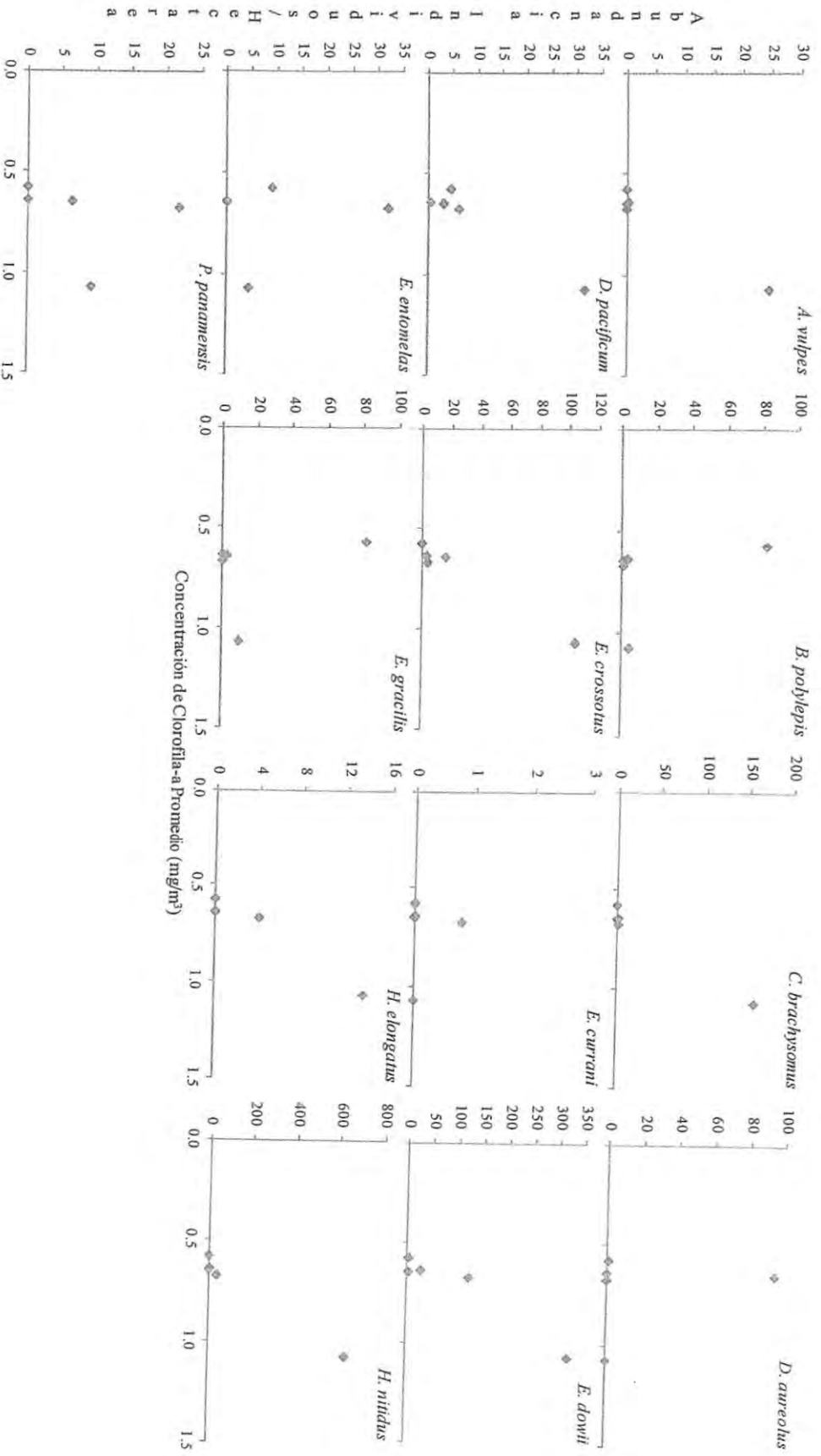
**Anexo 17 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2004.



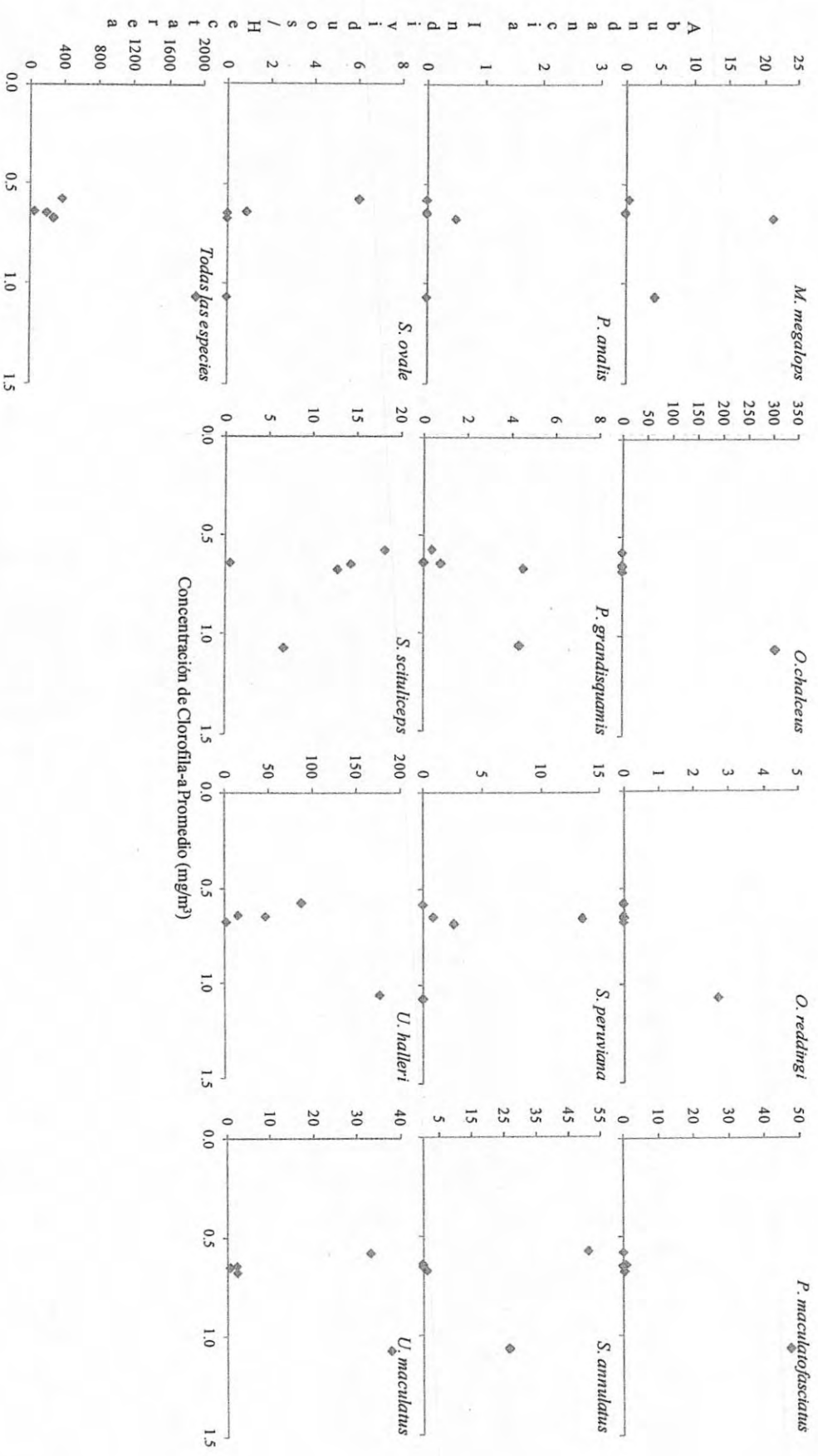
**Anexo 18.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2005.



**Anexo 18 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2005.

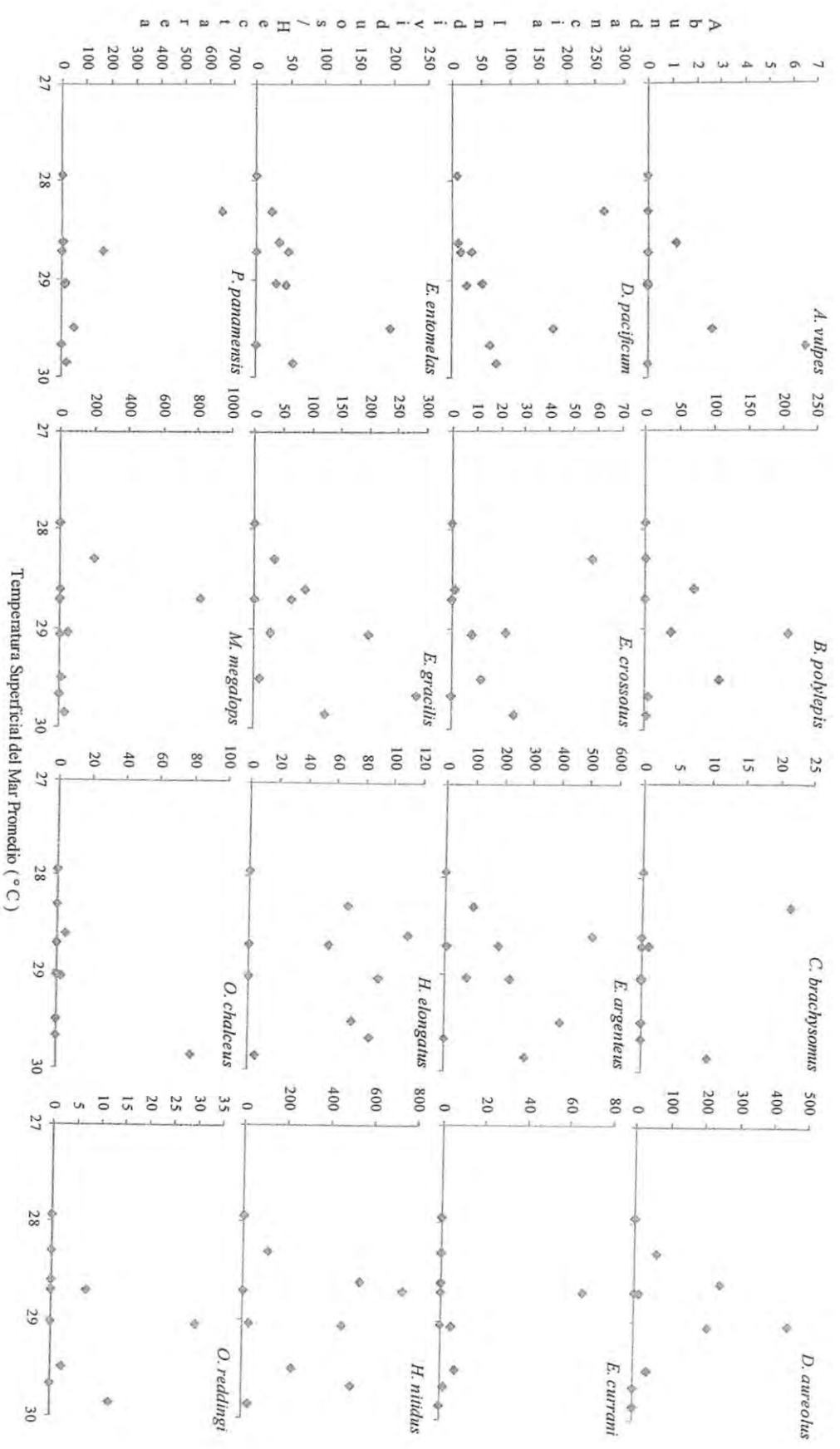


**Anexo 19.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2005.

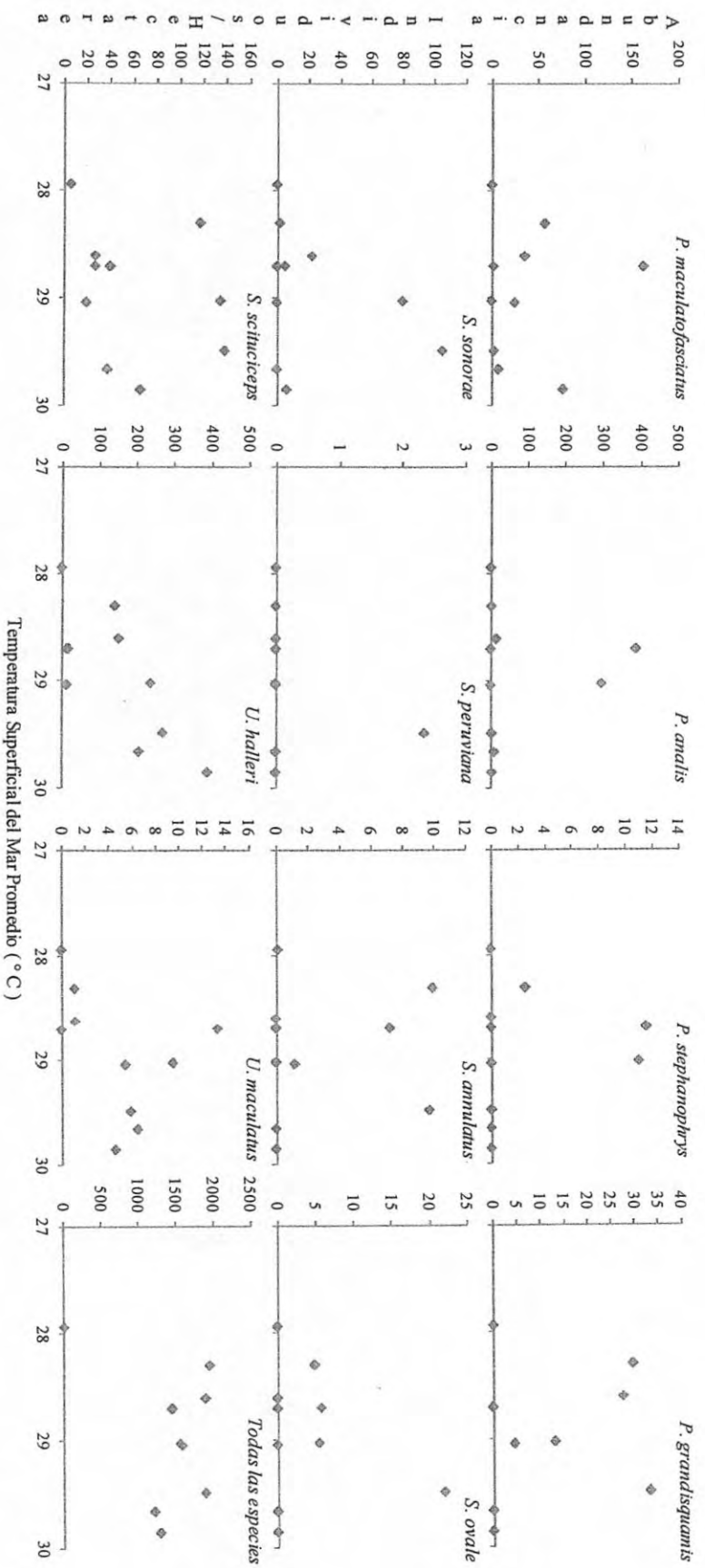


**Anexo 19 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2005.

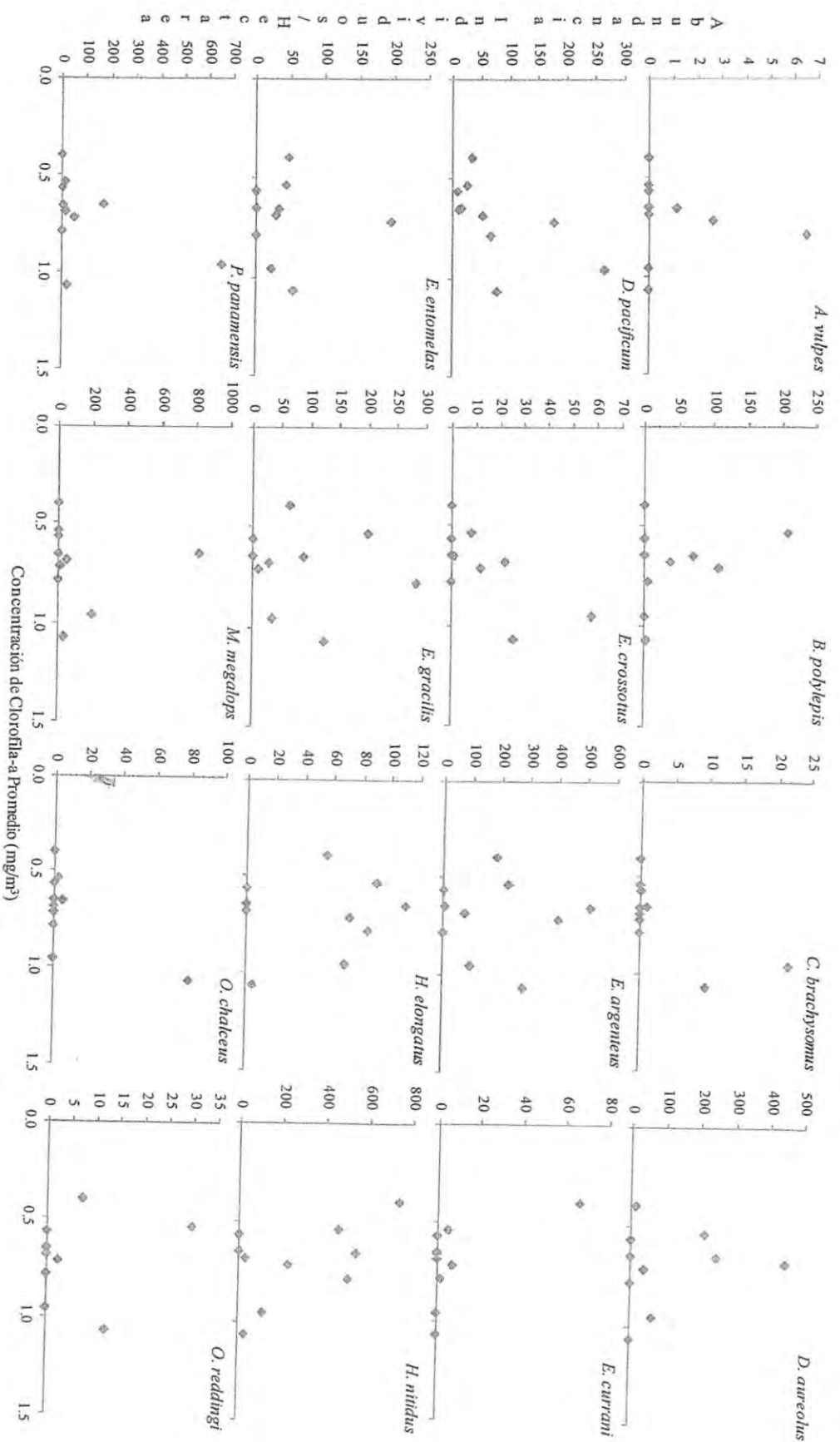




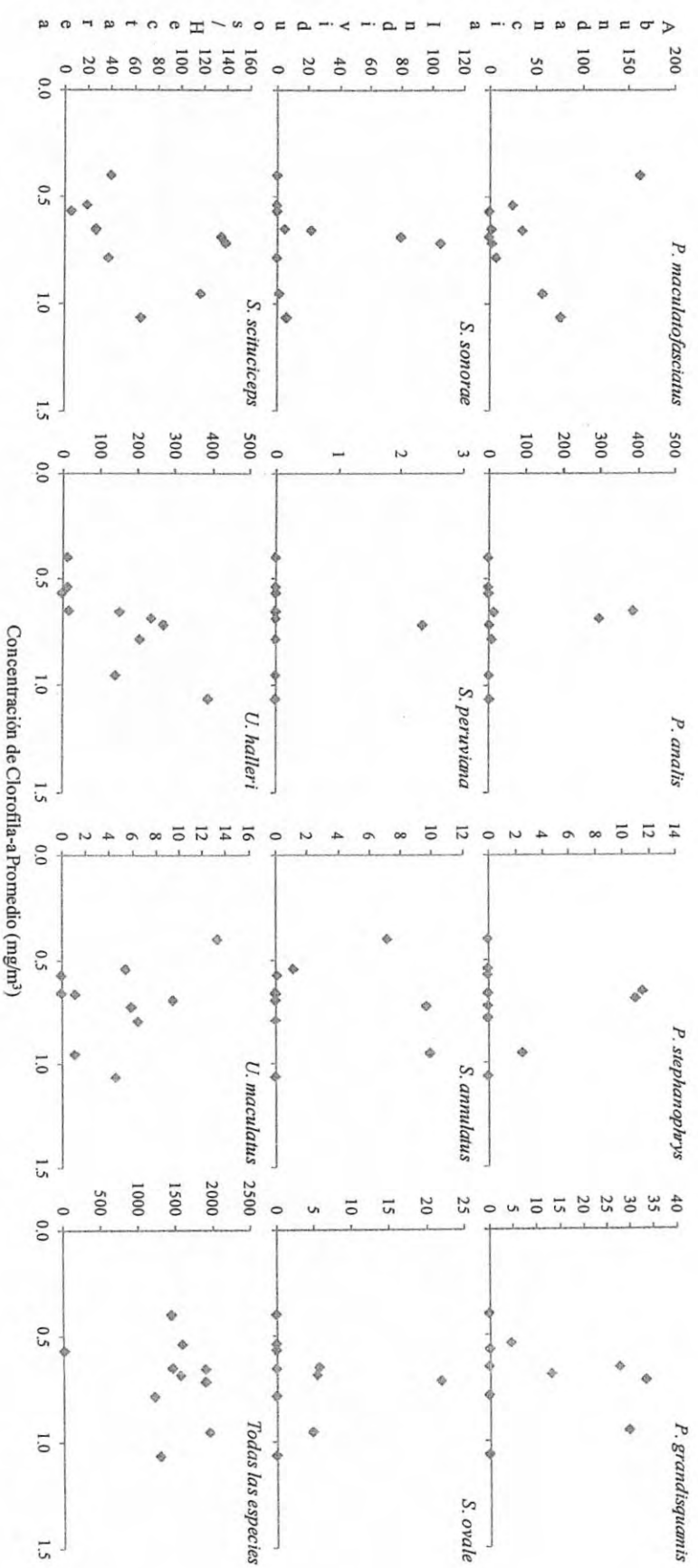
**Anexo 20.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2007.



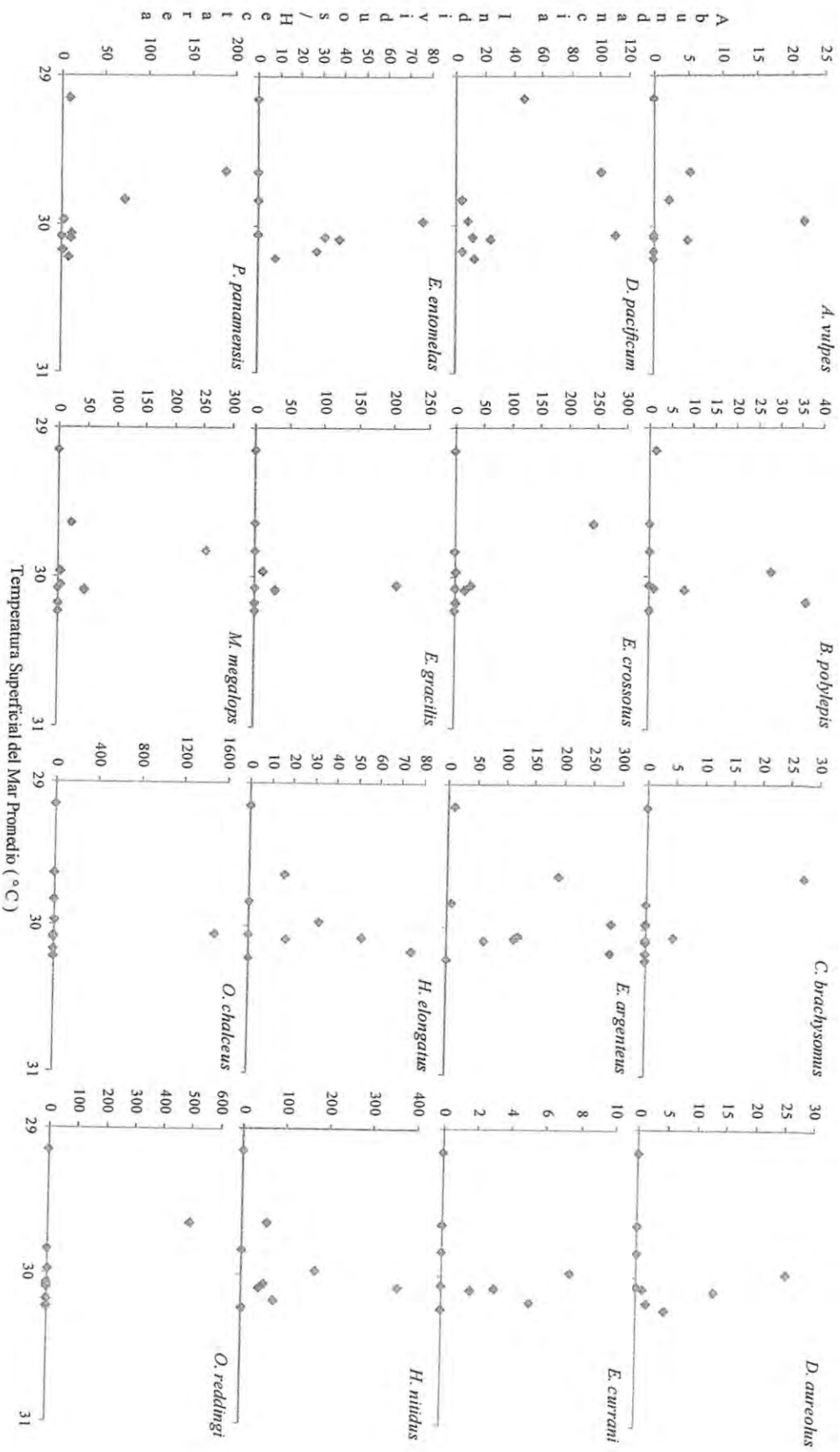
**Anexo 20 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2007.



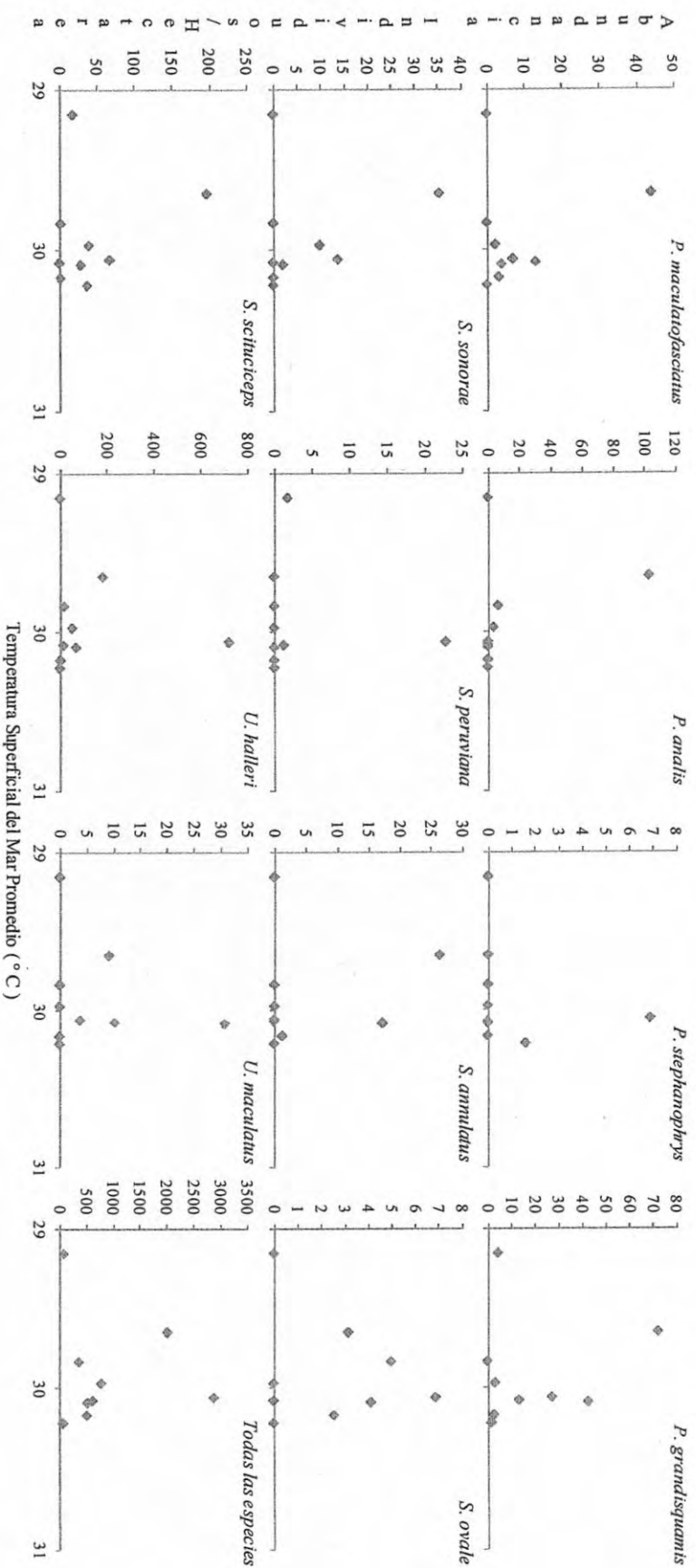
**Anexo 21.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) Y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2007.



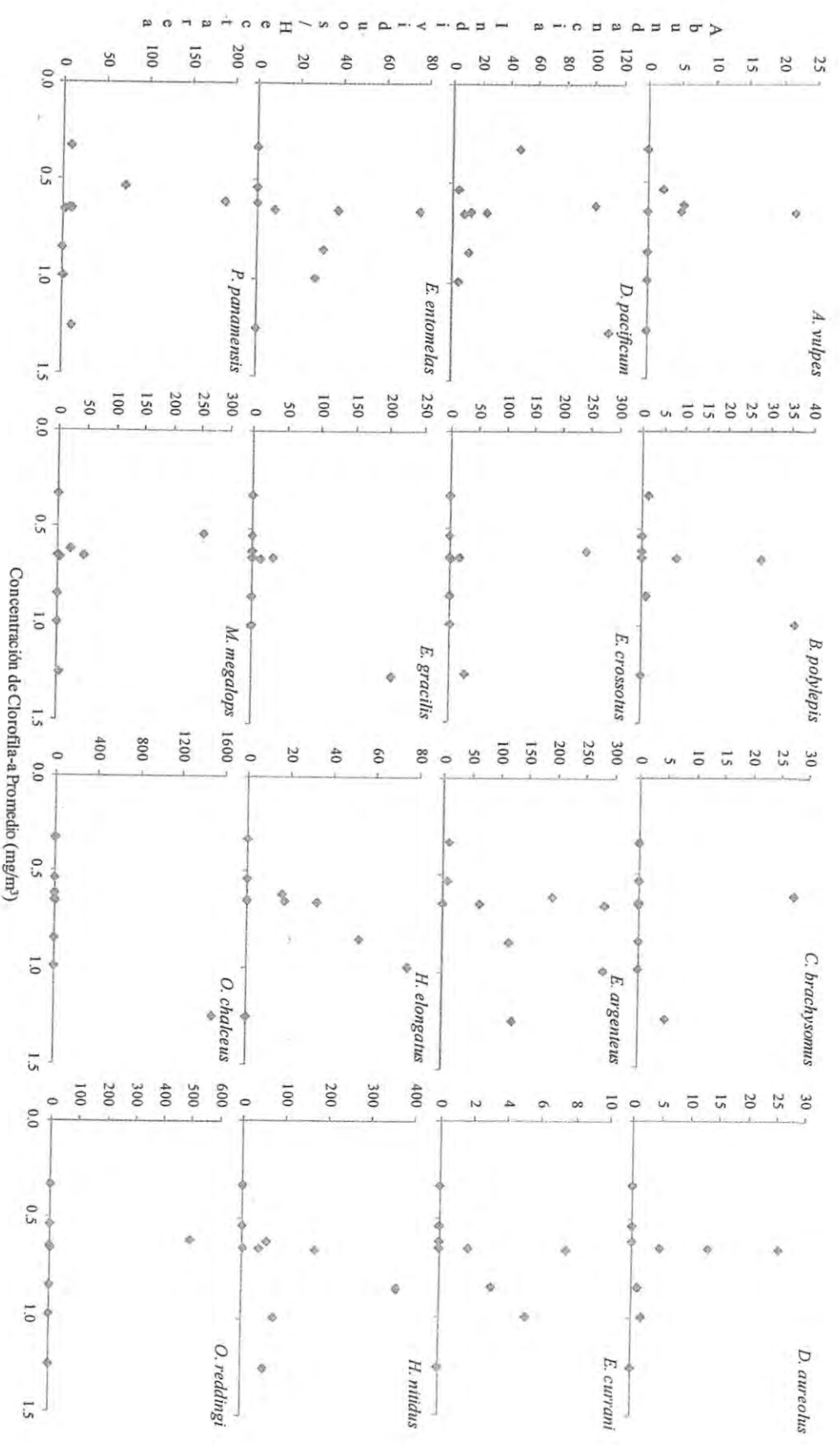
**Anexo 21 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante julio de 2007.



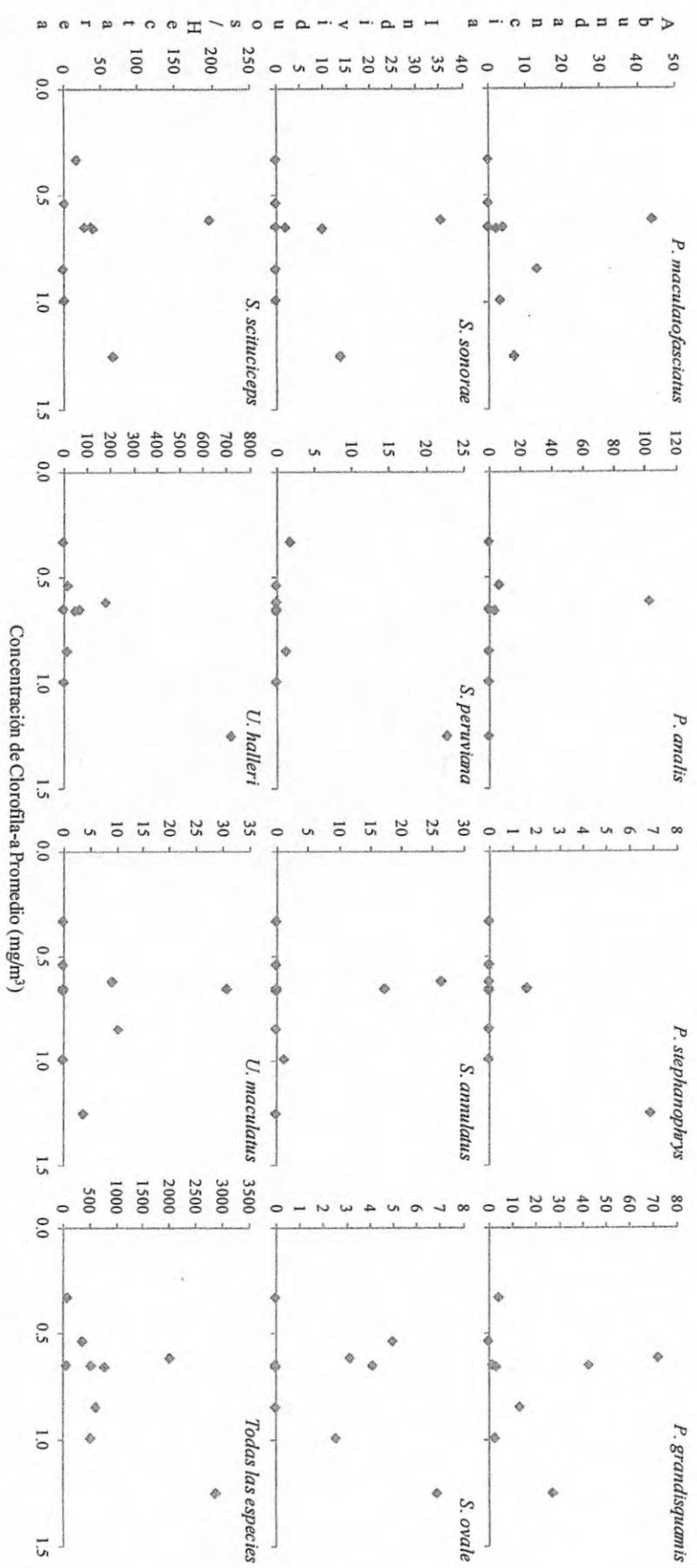
**Anexo 22.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2007.



**Anexo 22 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto (°C) y las abundancias (ind/Ha<sup>-1</sup>) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2007.

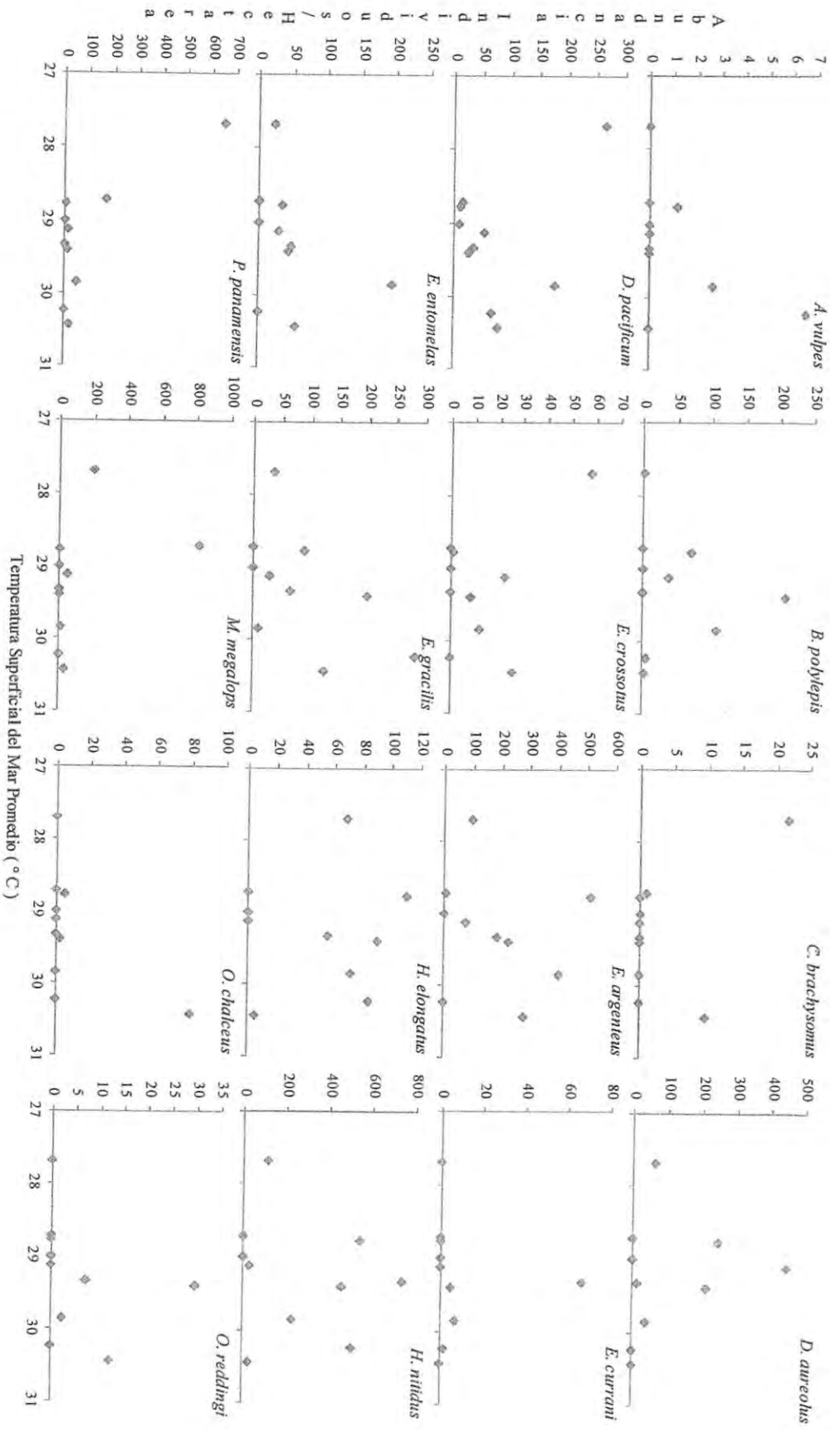


**Anexo 23.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2007.

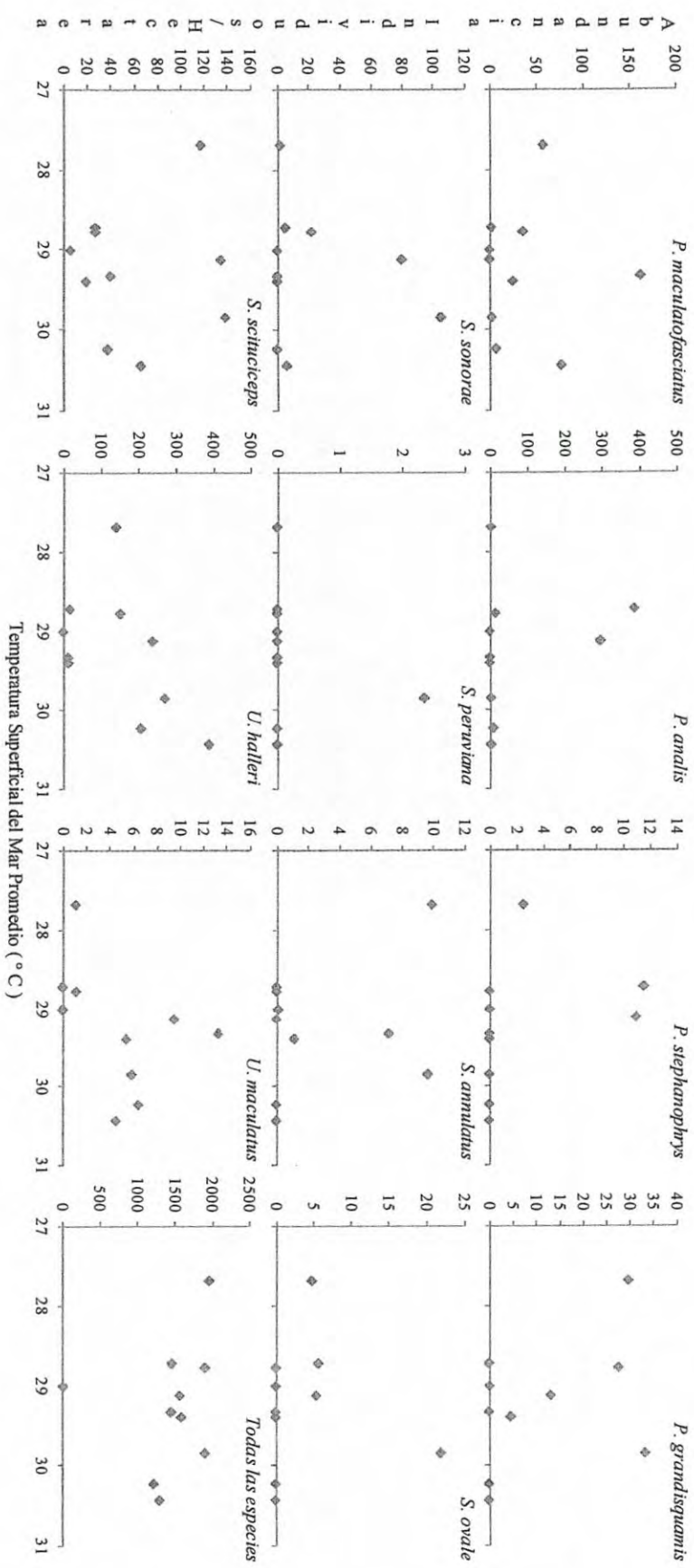


**Anexo 23 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante agosto de 2007.

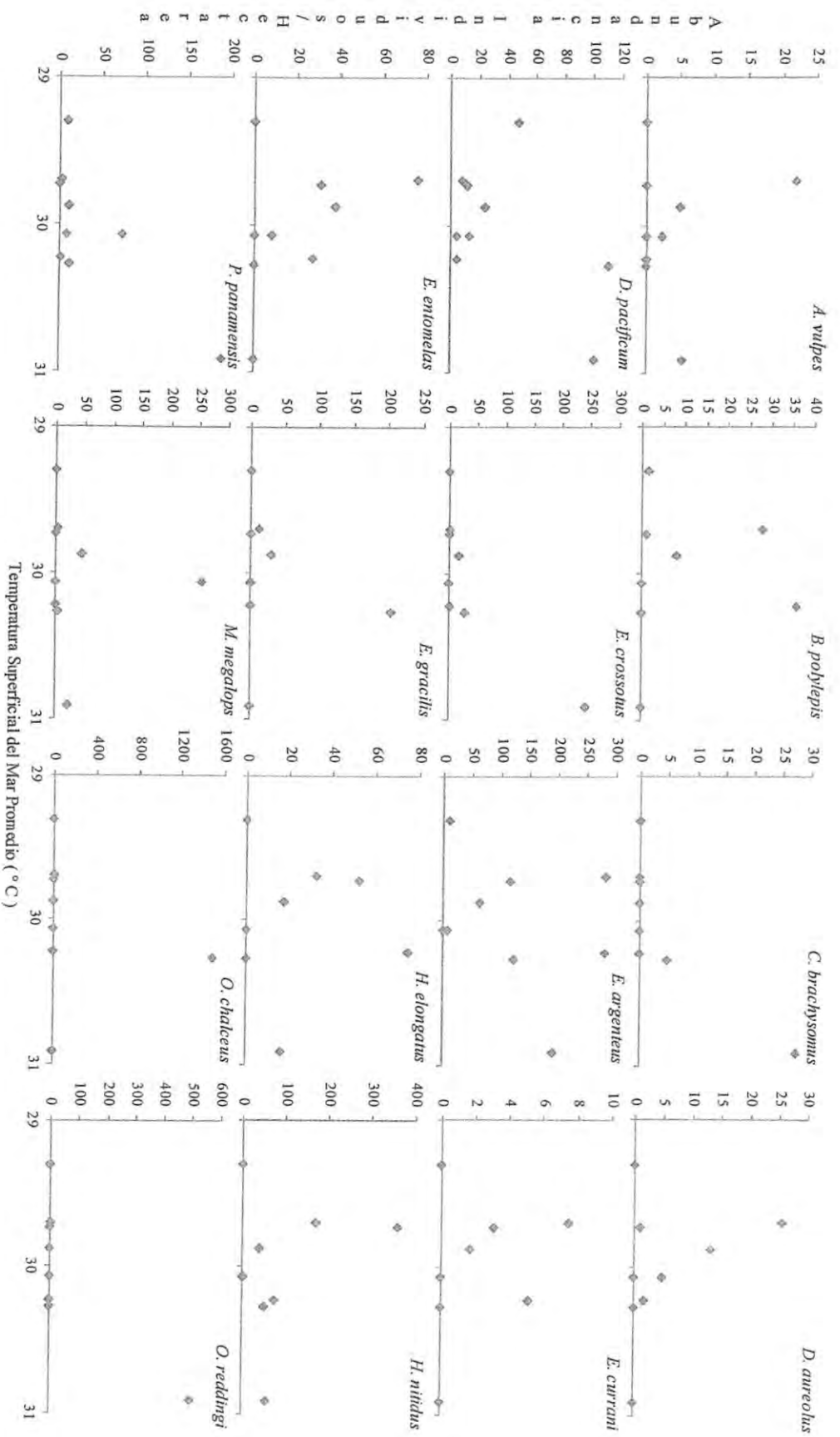




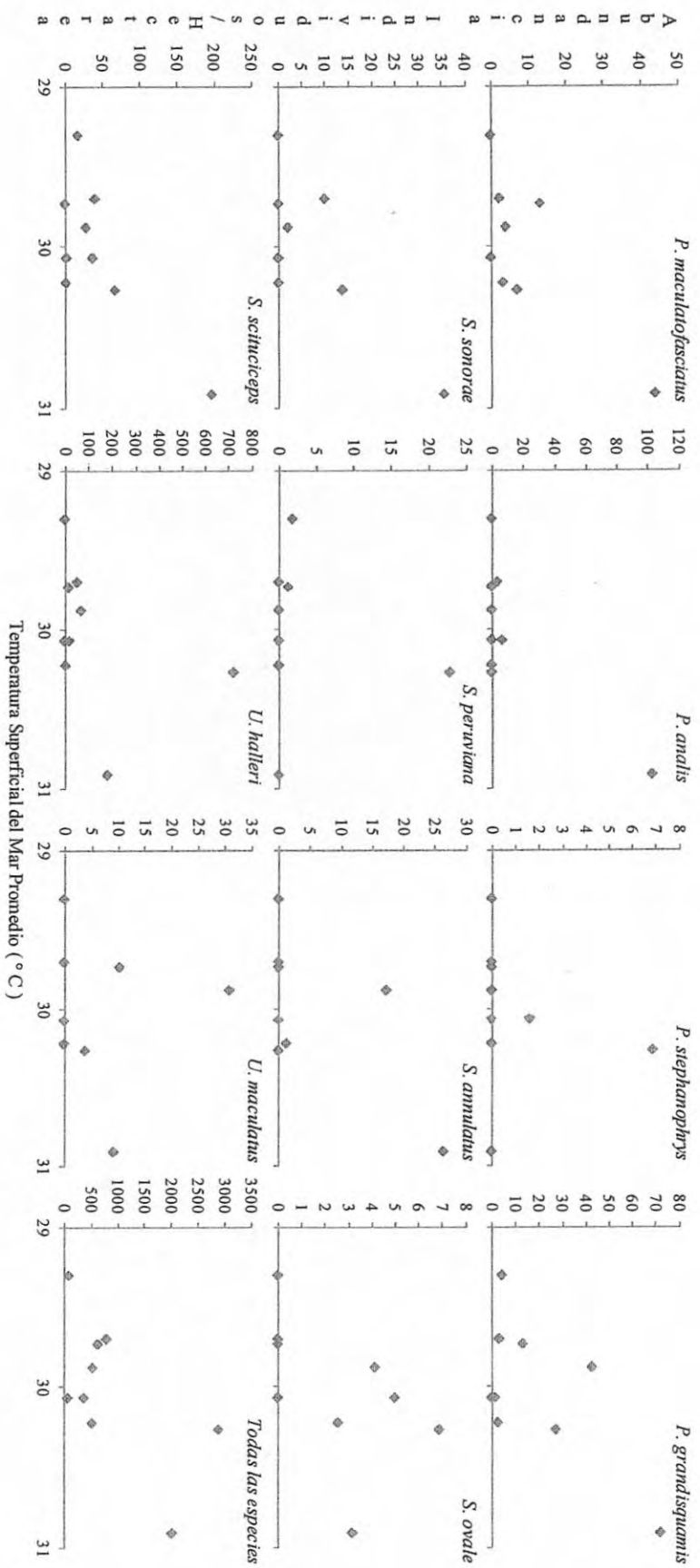
**Anexo 24.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio semanal (4-27 julio) y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante las semanas del 4-27 julio de 2007.



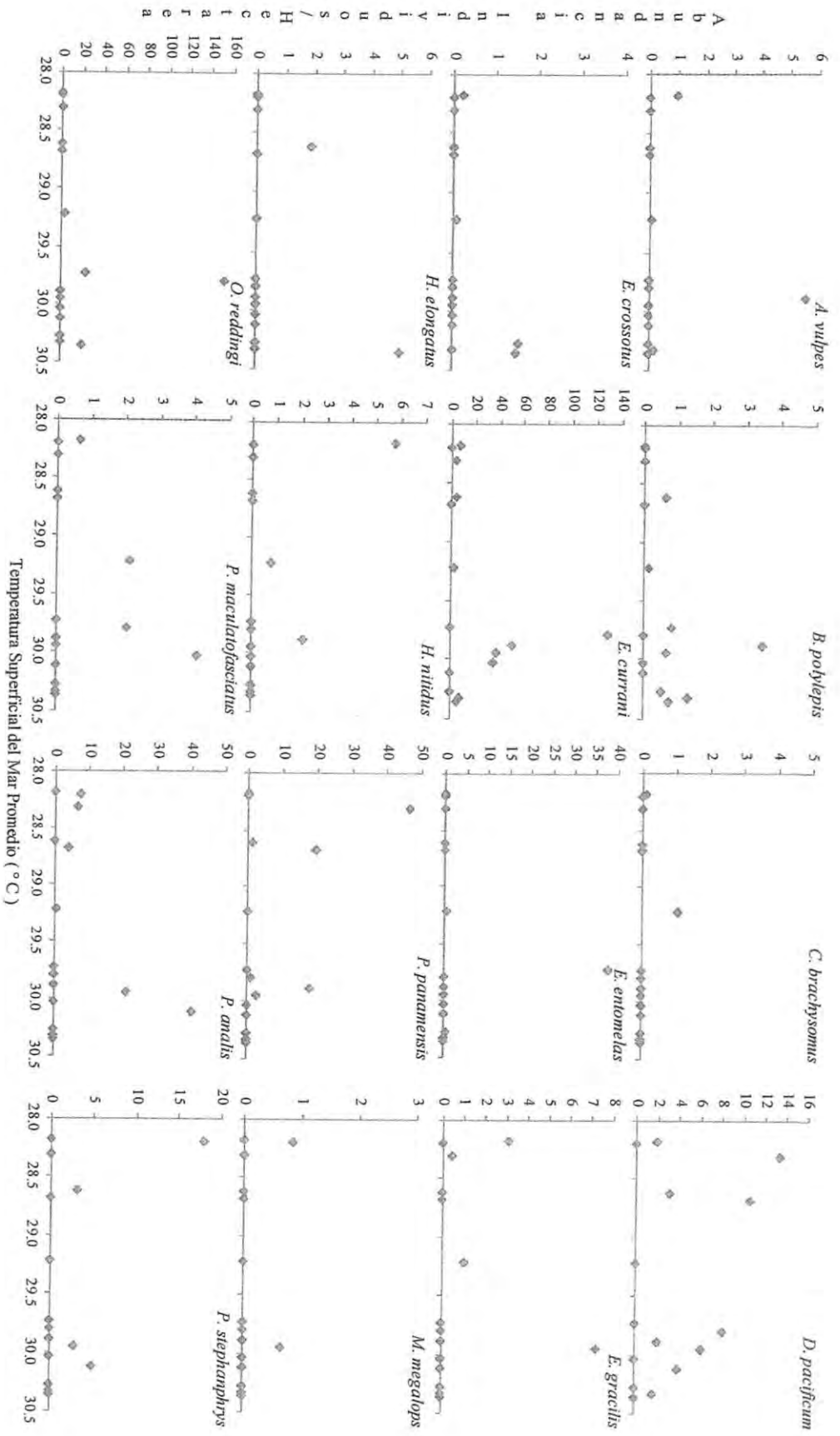
**Anexo 24 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio semanal (4-27 julio) y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante las semanas del 4-27 julio de 2007.



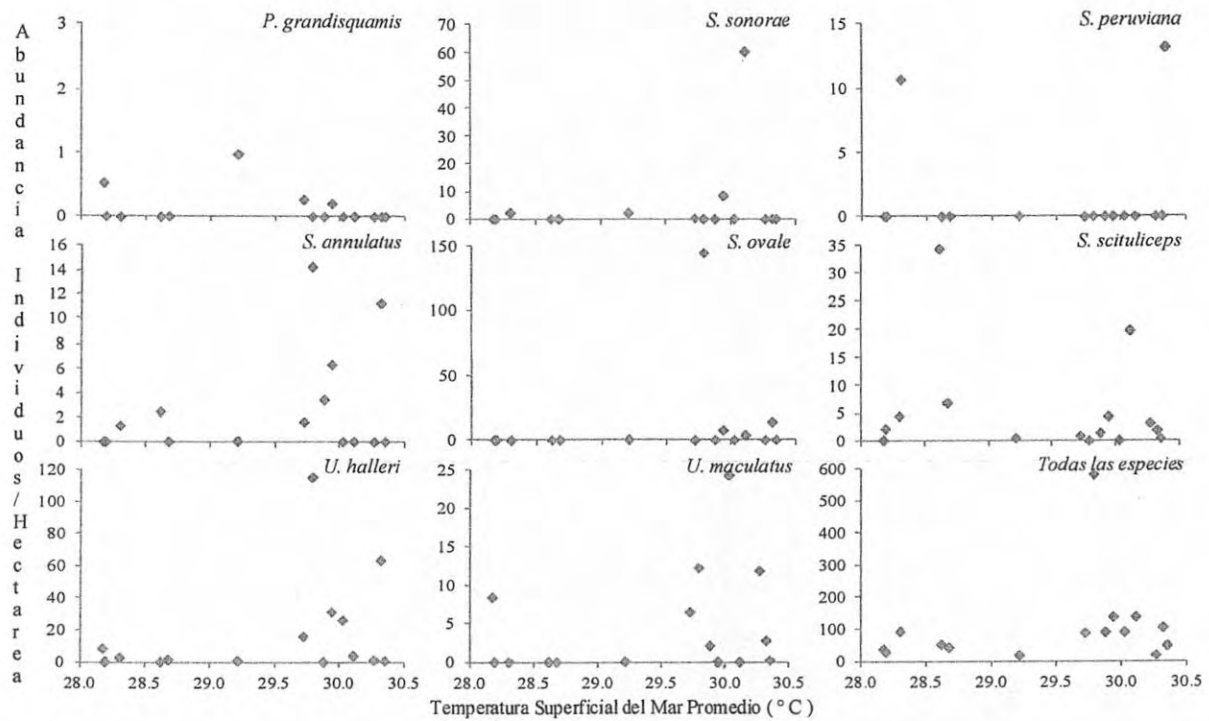
**Anexo 25.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio semanal (5-20 agosto) y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante las semanas del 5-20 agosto de 2007.



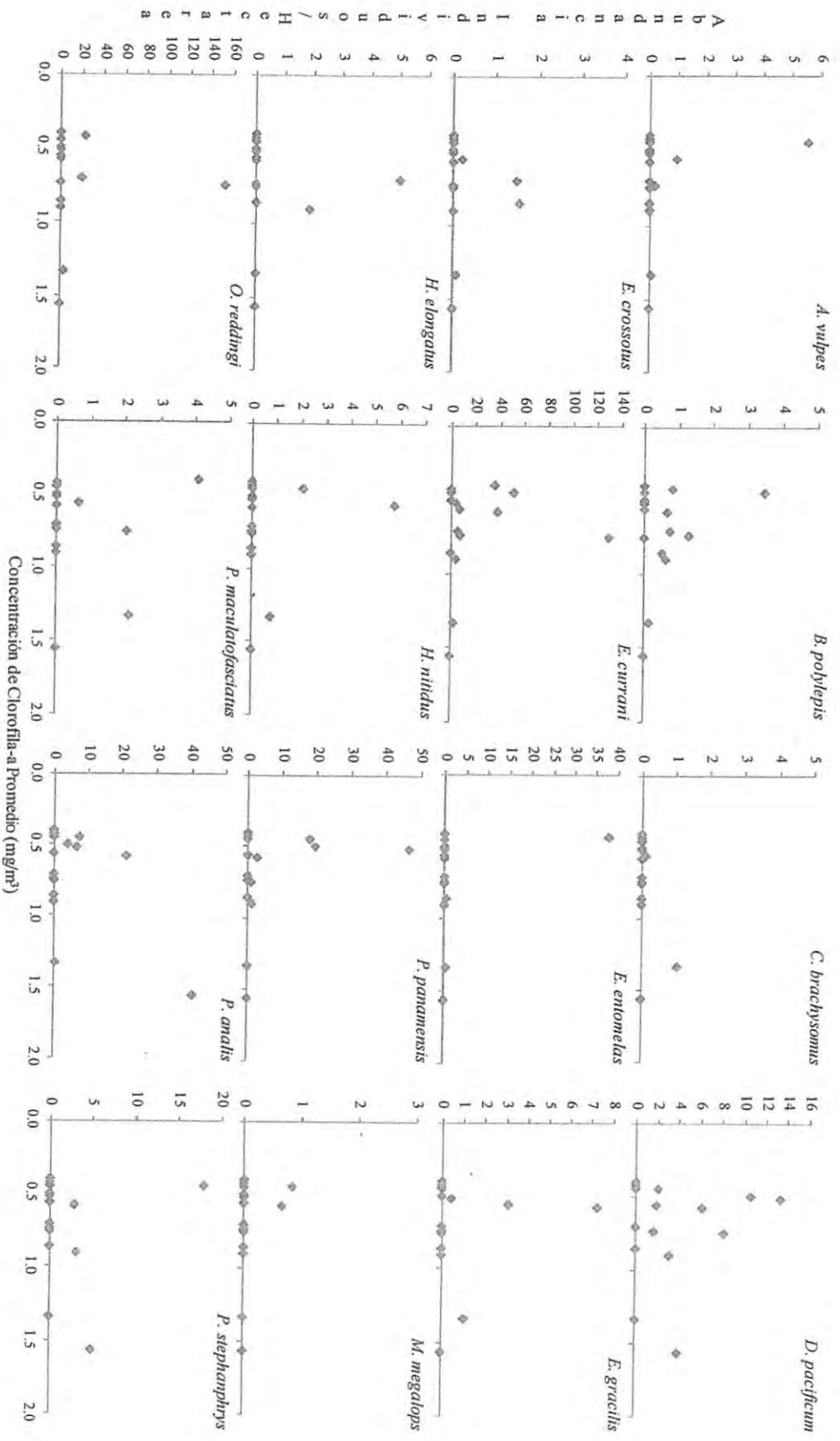
**Anexo 25 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio semanal (5-20 agosto) y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (10 subzonas) muestreadas durante las semanas del 5-20 agosto de 2007.



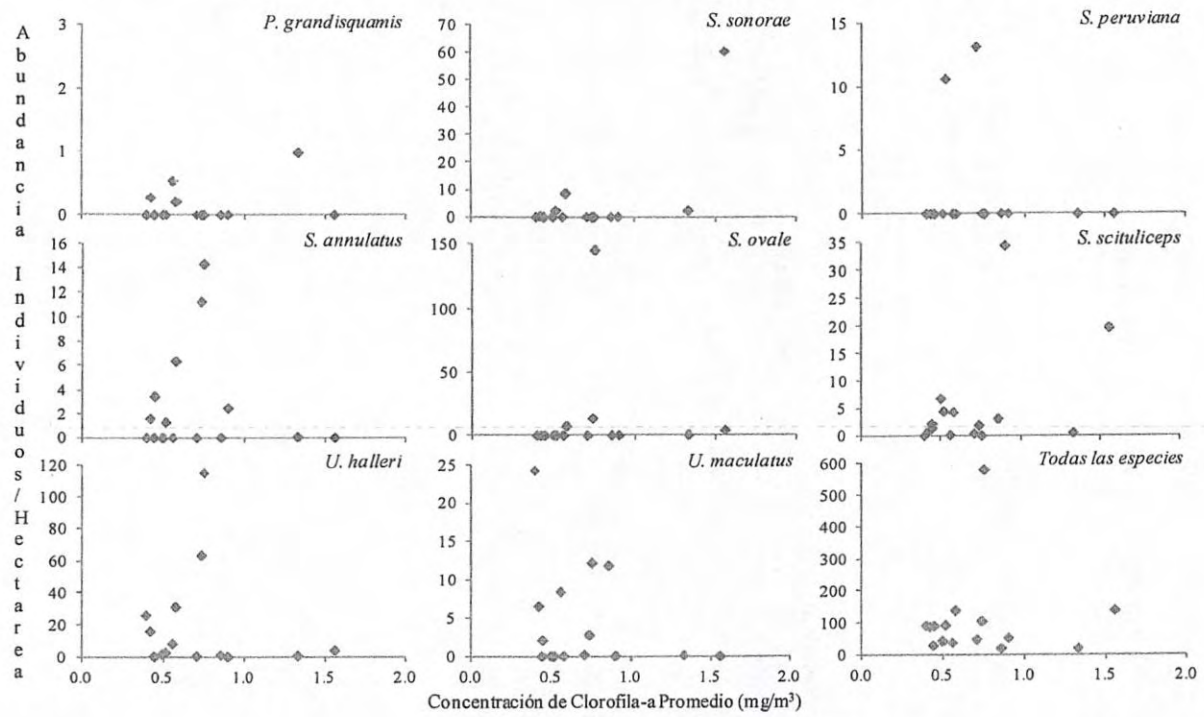
**Anexo 26.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2004.



**Anexo 26 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2004.

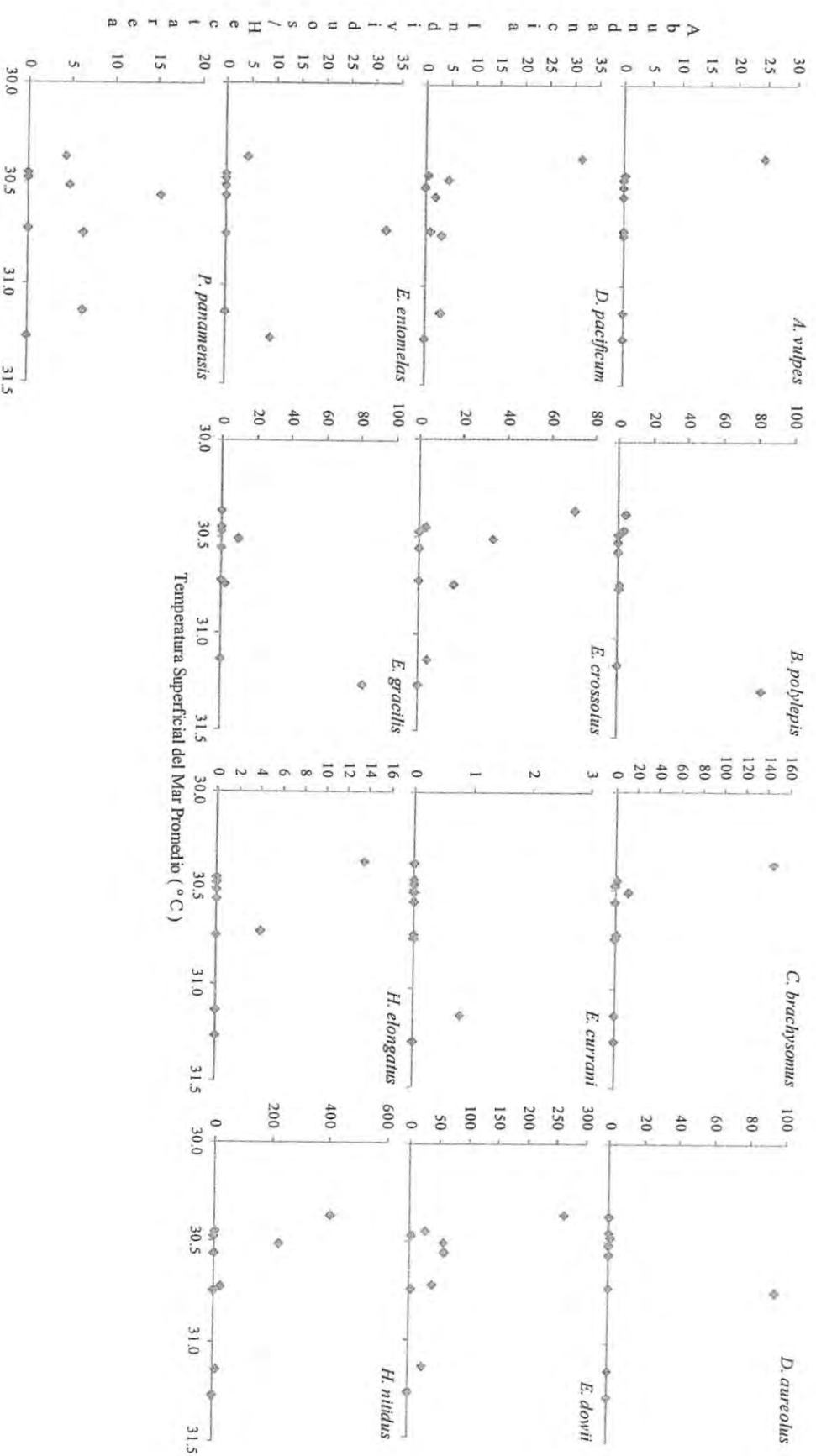


**Anexo 27.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2004.

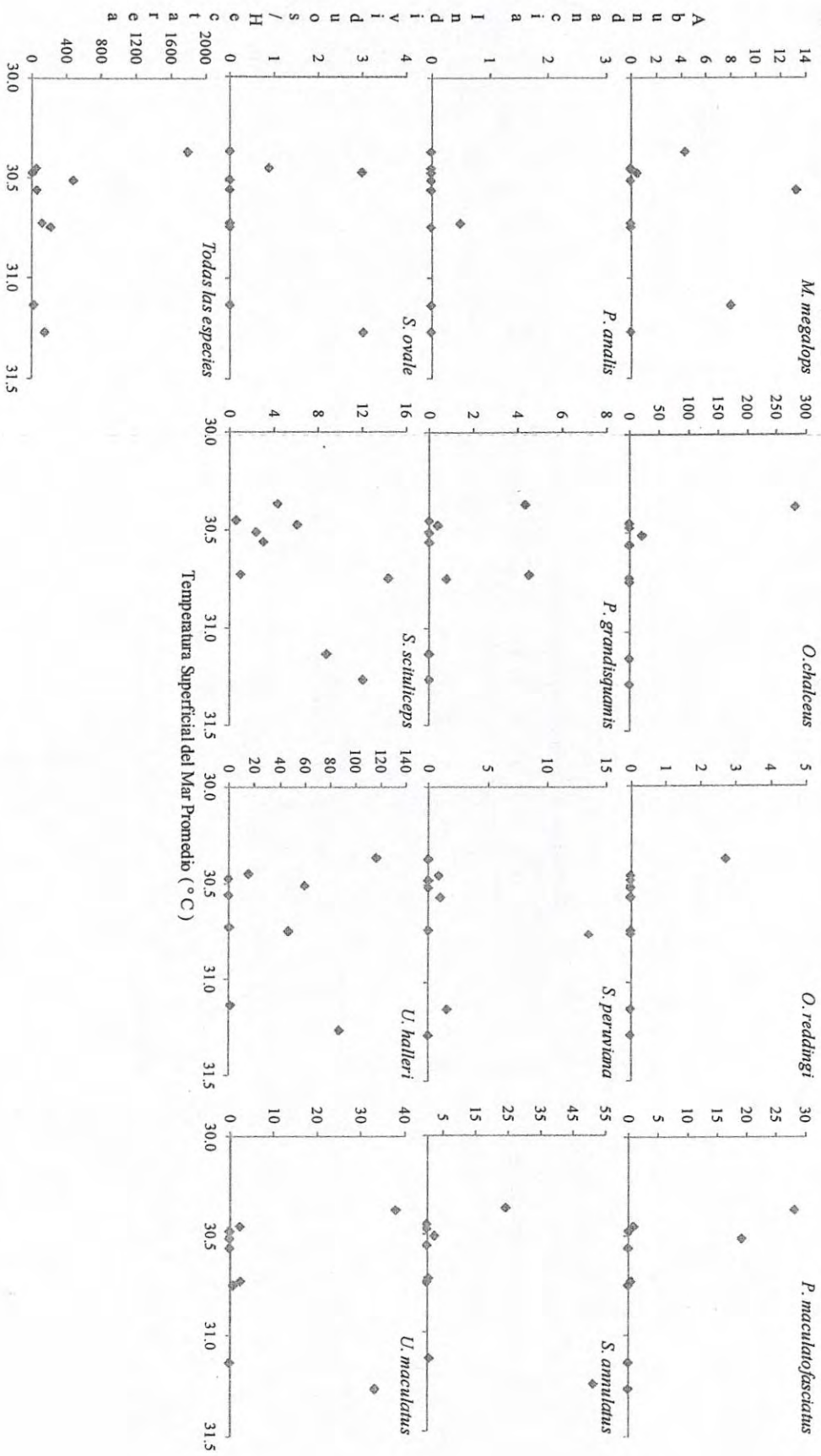


**Anexo 27 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg/m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind/Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2004.

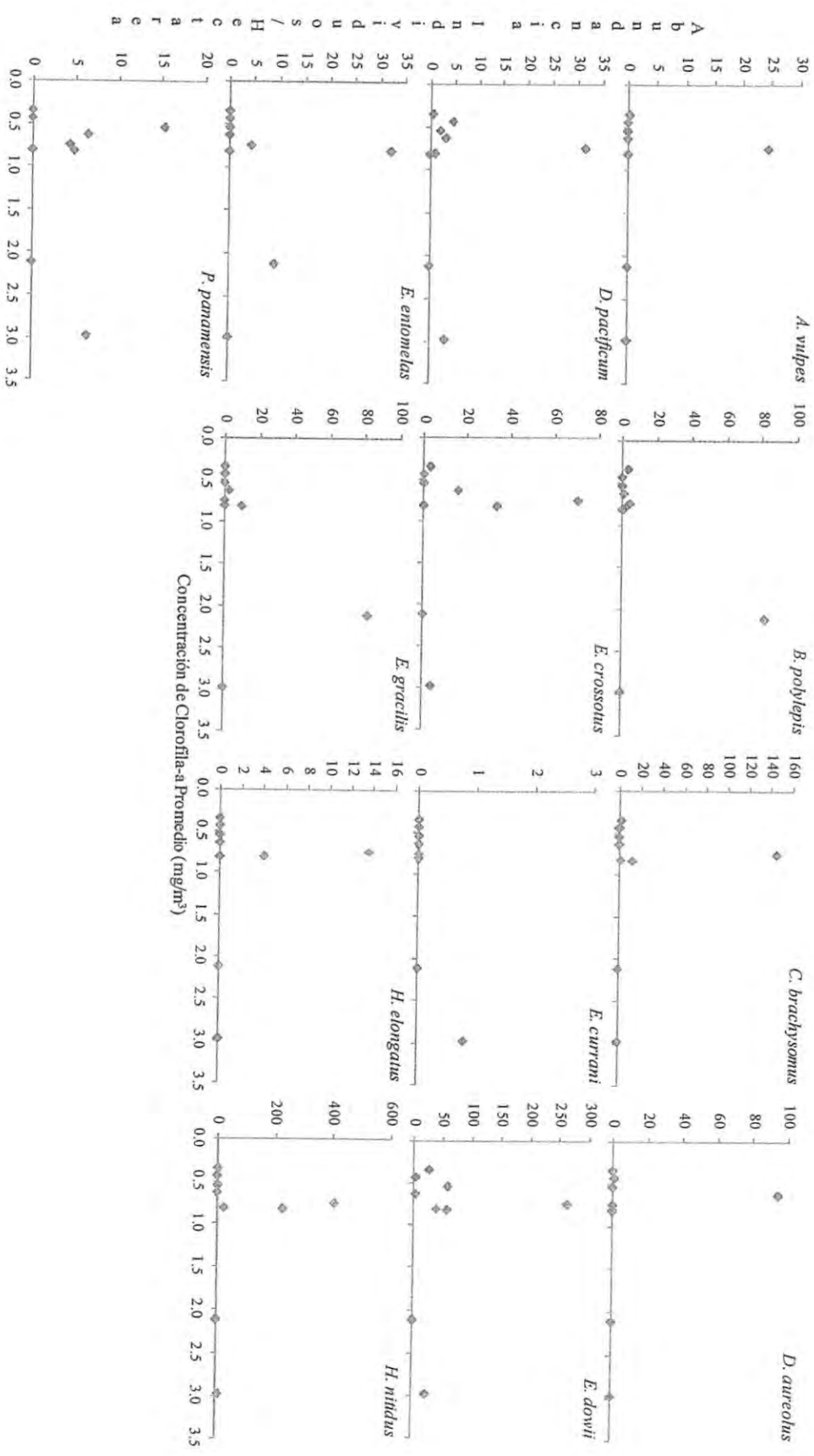




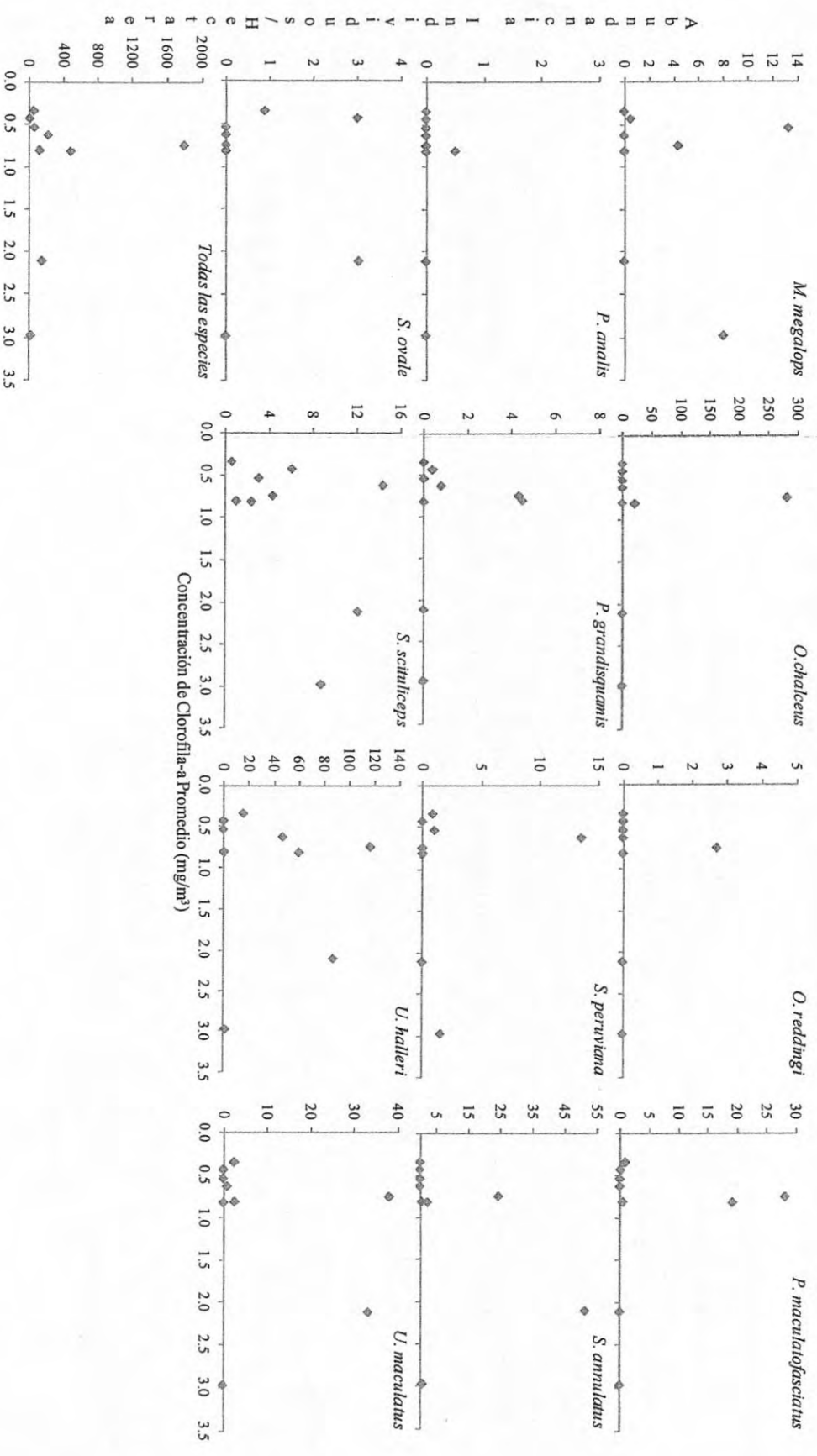
**Anexo 28.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2005.



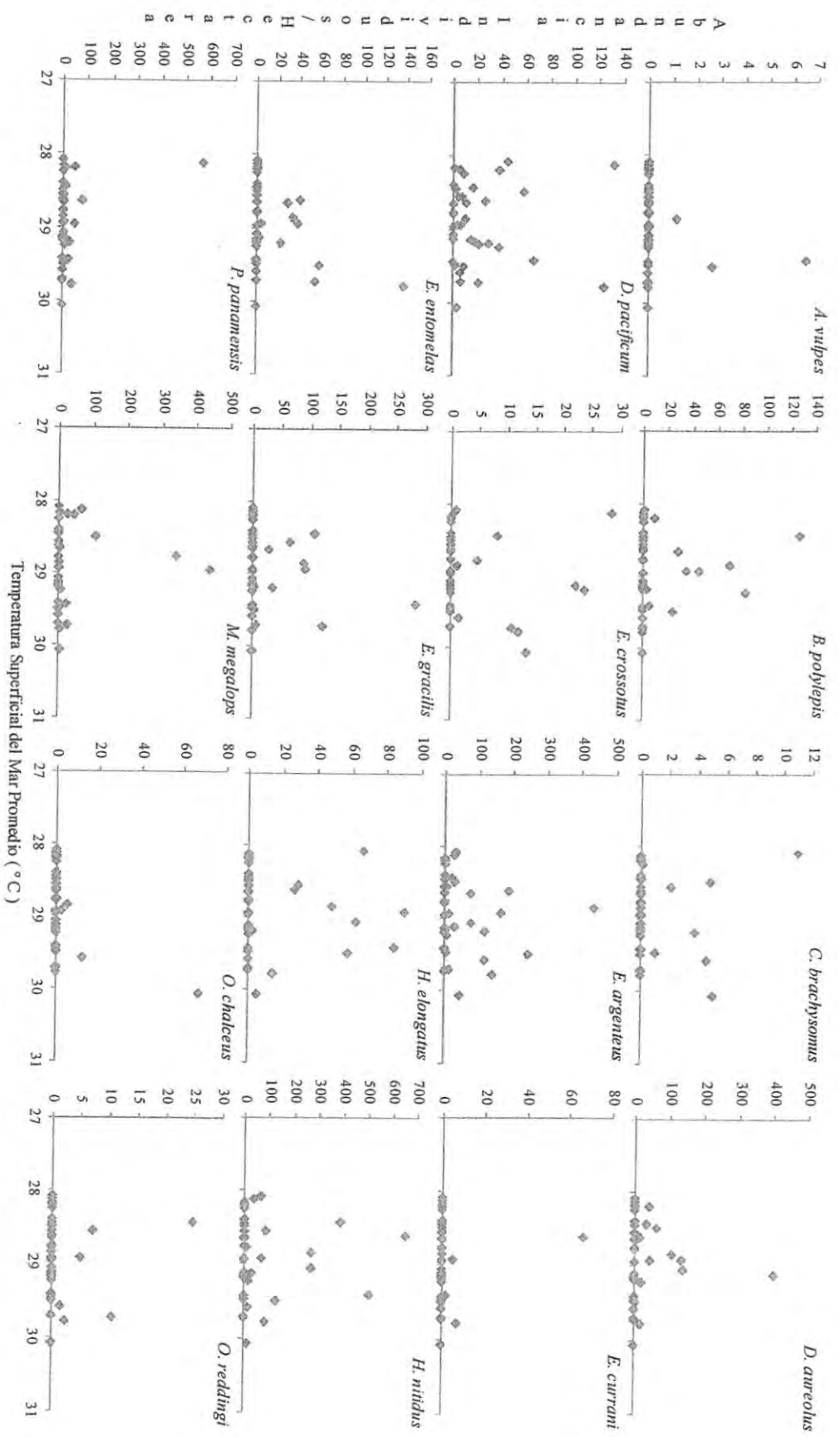
**Anexo 28 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2005.



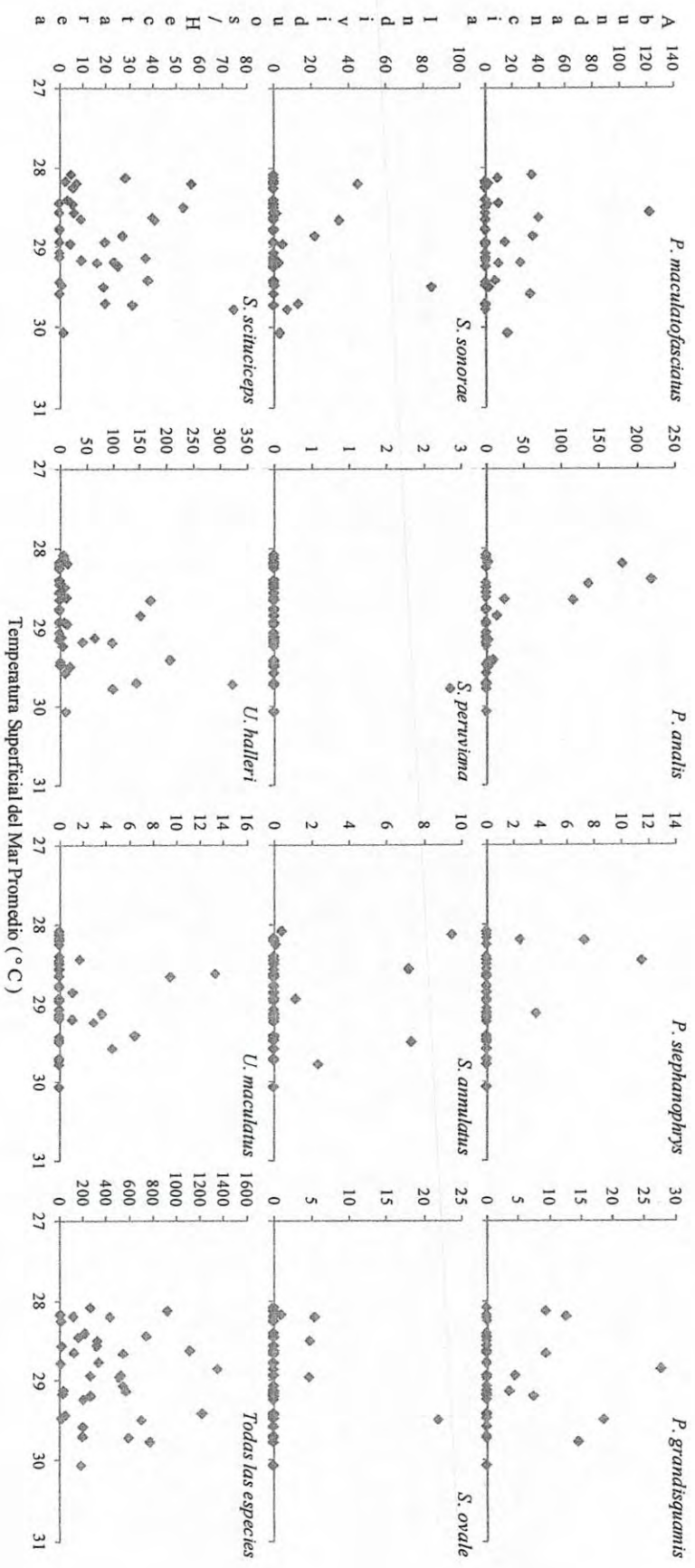
**Anexo 29.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2005.



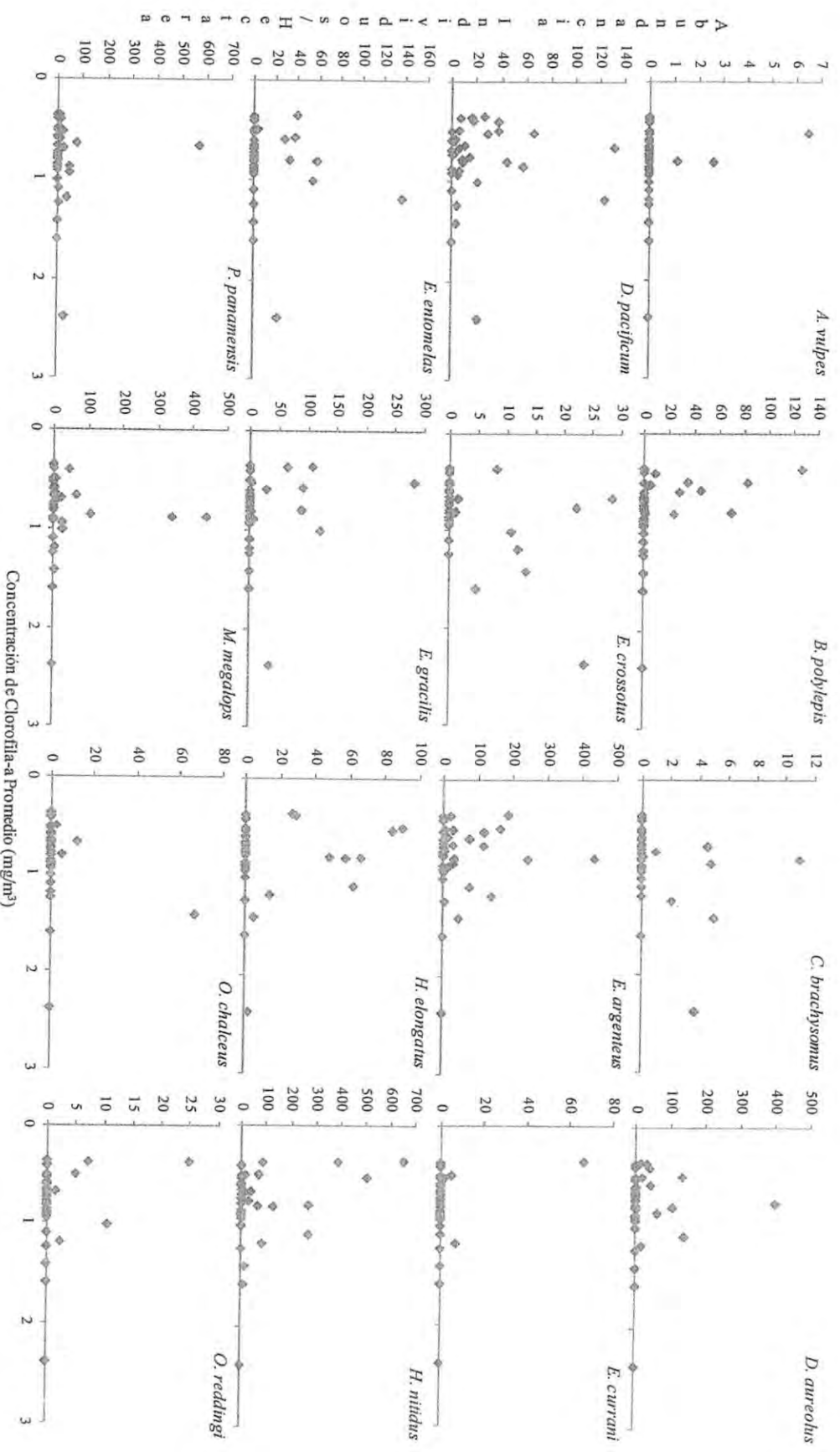
**Anexo 29 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2005.



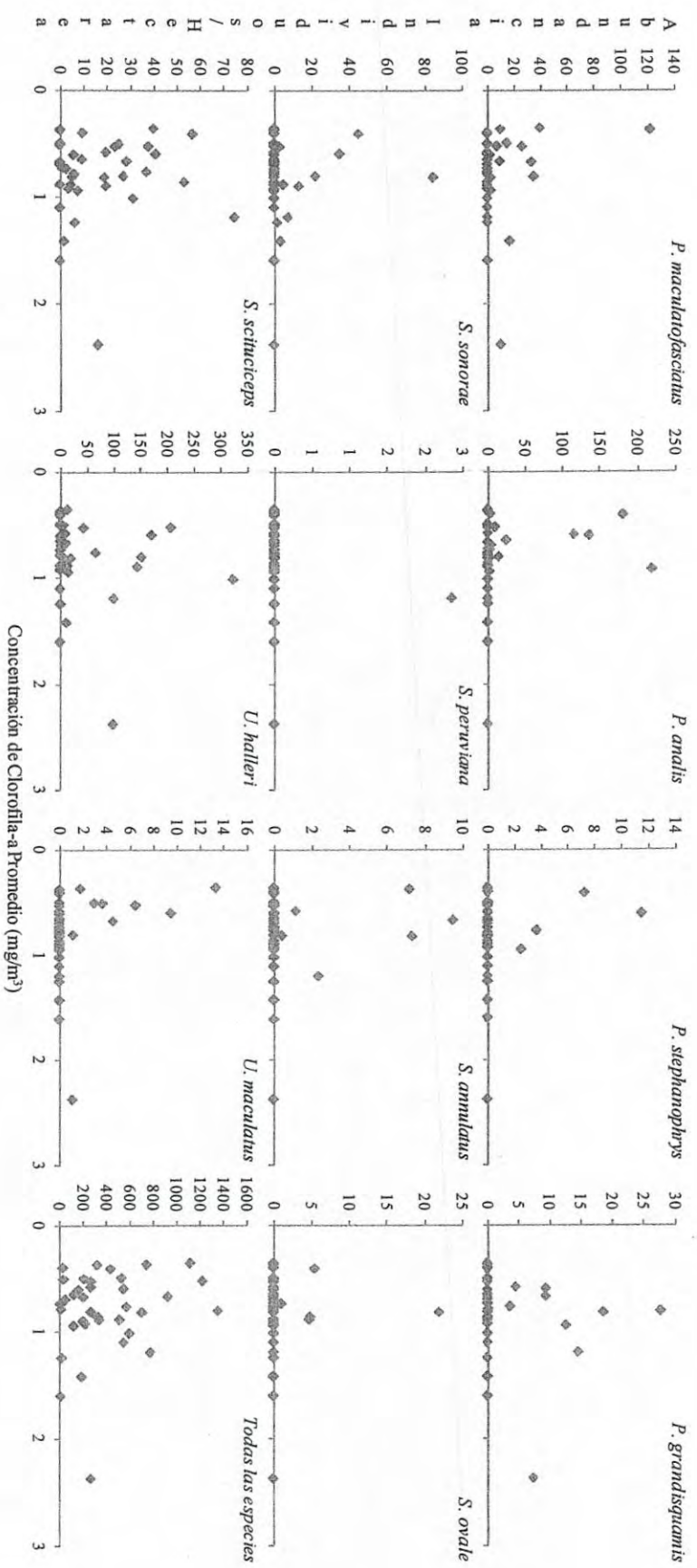
**Anexo 30.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2007.



**Anexo 30 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de julio y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2007.

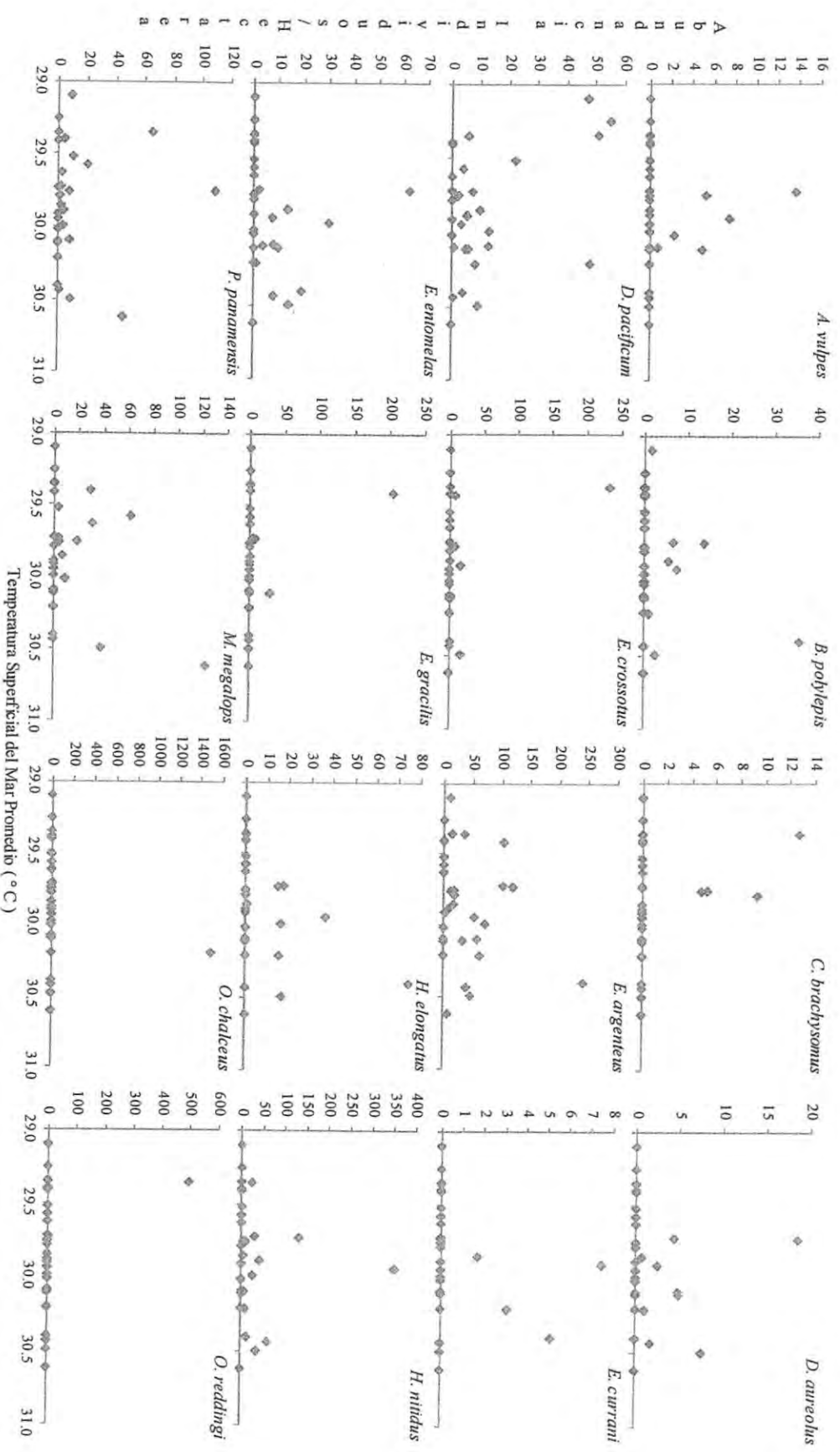


**Anexo 31.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2007.

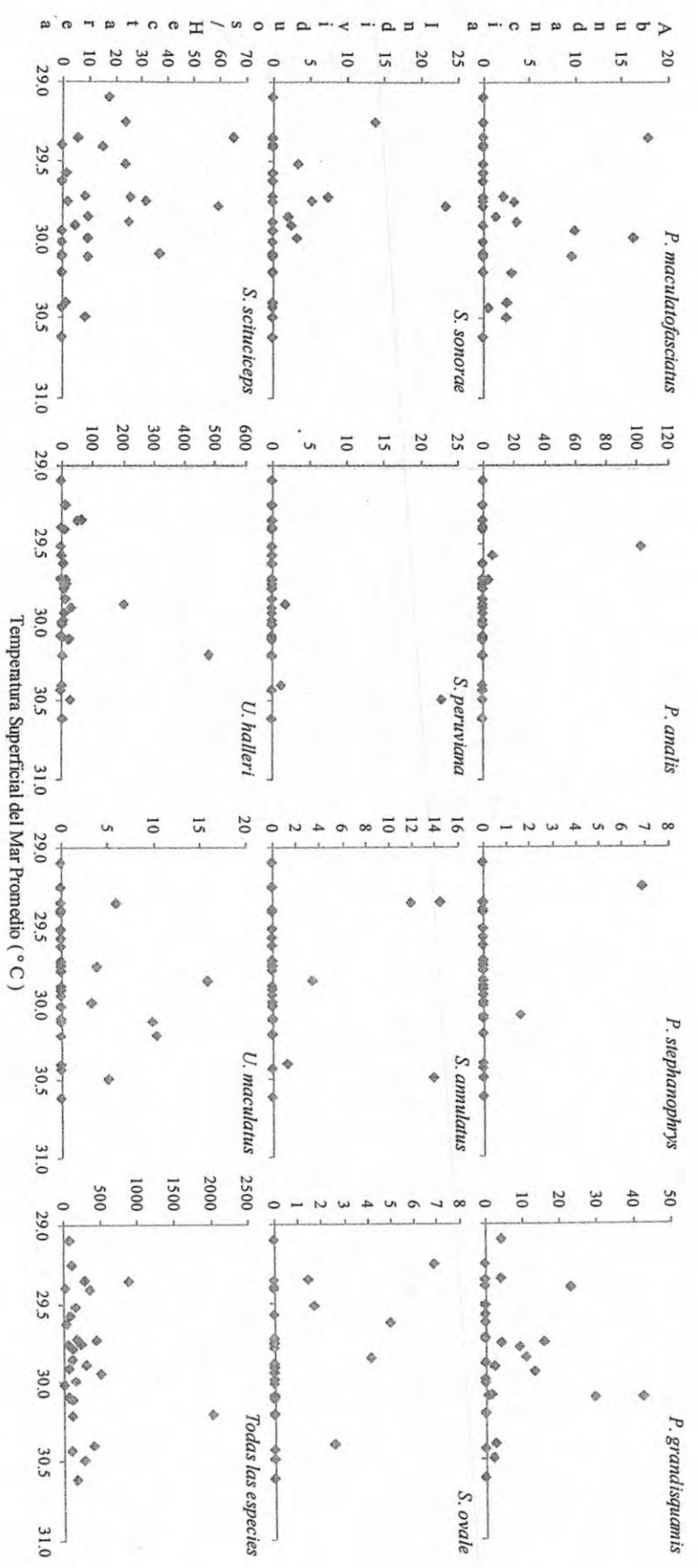


**Anexo 31 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de julio ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante julio de 2007.

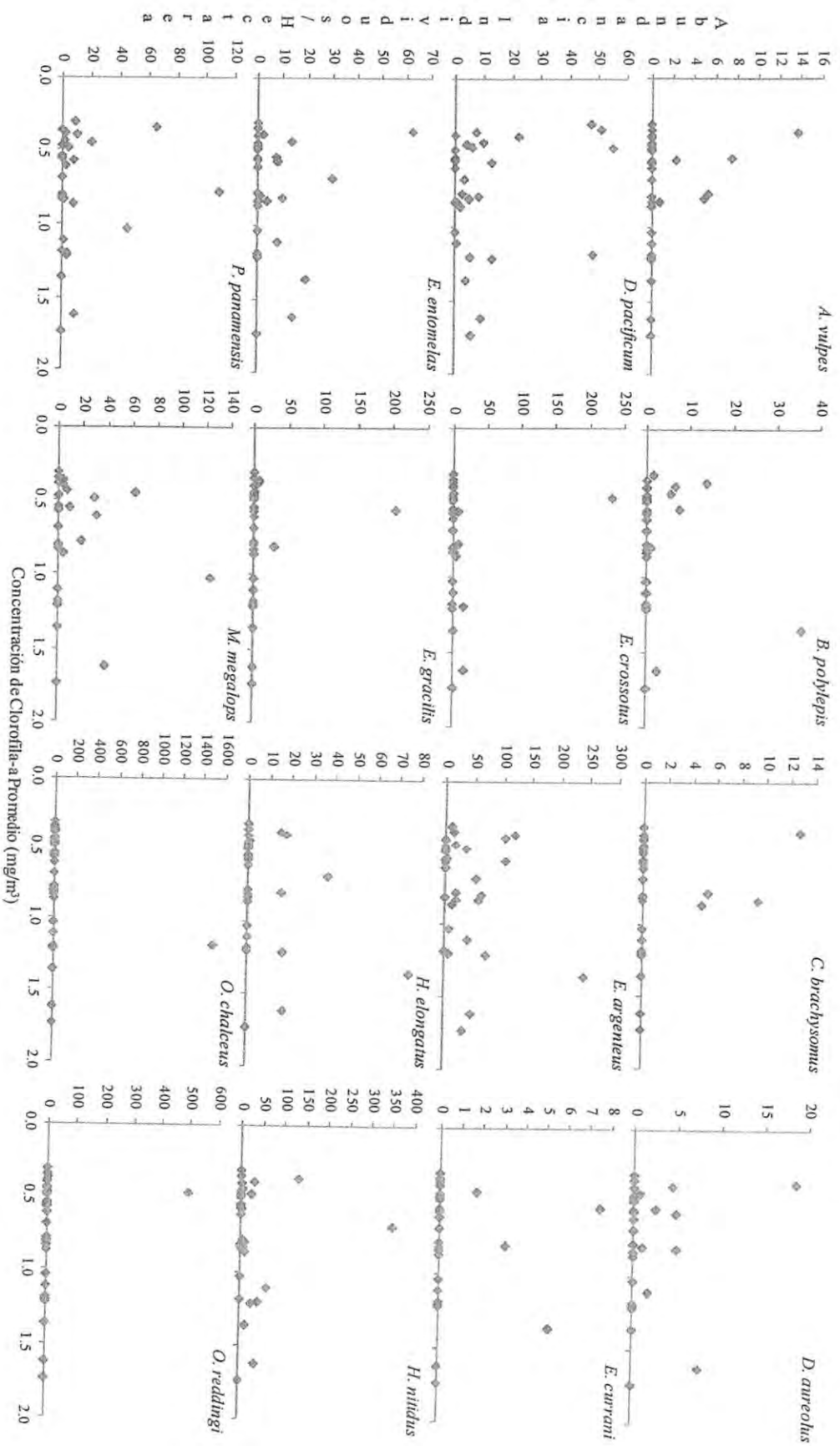




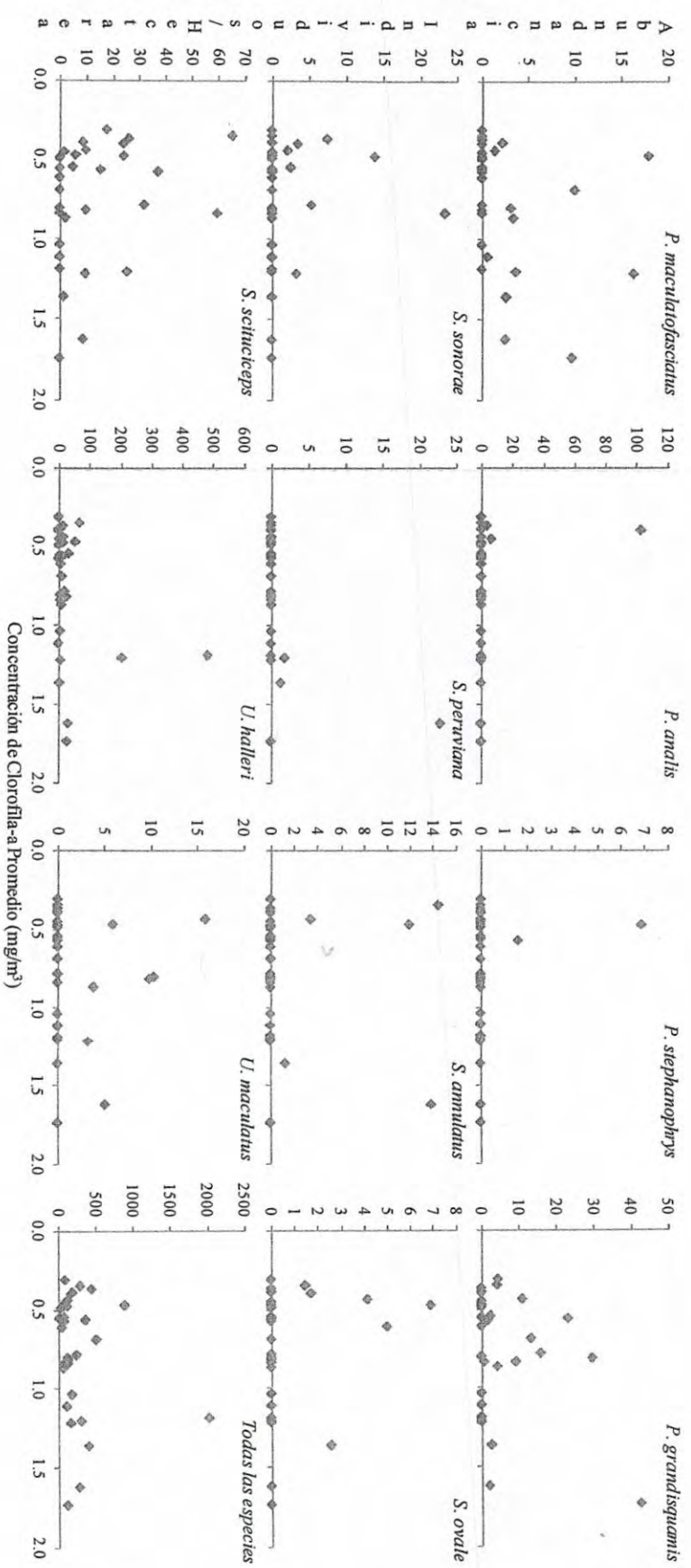
**Anexo 32.** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2007.



**Anexo 32 (continuación).** Relación de la Temperatura superficial del mar promedio del mes de agosto y las abundancias (ind/Ha-1) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2007.



**Anexo 33.** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2007.



**Anexo 33 (continuación).** Relación de la concentración de Clorofila-a promedio del mes de agosto ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y las abundancias ( $\text{ind}/\text{Ha}^{-1}$ ) de las especies más representativas en las subdivisiones (41 cuadrantes) muestreadas durante agosto de 2007.